



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

NÁVRH ZMĚNY VÝROBNÍ LINKY

PROPOSAL FOR A CHANGE IN THE PRODUCTION LINE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Cyril Bojanovský

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. et Ing. Pavel Juřica, Ph.D.

BRNO 2023

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav managementu
Cyril Bojanovský
Student: **Ing. et Ing. Pavel Juřica, Ph.D.**
2022/23
Vedoucí práce:
Akademický rok:
Studijní program: Procesní management

Garant studijního programu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Návrh změny výrobní linky

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Vymezení problému a cíle práce
Teoretická východiska práce
Analýza problému a současné situace
Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení
Závěr
Seznam použitých zdrojů Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Cílem této práce je zmapování současného stavu výrobního procesu a návrh na změnu výrobní linky.

Základní literární prameny:

GRASSEOVÁ, M. a kol. Procesní řízení ve veřejném i soukromém sektoru. Brno: Computer Press, 2008. ISBN 978-80-251-1987-7.

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

ŘEPA, V. Procesně řízená organizace. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4128-4.

SVOZILOVÁ, A. Projektový management: systémový přístup k řízení projektů. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-271-0075-0.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2022/23

V Brně dne 5.2.2023

L. S.

doc. Ing. Vít Chlebovský, Ph.D.

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D. garant děkan

Abstrakt

Předmětem této bakalářské práce je návrh změny výrobní linky, tak aby docházelo k efektivnímu využití vznikajícího materiálového odpadu. Práce se týká firmy zabývající se výrobou plastových výrobků – CECHO BOHUMIL CEMPÍREK, s.r.o. V teoretické části jsou vymezeny a popsány základní pojmy týkající se procesu a jeho možných analýz. Ty jsou využity v analytické části pro celkové zmapování výrobního procesu, které jsou zaměřeny především na analýzu materiálového, peněžního a procesního toku. Na základě těchto analýz je zhotoven návrh změny výrobní linky obsahující požadované stroje, popis nově vzniklých procesů a analýzy popisující novou linku. V závěru jsou zhodnoceny celkové přínosy tohoto návrhu a jeho finanční nákladnost.

Abstract

The subject of this bachelor thesis is the proposal for a change in the production line to achieve efficient utilization of the resulting material waste. The work pertains to a company specializing in the production of plastic products – CECHO BUHUMIL CEMPÍREK, s.r.o. The theoretical part defines and describes the basic concepts related to the process and its possible analyses. These are used in the analytical part for a comprehensive mapping of the production process, which focuses primarily on the analysis of material, financial, and process flow. Based on these analyses, a proposal for a change in the production line is made, including the required machines, a description of the newly created processes, and analyses describing the new line. In conclusion, the overall benefits of this proposal and its financial feasibility are evaluated.

Klíčová slova

proces, procesní řízení, analýza, plýtvání, recyklace

Key words

process, process management, analysis, waste, recycling

Bibliografická citace

BOJANOVSKÝ, Cyril. *Návrh změny výrobní linky* [online]. Brno, 2023 [cit. 2023-04-11]. Dostupné z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/152049>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav managementu. Vedoucí práce Pavel Juřica.

Čestné prohlášení

Čestně prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 16. května 2023

.....

Podpis autora

Poděkování

Chtěl bych poděkovat panu Ing. et Ing. Pavlu Juřicovi, Ph.D. za pomoc a ochotu při tvorbě bakalářské práce, cenné rady a užitečné konzultace.

Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Vladimíru Bartoškovi, Ph.D. za pomoc při tvorbě grafických znázornění analýz.

Děkuji vedoucímu technologovi lisovny Jiřímu Dajči za ochotu, skvělou spolupráci, a veškerý čas, který mi věnoval.

Děkuji společnosti CECHO BIHUMIL CEMPÍREK, s.r.o. a především pak panu Ing. Ivu Němcovi za příležitost podílet se na řešení skutečného problému a za poskytnuté informace pro moji práci.

Obsah

Úvod	10
Vymezení problému a cíle práce	11
1 Teoretická východiska práce.....	12
1.1 Proces.....	12
1.2 Základní vlastnosti procesů.....	12
1.3 Životní cyklus procesu.....	13
1.4 Základní rozdělení procesů.....	14
1.5 Procesní analýza.....	14
1.6 Procesní tok.....	16
1.7 Řízení kvality procesů.....	16
1.8 Procesní řízení.....	17
1.8.1 Řízení nákladů.....	17
1.8.2 Řízení času	19
1.8.3 Řízení lidských zdrojů.....	21
1.9 TPM	22
1.10 Plýtvání	23
1.11 Produktivita.....	24
1.12 Mapování hodnotového toku (VSM).....	24
1.13 Zlepšování procesů	26
1.13.1 Bussiness Process Reengineering	26
1.14 Sankey diagram.....	27
2 Analýza problému a současné situace.....	28
2.1 Představení společnosti.....	28

2.2 Výrobní portfolio	28
2.3 Organizační struktura podniku.....	29
2.4 Analýza současného výrobního procesu	30
2.4.1 Zajištění potřebného materiálu.....	30
2.4.2 Zaskladnění materiálu	31
2.4.3 Přesun granulátu na lisovnu	31
2.4.4 Sušení	32
2.4.5 Nasátí.....	34
2.4.6 Rozpuštění granulátu.....	34
2.4.7 Vstřík taveniny do formy	35
2.4.8 Chladicí okruhy formy a chlazení dílu.....	36
2.4.9 Otevření formy a vyhození dílu	37
2.4.10 Kontrola kvality.....	37
2.4.11 Expedice	38
2.5 Mapování hodnotového toku (VSM).....	39
2.5.1 Zaskladnění materiálu.....	41
2.5.2 Přesun granulátu na lisovnu	41
2.5.3 Sušení.....	42
2.5.4 Nasátí	42
2.5.5 Rozpuštění granulátu	43
2.5.6 Vstřík taveniny do formy	43
2.5.7 Chlazení dílu	43
2.5.8 Otevření formy a vyhození dílu	43
2.5.9 Kontrola kvality a balení.....	44
2.5.10 Expedice.....	44
2.6 Analýza nákladovosti současného stavu	45

2.7	Sankey diagram.....	48
2.8	Vyhodnocení analytické části	52
3	Vlastní návrhy řešení	53
3.1	Technologie potřebné pro zavedení změny nové linky	53
3.1.1	Molekulární sušička s dvěma patronami.....	53
3.1.2	Nasavač.....	54
3.1.3	Dávkovací zařízení	57
3.1.4	Mlýn.....	60
3.2	Nově vzniklé procesy	62
3.2.1	Přemístění vtoků manipulátorem do mlýnku	62
3.2.2	Namletí vtoků a vzniklých zmetků.....	62
3.2.3	Nasátí šrotu zpět do nasavače s dávkovačem.....	63
3.3	Sledované metriky	63
3.4	Návrh hodnotového toku (VSM)	64
3.4.1	Přemístění vtoků manipulátorem do mlýnku	65
3.4.2	Namletí vtoků a vzniklých zmetků.....	65
3.4.3	Nasátí šrotu zpět do nasavače s dávkovačem.....	65
3.5	Sankey diagram.....	67
3.6	Přínos návrhů řešení.....	70
3.6.1	Snížení nákladů na materiál	70
3.6.2	Snížení nákladů na skladování	71
3.6.3	Udržitelnost	71
3.6.4	Náklady na investice	72
	Závěr.....	73
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	74
	Seznam použitých obrázků.....	76

Úvod

Pro správné fungování a růst každé firmy je potřeba, aby vykazovala zisk. Díky zisku může firma investovat do svého rozvoje, do rozvoje svých zaměstnanců, do rozvoje nových technologií. Snaží se tak získat konkurenční výhodu a větší podíl na trhu, čímž se zisk opět zvýší a firma poroste. Je to nekonečný cyklus neustálého zlepšování a růstu.

Zvýšení zisku se dá dosáhnout dvěma způsoby: snížením nákladů a zvýšením příjmů. V ideálním případě kombinací obou způsobů.

Toho můžeme dosáhnout například změnou samotné výrobní linky v místech, kde byly identifikovány ztráty a optimalizujeme tak celý výrobní proces. Chyby nalezneme postupným zanalyzováním jednotlivých subprocessů ve výrobě a po určení úzkých míst, navrheme jejich zefektivnění (optimalizaci). Takovou část procesu nalezneme pomocí různých analýz, které budou dále popsány v teoretické a analytické části práce.

Při výrobě plastových výlisků pomocí vstříkolisů, jimiž se v této práci budu zabývat, se nejčastěji setkáváme s plýtváním v podobě neefektivního využívání materiálu, proto je potřeba zvolit takové typy analýz, pomocí kterých budeme schopni určit tyto úzká místa, kde dochází ke ztrátám a navrhnout jejich zlepšení.

Pomocí zjištěných dat z analytické části vytvořím řešení v podobě návrhu pro zefektivnění daného výrobního procesu, tak aby obsahoval seznam nově požadovaných technologických strojů, popis jejich funkce, popis nově vzniklých výrobních procesů a jejich zasazení do celkového výrobního procesu.

V závěru zhodnotím přínosy návrhu řešení jak z ekonomického hlediska, tak z hlediska sociálního.

Vymezení problému a cíle práce

Cílem bakalářské práce je zmapovat současný výrobní stav linky, zabývající se výrobou plastových produktů pomocí vstřikolisu a následně vytvořit návrh na změnu této výrobní linky. Prvním krokem je tedy zanalyzovat a popsat všechny části výrobního procesu. Následně je zanést do VSM mapy a kvantitativně ohodnotit v požadovaných aspektech. Dále je potřeba vytvořit znázornění peněžního a materiálového toku současného stavu.

Po zanalyzování těchto dat zjistit, v jaké části procesu dochází k největším ztrátám a plýtvání. Pro takto zjištěný problém navrhnout řešení v podobě změny výrobní linky, tak aby byly minimalizovány zjištěné ztráty a celková výroba byla efektivnější především z ekonomického hlediska. Součástí návrhu musí být popis nově zaváděných strojů a procesů, znázornění nově vzniklého procesního toku, včetně ohodnocení požadovaných kvantitativních aspektů stejně jako u současného stavu a znázornění peněžního a materiálového toku navrhované změněné linky, tak abychom mohli pozorovat všechny vzniklé změny. V závěru pak zhodnotit přínosy navrhovaného řešení.

1 Teoretická východiska práce

V teoretické části se budeme zabývat popisem základních pojmů týkající se této práce a kde se s nimi setkáme. Takovými pojmy jsou například: proces, produktivita, plýtvání, mapování toku materiálu a mapování hodnotového toku. Tyto informace jsou důležité pro zpracování dalších částí práce.

1.1 Proces

Proces je sled činností, na něž aktivně manuálně a intelektuálně působí pracovníci, čímž je přidávána hodnota a postupně vzniká předmět nebo služba, která má uspokojit zákazníka procesu. Jednotlivé části nebo úkoly procesu jsou logicky stanoveny za sebou v určitém pořadí, jejichž výsledkem je právě předem definovaný výsledek nebo soubor výsledků. Při jeho popisování se zaměřujeme na popis sledu pracovních činností a jejich vzájemných vztahů, podpůrných systémů procesu a nástrojů s nimi souvisejícími a na časové, výkonnostní a kvalitativní parametry, které má proces splnit (Svozilová, 2011).

1.2 Základní vlastnosti procesů

Při sestavování nového procesu nebo optimalizaci již zavedeného procesu je nutné si nejdříve definovat všechny jeho části. To nám pomůže při jeho analýze a nalezení případného prostoru pro zlepšení. Každý proces je charakteristický těmito částmi:

Vstup – Je považován za start celého procesu a putuje od začátku až do konce. Během cesty procesem přibývá tzv. přidaná hodnota, která dává vstupu svůj účel a hodnotu pro zákazníka. Za tu je pak zákazník právě ochoten zaplatit.

Výstup – Výsledkem procesu je to, co dostáváme na konci, tedy funkční produkt, služba nebo jiná hodnota, která má přínos pro zákazníka i samotný podnik. Pro dosažení co nejlepšího efektu je důležité, aby výstup z jednoho procesu byl vhodným vstupem do následujícího procesu.

Cíl procesu – Úkolem každého manažera je určit cíle procesu, kterých by měl proces dosáhnout. Aby bylo možné zhodnotit, jak úspěšně byly tyto cíle dosaženy, je třeba stanovit jasná měřítka podle kterých se budou tyto cíle hodnotit.

Vlastník procesu – V organizaci je nutné mít někoho, kdo bude odpovědný za zdokonalování procesů, dosažení cílů a ovlivňování samotného průběhu. Tuto roli zastává vlastník procesu.

Zákazník procesu – Každý proces musí mít svého cílového příjemce, tedy osobu, pro kterou je tento proces realizován. Čím vyšší bude spokojenost tohoto cílového příjemce s výstupem procesu, tím větší hodnotu pro nás bude mít. Cílový příjemce procesu nemusí být nutně externí, ale může být také interní, například ve vnitropodnikových procesech.

Zdroje procesu – Zdroje procesu jsou nutnými prvky pro realizaci firemních procesů, jako například zaměstnanci a technologie. Je důležité mít možnost měřit každý zdroj, proto jsou jim přiděleny atributy jako cena a pracovní doba, abychom je mohli lépe využít (Řepa, 2007).

1.3 Životní cyklus procesu

Životní cyklus procesu se zabývá fázemi, kterými prochází proces od svého zahájení až po svůj konec. Cílem životního cyklu procesu je zajistit, aby byl proces efektivní a splňoval požadavky zákazníků a organizace. Skládá se z následujících kroků:

1. **Definice cíle procesu** – Určení, čeho chceme procesem dosáhnout.
2. **Analýza vstupů** – Identifikace všech vstupů, které jsou nutné pro úspěšné dokončení procesu.
3. **Definice kroků** – Probíhá specifikace všech kroků, které je nutné provést k dosažení cíle procesu.
4. **Zdroje** – Zjištění všech zdrojů, které budou potřeba k realizaci procesu, jako jsou lidé, stroje, materiály, finance atd.
5. **Kontrola kvality** – Definice, jak budou procesy kontrolovány a jak se budou hodnotit jejich výsledky.
6. **Implementace procesu** – Zavedení procesu do praxe, kde se zaměstnanci seznámí s novými postupy.
7. **Zlepšování** – Identifikace možností pro zlepšení procesu a implementace opatření k jeho vylepšení.

8. **Monitoring** – Sledování a měření výkonu procesu a identifikace možností pro další zlepšení, a především probíhá kontrola, zda bylo dosaženo požadovaných výsledků.

9. **Ukončení procesu** – ukončení realizace procesu, kdy už není nutný nebo byl nahrazen jiným procesem.

Tento cyklus může být opakován, dokud proces nedosáhne požadovaných cílů a nezlepšuje svou efektivitu (Svozilová, 2011).

1.4 Základní rozdělení procesů

Většina firem má velké množství procesů, které se od sebe liší v různých parametrech, jako jsou délka trvání procesu, frekvence opakování, důležitost a cíl procesu. Tyto parametry umožňují rozdělit firemní procesy z různých úhlů pohledu. Nejčastějším způsobem dělení je podle důležitosti a cíle procesů. Procesy tak dělíme na hlavní, řídicí a podpůrné (Grasseová, 2008).

Hlavní procesy – Společnosti existují hlavně kvůli procesům, které vytváří hodnotu pro zákazníka. Tyto procesy produkují výstup a jsou klíčovou částí organizace. Jsou zdrojem příjmu a kostrou fungování podniku.

Řídicí procesy – Jsou klíčové pro správu společnosti, zodpovídají se za denní chod firmy a zajišťují řízení a stabilitu jiných procesů. Tyto procesy neprodukují přímo zisk, ale poskytují prostředky a nástroje pro rozhodování, které ovlivňují celou společnost.

Podpůrné procesy – Udržují hlavní procesy v neustálém běhu. Pokud je to potřeba, mohou být outsourcovány na jinou společnost. Tyto procesy produkují výrobek, který je určen pro vnitřního zákazníka společnosti (Jurová, 2016).

1.5 Procesní analýza

Pomocí procesní analýzy se zkoumají a hodnotí jednotlivé procesy ve firmě s cílem je optimalizovat a zlepšit. Cílem procesní analýzy je identifikovat klíčové procesy, které ovlivňují úspěšnost a efektivitu organizace a následně provést návrhy na jejich zlepšení. Procesní analýza se často používá v rámci řízení kvality procesů a je klíčovým nástrojem pro dosažení vyššího stupně efektivity v organizaci. Při procesní analýze se často

používají nástroje jako flowchart, mapování procesů, SWOT analýza, případové studie anebo hodnocení rizik (Fiala, Jan, 2010).

Existuje mnoho různých typů procesních analýz, zde uvedu základních 5 typů:

1. **Analýza procesního toku:** Tato analýza se zaměřuje na mapování a vyhodnocení procesu krok za krokem, aby bylo možné identifikovat oblasti, kde dochází ke zpožděním, chybám a ztrátám. Nejčastěji se používá hned na začátku optimalizace procesu, když je třeba získat komplexní pohled na proces a identifikovat oblasti, kde se vyskytují zpoždění, chyby a ztráty. Výsledkem analýzy procesního toku jsou obvykle konkrétní návrhy a doporučení na zlepšení procesu, jako například: změny v pořadí kroků, optimalizace využití zdrojů nebo zavedení nových technologií.
2. **Analýza rizik procesu:** Zaměřuje na identifikaci rizik spojených s procesem a vyhodnocení jejich pravděpodobností a možného dopadu. Cílem této analýzy je pak navrhnout opatření, která pomohou minimalizovat jejich vliv.
3. **Nákladová analýza procesu:** Tento typ analýzy se zaměřuje na vyhodnocení nákladů spojených s procesem a hledání způsobů, jak snížit náklady a zvýšit efektivitu procesu. Zahrnuje všechny náklady týkající se procesu jako jsou: materiálové, pracovní, technologické, administrativní atd. Používá se kdykoliv je třeba najít způsoby, jak snížit náklady nebo zvýšit efektivitu procesu.
4. **Kapacitní analýza procesu:** Využívá se k vyhodnocení, jaké množství výstupů může být produkováno v určitém časovém období a zda jsou kapacity dostatečné pro uspokojení poptávky. Zahrnuje sběr dat, analýzu výkonu procesu a identifikaci případných nedostatků, které mohou bránit procesu v dosažení požadovaných výstupů. Používá se, když je třeba zvýšit výkon procesu.
5. **Kvalitativní analýza procesu:** Používá se na vyhodnocení kvality výstupů procesu a identifikaci příčin problémů s kvalitou. Cílem analýzy je zlepšení výkonnosti procesu a snížení nákladů na opravy a reklamace. Součástí je i tzv. identifikace klíčových ukazatelů výkonnosti procesu – KPI. To jsou měřitelné ukazatele, které umožňují sledovat výkon procesu v průběhu času. Mohou zahrnovat čas cyklu, počet vadných výstupů, výskyt chyb a další (Fiala, Jan, 2010).

1.6 Procesní tok

Procesní tok se skládá z řady kroků, které se vyvíjejí postupně a zapojují alespoň dva účastníky. Tyto kroky tvoří sled událostí nebo interakci a slouží k vytvoření hodnoty pro zákazníka nebo přínosu pro firmu, ve kterém se realizuje. Je to sled aktivit, které jsou spojené v určitém pořadí, tak aby bylo dosaženo konkrétního cíle nebo výstupu. Tyto aktivity jsou často reprezentovány jako diagram, kde každý krok v procesu je zobrazen jako ikona nebo symbol. Procesní tok slouží jako nástroj pro popis a analýzu funkčnosti procesů v organizaci, identifikaci možných úprav a zlepšení efektivity. (Svozilová, 2011).

1.7 Řízení kvality procesů

Řízení kvality procesů je proces, který se zabývá identifikací, hodnocením a optimalizací procesů ve firmě s cílem zlepšit jejich efektivnost. Cílem tohoto přístupu je zajistit, aby byly procesy provedeny správně a aby produkovaly požadovaný výstup. Řízení kvality procesů se často používá ve výrobních, služebních a vzdělávacích organizacích. Tyto procesy mohou být také ovlivňovány různými nástroji a metodami, jako je například Six Sigma, Total Quality Management (TQM) a Business Process Management (BPM). Samotná kvalita je zde myšlena jako schopnost procesu plnit požadavky zákazníka a splňovat stanovené standardy (Nenadál, 2008).

BPM je disciplína, která se zabývá řízením a optimalizací podnikových procesů. Cílem analýzy BPM je identifikovat a modelovat podnikové procesy a hledat možnosti, jak je optimalizovat a zlepšovat jejich efektivitu. Analýza BPM zahrnuje v zásadě 5 kroků, jako je návrh, modelování, provedení, monitorování, optimalizace. Kroky probíhají právě v tomto pořadí. Výstupem BPM je model procesů, který popisuje jednotlivé kroky, aktivity a zdroje potřebné k jejich provádění a vzájemné vztahy mezi nimi. Tyto modely slouží jako nástroj pro řízení a kontrolu procesů, umožňují lepší komunikaci mezi jednotlivými útvary a udržení kontinuity procesů v čase. Díky použití BPM lze zjistit, které procesy jsou neefektivní a brzdí výkon podniku, jakým způsobem lze tyto procesy optimalizovat a jaký vliv má optimalizace procesů na celkový výkon podniku (Grasseová, 2008).

