

Analýza výrobního procesu ve vybrané společnosti

Štěpán Ťapřuch

Bakalářská práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Štěpán Ťaptuch
Osobní číslo: M22629
Studijní program: B0413P050013 Průmyslové inženýrství
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Analýza výrobního procesu ve vybrané společnosti

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Provedte literární rešerši týkající se výrobních procesů.

II. Praktická část

- Popište a analyzujte současný stav výrobního procesu ve vybrané společnosti.
- Na základě výsledků analýzy formulujte doporučení pro zlepšení současného stavu výrobního procesu ve vybrané společnosti.
- Vyhodnotte navržené doporučení.

Závěr

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

Seznam doporučené literatury:

BRAU, Sebastian J. *Lean manufacturing 4.0: The technological evolution of lean*. Boca Raton: American Lean SD, 2016. ISBN 978-1539322948.
DENNIS, Pascal. *Lean production simplified: A plain-language guide to the world's most powerful production system*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016. ISBN 978-1498708876.
CHROMJAKOVÁ, Felicity; TUČEK, David a BOBÁK, Roman. *Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2017. ISBN 978-80-7454-680-8.
JANUŠKA, Martin. *Úvod do operativního řízení podniku*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2018. ISBN 978-80-261-0800-9.
JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5717-9.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavel Ondra**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

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

L.S.

doc. Ing. Michal Pilík, Ph.D.
děkan

prof. Ing. Felicity Chromjaková, Ph.D.
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 10. února 2025

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

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

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně, dne

.....

podpis autora

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá analýzou výrobního procesu síranu sodného ve společnosti Macco Organiques s.r.o. v Bruntále. Teoretická část vychází z literární rešerše zaměřené na principy výrobních procesů a přehled vybraných analytických metod. V praktické části je popsána samotná společnost a jednotlivé fáze výroby síranu sodného. Pomocí vybraných metod, jako je procesní analýza, vývojový diagram, snímky pracovních dnů a Ishikawův diagram byl zhodnocen aktuální stav výrobního procesu. Cílem práce je navrhnout konkrétní zlepšení výrobního procesu vycházející ze zjištěných nedostatků a vyhodnotit navrhované doporučení.

Klíčová slova: výrobní proces, plýtvání, ergonomie, vývojový diagram, procesní analýza, Ishikawa diagram, snímek pracovního dne, SWOT analýza

ABSTRACT

This bachelor's thesis analyzes the production process of sodium sulfate at Macco Organiques s.r.o. in Bruntál. The theoretical part is based on a literature review focused on the principles of production processes and an overview of selected analytical methods. The practical part describes the company itself and the individual stages of sodium sulfate production. Using selected tools such as process analysis, flowcharts, workday snapshots, and the Ishikawa diagram, the current state of the production process was evaluated. The aim of the thesis is to propose specific improvements to the production process based on identified shortcomings and to assess the proposed recommendations.

Keywords: production process, waste, ergonomics, flowchart, process analysis, Ishikawa diagram, workday snapshot, SWOT analysis

Tímto bych rád vyjádřil své upřímné poděkování vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Pavlu Ondrovi za odborné vedení, cenné rady, čas věnovaný konzultacím a trpělivý přístup v průběhu zpracování této bakalářské práce.

Velké poděkování patří dále společnosti Macco Organiques s.r.o. za umožnění realizace praktické části právě v jejich provozu. Zvláštní poděkování si zaslouží vedoucí výroby Ing. Denis Lampa za ochotu, poskytnuté informace a celkově vstřícné jednání, kterého si velmi vážím.

OBSAH

ÚVOD.....	13
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE.....	14
I TEORETICKÁ ČÁST.....	15
1 ŘÍZENÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ.....	16
1.1 VÝROBA.....	16
1.2 PROCES	16
Hlavní/klíčové procesy	17
Řídící procesy	18
Podpůrné procesy	18
1.3 VÝROBNÍ PROCES	18
1.3.1 Fáze výrobního procesu	18
1.3.2 Členění podle množství.....	18
1.3.3 Rozdělení podle plynulosti.....	19
1.4 ŠTÍHLÁ VÝROBA	19
1.4.1 Metody ve štihlé výrobě.....	21
1.4.2 Průmyslové inženýrství	22
1.5 PLÝTVÁNÍ.....	23
1.5.1 Druhy plýtvání	23
2 VYBRANÉ ANALYTICKÉ METODY	25
2.1 SWOT ANALÝZA	25
2.2 VÝVOJOVÝ DIAGRAM	25
2.3 PROCESNÍ ANALÝZA	27
2.4 ANALÝZA MĚŘENÍ PRÁCE	28
2.4.1 Snímek pracovního dne.....	28
2.5 5S.....	28
3 ERGONOMIE	31
3.1 OBLASTI ERGONOMIE	31
3.1.1 Fyzická ergonomie	31
3.1.2 Kognitivní ergonomie	32
3.1.3 Organizační ergonomie	32
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	33
4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	34
4.1 CERTIFIKÁTY SPOLEČNOSTI.....	36
4.2 VÝROBNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI	37
4.3 VÝROBNÍ PORTFOLIO.....	37
4.3.1 Anorganické soli	37

4.3.2	Organické soli.....	38
4.4	SWOT ANALÝZA.....	39
4.4.1	Silné stránky	39
4.4.2	Slabé stránky	40
4.4.3	Příležitosti.....	40
4.4.4	Hrozby	41
4.4.5	Vyhodnocení SWOT analýzy.....	41
5	ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU	42
5.1	FÁZE VÝROBNÍHO PROCESU	42
5.1.1	Rozpouštění	42
5.1.2	Rafinace.....	43
5.1.3	Filtrace.....	43
5.1.4	Homogenizace	44
5.1.5	Odpařování	44
5.1.6	Krystalizace	45
5.1.7	Sušení	46
5.1.8	Pytlování.....	47
5.2	VÝVOJOVÝ DIAGRAM VÝROBNÍHO PROCESU	47
5.3	PROCESNÍ ANALÝZA	48
5.4	ZAMĚSTNANCI VÝROBNÍHO PROCESU	51
5.4.1	Zaměstnanec mokré části výroby	51
5.4.2	Snímky pracovních dnů zaměstnanců mokré částí výroby	51
5.4.3	Zaměstnanec koncové části výroby.....	53
5.4.4	Snímky pracovních dnů zaměstnanců koncové části výroby	54
5.5	ISKIHAWA DIAGRAM.....	55
5.5.1	Čekání na příjezd vstupních surovin	56
5.5.2	Zdlouhavá operace přenosu vstupních surovin	57
6	HLAVNÍ ZJIŠTĚNÉ NEDOSTATKY	60
6.1	POMALÝ MOSTOVÝ JEŘÁB	60
6.2	ČEKÁNÍ NA DODÁNÍ VSTUPNÍ SUROVINY	60
6.3	ERGONOMIE NA PRACOVÍŠTI ČISTÉHO PROSTŘEDÍ.....	60
6.4	ABSENCE OZNAČENÍ MANIPULAČNÍHO PROSTORU	61
7	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ	62
7.1	MODERNIZACE MOSTOVÉHO JEŘÁBU	62
7.2	OZNAČENÍ MANIPULAČNÍHO PROSTORU POMOCÍ METODY 5S.....	62
7.3	ZLEPŠENÍ ERGONOMIE V PROSTORU ČISTÉHO PROSTŘEDÍ	63
7.4	STANDARDIZACE DOVÁŽKY VSTUPNÍ SUROVINY	64
7.5	NÁKLADY NAVRHOVANÝCH ZMĚN	64
7.5.1	Modernizace mostového jeřábu.....	66
7.5.2	Označení manipulačního prostoru.....	66

7.5.3	Pořízení válečkového dopravníku v čistém prostředí	66
7.5.4	Standardizace vstupní suroviny	67
ZÁVĚR		68
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		69
SEZNAM OBRÁZKŮ		73
SEZNAM TABULEK.....		74
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		75
SEZNAM PŘÍLOH.....		76

ÚVOD

V současné ekonomice, charakterizované neustálými inovacemi a rostoucími nároky na efektivitu, představuje analýza výrobního procesu klíčový nástroj pro udržení konkurenceschopnosti a dosažení optimálního fungování podniku. Systematické zkoumání výrobních procesů umožňuje eliminovat plýtvání a standardizovat pracovní postupy s cílem zvýšit produktivitu, snížit náklady a zlepšit celkovou kvalitu výstupů. Průmysloví inženýři se zabývají komplexní optimalizací procesů, která zahrnuje nejen technické aspekty, ale i využití zdrojů a řízení lidského potenciálu.

Teoretická část bakalářské práce je založena na literární rešerši, která se zaměřuje na klíčové koncepty nezbytné pro pochopení a analýzu výrobních procesů. V úvodu se práce věnuje definici výroby a výrobního procesu, jeho fázím a členění podle množství a plynulosti. Následně se pozornost přesouvá na filozofii štihlé výroby, včetně jejích principů a metod, jako jsou Just in Time, Kanban systém a minimalizace času přetypování. Důležitou součástí teoretického základu je rovněž koncept plýtvání, jeho druhy a dopady na efektivitu výroby. Dále jsou popsány vybrané analytické metody, které byly využity v praktické části práce. Mezi tyto metody patří SWOT analýza, vývojový diagram, procesní analýza, snímek pracovního dne a Ishikawův diagram. V závěru teoretické části je představena definice ergonomie a její základní oblasti.

V praktické části práce je zpracována analýza výrobního procesu síranu sodného ve společnosti Macco Organiques s.r.o. Na základě získaných dat a pozorování je provedena procesní analýza, která popisuje jednotlivé fáze výroby síranu sodného, od rozpouštění a rafinace až po sušení a pytlování hotového produktu. Součástí této části jsou snímky pracovního dne zaměstnanců mokré a koncové části výroby, které umožnily identifikovat neproduktivní časy a plýtvání. Identifikované problémy jsou následně analyzovány pomocí Ishikawova diagramu. Podle těchto zjištění jsou v závěru práce formulovány konkrétní návrhy na zlepšení výrobního procesu.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Hlavním cílem této bakalářské práce je na základě výsledků z analýzy navrhnout konkrétní doporučení pro zlepšení výrobního procesu síranu sodného ve společnosti Macco Organiques s.r.o. a vyhodnotit navržená doporučení.

Bakalářská práce se dělí na teoretickou a praktickou část. Cílem teoretické části práce je provést literární rešerši, která se zaměřuje na teoretická východiska související s výrobou, výrobním procesem a vybranými analytickými metodami.

Praktická část je rozdělena na analytickou a návrhovou část. Pro komplexní posouzení interního a externího prostředí společnosti byla vypracována SWOT analýza, která identifikovala silné a slabé stránky, stejně jako příležitosti a hrozby. Pro vstupní analýzu výrobního procesu síranu sodného ve společnosti Macco Organiques s.r.o. byla nejdříve použita procesní analýza a vývojový diagram. Údaje pro zpracování procesní analýzy, včetně časů jednotlivých operací a vzdáleností transportů, byly získány přímým měřením během pracovních směn a z interního informačního systému společnosti. Na základě výsledků procesní analýzy a pozorování jsou dále analyzovány specifické problémy za pomoci Ishikawova diagramu. Analýza je doplněna o snímky pracovního dne zaměstnanců mokré a koncové části výroby, které poskytly přehled o využití pracovního času a pomohly identifikovat aktivity přidávající hodnotu, činnosti nepřidávající hodnotu a plýtvání.

V závěrečné části bakalářské práce jsou identifikovány nedostatky, představeny návrhy na zlepšení výrobního procesu a vyhodnoceny jejich náklady a přínosy.

I TEORETICKÁ ČÁST

1 ŘÍZENÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ

Kapitola se zabývá řízením výrobního procesu jako klíčovým prvkem efektivního fungování podniku. V úvodní části jsou vymezeny základní pojmy související s výrobou, samotným procesem a jeho základním členěním. Následně se autor zaměřuje na výrobní proces a jednotlivé fáze a rozdělení výrobního procesu. Závěr kapitoly se zabývá konceptem štíhlé výroby a popisem jednotlivých typů plýtvání, které negativně ovlivňují efektivitu výroby.

1.1 Výroba

Januška (2018 s. 58) definuje výrobu jako cílevědomou činnost, při které se za využití dostupných zdrojů transformují vstupy na výstupy. Výrobní proces a výroba hraje klíčovou roli v ekonomice pro tvorbu zisku, vytváření pracovních míst a zlepšování kvality života.

Výroba představuje klíčový prostředek pro naplnění potřeb zákazníků prostřednictvím věcných statků a služeb. Je zásadní součástí hodnototvorného řetězce podniku. Výroba je tedy cílevědomé spojení faktorů s cílem vytvořit věcné statky či služby (Tomek a Vávrová, 2014, s. 26).

Zdroje, které se ve výrobním procesu využívají, se označují jako výrobní faktory. Nejčastěji jsou rozdělovány do čtyř základních skupin (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 2 - s. 3):

- **Práce** – zahrnuje veškerý lidský potenciál využitelný ve výrobě, přičemž největší dopad na její efektivitu má odborná úroveň manažerského personálu.
- **Kapitál** – vzniká v průběhu výroby, nebo při vstupu do budoucí výroby a podílí se na tvorbě výrobku. Kapitál může mít finanční podobu, jako jsou peněžní prostředky nebo podobu reálnou, do které spadají ku příkladu budovy, stroje nebo technologie.
- **Půda** – zahrnuje přírodní bohatství, jako je voda, půda nebo nerostné suroviny.
- **Informace** – Jedná se o důležité poznatky, návody, pracovní postupy, know-how, technické specifikace, bez nichž by výroba nebyla možná.

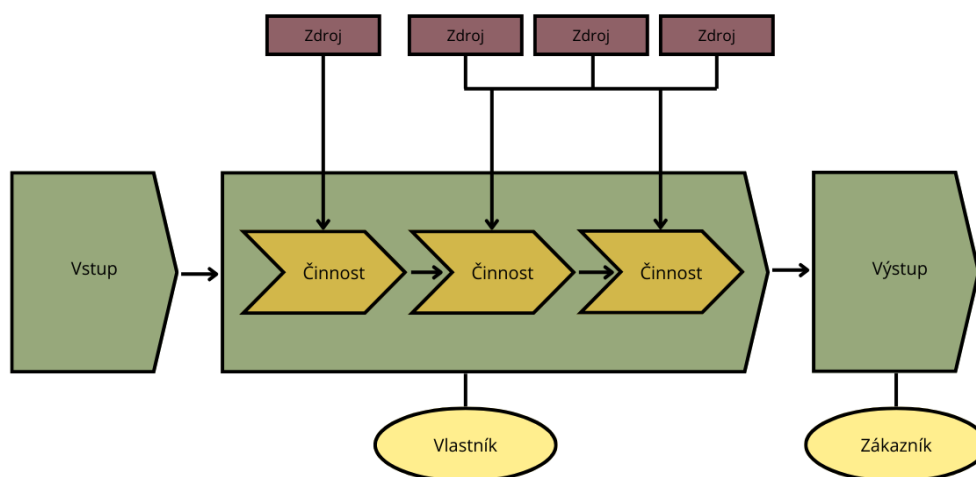
1.2 Proces

Každý proces musí mít jednoznačně vymezené hranice, které určují jeho začátek a konec, včetně specifikovaných vstupů a výstupů. Skládá se z menších částí a jednotlivé aktivity v něm jsou uspořádány podle času a prostoru. Výstup procesu musí být určen konkrétnímu

zákazníku. Transformace, která v rámci procesu probíhá, musí zákazníkovi přinést přidanou hodnotu (Flídr, 2023, s. 33 - s. 34).

Podle Janušky (2018 s. 7) proces určuje, jaké činnosti budou vykonávány, kdo je bude provádět, jakým způsobem budou realizovány, kdo bude řídit jejich průběh, jaké zdroje budou nutné pro proces, kdy a proč proces začne a pro koho je konečný výstup určen.

Hlavním cílem popisu procesů je dosažení jejich standardizace. Standardizace je klíčovým předpokladem pro jakoukoliv následnou optimalizaci, jelikož zajišťuje, že procesy jsou vykonávány konzistentně. Bez této konzistence se procesy stávají neopakovatelnými, což znemožňuje jejich objektivní měření. Nemožnost měření pak v konečném důsledku brání efektivnímu řízení a zlepšování těchto procesů (Januška, 2018, s. 12).



Obrázek 1 Model procesu (Vlastní zpracování dle Janušky, 2018)

Procesy lze podle jejich důležitosti a účelu rozdělit do tří hlavních skupin, přičemž každá skupina plní v podniku odlišnou funkci. Pro efektivní fungování organizace je nutné, aby všechny tyto skupiny a jednotlivé procesy pracovaly co nejefektivněji a se vzájemným synergickým efektem (Jurová, 2016, s. 68).

Hlavní/klíčové procesy představují samotný důvod existence organizace. Tvoří hodnotu v podobě výstupu určeného externímu zákazníkovi, přičemž tento výstup zároveň vymezuje oblast působení organizace (Jurová, 2016, s. 68).

Řídící procesy představují manažerské procesy, které zajišťují řízení a stabilitu organizace. Nepřinášejí přímo zisk, ale vytvářejí podmínky pro správné fungování ostatních procesů. Typickými příklady jsou plánování a tvorba strategie (Jurová, 2016, s. 68).

Podpůrné procesy slouží k zajištění chodu hlavních procesů, například dodáváním vstupů nebo zdrojů. Jejich výstup je určen pro interní účely organizace, má interního zákazníka. Tyto procesy mohou být v případě potřeby i outsourcovány a podporují hlavní procesy dodávkou produktů či služeb (Jurová, 2016, s. 68).

1.3 Výrobní proces

Podle Keřkovského a Valsy (2012, s. 16) „*Výrobní proces vedoucí ke zhotovení výrobku bývá vyjádřen ve formě tzv. technologického postupu, který je tvořen popisem posloupnosti operací vedoucích ke zhotovení výrobků.*“ Výrobní proces, často vnímán jako synonymum pro samotnou výrobu, představuje systematicky organizovanou aktivitu, která je utvářena a řízena prostřednictvím uspořádaných vztahů v podniku (Januška, 2018, s. 59). Stabilní výrobní proces představuje základní pilíř pro fungování každé průmyslové společnosti. Je integrován do komplexní, systémově uspořádané a vzájemně flexibilně propojené struktury výrobních postupů (Chromjaková, 2017, s. 3).

1.3.1 Fáze výrobního procesu

Výrobní proces se zpravidla člení do tří hlavních fází (Tomek a Vávrová, 2014, s. 28):

- **Předzhotovující fáze** – představuje úvodní operace zhotovení produktu.
- **Zhotovující fáze** – v praxi nazývána předmontáž. Zahrnuje klíčové výrobní operace.
- **Dohotovující fáze** – označována jako montáž a zaměřená na kompletaci a finální úpravy.

1.3.2 Členění podle množství

Výrobní proces je možné rozdělit i podle vyráběného množství. Mezi tři základní typy podle vyráběného množství patří kusová, sériová a hromadná výroba.

- **Kusová, malosériová výroba** – realizuje se v malých množstvích. Vyrábí se zde větší množství různých variant výrobků, které se mohou buď opakovat, nebo být zcela jedinečné. Tento typ výroby je často zakázkový, kdy se produkty vyrábějí na přání konkrétních zákazníků, například při výrobě nábytku na míru. Jednotková

cena je zde nejvyšší, na druhou stranu velkou výhodou je vysoká flexibilita (Januška, 2018, s. 60).

- **Sériová výroba** – vyrábí se v dávkách, kdy po dokončení série jednoho výrobku následuje výroba dalšího. Série se mohou pravidelně opakovat (rytmická sériová výroba) nebo neopakovat (nerytmická sériová výroba). Výrobní proces je zde stabilnější než u kusové výroby. Typickým příkladem je výroba obuvi nebo oděvů. Cena výrobků je nižší než u kusové výroby, ale flexibilita je omezená (Januška, 2018, s. 60).
- **Hromadná výroba** – hromadná výroba je zaměřena na velkoobjemovou produkci jednoho typu výrobku, pro kterou jsou trvale vyhrazeny výrobní linky. Výrobní zařízení bývá zpravidla náročné na počáteční investice, a protože je navrženo pro konkrétní produkt, flexibilita přechodu na jiný typ výroby je velmi omezená a nákladná (Sassani, 2017, s. 30).