BPMN (Business Process Model and Notation) je pak grafický jazyk, který slouží k modelování procesů. Jeho cílem je standardizovat a zjednodušit reprezentaci procesů, aby

byly srozumitelné pro různé subjekty, jako jsou například vývojáři, konzultanti, analytici a uživatelé. BPMN definuje sadu symbolů a diagramů, které umožňují vizualizaci procesů a jejich spolupráci, což pomáhá zlepšovat jejich efektivitu a pružnost. Používá v rámci BPM jako nástroj pro modelování procesů (Grasseová, 2008).

1.8 Procesní řízení

Procesní řízení je koncepcí, kde se dává přednost postupu činností, které je třeba uskutečnit, bez ohledu na organizační uspořádání. Až po správném popsání procesu se určují role odpovědnosti. Výsledkem je organizační struktura, která má za cíl co nejvíce podporovat chod podniku. Díky rychlému pokroku technologií se zvyšuje důležitost tohoto přístupu k řízení, protože hodnota vlastní výroby klesá, a naopak stoupá hodnota činností, které ji podporují, jako je logistika (Šmída, 2007).

Procesní řízení se dá také charakterizovat jako přístup k řízení organizace, který se zaměřuje na identifikaci, mapování, řízení a zlepšování firemních procesů. Cílem je zlepšovat efektivnost podnikových procesů a tím zvyšovat konkurenceschopnost podniku. Procesní řízení využívá nástrojů a technik jako jsou mapování procesů, analýza procesů, řízení a hodnocení rizik a zlepšování procesů. Tyto nástroje a techniky pomáhají podniku dosahovat svých cílů, snižovat náklady a zlepšovat kvalitu produktů a služeb. Procesní řízení je klíčovým prvkem moderního řízení organizací a jeho účinné implementace má pozitivní vliv na úspěšnost podniku (Řepa, 2007).

Nyní si toto procesní řízení rozdělíme do tří skupin podle různých kritérií. Těmito skupinami jsou řízení nákladů, řízení času a řízení lidských zdrojů. Tyto kategorie se mohou lišit v závislosti na typu a charakteristice organizace, ale všechny jsou zaměřené na dosahování efektivního a eficientního fungování procesů.

1.8.1 Řízení nákladů

Skládá se z několika procesních kroků, které mají za cíl odhadnout náklady na jednotlivé pracovní balíky. Ty získáme pomocí metody WBS – Work Breakdown Structure. Jedná se o rozdělení celého návrhu do velkého množství činností, které můžeme následně

jednodušeji popsat a nákladově ocenit. Takové náklady je třeba následně dodržet. Tyto procesní kroky jsou následující:

- **Plánování a odhad nákladů** – náklady pracovního balíku můžeme zjistit buď pomocí odborného odhadu na základě podobnosti jiného projektu, případně užitím parametrického modelování, které vychází z projektu se stejnými charakteristikami ale jinými parametry. Přesnější metodou stanovení nákladů je rozpočtení. To aplikujeme, pokud můžeme přesně vyčíslit finanční náklady, materiálové náklady, případně lidské zdroje potřebné pro splnění daného balíku. Tato metoda je přesnější, ale nákladnější než předchozí dvě. Získáme tak oceněný balík na nejnižší úrovni.
- **Tvorba rozpočtu** – abychom mohli začít tvořit rozpočet, je nejdříve důležité mít časový rozvrh projektu, jeho hierarchickou strukturu a stanoveny odhady nákladů. Ty jsme získaly v předchozím kroku. Samotný rozpočet se dá vytvořit dvěma možnými způsoby. Buď shora dolů, tzn., že známe celkové náklady na projekt a ty pak rozdělujeme postupně do nižších úrovní WBS, a nakonec přiřazujeme pracovním balíkům. Nebo zdola nahoru, tzn. že známe náklady jednotlivých pracovních balíků a z těch následně tvoříme souhrnné činnosti na vyšších úrovních, až nakonec získáme celkové náklady projektu. Tato druhá metoda se v praxi používá mnohem častěji. Výsledkem je tedy strukturovaná mapa WBS, kde jsou určeny rozpočty jednotlivých činností, oceněné materiálovými náklady, lidskou prací nebo ostatními přímými náklady.
- **Finanční plán** – má úkol zajistit finanční zdroje, řídit příjmy a výdaje v čase s ohledem na průběh projektu a kontrolovat tyto toky pomocí časového plánu, nákladového plánu a plánu průběhu příjmů projektu. Pokud nastanou nesrovnalosti, je úkolem projektového manažera, aby je odhalil a co nejefektivněji vyřešil, aby nedošlo ke zbytečnému zvedání nákladů. I přesto, že je finanční plán správně sestaven, je vystaven například riziku ze změny úrokové sazby a tím i ceny cizího kapitálu nebo riziku změny cen dodávek a tím zvýšení materiálových nákladů (Máchal, 2015).

1.8.2 Řízení času

Další řízenou veličinou je čas. Pro jeho efektivní řízení je potřeba sestavit časový plán, který bude podávat základní informace o termínech zahájení a ukončení jednotlivých aktivit. Ten můžeme sestavit pomocí:

- **Ganttova diagramu** – Obsahuje všechny činnosti projektu, které jsou zobrazeny jako vodorovné pruhy. Jejich délka znázorňuje délku samotné činnosti. V levé části diagramu se nachází název každé z aktivit a ve spodní nebo horní části, tedy vodorovné ose, nalezneme časovou mřížku. Každá činnost je nanesena v jiné výšce grafu, čímž se odlišuje od ostatních. Můžeme zde také zobrazit kritické činnosti, které tvoří kritickou cestu. Ty odlišujeme jinou barvou. Výhodou je, že z Ganttova diagramu dokážeme rychle a snadno vyčíst začátky a konce činností, včetně jejich doby trvání nebo například které činnosti probíhají paralelně. Nevýhodou je naopak, že se hodí spíše pro ty projekty, kde počet činností projektu je v řádech desítek. Při vyšším počtu by se stal nepřehledným. Další nevýhodou je, že ve své původní podobě z těchto diagramů nevyčteme vzájemné závislosti mezi úkoly (Wisniewski, 2001).

Další výhodou může být jeho jednoduchá tvorba, například pomocí program MS Project. V tomto softwaru se dají nastavit i jednotlivé vazby mezi činnostmi, což je velice přínosné.

Sít'ový graf – Při tvorbě sít'ového grafu určujeme vzájemné vazby mezi činnostmi projektu. Ty jsou zobrazovány buď pomocí hrany (hranově definovaný sít'ový graf) nebo pomocí uzlu (uzlově definovaný sít'ový graf). V praxi při sestavování plánu v projektu je nejčastěji používán právě uzlově definovaný sít'ový graf. Ten následně detailněji popíši:

Činnosti jsou zobrazovány uzly, které jsou ve tvaru obdélníka, případně čtverce. Vazby mezi činnostmi se zakreslují pomocí orientovaných hran. Tyto vazby mohou 4 různé podoby. A to:

Vazba Z – Z → začátek jedné činnosti navazuje na začátek činnosti druhé

Vazba Z – K → konec jedné činnosti navazuje na začátek činnosti druhé

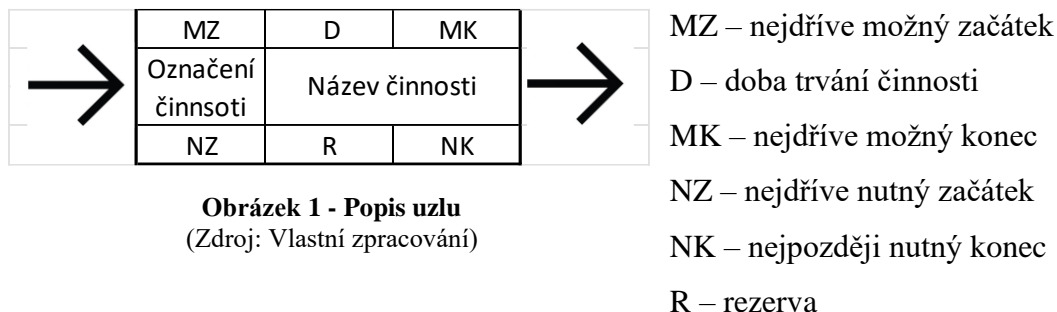
Vazba K - K → konec jedné činnosti navazuje na konec činnosti druhé

Vazba K – Z → začátek jedné činnosti navazuje na konec činnosti druhé

(Fiala, 2008).

Nejčastěji používanou vazbou je vazba K - Z. Uzel, znázorňující činnost, obsahuje velké množství informací, kde každá informace má stanovené přesně své místo.

Uzel se popisuje tímto způsobem:



Dále se při sestavování grafu musíme držet několika následujících pravidel:

1. Každý graf musí začínat a končit pouze jedním uzlem.
2. Uzly mohou být mezi sebou spojeny právě jednou hranou (ne více, ne méně).
3. Uzly jsou označeny svým jedinečným číslem.
4. Všechny uzly a hrany musí být vzájemně propojeny (žádný uzel nemůže být osamocen bez propojení s alespoň jedním dalším).
5. Činnosti v grafu se nesmí zacyklit (nesmí obsahovat cyklus nebo smyčku).
6. Graf musí být plně ohodnocen (všechny uzly musí být plně ohodnoceny a hrany musí mít svoje doby trvání) (Juřica, 2021).

Pomocí síťového grafu můžeme určit **kritickou cestu**, která je zásadní pro celý projekt. Kritická cesta se skládá z kritických činností. To jsou takové činnosti jejichž časová rezerva $R = 0$. Délka kritické cesty určuje dobu trvání celého projektu. Je to vlastně nejdelší možná cesta v síťovém grafu, která nám znázorňuje nejdřívější možné ukončení činností. Prodloužení jakékoliv aktivity na kritické cestě zapříčiní prodloužení trvání celého projektu. Kritických cest může být více, vždy však minimálně jedna. K jejímu zjištění využíváme metodu CPM.

- **Metoda CPM (Critical Path Method)** – tato metoda se skládá ze dvou částí. Část výpočtu vpřed a výpočtu vzad. Výpočet vpřed od počátku projektu do konce probíhá jako první. Zde zjistíme tzv. možné termíny, tj. možný začátek, konec. Zjistíme je tak, že postupně realizujeme všechny uzly od počátečního až po konečný. Uzel můžeme realizovat tehdy, když jsou realizovány všechny činnosti do něj vstupující. Realizací uzlu myslíme, že všechny činnosti z něho

vycházející mohou začít. Doba možného konce posledního uzlu je stejná jako délka kritické cesty. Vstupuje-li do uzlu více aktivit, uzel se realizuje až po skončení všech činností do něj vstupujících a možný začátek všech dalších činností z něj vystupujících mají právě tuto vyšší hodnotu. Druhou fází je výpočet vzad, kde zjistíme naopak tzv. nutné termíny. Postupujeme naopak od konce projektu zpět k začátku. Kdy v posledním uzlu převedeme hodnotu nejdříve možného konce jako nejpozději nutný konec. Od této hodnoty zpětně odečítáme délky trvání doby aktivit a získáme nejdříve nutný začátek uzlu. Takto musíme dojít k bodu, kdy nejpozději nutný začátek 1. uzlu $NZ_1 = 0$, jinak jsme provedli nepřesný výpočet. Posledním krokem je zde výpočet časových rezerv, které se na uzlech vypočítají odečtením nejdříve možného začátku od nejpozději nutného začátku, případně nejdříve možného konce od nejpozději nutného konce. Výsledek musí být vždy stejný. Časovou rezervou je myšleno o kolik se jednotlivé činnosti mohou zpozdít, aniž by došlo k prodloužení termínu nejdříve možného dokončení celého projektu, kritické cesty (Fiala, 2004).

1.8.3 Řízení lidských zdrojů

Řízení lidských zdrojů je komplexní obor, kterým se snažíme dosáhnout mnoha věcí. Obvykle se dá rozdělit do následujících šesti oblastí:

1. **Zabezpečování lidských zdrojů** – zabývá se získáváním, udržováním, ale i propouštěním pracovníků z organizace nebo právě nově vznikajícího projektu.
2. **Řízení pracovního výkonu** – jedná se o proces zlepšování výkonu pracovníků a pracovních týmů, pomocí znalostí o procesu a správného řízení výkonu, tak aby bylo dosaženo předem stanovených cílů.
3. **Rozvoj lidských zdrojů** – nabízí pracovníkům různé druhy výcviku, školení, učení, tak aby získávali a zlepšovali své schopnosti a byli tak pro projekt užitečnější. To zajistí, aby byli schopni splnit stávající nebo budoucí úkoly.
4. **Odměňování pracovníků** – jde o strategický proces odměňování pracovníků podle plnění stanovených cílů projektu a jejich celkových přínosů pro něj.
5. **Zaměstnanecké vztahy** – cílem je popsat a zlepšovat všechny existující vztahy spojené s projektem. To jsou například vztah zaměstnanec – zaměstnavatel,

zaměstnanec – zaměstnanec, oddělení – oddělení nebo i zaměstnanec – zákazník/veřejnost.

6. **Ochrana zdraví a bezpečnost při práci** – jedná se o zajištění všech právně povinných a společenských zásad, které vedou k zajištění bezpečnosti práce při jejím výkonu. Jako jsou zajištění osobních pracovních pomůcek, vybavení pracovišť požárními zařízeními, zajištění provádění údržby a revize na zařízeních, atd. (Armstrong, 2007).

Nedílnou součástí řízení lidských zdrojů je sestavení tzv. OBS.

OBS (Organizational Breakdown Structure)

V českém překladu organizační struktura projektu vychází ze zakládací listiny projektu a z WBS. Naopak je pak předlouhou pro tvorbu matice odpovědnosti a komunikačního plánu. Zakládací listina projektu je důležitá proto, že se v ní nachází už hotový seznam členů, kteří se budou podílet na projektu. Z těch se následně tvoří tato hierarchická struktura. Z WBS, kterou bereme jako souhrn všech prací, určíme, kdo danou činnost vykoná. Pro každý projekt je potřeba sestavit svoji vlastní organizační strukturu, protože každý projekt je unikátní a dočasný. Má svůj začátek a konec. Organizační struktura se může v průběhu projektu dle potřeb měnit (Ježková, 2013).

1.9 TPM

V anglickém názvu Total Productive Maintenance je název pro celkovou produktivitu údržby. Zaměřuje se na zvýšení efektivnosti výroby a údržby zařízení. Vychází z důkladného zaznamenávání vzniklých poruch a jejich odstranění, aby se takovým poruchám dalo příště předejít. Důležitou součástí jsou zaměstnanci, kteří jsou motivováni k práci mzdou, kterou dostanou za provedenou práci na výrobcích pomocí funkčního stroje, nikoliv za práci na opravách stroje. Vzniká tak snaha zaměstnance, aby k takovým situacím nedocházelo a poruchy byly minimální. Stejně tak čas strávený přípravou a seřizováním nebo ztrátou času kvůli výrobkům nedostatečné kvality je snaha minimalizovat (Vochozka, Mulač, 2012).

1.10 Plýtvání

Plýtvání v oblasti výroby označuje neefektivní využití zdrojů, které vede k nežádoucím nákladům a ztrátám. Toto plýtvání se může vyskytovat v různých oblastech výroby, včetně vstřikování plastů.

Ve vstřikovacím procesu může dojít k plýtvání při neefektivním využití surovin, energie, času, lidí a dalších zdrojů. Například nesprávné nastavení vstřikovacího lisu nebo nedostatečná údržba stroje může vést ke špatné kvalitě výrobku, což vede ke zbytečnému plýtvání surovin a času.

Výrobci se snaží minimalizovat plýtvání pomocí různých metod, jako je například optimalizace vstřikovacího procesu, využívání recyklovaných materiálů, úsporné využití energie a optimalizace velikosti forem. Kromě toho mohou využít metody jako Lean Manufacturing nebo Six Sigma, které pomáhají odhalit a eliminovat plýtvání ve výrobě a zlepšit výkonnost podniku.

Existuje sedm hlavních typů plýtvání ve výrobě:

1. **Přepřacování:** Je nutné opravit nebo přepřacovat vadný výrobek. Jsou tak způsobeny především časové ztráty.
2. **Čekání:** Ztráta času, kdy zaměstnanci nebo stroje nepracují. Případně se může čekat na dodávku materiálu.
3. **Nepotřebné přemístování:** Neefektivní pohyb materiálů a produktů.
4. **Nadbytečná produkce:** Probíhá výroba více produktů, než je potřeba. A ty jsou tak nevyužitelné.
5. **Nedostatečné využití schopností zaměstnanců:** K tomu dochází například při špatném přiřazení zaměstnanců k určitým pracovním činnostem. Pokud zaměstnanec vykonává činnost pod jeho kvalifikací dochází tak nevyužití jeho potenciálu.
6. **Nadbytečné zásoby:** Skladování nadměrného množství surovin nebo hotových výrobků. K tomu dochází nejčastěji z důvodu absence informací o příchozích nebo odchozích objednávkách, případně špatným zpracováním těchto informací,

7. **Neefektivní procesy:** To jsou pracovní postupy nebo procesy, u kterých existuje efektivnější cesta průběhu.

Plýtvání ve výrobě může mít významný vliv na ziskovost a konkurenceschopnost podniku, protože zvyšuje náklady na výrobu a může vést ke zpoždění dodání produktů zákazníkům. Proto se v moderním průmyslu využívají různé metody a nástroje, jako je Lean management, Six Sigma a další, aby se minimalizovalo plýtvání ve výrobě a zlepšila se efektivita a kvalita výroby (Svozilová, 2011).

1.11 Produktivita

Produktivita je pak ukazatelem účinnosti společnosti nebo samotného procesu při zpracování vstupů na výstupy. Je definována jako poměr výstupů a vstupů. Výstupem může být finální produkt z procesu služby nebo výroby, jako auto, hamburger, úspěšný prodej, nebo provedená objednávka v katalogu. Vstupy zahrnují součásti, materiály, práci, kapitál a další prvky, které jsou součástí výrobního procesu. Měření produktivity závisí na typu výstupů a vstupů a může zahrnovat produktivitu práce (výstup na hodinu práce) a produktivitu strojů (výstup na hodinu stroje). Snížením chyb při zlepšování kvality lze zvýšit hodnotu výstupu a snížit hodnotu vstupů. Ve skutečnosti mají všechny aspekty zlepšování kvality pozitivní vliv na různé měření produktivity. Zlepšení designu produktu, výrobních procesů, kvality materiálů a součástí, návrhu pracovních míst a činností. To vše povede ke zvýšení produktivity (Russell, 2009).

$$Produktivita = \frac{výstupy}{vstupy}$$

Rovnice 1- Jednoduchý výpočet produktivity
(Zdroj: Russell, 2009)

1.12 Mapování hodnotového toku (VSM)

Value Stream Mapping (VSM) je metoda používaná v oblasti Lean Manufacturing a Six Sigma, která umožňuje zobrazit celkový proces výroby produktu, služby nebo procesu. Metoda VSM umožňuje identifikovat neefektivní kroky, plýtvání, případně nekonzistence a následně navrhnout zlepšení procesů pro eliminaci těchto problémů (Jurová, 2016).

Proces vytvoření Value Stream Mapy obvykle začíná týmem odborníků, kteří se zaměřují na konkrétní proces a sledují tok materiálu a informací v procesu od vstupu až po výstup. Tyto informace jsou vizualizovány na papíře nebo v softwaru pro tvorbu VSM diagramů. Pro identifikaci všech prvků výrobního procesu, včetně časových prodlev, skladování, pohybu materiálu, práce, kvality, úrovně zásob a dalších faktorů se používají různé symboly. VSM diagram také ukazuje, jakým způsobem jsou jednotlivé prvky propojeny a jakým způsobem ovlivňují celkový proces (Jurová, 2016).

VSM má několik funkcí, jako například:

1. **Identifikace neefektivních kroků:** VSM umožňuje identifikovat neefektivní kroky v procesu, které brání rychlosti, efektivitě a produktivitě procesu.
2. **Návrh zlepšení procesů:** VSM umožňuje návrh zlepšení procesů pro eliminaci problémů, které jsou v procesu identifikovány.
3. **Sledování výkonu procesů:** VSM umožňuje sledování výkonu procesů po zavedení zlepšení a může být použit k dalšímu vylepšování.
4. **Optimalizace procesů:** VSM umožňuje optimalizaci procesů v oblasti času, prostoru a zdrojů, aby byly sníženy náklady a zvýšena produktivita.
5. **Zlepšení komunikace a spolupráce:** VSM umožňuje všem členům týmu vidět celkový proces, který pomáhá zlepšit komunikaci a spolupráci mezi různými odděleními a pracovníky (Matoušek, Sikora, 2011).