1.3.3 Rozdělení podle plynulosti

Keřkovský a Valsa (2012, s. 11) uvádí, že výrobní procesy lze dále dělit podle míry plynulosti technologického postupu.

- **Plynulé procesy** – probíhají nepřetržitě, přerušeny jsou v případě nezbytných oprav výrobních strojů. Typickými příklady jsou výroba oceli, některých potravin nebo chemické reakce, kde je nepřetržitost dána nejčastěji technologickými požadavky.
- **Přerušované procesy** – lze jednotlivé fáze výrobního procesu zastavit a znovu obnovit je později. Výroba obvykle probíhá ve specifickém časovém intervalu. Strojírenství je typickým příkladem přerušované výroby.

1.4 Štíhlá výroba

Patermann (2022, s. 11) uvádí, že „*Lean je způsob myšlení o vytváření hodnoty za současného snižování zdrojů a omezování plýtvání.*“ Štíhlá výroba je tedy chápána především jako komplexní filozofie a vědomý přístup k řízení, nikoliv pouze soubor technik. Jejím základem je tzv. lean myšlení zaměřené na identifikaci a řešení skutečných problémů zákazníků a neustálé zlepšování procesů s cílem zvyšovat produktivitu, efektivitu a kvalitu.

Štíhlá výroba, která je úzce spojena s Výrobním systémem Toyoty (TPS), je založena na základním principu dosahovat více s menším množstvím zdrojů. Tento přístup si klade

za cíl maximalizovat efektivitu procesů minimalizací spotřeby klíčových vstupů, jako je čas, prostor, lidské úsilí, strojní vybavení a materiál. Klíčové přitom je, že se tohoto zefektivnění dosahuje při plném zachování nebo dokonce zvyšování hodnoty a uspokojení požadavků zákazníka (Dennis, 2016. s. 19).

Implementace a uplatňování štíhlé výroby v praxi se opírá o principy, které vycházejí z lean myšlení. Mezi pět vybraných principů můžeme zahrnout určení hodnoty, identifikaci toku hodnot, vytvoření toku, zavedení tahového systému a usilování o perfekcionismus (Chromjaková, 2017, s. 35).

- **Určení hodnoty** – hodnota v kontextu Lean je definována z pohledu koncového zákazníka. Představuje vlastnosti produktu či služby, za které je zákazník ochoten zaplatit, protože pokrývají jeho specifickou potřebu a jsou mu dodány v požadovaném čase a za akceptovatelnou cenu (Svozilová, 2011, s. 32).
- **Identifikace toku hodnot** – tento princip navazuje na určení hodnoty a zaměřuje se na zmapování všech kroků a činností v rámci procesu, kterými produkt nebo služba prochází. Klíčovým nástrojem pro tuto vizualizaci a analýzu je Mapa toku hodnot. Po zmapování toku hodnot je cílem identifikovat a eliminovat činnosti, které nepřidávají hodnotu, a propojit činnosti přidávající hodnotu tak, aby vytvořily plynulý a nepřerušovaný tok (Jackson, 2015, s. 207).
- **Vytvoření toku** – podstatou je zajistit, aby produkt nebo služba plynule a bez zbytečných přerušení procházely celým hodnotovým tokem. Zavedení plynulého toku optimalizuje průchod procesem a umožňuje každému účastníku efektivně přispívat k vytváření hodnoty pro zákazníka (Svozilová, 2011, s. 32).
- **Zavedení tahového systému** – princip staví na řízení procesů na základě skutečné poptávky, ať už vychází od interního nebo externího zákazníka. Tahový systém slouží jako účinná obrana proti plýtvání, zejména pak v nadvýrobě a zbytečnému přepracování, neboť se vyrábí pouze to, co je aktuálně potřeba (Walden et al., 2015, s. 207).
- **Usilování o perfekcionismus** – tento princip se zaměřuje na trvalé zlepšování ve všech procesech. Zahrnuje učení se z chyb a předchozích zkušeností, podporu dokonalé spolupráce napříč lidmi a procesy a neustálou eliminaci plýtvání prostřednictvím standardizace a kontinuálního zlepšování. Je nezbytné zviditelňovat

nedokonalosti a problémy a systematicky je řešit pomocí nástrojů pro analýzu kořenových příčin s cílem jejich trvalého odstranění (Walden et al., 2015, s. 207).

Lean principy vedou pracovníky, aby reagovali správně a vždy stejným způsobem, ale také je navigují k práci v souladu s Lean metodologií, čímž zvyšují produktivitu závodu. Mezi klíčové přínosy zavedení štíhlé výroby můžeme zahrnout eliminaci neefektivity způsobené papírovými systémy (Brau, 2016, s. 44 - s. 46). Zvyšování produktivity a efektivity pomocí metod, jako je SMED. Zavedení řízení zásob JIT a FIFO, aby se snížily ztráty materiálu a zabránilo se rozbití zásob (Brau, 2016, s. 52 – s. 53).

1.4.1 Metody ve štíhlé výrobě

Hlavním cílem metod štíhlé výroby je umožnit systematickou analýzu a standardizaci současného stavu procesů. Většina metod vychází z metodického aparátu průmyslového inženýrství. Znalost a praktické osvojení si základních metod je klíčové pro efektivní implementaci Lean myšlení v operativním řízení podniku (Patermann, 2022, s. 17).

Mezi vybrané metody lean výroby můžeme zahrnout Just in Time, kanban, minimalizaci času přetypování nebo poke – yoke.

Just in Time je výrobní systém, jehož cílem je dodávat správný produkt ve správný čas a ve správném množství, čímž se minimalizuje plýtvání a zvyšuje efektivita výroby. Tento přístup byl vyvinut společností Toyota v 50. letech 20. století jako reakce na podmínky japonského trhu, které zahrnovaly například nízkou objemovou výrobu, silnou konkurenci, nebo vysoké náklady na kapitál (Dennis, 2016, s. 89).

Kanban systém představuje vizuální nástroj, často ve formě karty, který slouží jako signál k zahájení výroby nebo k přesunu materiálu. Jedná se o klíčový prvek pro implementaci principu Just in Time a tahového systému, umožňující efektivní řízení toku na základě aktuální poptávky (Dennis, 2016, s. 96).

Minimalizace času přetypování výrobního zařízení je necyklická činnost, která z pohledu efektivity procesu představuje prostoj, jenž je třeba redukovat. Zkrácení tohoto času je zásadní pro dosažení flexibility nezbytné k vyrábění pouze dle aktuální poptávky zákazníka a k minimalizaci zásob rozpracované výroby v souladu s principy štíhlé výroby (Patermann, 2022, s. 137).

Poke – yoke často označována jako „prevence chyb“. Jejím hlavním cílem je zabudovat do systému či procesu takové kontrolní mechanismy, ochranné prvky nebo designová řešení, která efektivně zamezí vzniku chyby hned v počátku (Jackson, 2015, s. 208).

Ačkoliv Lean využívá sadu specifických analytických nástrojů a metod, jeho skutečný přínos závisí na tom, zda je plně integrován do způsobu uvažování zaměstnanců a stal se součástí podnikové kultury (Svozilová, 2011, s. 32).

1.4.2 Průmyslové inženýrství

Průmyslové inženýrství představuje jedno z nejrozmanitějších odvětví techniky, a to především kvůli širokému významu samotného pojmu „průmysl“. Tento pojem v sobě zahrnuje veškerou činnost spojenou s produkcí ekonomických statků v rámci hospodářství, ale také široké spektrum oblastí a procesů napříč ekonomikou (Kosky et al., 2021, s. 229).

Průmysloví inženýři se podílejí na návrhu a vývoji zařízení, procesů a systémů, ale zároveň disponují znalostmi a dovednostmi, jak tyto prostředky efektivně využívat a řídit. Hlavním cílem průmyslového inženýra je zvyšování efektivity a hospodárnosti organizace. Usiluje o optimalizaci procesů tak, aby se jednalo o štlíhou výrobu, nákladově výhodnou a výkonnou, přičemž se zaměřuje zejména na oblasti jako je produktivita a ziskovost (Sassani, 2017, s. 2).

Cílem průmyslových inženýrů je identifikace, eliminace, zlepšování nebo implementace řešení v rámci podnikových procesů. Zabývají se širokým spektrem problémů a oblastí, jako je redukce plýtvání a neefektivit, zvyšování provozní efektivity, lepší využití zdrojů a zařízení, zohledňování bezpečnosti a ergonomických aspektů, optimalizace uspořádání pracovišť, řešení otázek kvality a logistiky či řízení lidských zdrojů. Pro efektivní řešení těchto komplexních scénářů aplikují průmysloví inženýři množství dostupných technik a principů (Sassani, 2017, s. 2 – s. 3).

Podle Chromjakové (2017, s. 3) role procesních a průmyslových inženýrů se v nadcházejících letech výrazně promění. Jejich hlavním úkolem se stává transformace způsobu myšlení na výrobní procesy a systémy, spojené s digitalizací tradičních přístupů k jejich projektování a řízení směrem k plně automatizovaným a inteligentním výrobním provozům. Současně je kladen důraz na rozvoj nových kompetencí u výrobních pracovníků, aby byli schopni efektivně působit ve fyzické, informační a kybernetické rovině moderní výroby.

1.5 Plýtvání

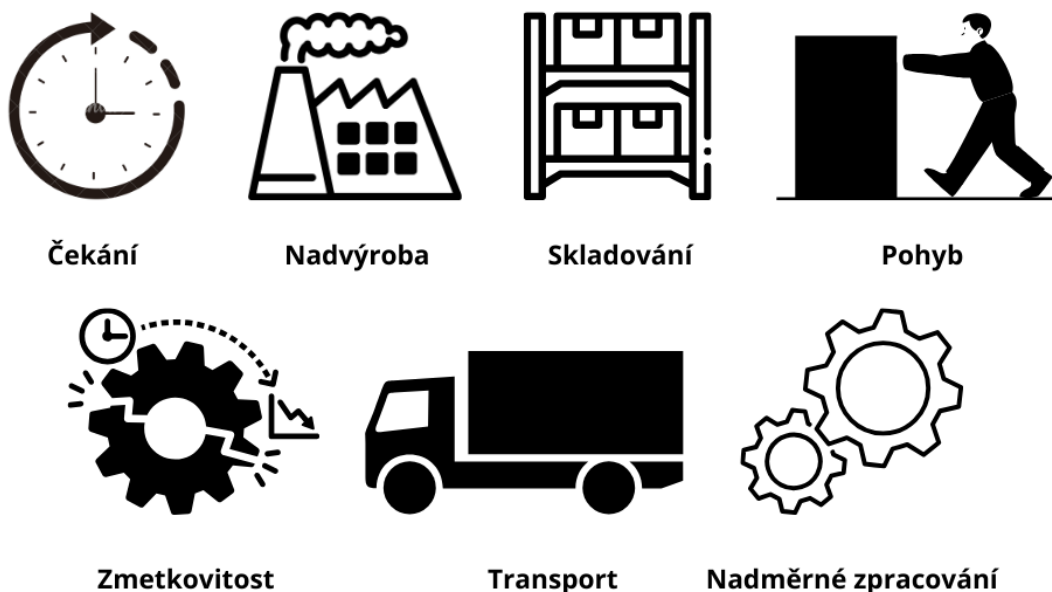
V japonštině Muda je podle Patermanna (2022, s.22) „*jakákoliv aktivita, která nepřináší zákazníkovi hodnotu.*“ Plýtvání má dlouhou historii sahající například k Henrymu Fordovi z počátku 20. století. Eliminace plýtvání je považována za hlavní cíl většiny metod optimalizace procesů a zároveň tvoří jádro disciplíny průmyslového inženýrství. Přestože je plýtvání součástí všech procesů a systémů a nelze jej zcela odstranit, neustálé úsilí o jeho maximální redukci je pro zvyšování efektivity nezbytné (Januška, 2018, s. 124).

1.5.1 Druhy plýtvání

- **Čekání** – typ plýtvání, kdy jsou pracovníci, stroje nebo procesy nečinní z důvodu čekání na materiál, informace, schválení nebo jiné osoby potřebné k pokračování v činnosti. Tento čistý prostoj nepřidává hodnotu a přímo prodlužuje průběžnou dobu procesu a zvyšuje náklady (Svozilová, 2011, s. 34).
- **Nadvýroba** – Dennis (2016, s. 33) označuje často nadvýrobu za nejškodlivější plýtvání, které vzniká, když se vyrábí více, než je skutečně potřeba. Toto plýtvání vede k významným dodatečným nákladům, například na zásoby a skladování. Zároveň maskuje hlubší problémy, což činí její důslednou eliminaci zásadní pro štihlé fungování.
- **Skladování** – zahrnují nadbytečné zásoby materiálu, polotovarů či hotových výrobků. Jejich udržování generuje vysoké náklady a pro zákazníka nepřidává žádnou hodnotu. Ačkoliv je určitá úroveň zásob v procesu často nezbytná, cílem štihlé výroby je jejich maximální snížení, jelikož redukce zásob přímo vede k výraznému snížení nákladů (Ramu, 2022, s. 24).
- **Pohyb** – týká se zbytečného pohybu pracovníků, přičemž u pohybu má zásadní vliv ergonomie pracoviště. Neefektivní pohyb a špatná ergonomie mají přímý negativní dopad na produktivitu, kvalitu a bezpečnost práce, projevující se například ztrátou času, zvýšenou chybovostí při namáhavých pohybech nebo rizikem úrazu (Dennis, 2016, s. 30).
- **Zmetkovitost** – plýtvání ve formě vynakládání zdrojů na opravu nebo zpracování zmetků, což představuje činnost nepřidávající žádnou hodnotu pro zákazníka. Filozofie Lean klade zásadní důraz na identifikaci kořenových příčin vzniku vad

a jejich systematické odstraňování s cílem kontinuálního snižování úrovně zmetkovitosti (Ramu, 2022, s. 26).

- **Transport** – souvisí se zbytečným nebo neefektivním přemísťováním materiálu, polotovarů či hotových výrobků mezi pracovišti nebo procesy. Často pramení ze špatného uspořádání pracovišť nebo z charakteru dávkové výroby, kdy se musí přesouvat velké množství. K redukci tohoto plýtvání pomáhá optimalizace layoutu a zmenšení výrobních dávek. Plýtvání přepravou zahrnuje jak přesuny na delší vzdálenosti, tak pohyb materiálu na kratší vzdálenosti v rámci pracovních zón, ať už pomocí dopravníků, nebo manuálně (Dennis, 2016, s. 32).
- **Nadměrné zpracování** – k tomuto druhu plýtvání dochází, když se věnuje více úsilí nebo zdrojů, než je skutečně nezbytné k dodání přidané hodnoty zákazníkovi. Typicky se projevuje prováděním činností nebo přidáváním vlastností produktu nad rámec toho, co zákazník požaduje nebo za co je ochoten zaplatit, což vede k nevhodnému využívání zdrojů (Dennis, 2016, s. 32).
- **Nevyužití lidského potenciálu** – tento typ plýtvání vzniká, když nejsou plně zapojeny dovednosti, znalosti a kreativita zaměstnanců, nebo jsou pracovníci nesprávně zařazeni na pozice neodpovídající jejich schopnostem (Januška, 2018, s. 126).



Obrázek 2 Druhy plýtvání (Vlastní zpracování)

2 VYBRANÉ ANALYTICKÉ METODY

V této kapitole budou představeny vybrané analytické metody, které byly použity v praktické části bakalářské práce. Kapitola se konkrétně zaměří na SWOT analýzu, vývojový diagram, procesní analýzu, analýzu měření práce a metodu 5S.

2.1 SWOT analýza

SWOT analýza je jedním z nejrozšířenějších nástrojů, sloužící k analýze podnikatelského prostředí. Je pojmenována podle počátečních písmen anglických výrazů Strengths (silné stránky), Weaknesses (slabé stránky), Opportunities (příležitosti) a Threats (hrozby). Silné a slabé stránky se vztahují k internímu prostředí podniku, příležitosti a hrozby odrážejí faktory z externího prostředí. Metoda SWOT je považována za univerzálně použitelnou a nachází své uplatnění v různých oblastech podnikové praxe, například při tvorbě marketingových strategií (Fotr et al., 2012, str. 56).

Podle Šafrové (2019, str. 86) kvalitně zpracovaná SWOT matice by měla obsahovat pouze zásadní a relevantní faktory, nikoli nepodstatné detaily či nadbytečné informace. Měla by vycházet z ověřených a konkrétních údajů, a ne ze spekulací nebo nepodložených faktů. Je důležité, aby byly jasně odlišeny jednotlivé složky analýzy a aby bylo zřejmé, proč byl daný faktor zařazen tam, kam byl. Pro usnadnění další práce s maticí je vhodné seřadit faktory podle důležitosti, ideálně i s číselným označením.

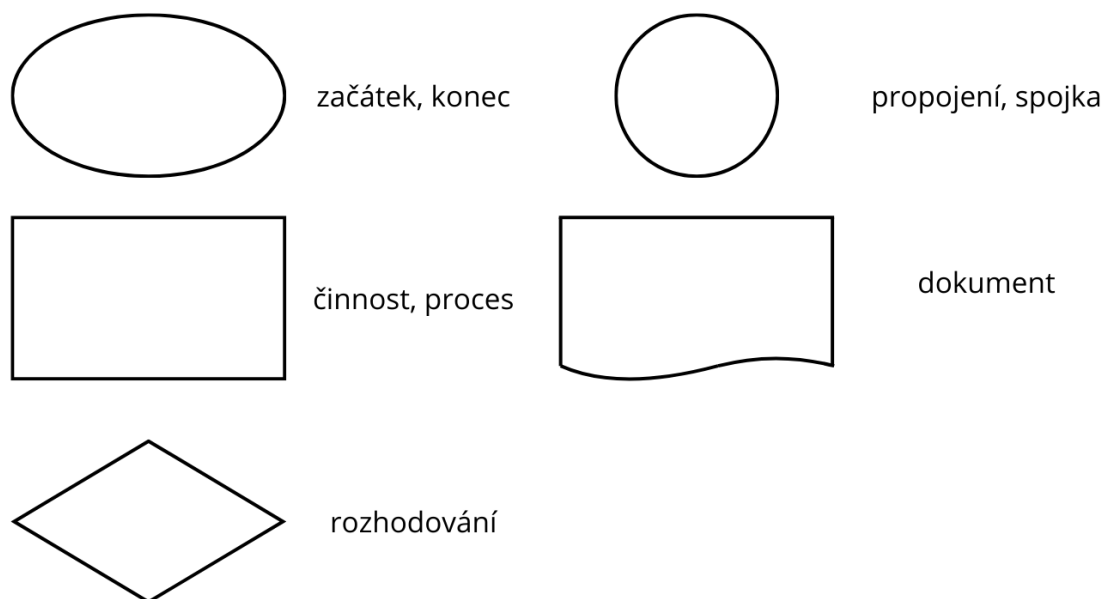
SWOT analýza je vhodným nástrojem pro shrnutí různých dílčích analýz a jejich propojení s výsledky analýzy vnějšího i vnitřního prostředí podniku. Na druhou stranu je často statická a subjektivní, což snižuje její přínos při tvorbě konkrétních marketingových strategií (Jakubíková, Janeček, 2023, s. 138).

2.2 Vývojový diagram

Vývojový diagram slouží k vizuálnímu znázornění vzájemných vztahů mezi jednotlivými prvky určitého procesu. Průmysloví inženýři ho využívají především jako nástroj pro prezentaci procesů zákazníkům, při zlepšování kvality výrobků či procesních kroků, a také k objasnění souvislostí mezi jednotlivými částmi procesu pro interní pracovníky. Dále se uplatňuje při identifikaci problémových oblastí v rámci navazujících částí procesu nebo

organizačních struktur a u porovnávání skutečného průběhu procesu s požadovaným stavem kvality, a to jak z hlediska jednotlivých kroků, vstupů a výstupů (Chromjaková, 2011, s. 69).