Samotným cílem metody VSM je tedy zlepšit procesy ve firmě a snížit jejich náklady. Tohoto cílu se snažíme dosáhnout prostřednictvím těchto čtyř kroků:

Prvním krokem je mapování stávajícího procesu pomocí tzv. "current state map" (mapa současného stavu). Tato mapa slouží k vizualizaci celého procesu, jeho jednotlivých kroků, zdrojů a omezení. Je zde zahrnuto vše, co se týká procesu, včetně případných nedostatků, zbytečných kroků či časových prodlev. Cílem této fáze je identifikovat oblasti, které jsou neefektivní a mohou být zlepšeny.

Druhým krokem je analýza mapy současného stavu. Tento krok se soustředí na nalezení příčin neefektivity a identifikaci oblastí, kde mohou být procesy zlepšeny. Při této analýze jsou zohledněny i vazby mezi jednotlivými kroky procesu a jejich souvislosti. Cílem této fáze je vytvořit návrh na zlepšení procesů.

Třetím krokem je tvorba "future state map" (mapa budoucího stavu). Tato mapa slouží k vizualizaci procesu, jak by měl vypadat po provedených zlepšeních. Zde jsou zahrnuty nové kroky, změny v pořadí kroků, nové technologie či vylepšené procesy. Cílem této fáze je vytvořit plán na zlepšení procesu a stanovení konkrétních cílů.

Čtvrtým a posledním krokem je implementace navržených změn a jejich sledování. Tato fáze zahrnuje implementaci navržených změn v praxi a pozorování, zda se dosáhlo stanovených cílů. Pokud ano, je proces uzavřen. Pokud ne, je nutné proces opakovat a najít další oblasti, které mohou být zlepšeny.

Celý proces metody VSM je tedy zaměřen na identifikaci oblastí, kde může být proces zlepšen, a následné implementaci těchto změn. Tento proces je výrazně založen na vizualizaci procesů a identifikaci nedostatků a je proto vhodný pro všechny typy firem, bez ohledu na jejich velikost a obor činnosti (Jurová, 2016).

1.13 Zlepšování procesů

Při zlepšování procesů se analyzuje a vylepšuje současný proces, aby se dosáhlo vyšší účinnosti, efektivity a kvality. Cílem zlepšování procesů je dosáhnout významného zlepšení výstupu procesu, jako je například snížení časové náročnosti, snížení nákladů, zvýšení spokojenosti zákazníků nebo zvýšení kvality výstupů. Zlepšování procesů se často provádí s použitím metodik, jako je například Six Sigma, Lean VSM a BPM. Tyto metodiky se zaměřují na identifikaci a eliminaci neefektivních kroků v procesu, aby se dosáhlo vyšší efektivity a kvality (Řepa, 2012).

1.13.1 Business Process Reengineering

Business Process Reengineering (BPR) je hloubková revize a následná transformace podnikových procesů s cílem výrazně zlepšit jejich efektivitu a flexibilitu. BPR vychází z předpokladu, že současné procesy nejsou vhodné pro potřeby současného trhu a že je nutné je zcela předělat, aby bylo možné dosáhnout významných zlepšení. Vytváříme tak zcela nové procesy.

Implementace BPR zahrnuje řadu kroků, z nichž ty hlavní jsou analýza stávajícího stavu procesů, identifikace problematických oblastí, návrh nových procesů a jejich následná

implementace. Proces reengineeringu může vyžadovat řadu nástrojů a technik, jako jsou například modelování procesů, procesní mapování, simulace a analytické nástroje.

Cílem BPR je výrazně zlepšit podnikové procesy tím, že je více soustředí na potřeby zákazníků, zvýšení jejich efektivity, snížení jejich nákladů a zvýšení flexibility. Tyto zlepšení mohou mít pozitivní dopad na výkon podniku, jeho konkurenceschopnost a ziskovost.

Je důležité si uvědomit, že BPR může být náročný projekt s významnými personálními a technickými nároky. Proto je nutné pečlivě plánovat a řídit implementaci BPR, aby bylo možné dosáhnout požadovaných výsledků a byly minimalizována rizika (Řepa, 2012).

1.14 Sankey diagram

Sankey diagramy umožňují pomocí grafu vizualizovat tok materiálů, energie, nákladů nebo peněz v systémech. Tyto diagramy mohou být použity v mnoha různých oblastech, jako jsou průmyslová výroba, energetika, environmentální analýzy a plánování dopravy.

Principem fungování Sankeyho diagramu je vizualizace toků dat nebo energie v systému pomocí šířek a proporcí struktur. Diagram zobrazuje jednotlivé složky systému jako bloky, které jsou propojeny šipkami, které ukazují směr toku materiálu. Šířka šipek odpovídá množství, které prochází mezi jednotlivými bloky.

Sankey diagramy umožňují získat rychlý a intuitivní přehled o tom, jak jsou jednotlivé složky systému propojeny a jakým způsobem se podílejí na celkovém výstupu nebo výsledku. Umožňují snadno identifikovat oblasti, které jsou nejvíce zatěžovány a provádět úpravy na zlepšení celkového výkonu systému (Vychytil, Kadlčák, 2018).

2 Analýza problému a současné situace

2.1 Představení společnosti

Firma CECHO BOHUMIL CEMPÍREK, s.r.o. byla založena v roce 1995 a na trhu tak působí už 28. rokem. Původně vznikla jako obchodní a servisní zástupce německého výrobce horkých systémů Ewikon. Postupně pak během let zastupovala čím dál více zahraničních firem až se vypracovala ke své vlastní výrobě, obchodu a poskytování služeb spojenými s technologií vstřikování plastů, forem a nástrojů. Nyní tento podnik vystupuje jako společnost s ručením omezeným. Firma však vznikla jako rodinný podnik, a jako takový působí i nadále, i přes stálý růst firmy s počtem zaměstnanců okolo 150. Disponuje několika výrobními halami, vlastní nástrojárnou, vstřikovnou plastů a administrativní budovou. Firma nyní už prodává své výrobky po celém světě a je držitelem certifikátů ISO 9001:2001 – systém managementu kvality a certifikátu IATF 16949 – systém řízení kvality v automobilovém průmyslu (Cecho, 2022).

2.2 Výrobní portfolio

Zákazník si může vybrat na e-shopu mezi 350 tisíci položek v nabídce. Vybírat může například z dílů chlazení do forem, tunelových vtoků, izolačních desek, polyuretanových pružin a spoustu dalšího. Firma CECHO BOHUMIL CEMPÍREK, s.r.o. ale také nabízí zakázkové a speciální obrábění jako jsou například:

- Tvarová jádra, vložky a další speciální díly do forem a střižných nástrojů
- Desky a rámy dle výkresové dokumentace
- Všechny nejpoužívanější třídy ocelí
- Přesné 3 a 5osé CNC obrábění
- Vysoce přesné měření vyrobených dílů včetně dodání rozměrových protokolů
- Kompletní dodávka v top kvalitě a s individuálním přístupem

Dále nabízí možnost zakoupení kompletních miniaturních vstřikovacích lisů značky Babyplast. Ty jsou výsledkem dlouhodobého výzkumu v oblasti mikro vstřikování termo-plastů, keramiky, vosku a kovu. Jsou prověřeny v oblasti zdravotnictví, elektro i automobilového průmyslu a stavebnictví. Mezi jejich výhody patří:

- nízké provozní náklady
- nízká náročnost na prostor
- vhodné pro všechny termoplastické materiály
- od kusové výroby po sériovou výrobu (miliony kusů)

Disponuje i výrobou horkých systémů Orycon, kdy jsou jediným výrobcem horkých systémů v ČR. Vyrábí v licenční výrobě značky Orycon. Společnost tyto systémy nabízí pro:

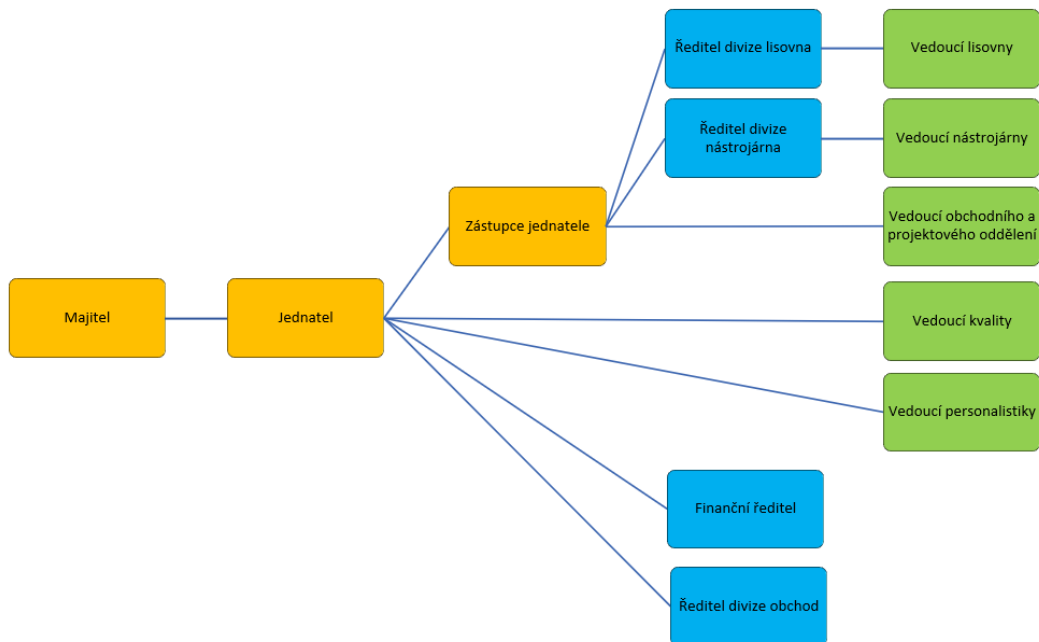
- zakázkové i klasické trysky
- rozvaděče
- jehlově uzavíratelné systémy
- horké poloviny
- regulační techniku (Cecho, 2023)

2.3 Organizační struktura podniku

Firma rozdělila svůj vrcholový management do 9 rozdílných divizí, kdy každá má přiřazeného svého vedoucího případně ředitele. Těmito divizemi jsou: Obchod, Babyplast, Personální, Nástrojárna, Lisovna, Logistika, Kvalita, Finance a Vedení.

Firma nepodléhá žádné vyšší organizační jednotce a operuje na trhu zcela samostatně.

Na následujícím obrázku je zachycena organizační struktura podniku, kde oranžově zvýrazněné pozice představují Top management, který se podílí na strategickém řízení podniku. Modře zvýrazněné pozice představují Střední management, který se podílí na taktickém řízení podniku a zeleně zvýrazněné pozice představují stupeň řízení na úrovni vedoucích, kteří se podílejí na operativním řízení podniku (Cecho, 2022).



Obrázek 2 - Organizační struktura podniku
(Zdroj: Vlastní zpracování)

2.4 Analýza současného výrobního procesu

2.4.1 Zajištění potřebného materiálu

Každý výrobní proces v této firmě je započat objednávkou určitého množství dílů k výrobě od zákazníka anebo pokynem od obchodního oddělení v návaznosti na poptávku vzniklou na trhu v případě hromadné výroby.

Prvním krokem je pak poptání potřebného materiálu u dodavatele. Vzhledem k tomu, že dopředu známe výhledy objednávek, držíme minimální množství granulátu skladem. U takové objednávky se řeší nákupní cena, termín dodání a jakost. Ta zahrnuje například i barvu objednávaného materiálu. Materiál v podobě plastového granulátu se takto doručuje nejčastěji v množství po 1 tuně. Tím může vzniknout nepotřebná zásoba výrobního materiálu, který se následně poté musí zaskladnit pro případ možného dalšího využití, prodat, použít při zkoušce výroby jiného nově zaváděného výrobku nebo vyhodit. Je zde tedy nutné provést první kalkulaci pro zakupované množství, kde je nutné započítat i materiál navíc v případě vzniku zmetků ve výrobě a myslet na složitost nově zaváděného výrobku, tak aby nevznikaly zbytečné materiálové zásoby. V této chvíli se objednává o 5 % navíc oproti vypočítanému potřebnému materiálu.

Zhotovená kalkulace je následně předána ke schválení a pokud je vše v pořádku je proveden nákup.

Nyní se čeká na přijetí poptaného granulátu po dobu stanovenou termínem dodání.

2.4.2 Zaskladnění materiálu

Při jeho převzetí probíhá prvně kontrola, zda dorazilo všechno nepoškozené a v požadovaném množství. Následuje složení materiálu na sklad a oštítkování všech obalů, ve kterých je granulát dodán. Takový štítek přináší originální označení každého pytle či jiného obalu, tak aby byly jednoduše od sebe rozpoznatelné. Obsahuje informace o typu granulátu, jeho obchodní název, šarži a QR kód, díky kterému můžeme pomocí čteček mimo jiné zadat skladovou pozici.

Toho právě využíváme v následujícím kroku, kdy granulát zaskladňujeme do volných regálových polí. Každá skladová pozice má taktéž své originální označení včetně čárového nebo QR kódu, tak abychom mohli jednoduše pozici načíst a přiřadit k ní skladovaný materiál. Skladové pozice se ukládají do centrálního firemního systému.

2.4.3 Přesun granulátu na lisovnu

Na základě objednávky od zákazníka vystaví referentka zákaznického servisu tzv. výrobní příkaz pro oddělení lisovny. Výrobní příkaz obsahuje například:

- pro kterého zákazníka budeme vyrábět
- název dílu
- systémové číslo dílu
- množství dílů k výrobě
- normu
- QR kód granulátu pro výrobu dílu
- Hodinový odběr granulátu

Tento výrobní příkaz předá referentka zákaznického servisu vedoucímu lisovny, který zaplánuje výrobu na konkrétní lis. Na základě tohoto výrobního příkazu přípravař nechá vyskladnit odpovídající granulát a zajistí jeho sušení.

2.4.4 Sušení

Přípravář si dle hodinového odběru granulátu nadefinuje takový objem sila, aby zajistil kontinuální dodávku granulátu o konzistentní vlhkosti do násypky vstřikovacího stroje. Pomocí QR kódů na výrobním příkaze, suším silu a obalu granulátu zavede přípravář do systému jaký materiál suší v konkrétním silu, od kdy a jakou teplotou. Teplota a doba sušení je uvedena na výrobním příkaze. Tu definuje technolog na základě materiálového listu a je vedena v systému u konkrétního materiálu.

Pokud by vysušení granulátu neproběhlo správně, případně kdyby přípravář zvolil malý objem sila nebo by dokonce sušení neproběhlo vůbec, může mít tato skutečnost, a převážně má za důsledek, nejen vizuální změny výlisků, ale i zhoršení mechanických vlastností (pevnost, tuhost, houževnatost), zhoršení tepelných vlastností nebo dielektrických vlastností hotového dílu. U některých granulátů je vlhkost jednoduše pozorovatelná již při vstřikování nebo i před vstřikem. Při tavení granulátu se vlhkost mění na páru a ta taveninu vytlačuje z trysky. To znamená, že čím je granulát vlhčí, tím více vytéká z trysky. Každý materiál je potřeba pro výrobu připravit jiným způsobem, proto je nutné se řídit právě výrobním příkazem a informacemi, uvedenými v materiálovém listě. Důležitými faktory při správném vysoušení jsou zde:

- **nastavení správné teploty** – obecně se dá říci, že čím vyšší je teplota vysoušení, tím v důsledku ovlivnění rychlosti difuze molekul vody dochází k rychlejšímu vysoušení. Zároveň ale při příliš vysoké teplotě může dojít k tepelné nebo fyzikální degradaci. Proto je nutné se vždy řídit teplotou sušení definovanou výrobcem granulátu. Degradace v důsledku nastavení vyšší teploty sušení, než je doporučena je snadno pozorovatelná například u polyamidů. Ty kvůli vyšší teplotě, než je převážně 80 °C, žloutnou.

- **vlhkost vzduchu v sušícím silu a rosný bod** – po celou dobu sušení je potřeba udržet konstantní rosný bod vzduchu, který vháníme do sila s granulátem. Z toho důvodu se převážně využívají molekulární sušící zařízení. Během sušení se z granulátu uvolňuje voda a tu je potřeba odvést. Proto je pro zachování schopnosti vzduchu vysoušet potřeba buď zvyšovat postupně teplotu, čímž dojde k snížení relativní vlhkosti vzduchu (celkové množství vody ve vzduchu se nezmění, ale může se zvyšovat) nebo vlhkost průběžně odvádět pryč. To nám právě zajišťují molekulární patrony či síta. Regeneračním cyklem molekulární patrony či síta odvádíme vlhkost mimo sušící silo do okolního vzduchu.

Tímto procesem dosahují molekulární sušící zařízení poměrně stálého rosného bodu vzduchu, který je vháněn do sila s granulátem. U sušících zařízení s patronami lehce kolísá rosný bod, díky principu funkce, zatímco u sušících zařízení s rotačním molekulárním sítem je prakticky možné udržet konstantní rosný bod. Rosný bod určuje schopnost vzduchu pojmout vodu. Při sušení plastových granulátů je důležité dosáhnout dostatečně nízké vlhkosti v polymeru, aby nedocházelo k výkyvům v procesu vstřikování. Pokud je vlhkost příliš vysoká, uvolňuje se během vstřikování v podobě plynů. To má negativní dopad na stabilitu procesů, a to způsobuje nedostatky na vystříknutých výrobcích. Rosný bod je tedy důležitou vlastností, která musí být u sušících zařízení pravidelně měřena.

„Relativní vlhkost je definována jako množství vlhkosti vody v % ve vzduchu, vztahující se ke vzduchu na bodu nasycení (saturace) za určitého tlaku a teploty.“ (PP KOVANDA, 2019)

- **doba sušení** – je odlišná pro každý materiál. Rozeznáváme dva druhy materiálů polymerů: hydrofobické a nenavlhavé. Nenavlhavé polymery se nemusí sušit, pokud jsou dobře baleny a skladovány. Při špatné manipulaci nebo skladování však mohou navlhnout na povrchu granule v důsledku kondenzace. Například při skladování v chladném prostředí a při převozu do tepla. V takovém případě je vhodné sušit i tyto granuláty. Doba sušení těchto granulátů je však nízká, cca. 2 hodiny. Takové polymery lze sušit i pouze v horkovzdušných sušárnách. Hydrofobické polymery se suší na molekulární bázi. Ty potřebujeme zahřát na určitou teplotu, kdy jsou makromolekuly polymeru schopné vyloučit molekuly vody. K tomu potřebují být vystaveny suchému vzduchu dostatečně dlouhou dobu, kterou definuje výrobce granulátu. Delší dobu je pak potřeba sušit materiály především špatně skladované a více navlhle. K vysoušení totiž dochází postupně od povrchu granule až k jejímu jádru a čím má taková granule větší objem, tím více je potřeba času pro její vysoušení. Stoprocentního vysoušení granulátu ale nelze dosáhnout. Se zbytkovou vlhkostí v granulátu tak cílíme převážně pod 0,2 % vlhkosti, standardně však kolem 0,1 % vlhkosti. A to napříč různými typy materiálů.

- **zajištění cirkulace vzduchu** – je potřeba zajistit, aby v sušičce vzduch pouze „neležel“, ale aby cirkuloval, čímž docílíme odebrání molekul vody z povrchu granulátu. Ten se tak může sušit rychleji.

2.4.5 Nasátí

Po nasušení je dalším krokem nasátí granulátu, pomocí nasavače, ke zpracovatelskému stroji. V případě, že je potřeba granulát mísit s více složkami (barva, aditiva, recyklát), je mezi nasavačem a násypkou zpracovatelského stroje nainstalovaný dávkovač. Existují tři typy dávkovačů, a to: směšovací ventil, volumetrický dávkovač a gravimetrický dávkovač. Směšovací ventil prakticky slouží pouze k mísení originálního granulátu s recyklátem. Jednotlivé složky dávkuje ve vrstvách a je nejméně přesným způsobem dávkování. Pro zajištění mísení jednotlivých vrstev, lze využít v mixéru, nainstalovaném na násypce zpracovatelského stroje. Druhou možností je využití volumetrického dávkovače, který dávkuje barvu, aditivum, či recyklát, pomocí šneku do směšovací komory mezi nasavač a násypku zpracovatelského stroje. Jedná se o ekonomické řešení s dobrou přesností. Třetí variantou mísení originálu s aditivou je gravimetrické směšování. Jedná se o nejsofistikovanější způsob dávkování, ale zároveň s ním souvisí nejvyšší pořizovací náklady. Gravimetrický dávkovač váží každou složku směsi zvlášť a následně ji promíchá v integrovaném mixéru. Dosahuje nejvyšších přesností v dávkování ze všech tří zmíněných zařízení. Je to samostatně stojící zařízení, které není vázáno na cyklus stroje. Tzn. nemusí být propojen kabely se stroji.