K vyjádření jednotlivých částí procesu se používají základní geometrické tvary, které reprezentují různé typy činností objevující se v procesu. Mezi hlavní prvky patří symboly označující začátek a konec procesu, rozhodování, činnosti, dokument a spojovací uzly (Nenadál, 2018, s. 55).



Obrázek 3 Symboly vývojového diagramu (Vlastní zpracování dle Nenadála, 2018, s. 55)

Kroky při vytváření vývojového diagramu (Ramu, 2022, s. 56):

1. Stanovení rozsahu a vymezení hranic procesu.
2. Zaznamenání jednotlivých kroků procesu.
3. Uspořádání kroků do správného sledu podle skutečného průběhu.
4. Vytvoření vývojového diagramu pomocí vhodných symbolů pro lepší srozumitelnost.
5. Ověření správnosti diagramu průchodem celého procesu.
6. Vyhledání příležitostí ke zjednodušení, odstranění nadbytečností, snížení plýtvání a zavedení standardizace.
7. Sdílení hotového diagramu se všemi zúčastněnými stranami.

2.3 Procesní analýza

Procesní analýza je univerzální mapovací nástroj. Hlavním cílem je znázornění posloupnosti všech manipulačních, technologických a kontrolních operací prováděných na určitém výrobku či dávce v rámci daného procesu. Analýza je všestranně aplikovatelná jak na produkční procesy, tak na nevýrobní operace či služby (Jurová, 2016, s. 219). Může poskytnout jak detailní, tak přehledový obrázek o podnikových procesech a zvýraznit nedostatky či problémy. Typické výstupy analýzy procesů jsou procesní modely nebo celková mapa procesů v organizaci (Šefčík a Konečný, 2013, s. 27).

Standardizované symboly tvoří grafické znázornění procesů v procesní analýze. Mezi hlavní typy činností reprezentovaných těmito symboly patří operace, transport, skladování, čekání, kontrola (Šefčík a Konečný, 2013, s. 27).

	operace	Změna tvaru nebo charakteristik materiálu, polotovaru, produktu.
	transport	Změna umístění materiálu, polotovaru nebo produktu.
	skladování	Plánované shromažďování materiálů, polotovarů, součástí a produktů.
	čekání	Neplánované shromažďování materiálů, polotovarů, součástí a produktů.
	kontrola množství	
	kontrola kvality	

Obrázek 4 Standardizované symboly procesní analýzy (Akademie produktivity a inovací, © 2025)

Výsledkem procesní analýzy je kvantifikace, délka a proporcionalita každé operace v procesu. Tyto údaje se využívají pro mapování a racionalizaci procesů, zejména při posouzení efektivity kooperace mezi pracovišti, vhodnosti manipulace, a především k identifikaci činností přinášejících hodnotu s cílem zvýšit jejich podíl v celkovém toku (Jurová, 2016, s. 221).

2.4 Analýza měření práce

Analýza měření práce je jednou ze základních disciplín v oblasti průmyslového inženýrství a štihlé výroby. Představuje účinný nástroj pro identifikaci a eliminaci plýtvání a neefektivností v procesech a zároveň tvoří základ pro jejich standardizaci. Hlavním cílem je definování optimálních pracovních metod a určení normovaného času potřebného k jejich provedení. Tato oblast se tradičně dělí na analýzu práce, která se věnuje studiu a zjednodušení pracovních postupů s cílem eliminovat neproduktivní činnosti, a měření práce, jehož úkolem je stanovení časové spotřeby zjednodušených činností. Rozlišujeme přímé měření, kde se vyskytuje chronometr a snímek pracovního dne, a nepřímé měření (Dlabač, 2023).

2.4.1 Snímek pracovního dne

Snímky pracovního dne jsou metodou, která detailně zaznamenává a analyzuje, jak je spotřebováván čas během celé pracovní směny, ať už u jednotlivého zaměstnance, nebo výrobního zařízení. Hlavním cílem je přesně určit, na co se čas využívá, včetně délky a důvodů prostojů a přestávek, a celkový podíl jednotlivých činností. Získané údaje jsou klíčové pro optimalizaci organizace práce, odstraňování ztrát a identifikaci příčin nízké výkonnosti. Pomáhají také analyzovat vysoce produktivní postupy, zjišťovat efektivitu využití pracovníků a strojů a přesně stanovit normované časy pro různé úkony a nezbytné přestávky. Snímky pracovního dne slouží i k určení optimálního počtu zaměstnanců a stanovení norem pro obsluhu. Podle počtu pozorovaných subjektů se rozlišují snímky pracovního dne jednotlivce a čtyři (Lhotský, 2005, s. 66).

2.5 5S

Metoda 5S představuje techniku určenou ke snížení plýtvání a optimalizaci produktivity. Dosahuje toho především udržováním pořádku a čistoty na pracovišti a využíváním vizuálních standardů, což vede k dosažení konzistentnějších provozních výsledků (Gulati, 2021, s. 270). Tato metoda je v kontextu Lean managementu často implementována jako úvodní krok, který spočívá ve vyřízení nepotřebných položek a vytvoření přehledného a uspořádaného pracovního prostředí (Furterer, 2021, s. 101). Z tohoto důvodu je metoda 5S doporučována zejména podnikům, které se snaží o redukci nepotřebných nákladů, posílení angažovanosti zaměstnanců a zlepšení klíčových ukazatelů výkonnosti, jako jsou kvalita, produktivita a bezpečnost práce (Paulise, 2022, 261).

Metoda 5S pochází z Japonska a byla poprvé představena na přelomu 80. a 90. let 20. století (Delisle, 2015, s. 62). K její popularizaci významně přispěly klíčové osobnosti spojené s vývojem výrobního systému Toyoty (TPS), především Taiichi Ohno, který navrhl TPS, a Shigeo Shingo, známý také pro rozpracování metody Poka-yoke (Paulise, 2022, s. 261).

Název metody je odvozen od pěti japonských slov, která začínají na písmeno 'S' a reprezentují pět základních kroků metody. Pro usnadnění mezinárodní komunikace a zachování původního akronymu "5S" byly široce přijaty anglické ekvivalenty těchto termínů, které rovněž začínají písmenem S. Jedná se konkrétně o tyto kroky (Gulati, 2021, s. 270):

- **Seiri (Sort)** – prvním krokem je třídění, cílem je odstranit z pracoviště veškeré nepotřebné předměty. V pracovním prostoru by měly zůstat pouze nástroje, materiály a vybavení nezbytné pro vykonávání dané práce. Tím se redukuje nepořádek, předchází se ztrátám času a minimalizuje se riziko chyb (Walker et al., 2019, s. 342).
- **Seiton (Set in order)** – v češtině Systematizace, která se zaměřuje na efektivní uspořádání zbývajících potřebných předmětů. Cílem je zajistit, aby vše mělo své jasně určené místo, bylo snadno identifikovatelné a rychle dostupné. Správné uspořádání nástrojů, vybavení i materiálu zvyšuje plynulost práce a snižuje zbytečné pohyby (Walker et al., 2019, s. 342).
- **Seiso (Shine)** - třetím krokem metody 5S je čištění, které se zaměřuje na čistotu a pravidelný úklid pracoviště. Klíčovým principem tohoto kroku je podle Gulatiho (2021, s. 274) myšlenka, že "každý je uklízeč", což zdůrazňuje odpovědnost všech zaměstnanců za čistotu ve svém pracovním okolí. Cílem je udržovat pracoviště neustále v čistém a bezvadném stavu, což nejen zlepšuje pracovní podmínky, ale také přispívá k lepšímu dojmu a bezpečnosti.
- **Seiketsu (Standardize)** - hlavním cílem standardizace je zajistit jednotné a konzistentní uplatňování principů prvních tří "S" v celé firmě. Tento krok zahrnuje vytvoření jasných standardů, postupů a vizuálních pomůcek, které definují, jak mají první tři kroky probíhat. Standardizace vede k vytvoření uniformního a snadno srozumitelného pracovního prostředí pro všechny zaměstnance (Walker et al., 2019, s. 342).

- **Shitsuke (Sustain)** - pátým a závěrečným krokem je udržování, které lze přeložit jako disciplína. Cílem je trvale zachovat dosažené zlepšení a aplikovat zavedené standardy. Tento krok vyžaduje neustálé úsilí v oblasti vzdělávání a tréninku s cílem integrovat principy prvních čtyř "S" do každodenní pracovní kultury a návyků všech zaměstnanců (Gulati, 2021, s. 275).

3 ERGONOMIE

Mezinárodní ergonomická asociace (IEA, © 2025) uvádí, že „*Ergonomie je vědecká disciplína založená na porozumění interakcí člověka a dalších složek systému. Aplikaci vhodných metod, teorie i dat zlepšuje lidské zdraví, pohodu a výkonnost.*” Dylevský (2022, s. 9) dále definuje ergonomii jako transdisciplinární vědeckou disciplínu, která se opírá o principy vědecké metody, jako jsou pozorování, měření či usuzování. Její hlavní náplní je optimalizace vztahů mezi výkonností člověka a pracovními podmínkami.

Obory Ergonomie a lidské faktory jsou úzce spjaty a oba zkoumají interakci mezi pracovníkem a pracovním systémem či požadavky práce. Ergonomie se přednostně věnuje vlivu práce na člověka, jako je například snížení únavy. Lidské faktory se spíše orientují na návrh a interakci člověka se systémem, například rozhraní člověk-stroj. Navzdory mírně odlišnému zaměření se jedná o komplementární disciplíny, které se v praxi často překrývají (Ficklen et al., 2019, s. 121).

Ergonomie, využívající poznatky z biologických, technických a psychologických věd, usiluje o současné dosažení dvou hlavních cílů. Prvním je zvýšení pracovní produktivity člověka a druhým je minimalizace možných zdravotních poškození spojených s pracovní činností (Dylevský, 2022, s. 9).

Mezi specifické cíle ergonomie patří podle Marka a Skřehoty (2009, s. 8 – s. 9):

- humanizace techniky
- racionalizace pracovních podmínek
- ochrana zdraví a bezpečnosti
- zvyšování efektivnosti lidského výkonu
- navrhování pracovních předmětů, pomůcek a nástrojů

3.1 Oblasti ergonomie

Ergonomii lze rozdělit do tří základních oblastí, které se vzájemně doplňují a ovlivňují. Jedná se o fyzickou, kognitivní a organizační ergonomii.

3.1.1 Fyzická ergonomie

Fyzická ergonomie se zabývá vztahem mezi fyzickými nároky kladenými na člověka a jeho fyzickými schopnostmi. Hlavním cílem této oblasti ergonomie je zajistit, aby fyzické nároky

práce nepřekročily kapacitu pracovníka. Tato disciplína řeší měření a hodnocení jak rozmanitých fyzických nároků, tak i fyzických schopností lidí. Podstatou je správné sladění těchto proměnlivých nároků s individuálními schopnostmi. Špatné sladění má pak negativní důsledky pro produktivitu, kvalitu, spokojenost pracovníků a vede ke zdravotním problémům (Kutz, 2014, s. 417).

3.1.2 Kognitivní ergonomie

Kognitivní ergonomie se zabývá psychologickými stránkami pracovního výkonu, jako jsou vnímání, paměť, myšlení a rozhodování. Zaměřuje se také na mentální zátěž, úroveň dovedností a výkonnost, interakci mezi člověkem a počítačem či pracovní stres. Jejím cílem je přizpůsobit pracovní podmínky tak, aby podporovaly duševní pohodu, efektivitu a správné rozhodování pracovníků (Gilbertová a Matoušek, 2002, s. 15).

3.1.3 Organizační ergonomie

Organizační ergonomie usiluje o zlepšení sociálně-technických systémů prostřednictvím optimalizace organizačních struktur, politik a procesů. Mezi hlavní oblasti tohoto oboru patří komunikace, řízení týmových zdrojů, návrh pracovních činností a pracovní doby, týmová spolupráce, participativní design, ergonomie komunity, kooperativní práce, nové pracovní modely, virtuální organizace, práce na dálku a řízení kvality (IEA, © 2025).

II PRAKTICKÁ ČÁST

4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Macco Organiques, s.r.o. je český závod kanadské společnosti Macco Organiques Inc. Canada. Závod sídlící v Bruntále je zaměřen hlavně na výrobu a distribuci minerálních solí především pro farmaceutický a potravinářský průmysl. Závod je začleněn do koncernu OSRAM Group společně se společnostmi KARLA, spol. s.r.o., OSRAM Česká republika s.r.o., Alfa Chrom Servis s.r.o. a OEZ Bruntál (Macco Organiques, © 2018).

Historie závodu spadá až do roku 1976, kdy společnost HMZ Bruntál zakládá výrobní závod na zpracování Cu-Pb-Zn koncentrátů. Polymetalické rudy Cu-Pb-Zn jsou přírodní výskyty, které obsahují více cenných kovů, jako je měď, olovo a zinek. V devadesátých letech 20. století firma rozšířila svou výrobu o chloridy a sloučeniny hořčíku. Dalším významným milníkem je rok 2000, kdy se vlastníkem závodu stala německá společnost OSRAM a závod se tak začlenil do koncernu OSRAM Group společně s dalšími společnostmi. Firma OSRAM se hlavně zaměřovala na výrobu osvětlovací techniky, a proto v roce 2004 prodává chemickou divizi kanadské společnosti Macco Organiques Inc. Canada. Společnost se rozšiřuje a v roce 2010 vybudovala nové víceúčelové linky pro výrobu dalších síranů a chloridů. V roce 2018 Macco Organiques Inc. Canada získala francouzskou společnost Isaltis, která se specializuje na výrobu minerálních solí. Koncern společnosti Macco se tak stává světovou špičkou v minerálních solích (Macco Organiques, © 2018).

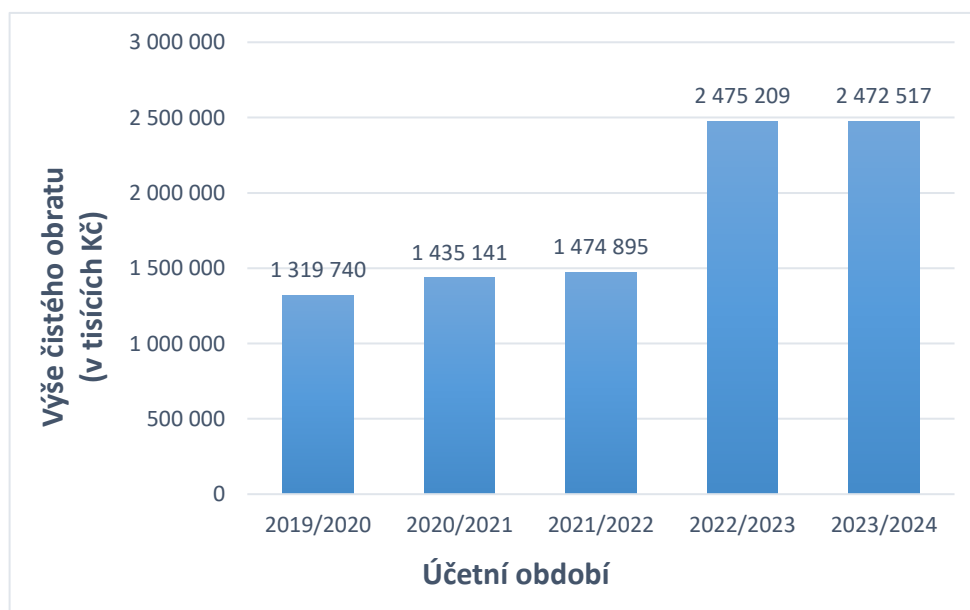
V současné době společnost Macco Organiques v Bruntále zaměstnává okolo 230 zaměstnanců. Areál společnosti se skládá ze 4 výrobních hal. Firma vyrábí a distribuuje přes 70 chemikálií a dováží své produkty do více než 80 zemí na světě, čímž se stává klíčovým dodavatelem pro většinu společností. Prioritami firmy jsou inovace a investice do nových technologií, které vedou ke zlepšení výroby a zvýšení zisku. Mezi již realizované investice patří například laboratoř pro organickou chemii, rozšíření skladové kapacity a nové výrobní linky (Interní materiály společnosti).

Macco Organiques s.r.o., sídlící v Bruntále v ulici Zahradní 1938/46c PSČ 792 01, je společnost s ručením omezeným se základním kapitálem ve výši 33 085 000 Kč. Firma v Bruntále je dceřinou společností kanadské společnosti Macco Organiques Inc., která vlastní 100% podílu. V tabulce (Tabulka 1) níže jsou uvedeny předměty podnikání (Obchodní rejstřík, © 2025)

Tabulka 1 Předmět podnikání firmy (Vlastní zpracování dle obchodního rejstříku, © 2025)

Předmět podnikání:	• Výroba chemických látek a chemických směsí nebo předmětů a kosmetických přípravků • Výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona Obory: • Velkoobchod a maloobchod • Testování, měření, analýzy a kontroly • Poskytování technických služeb • Výroba a úprava kvasného lihu, konzumního lihu, lihovin a ostatních alkoholických nápojů a prodej kvasného lihu, konzumního lihu a lihovin
--------------------	--

Uvedený graf (Obrázek 5) znázorňuje čistý obrat společnosti v posledních pěti letech účetního období. Nejvyšší čistý obrat byl v období 2022/2023, který činil zhruba 2,5 miliardy Kč, naopak nejnižší v období 2019/2020 s čistým obratem okolo 1,3 miliardy Kč. Čistý obrat v období 2022/2023 se zvýšil o 67,8 % oproti předešlému roku, což lze přičíst především odeznění pandemie.



Obrázek 5 Graf čistého obratu (Vlastní zpracování dle obchodního rejstříku, © 2025)

4.1 Certifikáty společnosti

Jelikož se společnost zabývá chemickou výrobou a dováží své výrobky i do farmaceutického a potravinářského průmyslu v několika zemích světa, musí si udržovat vysokou úroveň kvality, která se odráží v certifikaci. Výrobky nesmí obsahovat pyrogeny a alergenů. V odstavcích níže jsou uvedeny a ve zkratce popsány hlavní certifikáty společnosti.

GMP Q7 – certifikace pro výrobu farmaceutických aktivních ingrediencí (API). Zajišťuje, že produkty jsou vyráběny a kontrolovány podle standardů kvality, což se kontroluje pravidelnými audity (Interní materiály společnosti).

FSSC 22000 - mezinárodní certifikát, který se používá v potravinářském průmyslu k dodržení norem a bezpečnosti potravin. Vychází ze standardu ISO 22000, k získání FSSC 22000 stačí přezkoumání shody systému s danými požadavky. Tato certifikace je akceptována obchodními řetězci jako důkaz o zaručení bezpečných potravin ze strany výrobce (FSSC, © 2025).

CEP – vydáván Evropským ředitelstvím pro kvalitu léčiv a zdravotní péče (EDQM). Potvrzuje, že výrobek splňuje požadavky na čistotu a kvalitu v Evropském lékopise. CEP zjednodušuje proces registrace farmaceutických produktů v evropských zemích, tím že výrobci nemusí předkládat podrobné informace o výrobě a kontrole kvality výrobku (EDQM, © 2025).