Samotná doprava granulátu do nasavačů je zajištěna podtlakem, a to pomocí: Venturi trubice, elektrického vysavače, či vakuové vývěvy. Venturi trubice a nasavače jsou lokálním řešením, kdežto vakuová pumpa je součástí podtlakového systému, rozvedeného po lisovně. Nejkratší možností je mechanická přeprava.

2.4.6 Rozpuštění granulátu

Proces tavení plastového granulátu probíhá ve vstřikovací komoře stroje, jejíž součástí je násypka stroje a plastifikační šnek. Plastifikační komora je prakticky silnostěnnou trubkou, na které jsou nainstalovány topná pásma. Vnitřní průměr komory je vrtán tak, aby do něj plastifikační šnek pasoval s minimálními tolerancemi. Plastifikační šnek se skládá ze tří částí. Ze vstupní, kompresní a dávkovací zóny. Vstupní zóna zajišťuje dopředný pohyb granulátu z násypky stroje. V kompresní zóně šneka dochází k přitlačení granulí ke stěně vstřikovací komory. A v dávkovací zóně je již granulát plně roztaven. energii k roztavení granulátu předá pouze z jedné třetiny teplota vstřikovací komory.

Zbylé dvě třetiny energie předá smykové tření. Tavenina odtláčí vstřikovací ventil na špičce šneka a dostane se tak před jeho čelo. Vytvoří se zde dostatečný tlak k tomu, aby byl šnek odtažen dozadu. Poloha šneka je kontrolována lineárním senzorem dráhy a po dosažení nastavené dráhy (může být softwarově přepočítán z objemu dávky) je šnekování dokončeno. Následuje fáze dekomprese, při které je šnek bez otáčení zatlačen dozadu na definovanou dráhu, a to proto, abychom odlehčili tlak v tavenině, který vznikl před čelem šneka. Pokud bychom dekompresi neprovedli, tlak před čelem šneka by se uvolil tak, že by část taveniny vytekla z trysky. Teploty na vstřikovací komoře jsou nastaveny dle doporučení výrobce konkrétního granulátu. Stejně tak rychlost otáčení šneka a zpětného tlaku. Teploty k rozpuštění termoplastů se převážně pohybují od 180 °C a výše. Nastavení zpětného tlaku při šnekování má značný dopad na kvalitu homogenity taveniny. Takto je tavenina nachystána na vstřik do formy.

2.4.7 Vstřik taveniny do formy

Základní parametr pro vstřik do formy je rychlost vstřiku v jednotkách mm/s. Tu by měl určit každý výrobce granulátu v materiálovém listu. Pro nastavenou vstřikovací rychlost, vstřikolis spotřebuje určitý tlak, kterému ve fázi plnění dutiny nastavujeme maximální limit. Převážně 1000 barů. Není však vyloučeno dostat se na tlak vyšší než 2500 barů. Spotřebovaný tlak pro vstřik taveniny požadovanou rychlostí závisí na viskozitě taveniny. Tu ovlivňují fyzikální vlastnosti materiálu a teplota samotné taveniny. Při vstřiku taveniny do dutiny formy musí být zajištěn dostatečně rychlý odvod stlačeného vzduchu před čelem taveniny. Pokud není dutina dostatečně odvzdušněná, tak na konci tokové dráhy taveniny, či spojení čela taveniny za jádrem, mohou vzniknout hluboké studené spoje a v případě rychlého plnění Diesel effect. Za jádrem se tvoří vždy studený spoj, jeho hloubka je však ovlivnitelná i množstvím stlačeného vzduchu, který nestihl odejít při odvzdušnění dutiny formy. V případě velmi špatného odvzdušení dutiny v kombinaci s rychlým plněním se stlačený vzduch zahřeje až na 3000 °C a spálí tak čelo taveniny Diesel effect. Naplnění objemu dutiny formy probíhá od desetin sekund a výš. Po naplnění dutiny taveninou na 95 – 99 % jejího objemu přepneme z plnění na dotlak. Dotlak prakticky kompenzuje smrštění taveniny při jejím chladnutí. Nastavená výše dotlaku v barech na rozdíl od limitu při plnění je skutečným tlakem promítnutým do

dutiny formy. Efektivní dotlak působí do doby, než zamrznou vtoková ústí. Efektivní dobu dotlaku sledujeme na základě hmotnosti vstříknutého dílu. Po dotlaku přecházíme na chlazení a paralelně s ním již probíhá nabírání nové dávky pro další vstřík.

Plnění může být realizováno pomocí horkého systému, převážně se jedná o vstřikování přímo do dílů, tudíž bezodpadové. Teploty na horkém systému by měly s drobnými korekcemi cca. odpovídat teplotám na vstřikovací komoře.

2.4.8 Chladicí okruhy formy a chlazení dílu

Modelování chladících kanálů je první věcí, kterou by měl konstruktér vymodelovat na nové formě. Efektivní chlazení dílů je totiž alfou a omegou celého procesu. Chladicí kanály musí být konstruovány tak, aby v nich vznikalo turbulentní proudění, jelikož laminární proudění chladícího média hůře odvádí teplotu z formy. Každý chladicí kanál by měl splňovat minimální průtok chladícího média – 8 l/min. Standartními chladícími médii mohou být voda, glykol nebo olej. Oběh chladícího média zajišťují temperační zařízení, která musí mít dostatečný výkon k tomu, aby udržela konstantní teplotu formy. Toho reálně docílit nelze, jelikož teplota formy kolísá v průběhu lisovací sekvence a temperační zařízení tak musí držet teplotní amplitudu co nejnižší. Chladicí médium má za účel co nejrychleji a nejefektivněji odvést teplotu ze vstřikovaného dílu ven z formy. S vodou lze chladit až na 180 °C. Ale při takto vysokých teplotách vznikají tlaky přes 18 barů. Kombinace takového tlaku a teploty vody vyžaduje použití speciálních hadic a bezpečnostních rychlospojek. Tím se tlaková voda stává potenciálním bezpečnostním rizikem. Vodu používáme převážně k chlazení forem do 120 °C. Výše již využíváme olejových temperačních zařízení, které zvládnou temperovat až do 350 °C. Pojem chlazení při teplotách 120 °C může být zavádějící, musíme však přihlídnout k teplotě skelného přechodu vstřikovaného materiálu, a vše co je pod touto teplotou je tedy prakticky chlazení. Teplota skelného přechodu je teplota, kdy se tavenina přeměňuje na pevnou hmotu. Právě tato teplota nám přímo ovlivňuje dobu chlazení dílu a jeho následné vyhození z formy. Na čas chlazení má též vliv síla stěny vstřikovaného dílu.

2.4.9 Otevření formy a vyhození dílu

Po skončení chlazení se forma otevírá do nastavené polohy a díl je strojem vyhozen. Je mnoho možností, jak vyhodit díl z formy, ale standartní způsob je použití vyhazovačů usazených ve vyhazovacím paketu. Ten je spojen s vyhazovacím pístem stroje. Vyhazovače jsou umístěny přímo v dutině formy a vtokovém kanálu. Jejich čela musí být obrobena tak, aby lícovaly s tvarem dutiny či vtokového kanálu. Při vyhození se tak čela vyhazovačů opřou o zchladlý díl a vtok, a vysunou je z dutin pohyblivé poloviny formy. Díly můžeme nechat volně vypadnout na dopravník pod strojem anebo ho můžeme včetně vtoku odebrat manipulátorem, díly odvézt na dopravník v kleci a vtok vyselektovat do popelnice. Díly z dopravníku následně přebírá příslušný operátor/ka.

2.4.10 Kontrola kvality

Dalším důležitým krokem je kontrola kvality. Ta probíhá okamžitě po zhotovení výrobku. Provádí ji buď operativní pracovník, který má zároveň za úkol správě vyrobené díly zabalit a připravit k uskladnění a špatné díly naopak připravit ke sešrotování jako odpad. Anebo kontrolu provádí přímo pracovník kvality. Tu provádí 2x za směnu (1x za 4 h). Tato kontrola zahrnuje i přesné měření dílu pomocí vysoce přesných přístrojů. Zatímco operátor provádí kontrolu především vizuální. Tzn. zda má díl správnou barvu, není poškrábaný, má správný tvar atd.

U kontroly je především důležité si stanovit co je to zmetek a jak ho poznáme. U této výroby se zmetci dají rozdělit na dvě základní skupiny:

- technický
- pohledový

Každý díl má specifické požadavky na kvalitu, lze však říct, že existují vady dílů, které vždy definují zmetka. V zásadě jsou to:

- *Nedolitě díly – Vznikají kvůli špatně seřízeným vstřikolisům, záměně granulátu, selhání temperačního zařízení nebo poškozením vstřikolisu (především RSP).
- *Díly se zástríkem – Zástríky se mohou tvořit díky špatně seřízenému vstřikolisu, vlhkému granulátu nebo nečistotách v dělicí rovině.

- *Díly nalisované z vlhkého granulátu – Vzniká stříbření na povrchu dílu (může být způsobeno i olejem v granulátu – při profukování filtru nasavače).
- *Nedotlačené díly, propady – Objevují se, pokud máme špatně seřízený vstřikolis, špatná funkce RSP nebo dojde k selhání temperačního zařízení.
- Jiný tvar dílu – Poškozené tvarové vložky ve formě – Příčinou je únava materiálu, kolize jakéhokoliv druhu.

Dle vlastních požadavků na kvalitu může být zmetek definován:

- *Šmouhami na povrchu dílu – Vznikají nedostatečnou homogenitou taveniny, špatně rozpuštěnými granulemi ať už samotného granulátu, nebo barevného koncentrátu.
- *Kontaminací tukem – Příčinou je přemazaný vyhazovací paket nebo použití nevhodného tuku – nutno mazat nevzlínávy a pouze v tenkém filmu.
- Škrábanci – Způsobeno použitím poškozené pohledové vložky nevhodnou manipulací ve formě (způsobí seřizovač, nástrojař).

Druhy zmetků, které jsou označeny „*“, byly identifikovány jako nejčastěji vznikající typ NOK dílů.

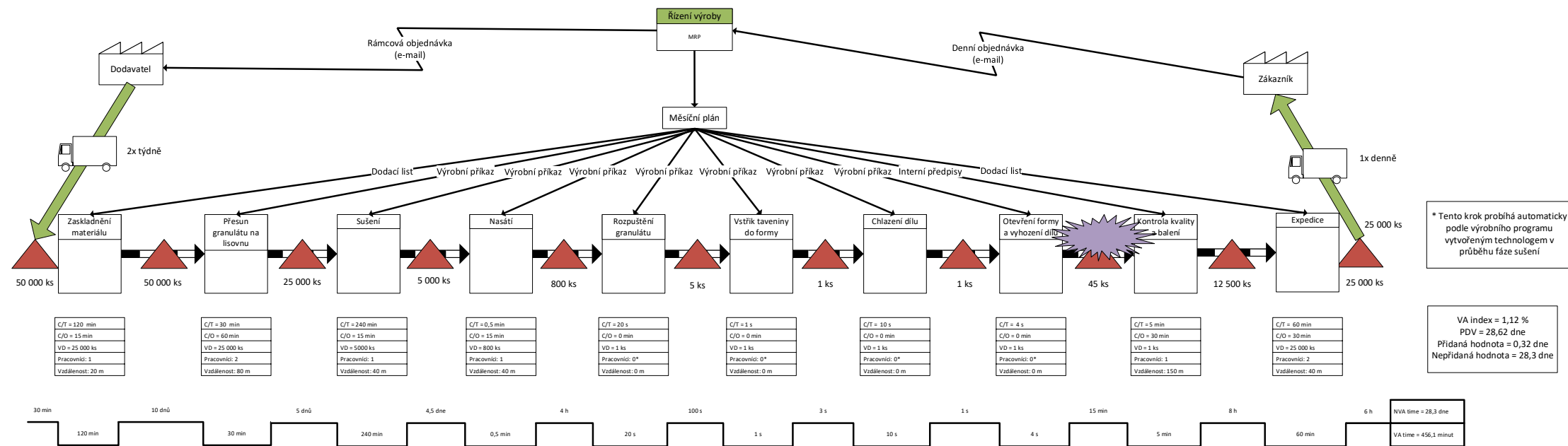
Zmetkovitost lisovny se snažíme dlouhodobě držet pod 1,5 % a úspěšně.

Přidáním recyklátu do procesu riskujeme zvýšenou zmetkovitost. Ovšem pokud je správně nastaven podíl recyklátu vůči originálnímu granulátu, zmetkovitost negativně neovlivníme.

2.4.11 Expedice

Expedice naskladňuje díly z výroby do firemního systému a nechává je zaklízet na volné skladové pozice. Následně je vyskladňuje na základě výrobního příkazu, váží množství dílů v obalech a hotové palety nechává přemístit s dodacími listy na výdejní místo. Expedice je zde v provozu na dvě směny po dvou expedientkách.

2.5 Mapování hodnotového toku (VSM)



Obrázek 3 - VSM – Mapa současného stavu
(Zdroj: vlastní zpracování)

Nyní se budu zabývat popisem VSM mapy současného stavu. Zaměřím se především na kvantitativní analýzu jednotlivých procesů, kde mě bude zajímat:

C/T – Cycle Time = Čas cyklu, který zahrnuje všechny činnosti procesu, které pracovník nebo stroj vykoná při tvorbě výrobku, než se začnou opakovat.

C/O – Changeover = Jedná se o dobu, kterou trvá změna výrobního procesu od výroby jednoho produktu ke výrobě jiného produktu. Tato doba může zahrnovat například čištění strojů, změnu nástrojů, nastavení procesů a další přípravné činnosti.

VD – Výrobní dávka = Označuje množství produktů, které se vyrobí během jednoho cyklu výrobního procesu. Může být omezena kapacitou výrobního zařízení nebo potřebou minimalizovat výrobní zásoby.

Pracovníci – Počet pracovníků, kteří jsou potřeba k vykonání dané činnosti.

Vzdálenost – Délka trasy, kterou musí pracovník ujít při přemísťování potřebného materiálu k danému stroji a délka, kterou musí ujít k přípravě tohoto stroje.

VA index – Value Added index = Index přidané hodnoty udává poměr času, po který se přidává hodnota k výrobku, k celkovému času potřebnému k vytvoření výrobku. Tento index se vyjadřuje v procentech a často je poměrně nízký, přibližně okolo 1 %. Index přidané hodnoty je důležitým ukazatelem pro hodnocení efektivity výrobního procesu, neboť ukazuje, kolik času se skutečně využije k přidání hodnoty produktu a kolik času je ztraceno na neefektivní aktivity.

VA time – Value Added time = Čas, po který během celého procesu vzniká přidaná hodnota.

NVA – Non Value Added time = Součet časů, takových aktivit, které nepřidávají hodnotu. Jedná se o činnosti v rámci výrobního procesu, které sice musí být provedeny, ale nepřidávají žádnou hodnotu produktu z pohledu zákazníka.

PDV – Processing Time per unit of Value = Znárodnuje celkový čas trvání celého procesu, který je daný součtem VA a NVA.

2.5.1 Zaskladnění materiálu

Celý proces začíná tím, že zákazník odešle objednávku na 25 000 kusů, což je půl tuny granulátu. Objednávku přijme referentka zákaznického servisu, a ve firemním systému vytvoří výrobní příkaz pro lisovnu a naplánuje výrobu v následujících 30 dnech. Na základě výrobního příkazu se promítne požadavek na materiál na logistice. Kvůli rámcovým objednávkám objednáme granulát na dvě výrobní dávky. Dodavatel vyskladní materiál během dvou dnů. Nakládka a dovoz pak trvá další dva dny. Po příjezdu nákladního vozu s granulátem donese řidič dodací list na oddělení logistiky, vrátí se k autu a odplachtuje ho. Skladník přebere dodací listy, nastoupí na manipulační vozík a přijede s ním k nákladnímu autu a zaskladní materiál do průjezdu, kde provede kontrolu dodaného množství a nepoškozenost obalu. Potvrdí dodací listy, kopie vrátí řidiči, s originály jde do kanceláře, kde v systému naskladní dodaný materiál na příjem. Touto akcí se mu automatiky vygenerují štítky s QR kódy a šarží, které si vytiskne. Těmito štítky polepí jednotlivé obaly granulátů. Paletu s oštítkovaným granulátem pomocí manipulačního vozíku převezve na volnou skladovací pozici a pomocí čtečky ji na tuto pozici přeskladní z příjmu. Přípravou je zde myšleno vyřízení dokumentů s řidičem a naskladnění granulátu do systému. To zabere 15 minut času. Samotné mechanické zaskladnění pomocí manipulačního zařízení a oštítkování palet pak trvá 120 minut. 20 metrů je vzdálenost mezi autem a volnou skladovací pozicí. Doba mezi naskladněním granulátu a plánovanou výrobou z něj bývá průměrně 10 dnů.

2.5.2 Přesun granulátu na lisovnu

V den naplánované výroby nechá přípravář na základě výrobního příkazu vyskladnit požadovaný granulát. Výrobní příkaz předá skladníkovi a ten si z něj pomocí čtečky načte skladovou pozici a manipulačním vozíkem odveze granulát na oddělení lisovny. U výrobního stroje přebírá granulát přípravář a ten jednotlivé obaly přemístí k sušicímu zařízení. Přípravou je myšleno, že se na ranním dispečinku potvrdí, že se dnes započne výroba konkrétního dílu, proběhne rozvržení sušících zařízení v rámci dne a předání výrobního příkazů do skladu. To zabere 30 minut. Práce je přesun granulátu k výrobnímu stroji a z palety k sušicímu zařízení. Tu zastává skladník a přípravář. Vzdálenost mezi

těmito odděleními je 80 metrů. Přesouvá se už pouze materiál na 25 000 kusů výrobků z původních 50 000

2.5.3 Sušení

Než se granulát zcela spotřebuje ze skladovacího místa do sušičky, trvá to 5 dnů. Před zahájením sušení je potřeba sušičku a zásobník na granulát (popelnici) vyčistit od předchozího granulátu a jeho prachových složek. To znamená vyjmutí a odnesení filtru před halu, kde probíhá jeho vyfoukání přípravářem. Následuje jeho navrácení do sušícího zařízení a naplnění sila granulátem a nastavení zařízení na požadovanou teplotu. To zabere celkově 15 minut. Granulát přípravář dosypává pravidelně do zásobní popelnice a z té si nasavač odebírá takové množství, které sušicímu zařízení schází (je to stejné množství, které spotřebuje vstříkolis při výrobě). Silo se tak udržuje neustále plné až do konce produkce. Do sila se vejde materiál na 5 000 ks výrobků. Než se granulát plně vysuší, a spadne tak v sušícím silu shora až dolů, trvá zhruba 240 minut, v závislosti na velikosti sila. Přípravář potřebuje ujít vzdálenost 40 metrů pro celkovou přípravu stroje.

2.5.4 Nasátí

4,5 dne stráví zbylý materiál u sušícího sila, než ho vstříkovací lis zcela spotřebuje. Před prvním použitím nasavače u nového výrobku je i nasavač potřeba prvně vyčistit od předchozího granulátu včetně jeho prachové složky. To provádí přípravář a samotné čištění je opět nutné provádět mimo výrobní halu, aby nedošlo ke kontaminaci prachové složky s ostatními zařízeními nebo granulátem. Čas přípravy před prvním použitím je tak 15 minut. Přípravář opět potřebuje ujít vzdálenost 40 metrů pro celkovou přípravu stroje. Nasavač se spouští sekvenčně podle potřeby, když množství v komoře nasavače klesne pod určité množství. Nasávací cyklus je dlouhý půl minuty a nasaje množství materiálu na 800 kusů výrobků.

2.5.5 Rozpuštění granulátu

Než se vysušený granulát dostane do vstřikovací komory ze shora nasavače, kde se musí dostat až na jeho dno, je zde držen zhruba 4 hodiny času, opět podle velikosti komory nasavše. Příprava pro rozpouštění granulátu zde není započítána, protože probíhá již během sušení a nepřidává tak čas do celkové doby výroby. Probíhá obdobně jako u přípravy na sušení. Zde je potřeba nastavit požadovanou teplotu na roztavení materiálu do programu výrobního stroje. Tavení granulátu na jeden výrobek pak trvá 20 vteřin.

2.5.6 Vstřík taveniny do formy

Naplnění dutiny formy proběhne do 1 vteřiny. Není potřeba k tomu asistence žádného pracovníka, protože vše již probíhá automaticky až do kroku kontroly a balení hotového výlisku. Od začátku nabírání granulátu po vstřík do formy je ve vstřikovací komoře objem na 5 kusů. Než je vstříknut poslední z nich uběhne doba okolo 100 vteřin.

Vstřík je zakončen do jedné vteřiny. Za tuto dobu naplní 95–99 % dutiny formy.

Následně je díl ve formě držen 3 vteřiny, kdy probíhá dotlak, tak aby byl pokryt celý objem formy, kvůli kompenzaci smrštění taveniny.

2.5.7 Chlazení dílu

Po vyplnění formy je potřeba díl vychladit. To probíhá převodem tepla z dílu na formu okolo něj. Doba chlazení je okolo 10 vteřin, v závislosti na síle stěny vstřikovaného dílu. Proces takto probíhá kus po kuse. Stejně tak jako vstřikování taveniny do formy.