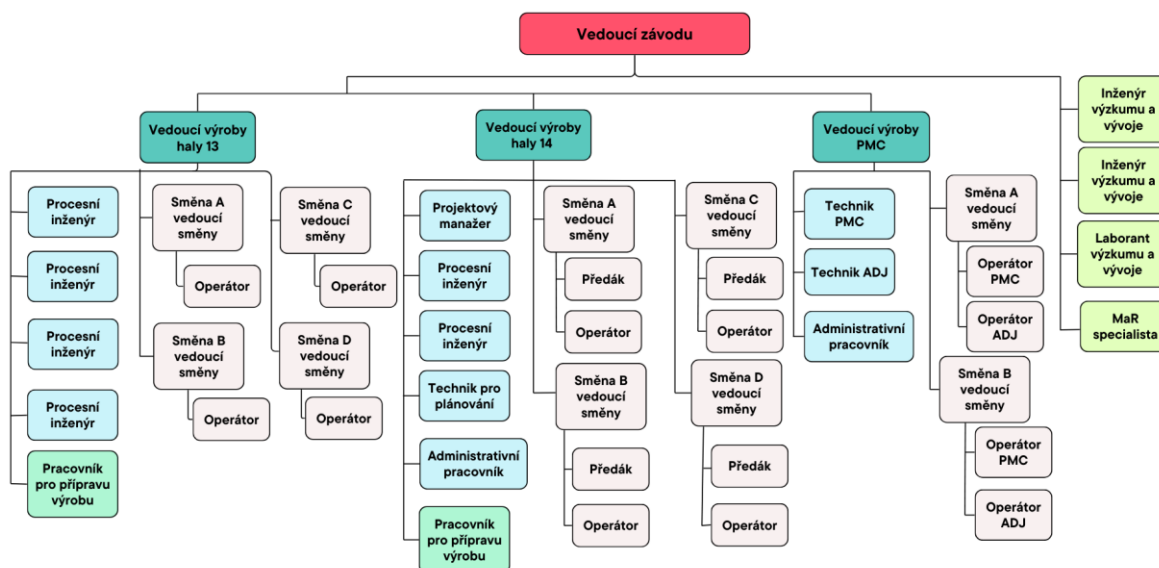
Kosher – Tento certifikát se váže k potravinářskému průmyslu. Kontroluje, že výrobky jsou vyrobeny v souladu s židovskými předpisy. Všechny potraviny, které mají být odeslány do Izraele, musí mít toto osvědčení. Kromě náboženských pravidel tento certifikát dokládá, že potraviny jsou kvalitní, bezpečné pro lidské zdraví a spolehlivé (Interní materiály společnosti).

Halal – Certifikace Halal se vztahuje na potravinářské, kosmetické a farmaceutické odvětví a kontroluje, že výrobky splňují předpisy islámského práva, a že neobsahují žádné „zakázané“ produkty. Mezi "zakázané" produkty patří hlavně vepřové maso, krev, alkohol a omamné látky (Halal Foundation, © 2025).

FDA Inspection – Inspekce amerického úřadu FDA (Food and Drug Administration) pro kontrolu potravin a léčiv. Posuzuje, zda společnost splňuje požadavky pro výrobu a distribuci potravin a léčiv na americkém trhu. (FDA, 2024)

4.2 Výrobní struktura společnosti

Bakalářská práce se bude zabývat především výrobou, proto je v obrázku níže popsána hlavně výrobní část organizační struktury, ale mezi ostatní oblasti organizační struktury patří například finance, personální oddělení, logistika a další. Struktura je rozdělena podle výrobních hal společnosti, které řídí jednotliví vedoucí výroby. Vedoucí výroby spadají pod vedoucího závodu, stejně jako inženýři výzkumu a vývoje a laboranti výzkumu a vývoje. Struktura u výroby v halách 13 a 12 se následně člení na jednotlivé procesní inženýry a dále na vedoucí směny. V těchto výrobních halách funguje čtyřsměnný systém, na rozdíl od výroby PMC, kde funguje dvousměnný systém.



Obrázek 6 Výrobní organizační struktura společnosti (Vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)

4.3 Výrobní portfolio

Bruntálský závod Macco Organiques s.r.o. se specializuje na výrobu, fyzikální úpravy, přepracování a distribuci minerálních solí. Vyrábí dva druhy výrobků anorganické a organické soli. Hlavním rozdílem je chemické složení a vlastnosti. Anorganické soli mají jednodušší strukturu, jsou dobře rozpustné ve vodě a většinou neobsahují uhlík. Organické soli naopak mají složitější strukturu, hůře se rozpouštějí ve vodě a obsahují uhlík.

4.3.1 Anorganické soli

Anorganické soli se používají především ve farmaceutickém a potravinářském průmyslu, a to konkrétně v infúzních a dialyzačních roztocích, kojenecké výživě a klinické stravě,

biolécivech a mineralizovaných vodách. Některé jednotlivé soli nacházejí uplatnění ještě v pekařství a pivovarnictví nebo jiných odvětvích. Mezi základní druhy těchto solí, které společnost vyrábí v hale 13 na vícefunkčních linkách, patří jednotlivé varianty vápníku, hořčíku, sodíku, amonia, draslíku a zinku. Například síran vápenatý pomáhá snižovat pH a upravuje tvrdost piva. Chlorid draselný se často objevuje v pekárenských výrobcích jako náhrada za chlorid sodný, ke snížení celkového obsahu sodíku. V obrázku níže jsou uvedeny jednotlivé varianty anorganických solí, které firma produkuje.

VÁPŇÍK  Calcium Chlorid vápenatý dihydrát Hydroxid vápenatý Síran vápenatý dihydrát	HOŘČÍK  Magnesium Chlorid hořečnatý hexahydrát Chlorid hořečnatý tetrahemihydrát Síran hořečnatý heptahydrát Síran hořečnatý sušený Oxid hořečnatý těžký, lehký	SODÍK  Sodium Chlorid sodný Hydrogenuhličitan sodný Octan sodný trihydrát Octan sodný bezvodý Di-octan sodný Síran sodný
AMONIUM  Ammonium Chlorid amonný Síran amonný	DRASLÍK  Potassium Chlorid draselný Hydrogenuhličitan draselný Hydroxid draselný Octan draselný Dusičnan draselný	ZINEK  Zinc Síran zinečnatý heptahydrát Síran zinečnatý monohydrát

Obrázek 7 Výrobní portfolio firmy (Vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)

4.3.2 Organické soli

Výroba organických solí je vcelku nová ve firmě, proto není tak rozsáhlá jako produkce anorganických solí. Organické soli ve společnosti Macco Organiques s.r.o. jsou produkovány na dvou linkách GLyX a GLC. Na lince GLyX probíhá výroba glycerofosforečnanu, kde jsou produkovány dvě varianty tohoto produktu, glycerofosforečnan sodný a glycerofosforečnan vápenatý. Linka GLC slouží k výrobě glukonátu sodného, citrátu sodného a laktátu sodného.

4.4 SWOT analýza

Pomocí SWOT analýzy budou zjištěny silné a slabé stránky z vnitřního prostředí společnosti, a zároveň příležitosti a hrozby z vnějšího prostředí. Pro účely zpracování SWOT analýzy byla stanovena pětibodová škála významnosti, kde hodnota 1 označuje nejnižší význam pro společnost a hodnota 5 naopak nejvyšší. Škála významnosti nám pomáhá určit si priority v jednotlivých oblastech a zároveň k odhalení největších rizik pro společnost.

Tabulka 2 SWOT analýza (Vlastní zpracování)

	Silné stránky	Slabé stránky
Interní prostředí	Flexibilita na požadavky zákazníků (5)	Závislost na cenách surovin a energií (5)
	Certifikace na kvalitu (5)	Komplikované skladování (3)
	Světová působnost (4)	Nízká propagace (2)
	Široké výrobní portfolio (3)	Vyšší náklady spojené s udržením certifikací (1)
	Možnost fungovat jako distributor (2)	
	Nízká zmetkovitost (1)	
	Příležitosti	Hrozby
Externí prostředí	Zvýšení poptávky v potravinářství a farmacii (5)	Zvýšení cen surovin a energií (5)
	Technologický pokrok v chemické výrobě (4)	Komplikace v dodavatelských řetězcích (4)
	Rostoucí důraz na potravinovou a farmaceutickou bezpečnost (3)	Zpřísnující se normy na farmaceutické produkty (3)
	Trendy v oblasti udržitelnosti a ekologie (3)	Rostoucí konkurence z nízkonákladových oblastí (2)
	Vznik nových tržních segmentů (2)	Geopolitická nestabilita (1)

4.4.1 Silné stránky

Mezi silné stránky společnosti Macco Organiques s.r.o. patří její globální působnost. Díky exportu do více než 80 zemí si firma zajišťuje geografickou diverzifikaci a snižuje závislost na konkrétních trzích. To jí umožňuje lépe čelit tuzemským výkyvům poptávky nebo regulací. Firma je rovněž flexibilní při plnění specifických požadavků zákazníků, což jí umožňuje reagovat na individuální potřeby a odlišnosti jednotlivých trhů. Důležitou konkurenční výhodou je i široké výrobní portfolio, které zahrnuje různé typy minerálních solí a dalších chemických látek využívaných zejména v potravinářském a farmaceutickém průmyslu.

Velkým přínosem je i důraz na kvalitu výroby. Společnost drží celou řadu certifikací, což jí umožňuje obchodovat i s velmi náročnými partnery v regulovaných odvětvích jako jsou například muslimské země. Významným interním faktorem je také nízká zmetkovitost ve výrobě, která posiluje důvěru zákazníků v kvalitu dodávaných produktů. V neposlední řadě má společnost možnost působit i jako distributor třetích stran, což jí otevírá další obchodní příležitosti a rozšiřuje její obchodní model.

4.4.2 Slabé stránky

Jednou z hlavních slabých stránek společnosti je silná závislost na cenách vstupních surovin a energií, které v posledních letech vykazují značné výkyvy. Tyto náklady mají přímý dopad na ziskovost firmy. Komplikace mohou vznikat také v oblasti skladování, jelikož zákazníci požadují různé druhy balení a palet, což vede k zhoršené optimalizaci infrastruktury skladů.

Dalším problémem je relativně nízká úroveň propagace a marketingové aktivity, proto nemusí být firma dostatečně viditelná na nových či méně tradičních trzích, kde je nutné aktivně budovat značku. Firma se také potýká s vysokými náklady spojenými s udržováním a obnovováním certifikací kvality. Náklady spojené s udržováním certifikací, mohou snižovat cenovou konkurenceschopnost, obzvlášť ve srovnání s výrobcí z méně regulovaných regionů.