2.5.8 Otevření formy a vyhození dílu

Po zchlazení dílu se forma otevře a dojde k vyhození dílu pomocí vyhazovačů, které jsou součástí formy. Ovládané jsou automaticky strojem a není tak stále potřeba žádné asistence pracovníka. Otevření formy a výhoz hotového výlisku trvá 4 vteřiny.

2.5.9 Kontrola kvality a balení

Operátorka obchází všechny své lisy, s tím, že ke každému se dostane po 15 minutách. Za tu dobu stihne napadat do přepravky na hotové díly 45 kusů výlisků.

Kontrolu dílů provádí jak operátorka, tak pracovník kontroly kvality. Operátorka provádí pouze vizuální kontrolu dílů. Pracovník kontroly provádí i měření dílu podle požadavků zákazníka a vzorky sbírá 2x za 8-hodinovou směnu. Tato kontrola neprodlužuje celkovou dobu výroby zakázky, protože probíhá současně s výrobou a měřené vzorky se nedostanou k zákazníkovi, jelikož na nich probíhají i destruktivní zkoušky. Operátorka zkontrolované díly balí dle předpisů, hotové plné obaly dává na paletu a označí je štítkem, kde jsou informace o počtu kusů dílů v obale, název artiklu a čárový kód. Když je na paletě požadovaný počet obalů, připravář ji odveze na expedici. Kontrola všech těchto napadaných dílů trvá 5 minut, výrobní dávka je však 1 kus, protože každý z dílů se musí kontrolovat samostatně a individuálně. 150 metrů je pak vzdálenost, kterou operátor musí ujít, než se od odchodu od lisu dostane zpět k němu. Přípravná práce je zaškolení operátora, tak aby byl schopný identifikovat vzniklý zmetek. To u každého nově vyráběného dílu trvá 30 minut.

2.5.10 Expedice

Po jedné 8-hodinové směně se takto v přepravkách ve výrobní hale naskladní 12 500 kusů výrobků. Ty na konci směny přebírá pracovník skladu, který nejprve naskladní všechny přijaté díly do systému. Poté paletu skladník zaskladní na volnou pozici a tuto pozici zadá do systému pomocí čtečky. Až je na skladě množství udané výrobním příkazem, skladník zboží předá expedici, kde je pracovníky nachystán na paletu. S tím souvisí kontrola každého štítku na paletě, vyskladnění ze systému pomocí čtečky a vystavení dodacího listu na množství požadované výrobním příkazem. To vše je zahrnuto v přípravě, která trvá celkově 30 minut. Převoz hotových palet z expedice na výdej a nakládka na nákladní auta trvá 60 minut. Vzdálenost mezi výdejem a expedicí je 40 metrů.

Paleta je složena na výdej už ráno, v den, kdy je očekáván odvoz zakázky. Zde tedy stráví okolo 6 hodin.

Doprava zboží zákazníkovi trvá jeden den. Ta je zajištěna firemními auty nebo dojednanou firmou pro převoz.

2.6 Analýza nákladovosti současného stavu

Hlavním požadovaným přínosem, proč vznikl tento projekt, je požadavek na snížení nákladovosti. Abychom byli schopni nejprve navrhnout několik možných cílů, jak těchto přínosů docílit, musíme nejprve analyzovat proces podle jeho nákladovosti na určitých úsecích. Nejčastějšími oblastmi, kde se optimalizace provádí jsou například: zkrácení výrobních časů, zkrácení logistických tras, zavedení nových zařízení, zvýšení produktivity práce nebo snížení plýtvání. Obecně můžeme postupovat třeba podle metod štihlé výroby.

Protože se firma CECHO BOHUMIL CEMPÍREK, s.r.o. pohybuje na trhu již delší dobu a stále se rozrůstá a stejně tak počet objednávek, vznikají postupně problémy, které je třeba řešit. Tím největším je v poslední době právě nedostatečně efektivní využívání plastového „odpadu“ z výroby. Je to problém, kterého si všimne úplně každý, že při výrobě občasné vznikne zmetek a současně při každém výrobku vzniká i plastový vtok, který není nijak užitečný ani zákazníkovi, ani výrobcí. Otázka tedy zní, co s tím?

Některé problémy vznikají nově při zvětšujícím se objemu výroby, jako třeba výstavba nové haly. A některé problémy existují od prvního vyrobeného produktu a s objemem se vždy zvětšují, jako třeba objem plastového odpadu, který budeme řešit. Protože tento problém není naší organizací zcela nový, můžeme analyzovat, jak se problém řešil doposud.

Od prvotního stavu, kdy se veškerý odpad takto pravděpodobně pouze vyhazoval a byl tak pro organizaci pouze ztrátou, se našlo řešení. Firma zakoupila dva elektrické mlýnky. Jeden větší na hrubší mletí a větší objem a jeden menší, jemnější na menší objem. Ty se nacházejí vedle sebe v jedné ze skladovacích prostor.

Vznikající odpad se hromadí u každého vstřikolisu zvlášť do své nádoby. To i samozřejmě z důvodu, aby nedošlo ke smíchání více různých materiálů. Ještě před zahájením sériové výroby je vedením společnosti rozhodnuto o budoucím naložení s tímto odpadem. Možnosti jsou tři. Buďto, což se děje nejčastěji a je právě smyslem

tohoto řešení, přípraváři, kteří se během směn pohybují po výrobní hale, po naplnění nádob odpad odnesou do skladovací místnosti s mlýny. Tam se odpad namele a je zabalen do plastových pytlů a označen. Materiály, které jsou takto namlety se dále prodávají jiným firmám, který materiál dále zpracovávají. Prodejní cena takto připraveného materiálu se pohybuje v rozmezí 3 – 11 % nákupní ceny. K tomu je ale potřeba zaplatit pracovníka na snášení a mletí odpadu, elektrickou energii a náklady na skladování. Výkup se totiž obvykle provádí při velkém množství a než se naskladní, shromažďují se zásoby několik měsíců. Celková návratnost po odečtení nákladů je tedy odhadnuta průměrně na 3 % z nákupní ceny. Je tedy ekonomicky výhodné se tímto procesem zabývat, protože vzniká zisk. Domníváme se, že ale existuje efektivnější cesta zpracování.

Druhou možností naložení s odpadem je materiál namlít stejným způsobem, ale k prodeji už nedojde. Vzniklá drť se pouze zaskladní a čeká se na její další možné využití v budoucnu.

Poslední možností je odpad jednoduše vyhodit. Jedná se o takový materiál, o který není na trhu zájem nebo o takový, jehož namletí a následný prodej by kvůli nízké prodejní ceně nebyl ekonomicky výhodný.

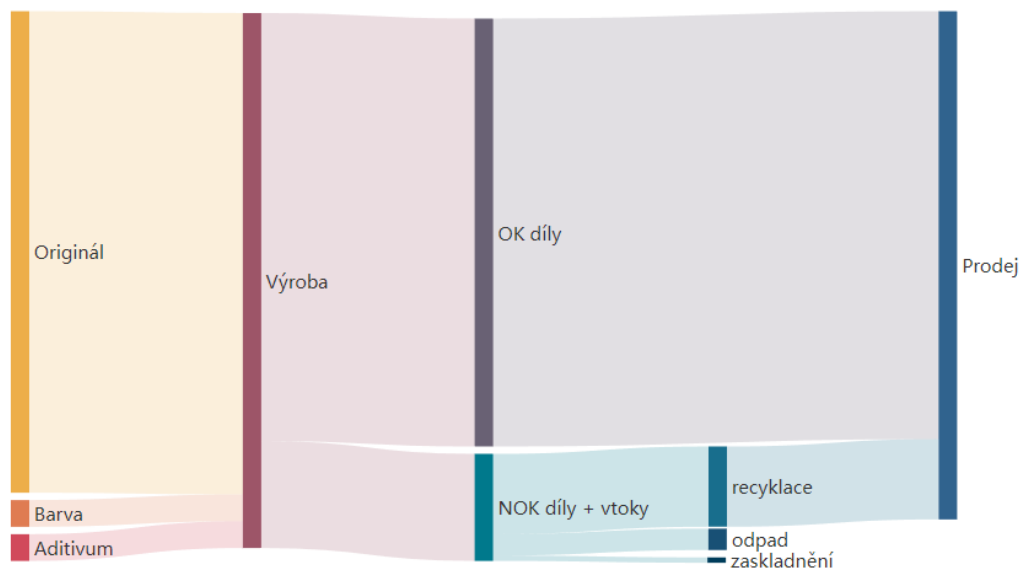
Tuto analýzu jsme provedli na základě nákupních a prodejních výkazů a zanesli do následující tabulky pro lepší přehlednost. Je to prvním důležitým krokem pro zjištění ekonomické výnosnosti projektu.

Tabulka 1: Porovnání návratnosti jednotlivých materiálů v průběhu 7 měsíců
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Typ materiálu	Prodaná hmotnost [kg]	Cena za 1 kg [Kč]	Cena za celou hmotnost [Kč]	Průměrná cena pořízení na 1 kg [Kč]	Nákupní cena za hmotnost recyklátu [Kč]	Návratnost při prodeji [%]
PA66 GF30	850	6	5100	121,5	103275	4,94
POM barva	1620	2	3240	78,58	127300	2,55
ABS barva	430	6	2580	80,08	34434	7,49
ABS černá	420	6	2520	80,08	33634	7,49
POM barva	900	3	2700	78,58	70722	3,82
POM černá	1100	3	3300	78,58	86438	3,82
PC barva	350	9	3150	183,85	64348	4,90
PA66 GF30	410	7	2870	121,5	49815	5,76
HDPE barva	350	5	1750	84,96	29736	5,89
PA6 barva	300	8	2400	67,9	20370	11,78
PP barva	300	5	1500	57,12	17136	8,75
ABS černá	350	6	2100	80,08	28028	7,49
POM černá	640	3	1920	78,58	50291	3,82
POM mix	600	3	1800	78,58	47148	3,82
PA66 GF30	670	7	4690	121,5	81405	5,76
ABS	380	6	2280	80,08	30430	7,49
Celkem	9670		43900		874510	
Rozdíl nákup originál / prodej recyklát					830610	

Z tabulky lze tedy zjistit, že v průběhu posledních 7 měsíců jsme díky prodejem námi zpracovaného odpadu dosáhli výnosu 43 900 Kč. Avšak oproti nákupní ceně, takto zpracovaného a prodaného granulátu, jehož pořizovací cena by byla 874 510 Kč, jsme ve výsledku dosáhli ztráty „pouze“ 830 610 Kč.

2.7 Sankey diagram



Graf 1 - Znázornění toku materiálu Sankeyho diagramem
(Zdroj: Vlastní zpracování)

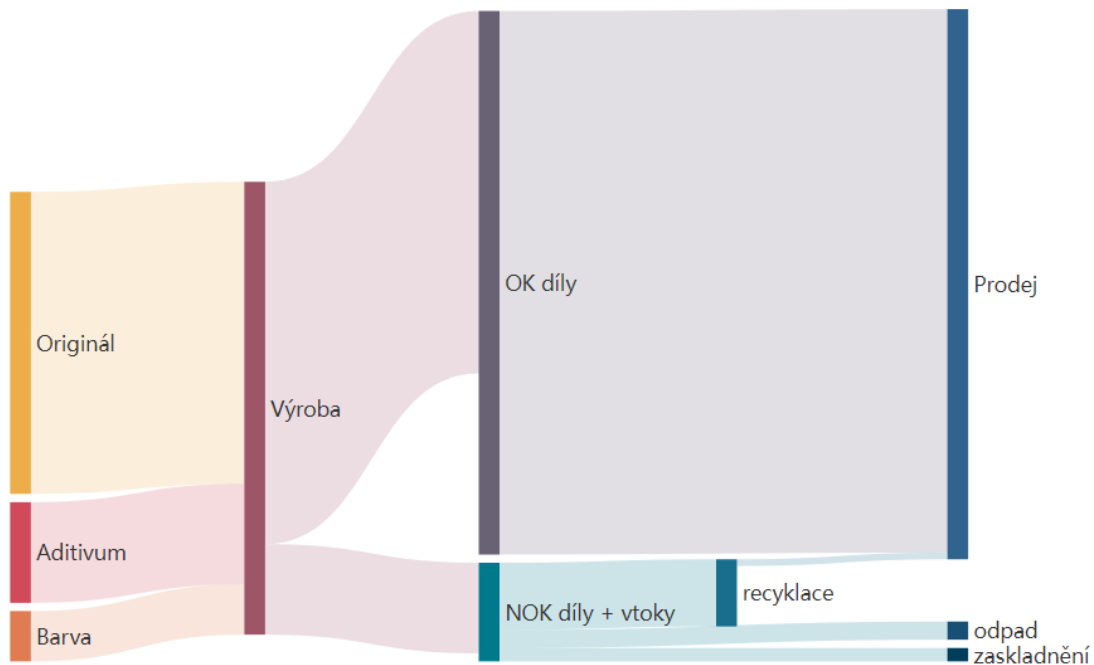
Tento Sankeyho diagram nám zobrazuje současný tok materiálu výrobním procesem. Šířka dané větve představuje množství vstupujícího materiálu. Vstřikolis, ve kterém probíhá tvorba plastových vylisků je označena sloupcem Výroba. Do toho vstupují tři typy materiálů. Originál, ten je ve směsi zastoupen 90 %. Je základním materiálem, pomocí kterého se vyrábí plastové výrobky. Nejpoužívanějšími typy jsou ve výrobě polypropylen (PP) a polyamid (PA). Barva je ve směsi zastoupena 5 %. Je důležitou složkou v plastových směsích, protože umožňuje přizpůsobit vzhled a estetickou hodnotu výrobku podle požadavků zákazníka. Může být důležitá i pro další vlastnosti výrobku. Například černá barva může zvyšovat tepelnou odolnost a odolnost proti UV záření, zatímco bílá barva může zlepšit odolnost proti chemikáliím a snížit tepelné nároky během výroby. Aditivum je pak zastoupeno také 5 %. To jsou chemické látky, které se přidávají do směsí pro zlepšení určitých vlastností plastů nebo pro urychlení procesu výroby. Například antistatická aditiva mohou být přidána k výrobkům, aby se zabránilo přilnutí

prachu, zatímco UV stabilizátory se používají k ochraně plastů před degradací způsobenou slunečním zářením.

Poté co směs projde výrobním procesem, se materiál přemění z původního množství směsi z 80 % na správně vyrobené díly a 20 % skončí jako vtoky nebo NOK díly. Je důležité si uvědomit, že vtoky tvoří opravdu velký objem, a těchto 20 % vznikne při zhruba 1% zmetkovitosti. Správně vyrobené díly se pak bez jakéhokoliv dalšího výrobního procesu prodávají zákazníkovi a vzniká zisk.

Zatímco s těmito 20 %, které zastupují vtoky a zmetky, je nakládáno, jak již bylo zmíněno v analýze nákladovosti současného výrobního stavu. A to tedy třemi možnostmi, z nichž je nejzastoupenější možnost recyklace a nejméně možnost zaskladnění. K recyklaci pak přichází 75 %, za odpad se považuje 20 % a k zaskladnění jde 5 % ze všech vtoků a zmetků. Recyklovaný materiál se dále prodává se ziskem, odpad se vyhazuje bez dalších nákladů a zaskladněním nám v budoucnu začnou vznikat náklady na skladování.

Tento graf nám tedy umožnil pozorovat tok materiálu výrobním procesem. Můžeme zjistit jaká množství materiálu jsou kde využívána, a naopak kde dochází k nevyužití materiálu. Nevýhodou je, že graf zobrazuje pouze množství materiálu, a ne jeho peněžní hodnotu, která má v určitých případech větší vypovídající hodnotu. Například tento graf nám zobrazuje, že v podstatě využíváme 75 % odpadu, což je dobře, ale už nám neukazuje prodejní cenu tohoto odpadu. Nemůžeme tak vyčíst, že toto zpracování není příliš ekonomicky výhodné. Chceme-li tedy výrobu hodnotit i z finanční stránky například pro snížení nákladů, je potřeba si vytvořit i peněžní tok výrobního procesu.



Graf 1 - Znázornění peněžního toku Sankeyho diagramem
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Tento Sankeyho diagram nám zobrazuje peněžní tok sledovaného výrobního procesu. Již na první pohled je vidět veliký rozdíl oproti předchozímu grafu. Abych mohl takovýto graf vytvořit, potřeboval jsem několik doplňujících informací jako jsou ceny jednotlivých složek směsi, prodejní cena hotového výrobku a recyklátu a náklady na zaskladnění.

Graf je zpracován na 1 kg vstupující směsi určené k výrobě plastových výlisků. Cenu jednotlivých složek jsem si určil jako: Originál: 50 Kč/Kg, Barva: 150 Kč/Kg, Aditivum 300 Kč /Kg. Zároveň musíme využít předchozí graf, kde jsme zjistili jednotlivé poměry složek ve směsi. Abychom tedy vyjádřili peněžní hodnotu složek na 1 kg směsi musíme vynásobit její procentuální část obsaženou ve směsi s její cenou. Například u Originálu:

$$N_o = 0,9 * 50 = 45 \text{ Kč}$$

Celková hodnota 1 kg směsi je pak dána součtem jednotlivých složek. Tato hodnota je 67,5 Kč/Kg. Dále pokračujeme podle stejného poměrového rozdělení materiálu jako v předchozím grafu a to 80:20. 80 % z vypočtené peněžní hodnoty 1 kg směsi se přemění ve výrobě na správně vyrobené díly a 20 % materiálu z této směsi se přemění na vtoky, případně na špatně vyrobené díly. Poměr tohoto rozdělení, dán v peněžních, na 1 kg výrobní směsi je: 54:13,5 Kč/Kg.

U tohoto výrobku tvoří marže 50 % jednoduchým výpočtem tedy zjistíme, že během výroby vznikla přidaná hodnota ve výši 27 Kč. To je znázorněno v grafu ve sloupci OK

díly ve spodní části, kde ke sloupci nepřipadá žádný peněžní tok z předchozího sloupce. Příjem z 1 Kg výrobní směsi tedy pak tvoří 81 Kč.

$$P = 67,5 * 0,8 * 1,5 = 81 \text{ Kč}$$

Hodnota NOK dílů a vtoků z 1 kg směsi je v tomto případě 13,5 Kč. Ty se rozdělí mezi recyklaci, odpad a zaskladnění ve stejném poměru jako v předchozím grafu. Tedy v poměru 15:4:1. V peněžním vyjádření je to 10,125:2,7:0,675 Kč.

Náklady na vyhození odpadu jsou nulové, znamená to tedy, že z 1 kg směsi vyhodíme materiálu za 2,7 Kč. Náklady na uskladnění nejsou nulové, je potřeba počítat se skladovacími náklady, které spolu s časem rostou. Náklady na uskladnění byly vypočítány jako dvojnásobek hodnoty skladovaného materiálu. Pokud nepočítáme s opětovným zařazením materiálu do výroby, ale držíme pouze tohoto konkrétního výrobního procesu, musíme připočítat i jako náklad hodnotu samotného materiálu určeného k uskladnění. Z 1 Kg směsi tedy při zaskladňování materiálu vynaložíme zhruba 2 Kč.

$$N_s = 0,675 * 2 + 0,675 = 2,025 \doteq 2 \text{ Kč}$$

Poslední a největší částí je pak ta, která jde na recyklaci. Ta má při vstupu hodnotu 10,125 Kč. Je důležité zmínit, že sem přichází v neprodejném stavu koncovému zákazníkovi stejně jako materiál v případě odpadu nebo zaskladnění. Po recyklaci veškerého materiálu vznikne granulát určený k prodeji v hodnotě 10 % původního množství. Což je pouze 1 Kč.

Z grafu tedy můžeme zjistit, že oproti předchozímu grafu, kde bylo znázorněno pouze množství, originální složka směsi netvoří 90 % hodnoty směsi ale pouze 56 % hodnoty vzhledem k nákladům na směs. Pokud bychom tedy chtěli snižovat náklady této směsi je dobré se zaměřit nejen na cenu originální složky, ale i na aditivum a barvu. Druhou velmi důležitou informací je pak že i přestože zpracujeme veškerý materiál určený k recyklaci, jeho prodejní cena je pouze 1 Kč/Kg. Přitom se zpracovává 12,5 % z celé původní směsi, která má hodnotu v podobě surového materiálu 10,125 Kč. Kdybychom tento granulát byli schopni znovuzpracovat ve výrobě jeho prodejní hodnota by mohla být 15,2 Kč. To je rozdíl 14,2 Kč/kg. Efektivnost využití tohoto recyklovaného materiálu by byla z ekonomického hlediska 14,2x vyšší. Tuto část procesu jsem tedy identifikoval jako místo, kde se nachází největší prostor pro zlepšení.

2.8 Vyhodnocení analytické části

Po zanalyzování současného výrobního procesu, jeho VSM mapy současného stavu, analýzy nákladovosti současného stavu a Sankeyho diagramů, který zkoumal tok materiálu a peněžní tok jsem došel k závěrům, že:

- 1) VA index má poměrně nízkou hodnotu, a to 1,12 %. Toto číslo značí z kolika procent celkové doby výroby ve firmě probíhá jakýmkoliv způsobem přidávání hodnoty. Doba, kdy vzniká přidaná hodnota na materiálu, který jsme objednali oproti expedovanému výrobku je tedy 0,32 dne. Naopak doba, kdy nevzniká žádná přidaná hodnota a výrobní materiál, případně už polotovary, jsou pouze zaskladněny a čekají zde na další část výrobního procesu jsme vyměřili na 28,3 dne. Celková doba výroby pak vznikne sečtením těchto dvou hodnot, a to je 28,62 dne. Tyto hodnoty jsou znamením, že je vhodné proces optimalizovat.
- 2) Po spojení zhotovené mapy a kapitoly Analýza nákladovosti současného výrobního stavu vyšlo najevo, že celkové náklady na zhotovení výrobku, ve kterých jsou započítány i náklady na odpad, jsou příliš vysoké. Návrhem pro snížení nákladů by tedy molo být vytvoření recyklačního zařízení, které by mohlo pomoci snížit náklady na výrobu tím, že se získají suroviny zpět do výroby a nemusí se kupovat nové materiály. To by mohlo vést ke snížení celkových nákladů na výrobu. Funkčnost tohoto návrhu je třeba ověřit v dalším kroku zhotovení VSM mapy budoucího stavu.
- 3) Další příležitost, která vyšla najevo je možnost zvýšení udržitelnosti. Řešením může být opět zavedení recyklačních zařízení do výrobní linky, kdy recyklace materiálů může přispět k udržitelnosti výrobního procesu a pomoci snížit množství odpadu. To by mohlo mít pozitivní dopad na životní prostředí a také zlepšit vnímání společenské odpovědnosti organizace.
- 4) Co se týče kvality výrobků, i u té jsme schopni změněním výrobní linky dosáhnout zlepšení kvality. Recyklovaný materiál může mít vlastnosti odlišné od nového materiálu, ale s moderními technologiemi recyklace mohou být získávány recyklované materiály s podobnými vlastnostmi jako nové. V některých případech může být recyklovaný materiál dokonce kvalitnější než nový materiál. To by mohlo vést k vylepšení kvality výrobků. S tím se celkově pojí i možnost zvýšení zisku a konkurenceschopnosti organizace.

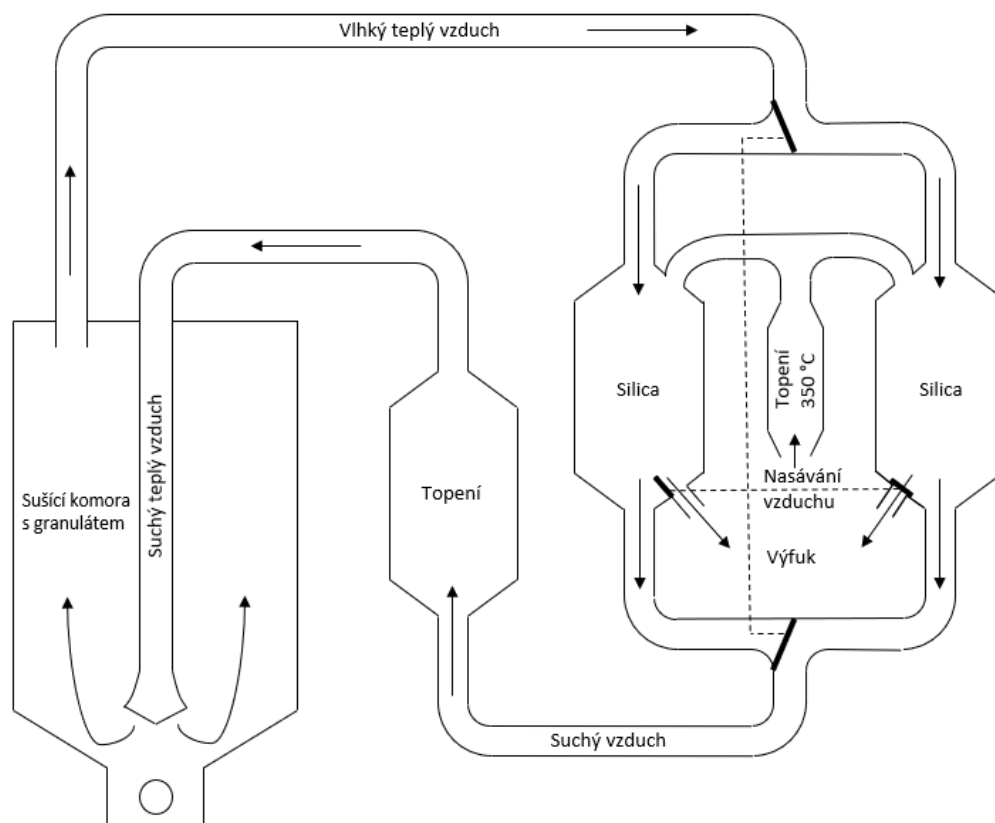
3 Vlastní návrhy řešení

V této části budou popsány všechny potřebné zařízení, které jsou potřeba pro změnu výrobní linky, tak aby byly odstraněny zmíněné problémy. Bude zde popsán jejich princip funkce a proč navrhuji implementaci právě těchto zařízení. Důležité je zde i to, aby všechny zařízení spolu dokázaly kooperovat a nedocházelo k chybám. Součástí je i sestavení VSM mapy budoucího stavu a Sankeyho diagram materiálového a peněžního toku pro ověření zvýšení efektivity výrobního procesu.

3.1 Technologie potřebné pro zavedení změny nové linky

3.1.1 Molekulární sušička s dvěma patronami

Princip této sušičky spočívá v tom, že nasaje z venku vzduch, který prožene patronou se sorpčním granulátem (ten bývá na principu silikagelu), a tím nasátý vzduch vysuší. Dále ho prožene přes topnou komoru, kde ho ohřeje na nastavenou teplotu. Takto upravený suchý teplý vzduch vhání do spodní části sila s granulátem. Vzduch proudí granulátem směrem vzhůru, kde se nachází zpětná trubka s filtrem a část tohoto navlhlého, ale stále teplého vzduchu recirkuluje přes sušící patrony. Teplý vlhký vzduch je vyfukován do okolního prostředí dvěma uzavíratelnými výfuky. Následně díky tomu na zpětné ohřátí nespotřebuje tak velké množství energie. Patrony se po určité době nasatí vlhkostí a ztrácí tak sorpční vlastnosti, tím klesá rosný bod suchého vzduchu a patronu je třeba regenerovat. Frekvence regenerace a regenerační čas je nastaven výrobcem sušícího zařízení. Funguje tak, že vlhkou patronu uzavře a recirkulace vzduchu probíhá přes druhou regenerovanou patronu. Do uzavřené vlhké patrony vhání sušící zařízení vzduch o teplotě cca 350 °C a tím regeneruje sorpční granulát. Před koncem regenerace je třeba sorpční zařízení ještě ochladit, a tak se nakonec profukuje studeným vzduchem. Vyplyývá z toho, že čas regenerace patrony musí být kratší než čas, za který druhá patrona přejde do stavu vlhkostního nasycení. Díky tomuto principu nedokáže sušící zařízení udržet konstantní rosný bod, ale frekvence regenerace je od výrobce nastavena tak, aby sušící zařízení drželo rosný bod co nejpřímější. Výhodou tohoto typu sušícího zařízení je především možnost kontinuálního dodávání suchého teplého vzduchu do sila s granulátem. Nedochází tak k prostojům ve výrobě. Do návrhu změny výrobní linky doporučuji použití právě této sušičky.



Obrázek 4 - Schéma molekulární sušičky s dvěma patronami
(Zdroj: Vlastní zpracování)

3.1.2 Nasavač

Nejčastěji se setkáváme se třemi typy nasavačů, a to:

Elektrickým, podtlakovým a Venturi nasavačem.

Elektrický nasavač

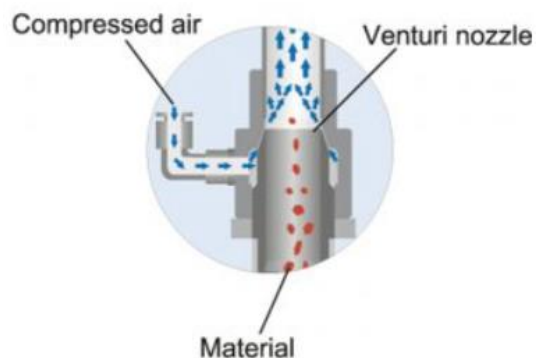
Funguje na principu vysavače. Má v sobě umístěn převážně látkový či papírový filtr. Vysavač má příkon běžně od 1 kW a vyš. Filtr se zanáší prachovou složkou granulátu a je potřeba ho čistit. Moderní nasavače jsou připojeny i na tlakový vzduch, kterým jsou schopny po sacím cyklu filtr oklepat, tím že ho profoukne shora a prodlouží tím interval mechanického čištění filtru. Síla podtlaku závisí na prostupnosti filtru. Detekce prázdné rezidenční nádoby nasavače je zajištěna mechanickou klapkou a Hallovým senzorem. Elektrický nasavač uvažujeme například na gravimetrický dávkovač pro nasávání barvy. I přestože je odběr barvy je minimální, zdržoval by sací frontu na vakuové pumpě. Proto je tento nasavač pro nasávání barvy ideální.

Podtlakový nasavač

Jsou součástí podtlakového systému a nejsou schopny fungovat samy. Musí být řízeny systémem centrálního nasávání. Z toho vyplývá připojení nasavače kabelem do sítě centrálního nasávání. Dále je připojen na tlakový vzduch. Každý nasavač má svoji vlastní IP adresu, aby byl na obrazovce řízení centrálního nasávání snadno identifikovatelný. V systému mu lze kromě IP adresy přiřadit i vlastní jméno. Ze serveru CNS lze ovládat všechny prvky připojené k tomuto systému, včetně nasavačů, vakuové pumpy, automatických nádraží, gravimetrických dávkovačů atd. Výhoda podtlakového nasavače je, že má v sobě ocelové síto s cca 1 mm děrováním. Tento filtr se nezanáší. Využívá centrální podtlakové linie, ve které podtlak zajišťuje vakuová pumpa, ta má příkon 4 kW+, v závislosti na velikosti celého systému a počtu nasavačů k němu připojených. Detekce prázdné rezidenční nádoby nasavače je zajištěna mechanickou klapkou a Hallovým senzorem, stejně jako u elektrického nasavače. Pumpa se spouští pouze když nasavač do systému odešle signál, že nemá materiál v rezidenční násypce. Pumpa se spustí, nasavač otevře podtlakovou linii, pomocí pneumatického ventilu a zavře ho až po uplynutí času nasávání, který definujeme na serveru centrálního podtlakového systému. Pumpa se dále cca 30 vteřin chladí okolním vzduchem a pokud nemá ve frontě další nasavač, tak se vypne. Tento systém dosahuje nejvyššího podtlaku, za předpokladu, že v něm nejsou netěsnosti. Velice efektivně odděluje prachovou složku od granulátu a zachytává ji do sběrné nádoby pomocí cyklovaného filtru. Tato sběrná nádoba bývá součástí pumpy. Vyplývá z toho tedy i snadnější čištění systému pro obsluhu, čistí tak totiž pouze jeden filtr a jednu sběrnou nádobu místo každého nasavače na lisovně. Interval čištění závisí na složení současné výroby na lisovně. Většinou se nádoba s filtrem nečistí častěji než jednou denně.

Venturi nasavač

Samotná nádoba nasavače bývá vyrobena převážně ze skleněné trubice, aby přes ní šlo opticky či pomocí kapacitního senzoru sledovat hladinu granulátu. Na vrchu nádoby má připojen filtr s velkou plochou, aby neomezoval průtok vzduchu přes Venturi trubici. Ta bývá umístěna mezi hadicí a sací jehlou. Nasavač do ní pouští tlakový vzduch pomocí solenoidového ventilu na základě signálů z výše uvedených senzorů pro detekci hladiny granulátu. Obrovskou výhodou tohoto nasavače je fakt, že neobsahuje žádné mechanicky pohyblivé části, které by se mohly porouchat. Na druhé straně však zpracovává obrovské množství tlakového vzduchu a vzhledem k ceně tohoto média se nejedná o příliš ekonomické řešení. Síla podtlaku závisí na průchodnosti filtru, délce sací dráhy, tlaku, rychlosti průtoku vstupujícího vzduchu. Součástí těchto zařízení není oklep filtru, jeho čištění tak musí být zajištěno ručně. Tyto nasavače se používají především u pomocných vstřikovacích jednotek od firmy Babyplast, jelikož mají minimální rozměry a hmotnost.



Obrázek 6 - Princip funkce Venturi nasavače
(Zdroj: Operation of a venturi valve, 2020)



Obrázek 5 - Venturi nasavač u vstřikolisu
Babyplast
(Zdroj: Venturi loader, 2023)

Navrhuji využití kombinace podtlakového a elektrického nasavače, a to konkrétně takto: podtlakový vysavač bude využit u originální části směsi, z důvodu jeho velkého zastoupení ve směsi. Zároveň tak bude napojen na centrální systém a budou moci být kontrolovány dávky. Recyklovanou část směsi taktéž doporučuji nasávat pomocí podtlakového nasavače, abychom díky systému mohli snadněji měřit funkčnost a efektivitu nově zavedených procesů. Složky jako barva a aditivum je lepší nasávat elektrickým nasavačem. Zamezí se tak zahlcení centrální pumpy požadavky na nasátí a nebudou tak vznikat fronty. Tím nebude docházet k prodlevám, kvůli čekání.

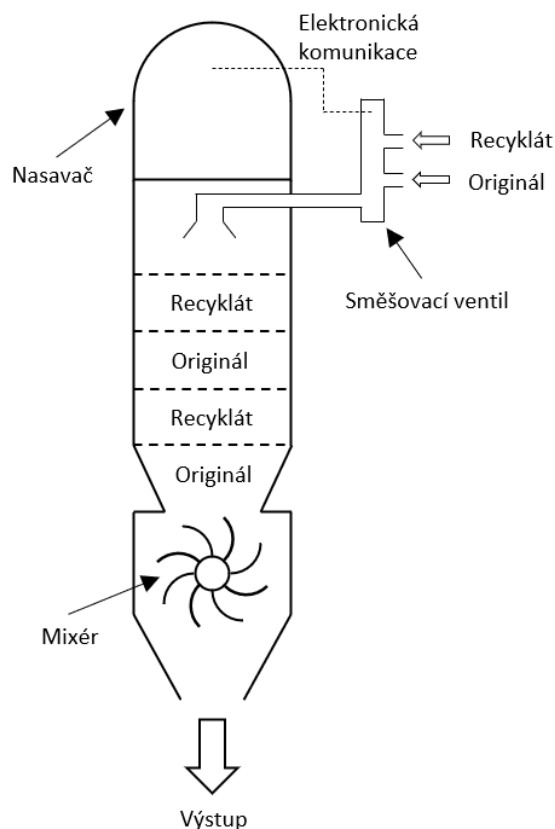
3.1.3 Dávkovací zařízení

Nejčastěji se setkáváme se třemi typy dávkovacích zařízení, a to:

směšovací ventil, volumetrický dávkovač a gravimetrický dávkovač.

Nasavač se směšovacím ventilem

Směšovací ventil je instalován na vstupu nasavače. Mívá vlastní řízení, kde lze nastavit podíl nasávaného recyklátu oproti originálu. U některých ventilů lze nastavit i počet vrstev. Samotný překlápěcí cyklus ventilu je spuštěn signálem z nasavače. Díky samotnému principu tohoto ventilu dochází k nasávání originálu a recyklátu separovaně a tvoří se tak jednotlivé vrstvy v rezidenční nádobě nasavače. Mohou zde kvůli tvorbě těchto vrstev vznikat problémy při vstřikování, protože zpracování samotného recyklátu převážně požaduje jiné vstřikovací parametry. Z toho důvodu je lepší nasavač osazený tímto ventilem doplnit ještě mixérem, který jednotlivé vrstvy mezi sebou promísí. Jedná se o nejméně přesnou možnost mísení recyklátu s originálním materiálem. Je převážně využíván na výrobu technických dílů. Zde se podíl recyklátu může lišit až v desítkách procent bez dopadu na kvalitu výrobku.

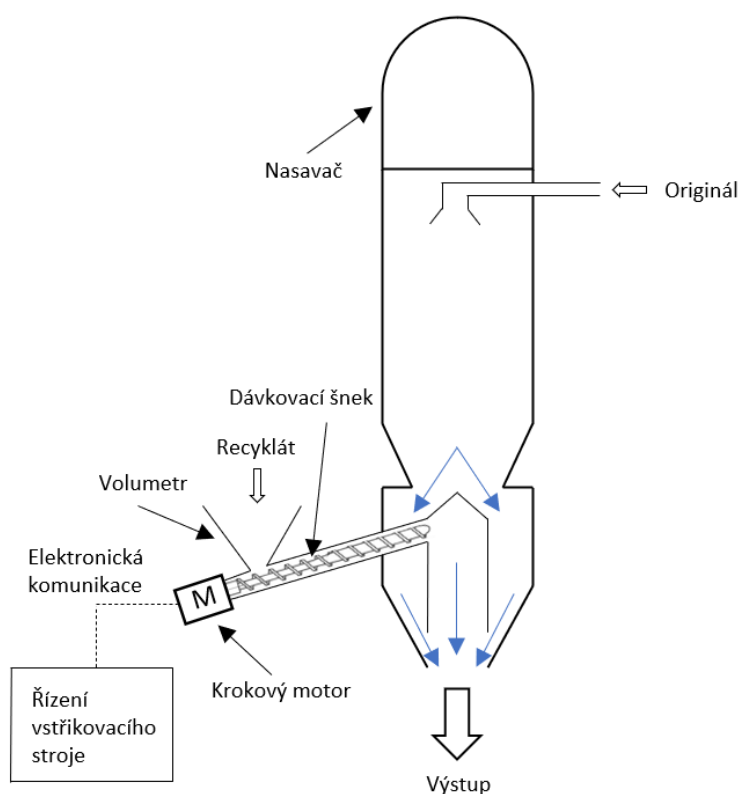


Obrázek 7 - Grafické znázornění nasavače se směšovacím ventilem

(Zdroj: Vlastní zpracování)

Nasavač s volumetrickým dávkovačem

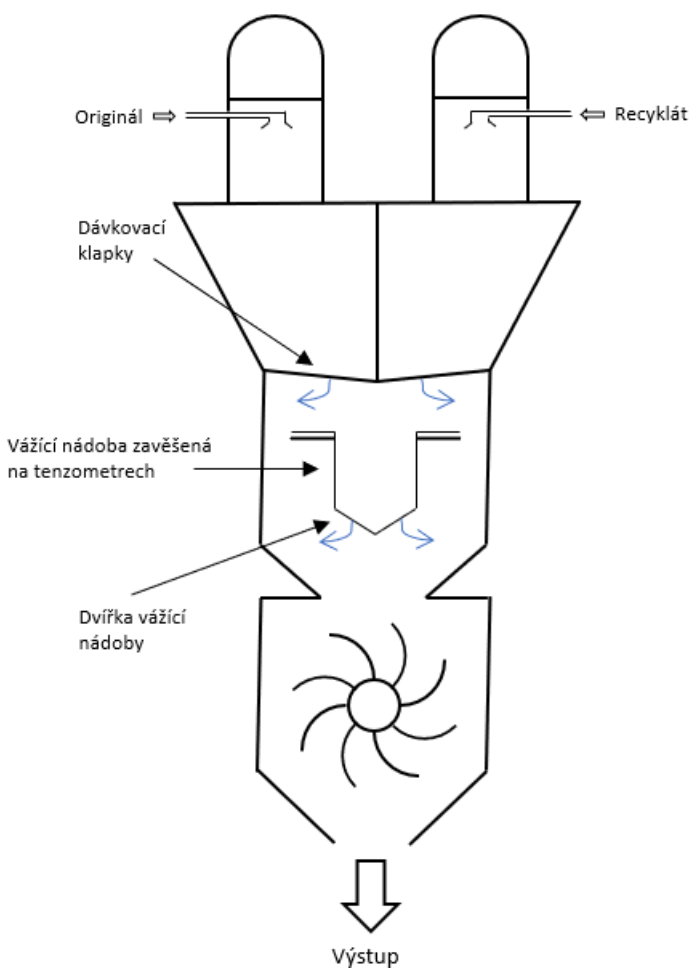
Volumetrický dávkovač je instalován pod samotným nasavačem. Proud granulátu rozděljuje ve směšovací komoře na dva proudy a mezi ně sype pomocí šneka barvu, aditiva nebo recyklát. Jedná se zařízení s komplikovanějším řízením a musí být kabelem připojen ke vstřikovacímu stroji, aby poznal, kdy má spustit dávkovací cyklus. Základní princip funkce je založen na času a rychlosti otáčení dávkovacího šneka. Například při dávkování barvy je důležité, aby čas barvení korespondoval s časem dávkování vstřikovacího stroje, aby byla nabíraná dávka rovnoměrně probarvená. Podíl barvy nastavíme rychlostí otáčení šneka. Jedná se poměrně přísné dávkovací zařízení, ale je přímo ovlivněné například vibracemi stroje. To znamená, že může do dávky vyklepat více granulí. To představuje problém u dílů, které jsou kontrolovány na barvu pomocí fotospektrometru. Tento dávkovač je v praxi využíván na barvení technických dílů, lze s ním dávkovat i recyklát, pokud vyměníme šneka za dostatečně dimenzovaného. Dávkování recyklátu je však ovlivněno samotnou kvalitou recyklátu, v případě přítomnosti větších částic může dojít k poškození tohoto zařízení. Například k lámání lopatek tohoto šneka.



Obrázek 8 - Grafické znázornění nasavače s volumetrickým dávkovačem
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Gravimetrický dávkovač

Bývá instalován na násypce stroje, může však stát i sám na vlastním rámu. Jedná se o samostatně funkční zařízení s vlastním řízením. Standartní gravimetrický dávkovač disponuje čtyřmi násypkami pro originál, barvu, recyklát a aditivum. Každá násypka je osazena vlastním nasavačem. Typ nasavače zde nemá vliv na funkci zařízení. V gravimetrickém dávkovači je dál vážící nádoba zavěšená na tenzometrech a mísící komora s mixérem a kapacitním senzorem, který hlídá hladinu směsi. Na dávkovači se nastavuje pouze podíl recyklátu, barvy a aditiv. Směs si vypočítá sám. Objem směšovací komory je přibližně 3x větší než objem vážící nádoby. Zařízení dávkuje komponenty do vážící nádoby jednotlivě. Každá dávka každé komponenty je tedy vážena. Pro naplnění vážící nádoby proběhne dávkovací kolečko z jednotlivých násypek přibližně 3x. Zařízení má tedy možnost přesně korigovat odchylky předchozích dávkování a udržet tak konstantní směs. Po dosažení kapacity vážící nádoby se otevrou její dvířka a směs se vysype do směšovací komory, kde ji promíchá mixér. Odtud směs už propadáva přímo do násypky stroje. Jedná se nejpřesnější možný způsob dávkování jednotlivých komponent. Pořizovací cenu, která je velmi vysoká, však vyvažuje výstupní kvalita požadované směsi. Využívá se na projekty, kde je zákazníkem vyžadován přesný podíl barvy a aditiva ve finálním výrobku.



Obrázek 9 - Grafické znázornění gravimetrického dávkovače
(Zdroj: Vlastní zpracování)

3.1.4 Mlýn

Mlýn je zařízení, které slouží k drcení a rozřezávání plastového materiálu na menší kousky pomocí rotujících nožů. Slouží pro recyklaci odpadního plastového materiálu, jako jsou například plastové vtoky, a jejich přeměnu na granuláty, které se dají použít v dalších výrobních procesech.

Existují čtyři základní druhy mlýnů: nožový, zubový, předdrtič a pulverizátor.

Nožový mlýn

Nožový mlýn na plastové vtoky se skládá z několika hlavních částí:

- **Tělo:** To je kostra celého zařízení, které v horní části obsahuje otvor, do kterého se vkládá plastový materiál. Jeho otvor musí mít takovou velikost, aby jím mohly projít jak vtoky, tak i případně vzniklý zmetek. Zároveň je důležitá velikost objemu této násypky, aby zde mohlo dojít k hromadění většího množství vtoků. To je důležité z ekonomické stránky. Můžeme tak mlýn spínat pouze sekvenčně a nebude tak docházet ke zbytečnému plýtvání elektrickou energií. V našem případě je potřeba, aby velikost otvoru byla alespoň 70x90 mm a aby bylo možné zde nahromadit vtoky na 6 výrobků.
- **Rotorové a statorové nože:** Tyto nože jsou umístěny uvnitř hlavního těla. Rotorové nože jsou pevně umístěny na rotačním válcovém nebo kuželovém tělese, který je připojen na motor. Nejčastěji tyto nože mají tvar lopatky, která má ostří ve směru otáčení tělesa. Statorové nože jsou umístěny na stacionárním statorovém tělese. To objímá celé rotorové těleso. Ostří nožů je zde polohováno v opačném směru než ostří rotorových nožů. Nože se tak vzájemně pohybují proti sobě a rozdrťí a rozřezou plastový materiál na menší kousky, dokud materiál nedosáhne požadované velikosti.
- **Síto:** Pomocí zvoleného děrovaného síta můžeme určit velikost požadovaného výstupního granulátu. Síta by měla být snadno vyjímatelná, aby se mohla jednoduše měnit výstupní velikost a aby jeho čištění bylo snadné.
- **Tlumičů hluku:** Nožový mlýn může být velmi hlučný, a proto jsou obvykle vybaveny tlumiči hluku, které snižují hluk a vibrace.

Nožový mlýn na plastové vtoky je obvykle konstruován tak, aby byl schopen zpracovat velké množství plastového materiálu. Velikost nožů a rychlost rotace lze nastavit, aby bylo možné dosáhnout požadované velikosti granulátů.

Výhodou nožového mlýnu na plastové vtoky je, že určité pořizovací cena, která je nižší oproti ostatním typům mlýnů, dále jeho malé rozměry a nízká hmotnost. To umožňuje jeho snadné přemísťování. Výhodou je i jeho snadné čištění, kdy tento druh mlýnu by měl být rychle a snadno rozložitelný na jednotlivé části, i jeho nožová konstrukce je jednoduchá, což urychlí čas potřebný k vyfoukání vnitřní části od předchozích granulátů a jejich prachové složky.



Obrázek 10 - Nožový mlýn
(Zdroj: Wanner mlýn řady B08.10 Standard, 2023)

Centrální nasávání

V bodě nasávání recyklátu se nasává šrot i s prachovou složkou, která ucpává filtry nasavačů, ty poté ztrácí podtlak a stroji dojde materiál – zastaví se. Elektrické nasavače při nasávání část prachové složky propustí ven a vyfouknout ji do okolí. To může být problém, pokud se na sousedních strojích lisují pohledové díly. V případě nasávání granulátu s abrazivními aditivami jsou drobné části abraziva též odfouknuty do okolí, a to je vysoké riziko pro lineární posuvy strojů. Z tohoto důvodu cílíme na centrální podtlakové nasávání, které oddělí prachovou složku od šrotu. Tu systém zachytí díky filtru do sběrné nádoby u vakuové pumpy. Centrální podtlakové nasavače mají též filtry, ale nerezové s dírkami, díky tomu se tak skoro nezanáší a nehrozí tak zastavení stroje. Kontrolu sběrné nádoby u vakuové pumpy stanovíme na 1x denně.

Přípraváři tak nebudou muset kontrolovat a čistit 11 nasavačů, ale jen jednu sběrnou nádobu a filtr u vakuové pumpy.

3.2 Nově vzniklé procesy

3.2.1 Přemístění vtoků manipulátorem do mlýnku

Přemístění vtoků můžeme standardně zrealizovat pomocí: Pickeru, tříosého manipulátoru, 6-osého robota, dopravníku či manuálně. V této firmě jsou převážně využívány právě tříosé manipulátory, které díky chapadlu dokáží přemístit nejen vtok ale i díly. Díly odloží na dopravník a vtoky vyhodí přímo do mlýnku. Je zde i jeden Picker, ten je ovšem schopen standardně odnést pouze vtok. Využívá se tak u lisů, u něhož hotové výrobky padají přímo do přepravky pod lis. Standardní Picker se nevyužívá na pohledové díly.

Šestiosé roboty jsou zařízení, které zvládají i na náročné operace s odebranými díly, jako třeba: ohřátí kontur dílu nad horkovzdušnou pistolí k eliminaci odstříku. Hodí se na projekty, které jedou dlouhodobě a u kterých je potřeba jakýkoliv post proces. Jsou tak částečně schopny nahradit práci operátora. V tomto projektu ale není ekonomicky výhodné tohoto robota pořizovat, protože by nedošlo k plnému využití jeho potenciálu a jeho pořizovací náklady jsou příliš vysoké.

Poslední a nejzákladnější možností, která je zde využívána k přepravě jsou pásové dopravníky, ty se však hodí výhradně na technické díly, které mohou padat pod lis. Dopravník oddělí šnekovým separátorem vtoky od dílu, které pak mohou padat přímo do mlýnku a díly padají operátorovi do přepravky. Ta je umístěna v optimální výšce vzhledem v poloze operátora, tak aby manipulace s díly a přepravkou byla co nejjednodušší.

3.2.2 Namletí vtoků a vzniklých zmetků

Při mletí plastových vtoků na znovuzpracovatelný granulát je v první řadě třeba, aby plastové výrobky nebo odpady, které mají být namlety byly zbavené nečistot a neobsahovaly například papírové štítky, kovové části nebo zbytky jiných materiálů. Takto připravené plasty pak dále pokračují přes vstupní otvor mlýnu, který může mít různé velikosti v závislosti na druhu a množství plastu, který má být zpracován. Odtud postupně spadávají do otvoru mlecí komory, kde jsou nařezány pomocí rotorových a statorových nožů, které se pohybují proti sobě, na menší kusy. Tyto kusy se pak pohybují v otvoru mlecí komory tak dlouho, dokud nemají požadovanou velikost, aby mohly

propadnout přes nainstalované síto pod komorou. Síto je vyjmutelné, aby se dala měnit velikost požadovaného granulátu a aby mohlo být jednodušeji čištěno.

Existuje mnoho různých typů granulátorů, které se liší v závislosti na velikosti a tvrdosti nožů, rychlosti rotace a dalších faktorech. Tyto faktory ovlivňují kvalitu výsledného granulátu a efektivitu procesu. Ty již byly popsány v kapitole nově zaváděných zařízení.

3.2.3 Nasátí šrotu zpět do nasavače s dávkovačem

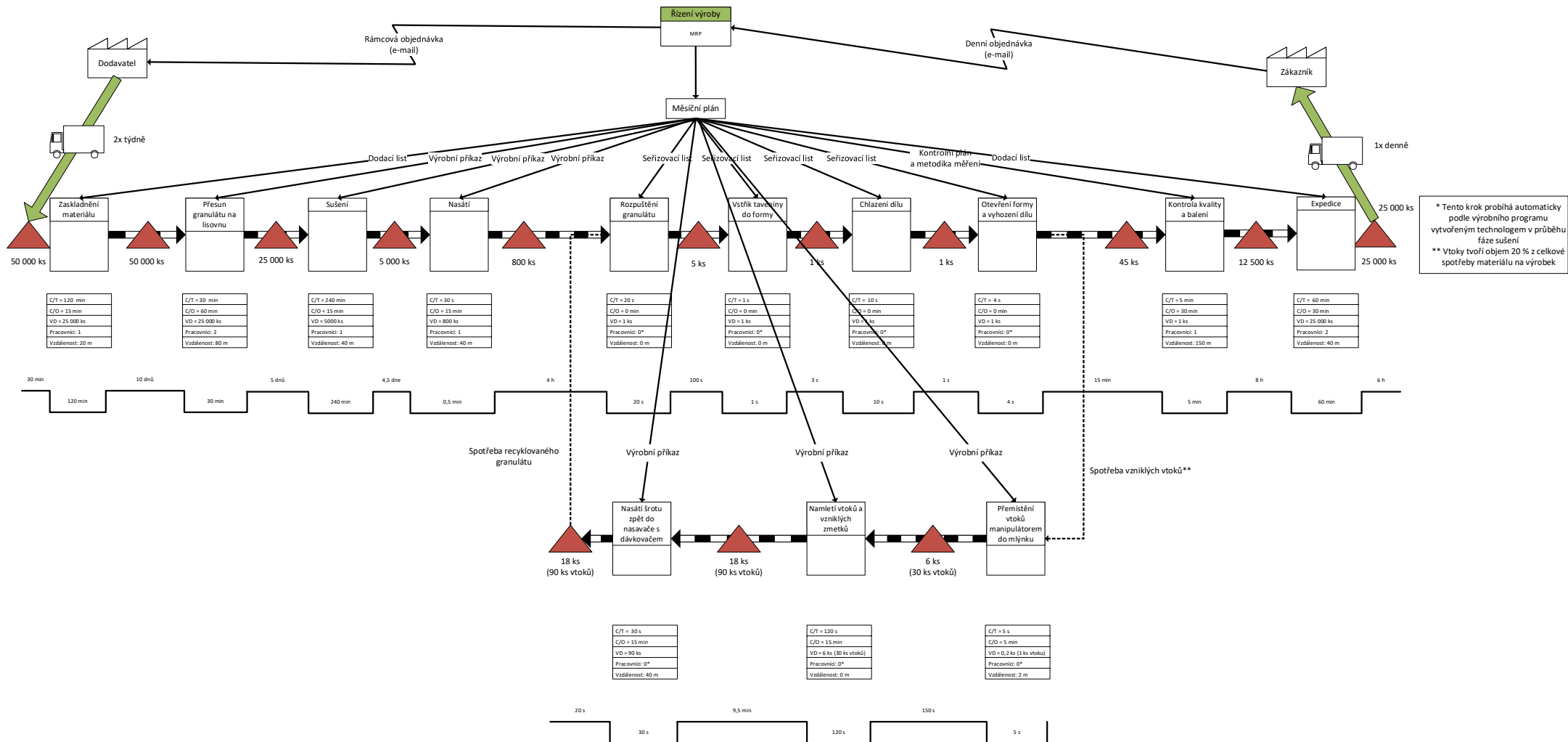
Recyklát je dopravován do rezidenční nádoby dávkovače pomocí nasavače. Je nasáván přímo ze sběrné nádoby mlýnku a v převážné většině případů není recyklát potřeba znovu sušit, za předpokladu, že je recyklát zpracován přímo na výrobním stroji. I v případě, že by recyklát stihl navlhnout, se při dávkování do 30 % vlhkost finální směsi projeví v promilích. Jsou i granuláty, které je potřeba znovu sušit, jako je například polykarbonát. To je řešeno miniaturním sušícím zařízením, které je instalováno na vrchu rezidenční nádoby. Na typu zvoleného dávkovače nezáleží, způsob dopravy je totiž vždy stejný.

Tyto nově vzniklé subprocessy vytvoří v celkovém výrobním procesu cyklus, který se bude stále opakovat až do doby ukončení výroby. Cyklus je tvořen: rozpuštěním granulátu, vstříkem taveniny do formy, chlazením dílu, otevřením formy a vyhozením dílu, přemístěním vtoků pomocí manipulátoru do mlýnku, namletím vzniklých vtoků a nasátím recyklátu zpět do nasavače s dávkovačem.

3.3 Sledované metriky

Je zapotřebí si zvolit určité sledované metriky, které budou sloužit pro kontrolu dosažení cílů. Výrobní informační systém sleduje počet zdvihů formy (počet cyklů). Hmotnost je dána technologickým postupem, která se v průběhu celého výrobního cyklu nemění. Kontrola bude probíhat díky znalosti hmotnosti každého zdvihu. Používané množství recyklátu je předem nastaveno ve výrobním kusovníku. Vynásobením tohoto množství a počtu proběhlých cyklů zjistíme spotřebu recyklátu. Metrika může sledovat množství v kilogramech anebo může převést množství na peníze, respektive ušetřené náklady.

3.4 Návrh hodnotového toku (VSM)



Obrázek 11 - VSM – Mapa navrhovaného stavu
(Zdroj: vlastní zpracování)

3.4.1 Přemístění vtoků manipulátorem do mlýnku

Příprava proběhne pouze jednou, a to tak, že seřizovač vymění chapadlo na hlavě manipulátoru. Každá forma má své chapadlo. Tato výměna zabere 5 minut. Na této konkrétní lince tvoří objem vtoků 20 % objemu celého výstřiku. Manipulátor tedy dodává 0,2 kusu výlisku, což se rovná objemu jednoho vstřiku, při jednom přemístění. Přemístění vtoku do mlýnku trvá 5 vteřin po dráze 2 metrů.

Chapadlo současně odebere jak díly, tak vtoky. Díly odloží na dopravník, vtoky vyhazuje na pevně programované pozici, pod kterou je násypka mlýnu. Každý cyklus je přičten na jednom ze softwarových počítadel. Po dosažení naprogramovaných počtů kusů (zde 30 ks), je spuštěn mlýn pomocí signálu ze vstřikovacího stroje na nastavenou dobu a softwarové počítadlo je vynulováno.

3.4.2 Namletí vtoků a vzniklých zmetků

Příprava mlýnu se provádí jednou před započítím výrobní zakázky. To spočívá v otevření mlecí komory a násypky, vyčištění síta a vyfoukání všech přístupných míst vzduchem, aby připravovaný granulát nebyl kontaminován předchozím granulátem nebo jeho prachovou složkou, případně barvou. Dále je potřeba zkontrolovat mezery mezi rotorovými a statorovými noži. Následně je potřeba mlýn složit. Toto čištění zabere 15 minut. Mletí probíhá na všech kusech zároveň, tedy v tomto případě na 30 ks vtoků, které se nashromáždily během 150 vteřin. Cyklus mletí je dlouhý 120 s. Mlýn tedy po každém mlecím cyklu 30 vteřin nevykonává žádnou činnost. Namletý granulát propadává do sběrné nádoby mlýnku odkud je dále nasáván k dávkovači.

3.4.3 Nasátí šrotu zpět do nasavače s dávkovačem

Namleté vtoky zde pak čekají 9,5 minuty, dokud se nashromáždí materiál na 18 kusů výrobků. Ty vzniknou po třech cyklech mletí. Nesmíme zapomenout na nejužší místo procesu až do tohoto místa, proto výpočet 9,5 minuty je následující:

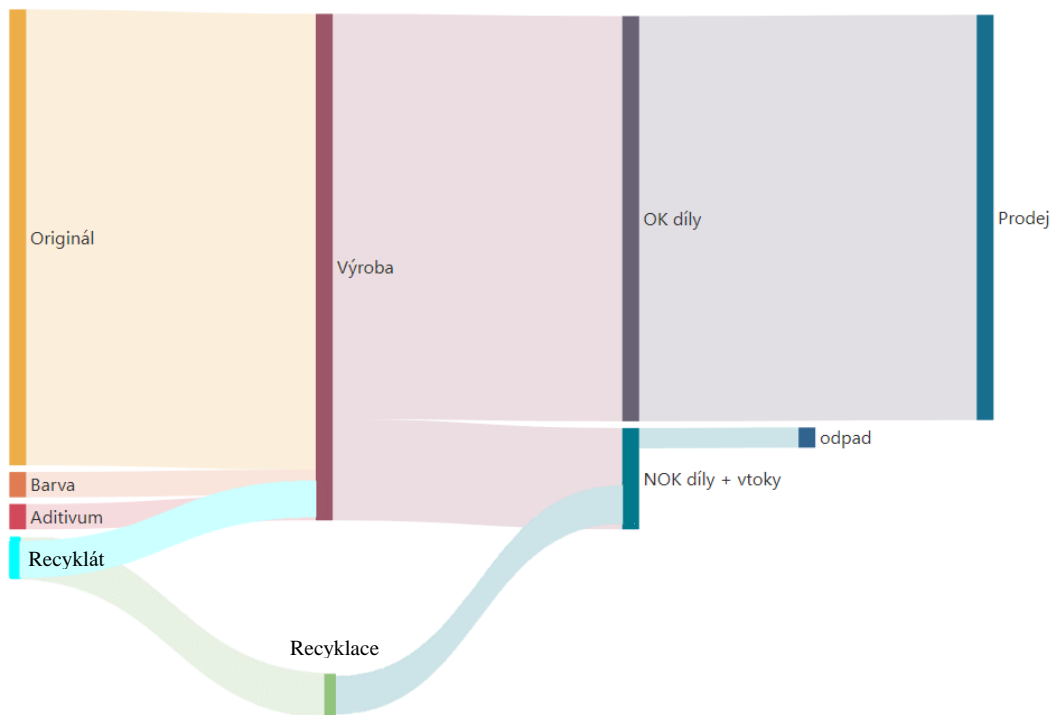
$$t_m = \frac{150 * 3 + 120}{60} = 9,5 \text{ min}$$

V rezidenční nádobě se nachází i magnetický rošt pro případ, kdyby se uvolnil kus nože. Ten zabrání případnému průchodu komorou. Doba pro přípravu nasavače je 15 minut. Příprava probíhá stejně jako u nasavače originální části směsi. Čas nasávání je také stejný a to 30 vteřin. Výrobní dávka je 90 kusů, tak aby byl nasát veškerý materiál v rezidenční nádobě. Vzdálenost také zůstává stejná, a to 40 metrů. Odtud už probíhá automaticky dávkování do topné komory vstřikolisu podle výrobního programu.

Recyklace granulátu nijak neovlivní celkovou dobu výrobního procesu, protože nejužším místem celé výroby je stále fáze rozpouštění granulátu, která trvá 20 vteřin na jeden kus výrobku. Zatímco nejužším místem v recyklační větvi procesu je čekání na nashromáždění granulátu z 90 kusů vtoků, kdy se materiál na jeden nový výrobek připraví do 7 vteřin.

Tato mapa navrhovaného hodnotového stavu slouží pouze pro vizualizaci celého procesu než pro ověření zvýšení efektivity. Nemůžeme totiž přesně určit například změnu VA indexu. Tato metoda umožňuje analyzovat pouze procesy, zobrazené jako sled postupně jdoucích kroků za sebou. Nikoliv takové, u kterých se vyskytuje i souběžná práce v jeden čas. Můžeme však díky zobrazení jednoduše pochopit princip celé jeho funkce i jednotlivých kroků, čím jsou jednotlivé kroky řízeny, jak jsou vzájemně propojeny, zkoumat vztahy mezi nimi a vytvořit kvantitativní analýzu každého tohoto subprocesu, kterou zapíšeme do tabulky dat pod každý z nich.

3.5 Sankey diagram



Graf 3 - Znáznornění toku materiálu navrhované linky Sankeyho diagramem
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Tento diagram nám zobrazuje materiálový tok navrhované výrobní linky. Na první pohled můžeme vidět, že přibyla jedna větev. Ta znázorňuje tok recyklovaného materiálu, který je přiváděn zpět do výroby. S popisem začnu ale od samotné výroby. Ta se totiž od předchozího měnit nebude. Její princip je tedy stále stejný. Tím pádem je zachováno i množství vznikajících vtoků a případných zmetků, tedy 20 % z celkového množství materiálu vstupujícího do výroby. 80 % materiálu pak tvoří OK díly, které se následně prodávají zákazníkovi. Materiálový tok „zaskladnění“ je oproti současnému stavu odstraněn, protože veškerý materiál, který byl označen jako později využitelný se stává zavedením recyklační části linky využitelný. Tento materiál tedy pokračuje přímo společně s již předtím recyklovaným materiálem do mlýnu, kde je zpracován. Nezpracovatelného odpadu zůstává stejné množství, tedy 20 % z materiálového množství NOK dílů a vtoků. Na recyklaci přichází zbylých 80 %.

Tento materiál se zcela zpracuje a vznikne znovupoužitelný recyklát. Vstupující směs do výroby tedy musí mít jiné poměry složek, tak aby byly zachovány stejné vlastnosti jako při výrobě bez použití recyklátu. Ten totiž již obsahuje všechny složky jako aditivum,

barvu a originál. Zároveň je požadováno, aby množství recyklátu ve směsi bylo zastoupeno 10 %. Při návrhu je tedy nutné vypočítat v jakých poměrech mají být jednotlivé složky zastoupeny.

Výpočet již zastoupeného množství složek v recyklátu:

$$množ._O = 0,1 * 0,9 = 0,09 \rightarrow 9 \%$$

$$množ._B = 0,1 * 0,05 = 0,005 \rightarrow 0,5 \%$$

$$množ._A = 0,1 * 0,05 \rightarrow 0,5 \%$$

Výpočet požadovaného zastoupení složek směsi:

$$Originál_{množ.} = 0,9 - 0,09 = 0,81 \rightarrow 81 \%$$

$$Barva_{množ.} = 0,05 - 0,005 = 0,045 \rightarrow 4,5 \%$$

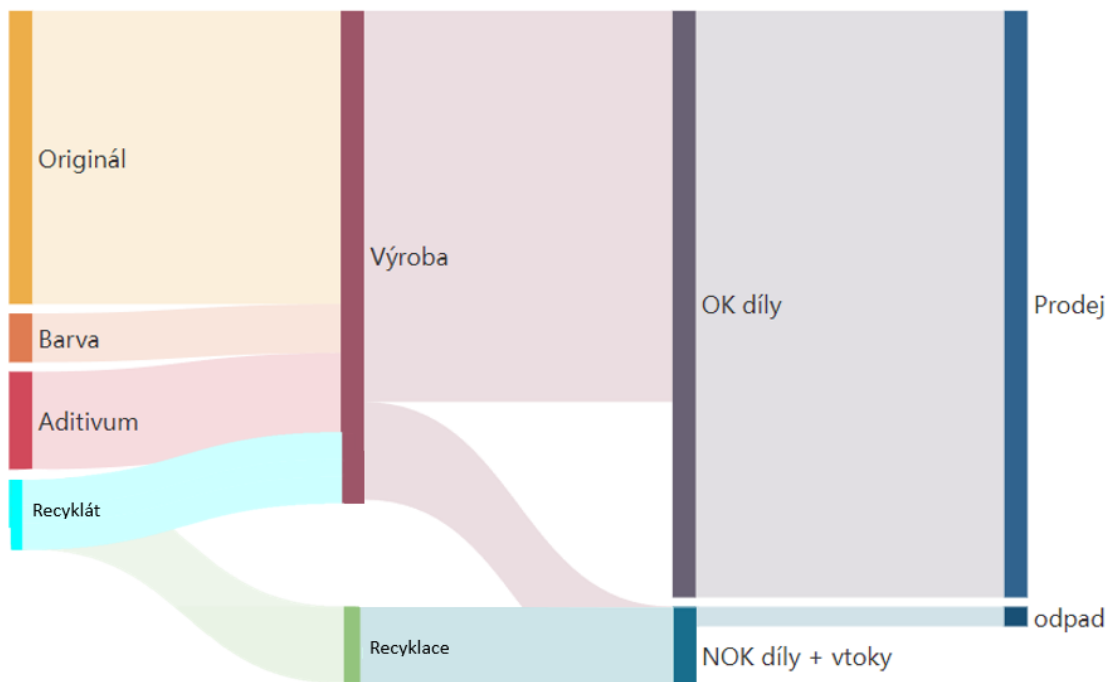
$$Aditivum_{množ.} = 0,05 - 0,005 = 0,045 \rightarrow 4,5 \%$$

Ověření:

$$Směs_{množ.} = 0,1 + 0,81 + 0,045 + 0,045 = 1 \rightarrow 100 \%$$

Složení směsi pro výrobu plastových výlisků, které budou obsahovat i z 10 % recyklát je následující: Recyklát: 10 %, Originál: 81 %, Barva: 4,5 %, Aditivum: 4,5 %.

Tímto způsobem tedy bude plynout materiálový tok navrhovaného stavu. Výhodou je okamžité využití materiálu, který je v současném stavu určen k zaskladnění. A vyšší návratnost z recyklovaného materiálu oproti předchozímu stavu. Toto tvrzení ale opět musíme ověřit pomocí zmapování peněžního toku navrhovaného stavu.



Graf 4 - Znázornění peněžního toku navrhované linky Sankeyho diagramem
(Zdroj: Vlastní zpracování)

Tento graf zobrazuje peněžní tok navrhované výrobní linky. Diagram je navrhnut tak, aby vstupní směs včetně recyklátu měla hmotnost 1 kg. Výpočet požadovaného zastoupení složek směsi u předchozího grafu rozšíříme o jeho finanční náklady. Cena jednotlivých složek směsi tedy bude rovna:

$$N_O = 0,81 * 50 = 40,5 \text{ Kč}$$

$$N_B = 0,045 * 150 = 6,75 \text{ Kč}$$

$$N_A = 0,045 * 300 = 13,5 \text{ Kč}$$

Peněžní hodnota recyklátu:

$$N_R = 0,09 * 50 + 0,005 * 150 + 0,005 * 300 = 6,75 \text{ Kč}$$

Peněžní hodnota směsi:

$$N_S = 40,5 + 6,75 + 13,5 + 6,75 = 67,5 \text{ Kč}$$

Z výroby, kde vzniká přidaná hodnota, je připraveno k prodeji výrobků z 1 kg za 81 Kč, pokud počítáme s 50% marží. Zbylé výstupy v podobě vtoků a zmetků mají materiálovou hodnotu 13,5 Kč. Z těchto neprodejných výstupů pak tvoří z 20 % odpad, který se dále nezpracovává a je vyhazován. Zbylý materiál přijde k recyklaci, kde se přetváří na recyklát. Toto množství vzhledem k celkovému množství materiálu, vstupujícího do

výroby je 16 %. Pokud takto zpracujeme veškerý materiál určený k recyklaci bude mít materiálovou hodnotu 10,8 Kč.

Zjistili jsme tedy, že množství vznikajícího recyklátu je dostatečné na to, abychom byli schopni pokrýt požadovaných 10 % recyklátu ve vstupní směsi. Dále, že ze stejného množství vstupující směsi jsme schopni vyrobit více výrobků nebo jsme schopni snížit náklady této směsi na požadovaný počet výstupů, určených k prodeji. Zbýlých 6 % nevyužitého recyklátu můžeme buďto přeprodávat jiným organizacím jako doposud nebo můžeme zvýšit množství vstupujícího recyklátu do výroby. To ale záleží na požadovaných vlastnostech výrobku, které se mohou množstvím obsaženého recyklátu ve výrobku lišit.

3.6 Přínos návrhů řešení

3.6.1 Snížení nákladů na materiál

Po zavedení změn na výrobní lince dojde především ke snížení nákladů na nákup materiálu. Pokud budeme předpokládat roční objem výroby na jedné lince 1 500 000 kusů, bude předpokládaný objem potřebného materiálu na tyto výrobky 20 000 kg. Pokud bude výrobní dávka 100 kg, první dávka nebude obsahovat žádný recyklát, zbylých 199 dávek bude obsahovat recyklát z 10 %. To, že bude toto množství disponibilní jsme již ověřili pomocí Sankeyho diagramu popisující materiálový tok navrhovaného stavu. Celkově tedy budeme potřebovat na výrobu 1 500 000 kusů výrobků pouze toto množství původní směsi:

$$Množství_{celk.} = 100 + 19\,000 * 0,9 = 18\,010 \text{ kg}$$

Při použití recyklátu v objemu 10 % ve výrobní směsi tedy dojde k 10% úspoře na nákup materiálu. Vyčísleno v penězích:

$$Úspora_p = 1\,990 * 67,5 = 134\,325 \text{ Kč/rok}$$

3.6.2 Snížení nákladů na skladování

Jelikož je v navrhovaném stavu odstraněn tok materiálu, který je určený k zaskladnění, sníží se tak výrobní náklady, které obsahují i tuto složku. Tento materiál je zastoupen z celkové složky 5 %. Doba skladování, než se nashromáždí potřebný materiál pro prodej jsou tři měsíce. Prodej tedy probíhá 4x ročně. Náklady na skladování se rovnají 100 Kč za jeden skladovaný kilogram materiálu na tři měsíce, a to pro všechny druhy, protože při stejné hmotnosti mají všechny používané druhy materiálu stejný objem. Během tří měsíců se naskladní 25 kg materiálu. Průměrně je zde tedy v průběhu celé doby 12,5 kg materiálu. Výpočet nákladů na skladování za celý rok tedy vypadá takto:

$$Náklady_{sklad} = 12,5 * 100 * 4 = 5\ 000\ Kč/rok$$

Dojde též k úspoře v podobě ušetřeného času, kdy přípravař průběžně přenáší materiál od strojů do skladovacích prostor.

3.6.3 Udržitelnost

Recyklační zařízení pomáhají zpracovat odpad a využít ho znovu, místo aby končil na skládkách nebo spálen. Tento postup tedy pomáhá snížit množství vytvářeného odpadu a zároveň šetří přírodní zdroje, jako jsou ropa a zemní plyn, které se běžně používají k výrobě plastů.

V dnešní době, kdy stále více lidí a celá naše společnost dbá na udržitelnost, může být zavedení recyklačních zařízení pro firmu klíčové také při získávání nových zákazníků, kteří si cení udržitelnosti a společenské odpovědnosti. Tím firma zvyšuje svoji konkurenceschopnost na trhu.

Celkově se tedy můžeme bavit o zlepšení image firmy, kdy zavedení recyklace a snaha o udržitelnost může firmu posunout blíže k obrazu společensky odpovědné firmy, což může zlepšit vztahy se zákazníky, zaměstnanci a dalšími zainteresovanými stranami.

3.6.4 Náklady na investice

Náklady na změnu jedné výrobní linky jsou dány součtem všech nových strojů, kterými firma dosud nedisponuje a rozpočtenými náklady technologií, které je potřeba nově zavést pro funkční implementaci recyklačních zařízení, jako například centrální nasávání, drtící mlýny a dávkovací zařízení. Náklady těchto technologií jsou poděleny číslem 12, protože právě tento počet výrobních linek se nachází ve výrobní hale firmy. Rozpočet je tedy vytvořen pro případ zavedení těchto zařízení na všech výrobních linkách. Takto vypočtené náklady jsou rovny 150 000 Kč na jednu výrobní linku.

Důležité je si při výpočtu návratnosti uvědomit, že stroje spotřebovávají elektrickou energii. Tyto variabilní náklady tedy byly stanoveny po prozkoumání jednotlivých příkonů strojů expertním odhadem na 4 000 Kč ročně na jednu výrobní linku.

Pomocí všech doposud vypočtených hodnot tedy můžeme určit následující rovnicí peněžní návratnost investice:

$$ROI = \frac{150\,000}{134\,325 + 5\,000 - 4\,000} = 1,108 \text{ let}$$

Tímto jednoduchým výpočtem jsem tedy stanovil peněžní návratnost investovaných peněz na 1,108 let.

Ve výpočtu není zahrnuta případně vzniklá vyšší poptávka po zboží, která by způsobila i nárůst vyrobených produktů. To by vedlo k dřívějšímu navrácení peněz z investice.

Závěr

Cílem této práce bylo zmapovat současný stav výrobního procesu ve firmě CECHO BOHUMIL CEMPÍREK, s.r.o. a následně navrhnout změnu této výrobní linky. Firma se zabývá výrobou plastových výlisků pomocí vstřikolisů.

Po zanalyzování celého výrobního procesu, včetně jeho materiálového a peněžního toku jsem zjistil, že k největším ztrátám dochází ve výrobě plýtváním formou neefektivního využívání plastového odpadu. Ten se dá totiž určitými technologickými procesy opět navrátit do výroby. Tím můžeme docílit snížení nákladů na materiál oproti současnému stavu.

V návrhové části jsem tedy představil možnost, jakou by tento problém mohl být řešen a představil všechny jeho části. Bylo tedy nutné popsat všechny nově požadované stroje pro zavedení změny výrobní linky a popsat tím vzniklé procesy. To je důležité, aby mohly být efektivně řízeny.

Pro ověření, že je navrhovaný stav výhodné zavést, jsem porovnal současné a navrhované materiálové a peněžní toky. Dále jsem porovnal procesní toky těchto dvou stavů a určil přínosy tohoto návrhu.

Důležitým závěrem je tedy, že navrhovaný stav je rentabilní a při zachování stejného vyráběného množství je peněžní návratnost vypočítána na 1,108 let. Ta ale může být i dřívější díky sociálním faktorům, kdy dnešní společnost dbá na udržitelnost. Proto by navrhovaný stav mohl vést i k získávání nových zákazníků, a to k zvětšení objemu výroby. To by zajistilo dřívější návratnost investic.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. ARMSTRONG, Michael, 2007. Řízení lidských zdrojů: nejnovější trendy a postupy: 10. vydání. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-1407-3.
2. zm, 2022. Cecho [online]. Polničnka: © CECHO - BOHUMIL CEMPÍREK [cit. 2023-01-14]. Dostupné z: <https://www.cecho.cz/cs/o-spolecnosti>
3. Cecho, 2023. *Cecho* [online]. Polničnka: © CECHO - BOHUMIL CEMPÍREK [cit. 2023-01-16]. Dostupné z: <https://eshop.cecho.cz/produkty>
4. FIALA, Petr a Jiří JAN, 2010. Procesní management: Teorie a praxe. Grada Publishing. ISBN 978-80-7404-122-2.
5. FIALA, Petr, 2004. Projektové řízení: modely, metody, analýzy. Praha: Professional Publishing. ISBN 80-864-1924-X.
6. FIALA, Petr, 2008. Řízení projektů. Vyd. 2., přeprac. Praha: Oeconomica. ISBN 978-80-245-1413-0.
7. GRASSEOVÁ, Monika, Radek DUBEC a Roman HORÁK, 2008. Procesní řízení ve veřejném sektoru: teoretická východiska a praktické příklady. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-1987-7.
8. JEŽKOVÁ, Zuzana, 2013. Projektové řízení: jak zvládnout projekty. Kuřim: Akademické centrum studentských aktivit. ISBN 978-80-905297-1-7.
9. JEŽKOVÁ, Zuzana, 2013. Projektové řízení: jak zvládnout projekty. Kuřim: Akademické centrum studentských aktivit. ISBN 978-80-905297-1-7.
10. JUROVÁ, Marie, 2016. Výrobní a logistické procesy v podnikání. Praha: Grada Publishing. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5717-9.
11. MATOUŠEK, Petr a Adam SIKORA, 2011. Value Stream Mapping: zefektivněte výrobu a služby. 1. vydání. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7598-148-9.

12. MÁCHAL, Pavel, Martina KOPEČKOVÁ a Radmila PRESOVÁ, 2015. Světové standardy projektového řízení: pro malé a střední firmy: IPMA, PMI, PRINCE2. Praha: Grada. Manažer. ISBN 978-80-247-5321-8.
13. NENADÁL, Jaroslav, 2008. Moderní management jakosti: principy, postupy, metody. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-186-7.
14. Operation of a venturi valve, 2020. In: Moscorner [online]. Německo [cit. 2023-03-15]. Dostupné z: <https://www.moscorner.com/en/what-are-the-different-types-of-pneumatic-conveying/>
15. RUSSELL, Roberta S. a Bernard W. TAYLOR, c2009. Operations management: creating value along the supply chain. 6th ed. Hoboken: John Wiley. ISBN 978-0-470-09515-7.
16. SVOZILOVÁ, Alena, 2011. Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3938-0.
17. VOCHOZKA, Marek a Petr MULAČ, 2012. Podniková ekonomika. Praha: Grada. Finanční řízení. ISBN 978-80-247-4372-1.
18. VYCHYTIL, Jan a Jan KADLČÁK, 2018 Využití Sankeyho diagramů pro zobrazování a mapování toku materiálu v průmyslu. Praha: Grada. ISBN 978-80-7509-620-9.
19. Venturi loader, 2023. In: Babyplast [online]. Via Rossini: Rambaldi Group [cit. 2023-03-15]. Dostupné z: <https://www.babyplast.com/en/products/babyplast-6-12-standard/>
20. WISNIEWSKI, Mik, 2001. Critical Path Analysis and Linear Programming. New York: Palgrave Publishers. ISBN 978-0333763551.
21. Wanner mlýn řady B08.10 Standard, 2023. In: Docplayer [online]. Wertheim: Wanner [cit. 2023-03-15]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/16681234-Lepsi-rezani-s-wanner-rezaci-mlyny-a-regranulacni-systemy-superior-granulators-rezaci-mlyny-pro-nejmensi-vtoky.html>

22. ŘEPA, Václav, 2007. Podnikové procesy: procesní řízení a modelování. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-2252-8.
23. ŘEPA, Václav, 2012. Procesně řízená organizace. Praha: Grada. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-4128-4.
24. ŠMÍDA, Filip, 2007. Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě. Praha: Grada. Management v informační společnosti. ISBN 978-80-247-1679-4.

Seznam použitých obrázků

Obrázek 1 - Popis uzlu (Zdroj: Vlastní zpracování).....	20
Obrázek 2 - Organizační struktura podniku (Zdroj: Vlastní zpracování).....	30
Obrázek 3 - VSM – Mapa současného stavu (Zdroj: vlastní zpracování)	39
Obrázek 4 - Schéma molekulární sušičky s dvěma patronami (Zdroj: Vlastní zpracování).....	54
Obrázek 5 - Venturi nasavač u vstřikolisu Babyplast (Zdroj: Venturi loader, 2023)	56
Obrázek 6 - Princip funkce Venturi nasavače (Zdroj Operation of a venturi valve, 2020).....	56
Obrázek 7 - Grafické znázornění nasavače se směšovacím ventilem (Zdroj: Vlastní zpracování).....	57
Obrázek 8 - Grafické znázornění nasavače s volumetrickým dávkovačem (Zdroj: Vlastní zpracování).....	58
Obrázek 9 - Grafické znázornění gravimetrického dávkovače (Zdroj: Vlastní zpracování).....	59
Obrázek 10 - Nožový mlýn (Zdroj: Wanner mlýn řady B08.10 Standard, 2023).....	61
Obrázek 11 - VSM – Mapa navrhovaného stavu (Zdroj: vlastní zpracování).....	64

Seznam použitých tabulek

Tabulka 1: Porovnání návratnosti jednotlivých materiálů v průběhu 7 měsíců (Zdroj: Vlastní zpracování).....	47
--	----

Seznam použitých rovnic

Rovnice 1- Jednoduchý výpočet produktivity (Zdroj: Russell, 2009).....	24
---	-----------