4.4.3 Příležitosti

Společnost může využít rostoucího zájmu o udržitelnost a ekologickou výrobu, a to jak ze strany spotřebitelů, tak i ze strany legislativy a Evropské unie, která v dnešní době klade velký důraz na toto téma. V případě splnění podmínek může firma čerpat z evropských dotačních programů zaměřených na ekologickou výrobu. Zároveň se rozvíjejí nové trhy, například v oblasti nutraceutik a funkčních potravin, kde roste poptávka po kvalitních surovinách. Společnost může těžit i z technologických inovací v chemické výrobě, které by přinesly efektivnější výrobu a případnou možnost rozšíření produktového portfolia. Rostoucí důraz na potravinovou bezpečnost a kvalitu surovin představuje významnou příležitost pro společnost Macco Organiques s.r.o., která vyrábí své produkty dle USP standardu. Díky USP standardu může společnost snadněji pronikat na regulované trhy a oslovovat zákazníky, kteří vyžadují vysoký standard kvality.

4.4.4 Hrozby

Mezi hlavní hrozby můžeme zahrnout rostoucí ceny energií a vstupních surovin, které mohou negativně ovlivnit náklady i ziskovost. Firma se také potýká s konkurencí ze strany nízkonákladových výrobců, především z Asie. Komplikace v dodavatelských řetězcích a zpoždění logistiky mohou narušit plynulost výroby. Ohrožením jsou i zpřísňující se legislativní požadavky v oblasti farmacie, které si mohou vyžádat úpravy výrobních procesů. Hrozbu představuje riziko geopolitické nestability, která může ovlivňovat obchod i dostupnost vstupních zdrojů.

4.4.5 Vyhodnocení SWOT analýzy

Tabulka 3 Vyhodnocení SWOT analýzy (Vlastní zpracování)

Silné stránky	H	V	S	Slabé stránky	H	V	S
Flexibilita na požadavky zákazníků	5	0,25	1,25	Závislost na cenách surovin a energií	5	0,35	1,75
Certifikace na kvalitu	5	0,2	1	Komplikovaná logistika/skladování	3	0,25	0,75
Světová působnost	4	0,23	0,92	Nízká propagace	2	0,2	0,4
Široké výrobní portfolio	3	0,12	0,36	Vyšší náklady spojené s udržením certifikací	1	0,2	0,2
Možnost fungovat jako distributor	2	0,1	0,2				
Nízká zmetkovitost	1	0,1	0,2				
Součet			3,93	Součet			3,1
Příležitosti	H	V	S	Hrozby	H	V	S
Zvýšení poptávky v potravinářství a farmacii	5	0,3	1,5	Zvýšení cen surovin a energií	5	0,3	1,5
Technologický pokrok v chemické výrobě	4	0,25	1	Komplikace v dodavatelských řetězcích	4	0,25	1
Rostoucí důraz na potrav. a farma. bezpečnost	3	0,2	0,6	Zpřísňující se normy na farmaceutické produkty	3	0,1	0,3
Trendy v oblasti udržitelnosti a ekologie	3	0,1	0,3	Rostoucí konkurence z nízkonákladových oblastí	2	0,2	0,4
Vznik nových tržních segmentů	2	0,15	0,3	Geopolitická nestabilita	1	0,15	0,15
Součet			3,7	Součet			3,35

Z bodového hodnocení SWOT analýzy vyplývá, že firma má silné interní předpoklady pro další rozvoj. Silné stránky (3,93) výrazně převyšují slabé (3,1), přičemž největší výhodou je flexibilita vůči zákazníkům a důraz na kvalitu. Slabiny, jako nízká propagace nebo závislost na cenách surovin, jsou sice přítomné, ale mají menší váhu. Ve vnějším prostředí převažují příležitosti (3,7) nad hrozbami (3,35). Největší potenciál se nachází v rostoucí poptávce v potravinářství a farmacii a v technologickém rozvoji chemické výroby. Celkové vyhodnocení SWOT analýzy ukazuje, že firma má dobré předpoklady pro další růst a zvládání rizik, která přináší její odvětví.

5 ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU

Pro analýzu výrobního procesu byla vybrána výroba síranu sodného. Jedná se o anorganickou sůl, která se používá například při výrobě léčiv nebo čisticích prostředků. Síran sodný byl zvolen, jelikož představuje klíčový produkt společnosti a rovněž v souvislosti se zahájením nové výrobní kampaně zaměřené na tento produkt. Výroba probíhá v hale 13 na vícefunkční lince, která je druhá v pořadí (VFL II). Vyrábí se v kampaních, což znamená, že se linka či celá hala zaměřuje pouze na výrobu daného produktu do určitého období nebo do určitého množství. Po dokončení kampaně se poté celá linka umyje pitnou vodou k přípravě výroby na novou kampaň. Kampaně obvykle trvají v rozmezí od dvou týdnů až po jeden a půl měsíce, záleží na požadavcích zákazníků a zásobách daného produktu ve skladu.

5.1 Fáze výrobního procesu

Celý proces výroby síranu sodného lze rozdělit do tří hlavních operací. První operací je výroba roztoku síranu sodného, jejímž cílem je příprava roztoku o definovaných parametrech jako je hustota a teplota, pomocí jednotlivých kroků procesu, které si popíšeme podrobněji níže. Druhou operací je odpařování a krystalizace síranu sodného. Účelem této operace je odpaření vody z čistého roztoku a zvýšení koncentrace soli k vytvoření krystalů. Sušení síranu sodného je poslední hlavní operací. Před sušením se nejdříve oddělí produkt od matečných roztoků pomocí odstředivky. Produkt se po separaci suší ve vibrofluidní sušárně.

5.1.1 Rozpouštění

Do určených rafinačních nádob se začne napouštět voda otevřením automatických klapků na přívod vody. Pokud se jedná o zahájení kampaně, přednostně se používá pitná. Následně po zahájení výrobní fáze odpařování se používá odpařený kondenzát z výroby síranu sodného. Po naplnění nádrží 10 000 kg vody se spustí míchadlo a zahájí se vyhřívání roztoku pomocí parní jehly. Při dosažení potřebné teploty se zahájí dávkování síranu sodného z pytlů přes násypku. Dávkování probíhá postupně, při pomalu rostoucí teplotě. Při dosažení hmotnosti roztoku zhruba 15 tun se zahajuje kontrola hustoty a pH.

5.1.2 Rafinace

Po kontrole hustoty se začne roztok v nádržích průběžně temperovat na požadovanou teplotu a pouští se do nádrže vzduchování, dokud se nezahájí proces filtrace. Temperováním se rozumí pozorování a úprava teploty, aby se co nejvíce blížila požadované teplotě. Po dosažení požadované teploty se k rozpuštěnému roztoku přidá 20 litrů peroxidu vodíku a hydroxidu sodného přes dávkovací čerpadlo.

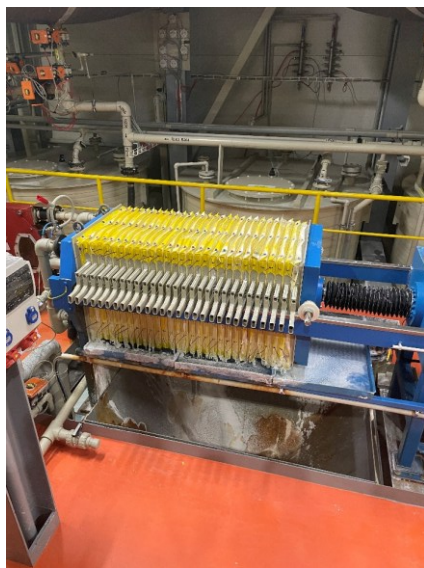


Obrázek 8 Rafinační nádoba (Vlastní zpracování)

Peroxid vodíku a hydroxid sodný slouží k rafinaci roztoku. Rafinací se rozumí odstranění nečistot vstupní suroviny, jako je zinek a měď, a dosažení požadovaného pH. Po nadávkování hydroxidu sodného se nechá roztok 10 až 15 minut míchat, poté se provede kontrola pH, která by měla být okolo pH 9. Pro měření pH se používají pH-papírky, které se ověřují pH metrem. Po dosažení požadovaného pH se přidá aktivní uhlí.

5.1.3 Filtrace

Zaměstnanci nejprve otevrou automatické klapky mezi nádržemi s roztokem a plnicím čerpadlem, následně ventily vedoucí ke kalolisu i zpět do nádrží. Po otevření všech klapek a ventilů je spuštěno plnicí čerpadlo společně s kalolisé a průběžně je kontrolován tlak za čerpadlem a zda roztok teče přes komorový kalolis zpět do nádrží. Rozpuštěný a rafinovaný roztok z nádrží je filtrován přes komorový kalolis pro odstranění mechanických nečistot.



Obrázek 9 Filtrační kalolis (Vlastní zpracování)

Po zhruba 30 minutách tohoto koloběhu se odebere ze vzorkovacího ventilu vzorek filtrátu, pokud bude filtrát čirý, provede se filtrační test. V případě vyhovujícího filtračního testu se roztok začne filtrovat do zásobníku čistého roztoku. Po ukončení filtrace se celá trasa od nádrží až po kalolis nechá propláchnout vodou či kondenzátem. Po dokončení těchto úprav se odebere vzorek roztoku, který se nechá přefiltrovat přes filtr a předá se do laboratoře k analýze.

5.1.4 Homogenizace

Homogenizace je proces, při kterém se díky rovnoměrnému promíchání z heterogenní směsi stane homogenní směs. Před homogenizací se otevřou ventily na přívodu a výtlačku čerpadla, poté operátor spustí čerpadlo z panelu a zahájí proces homogenizace v zásobníku. Po naplnění zásobníku minimálně ze 70 % je zahájena úprava pH na požadovanou hodnotu pomocí kyseliny sírové. Kyselina sírová se dává po menších dávkách, z toho důvodu, aby roztok nebyl překyselený. Po každém přidavku se přeměřuje pH. Po dosažení požadované hodnoty pH se nechá roztok homogenizovat minimálně další 1 hodinu, poté se odebere vzorek na laboratorní analýzu. Homogenizace se ukončuje po zahájení výjezdu roztoku ze zásobníku do odparek.

5.1.5 Odpařování

Účelem tohoto kroku je odpaření vody z čistého roztoku a zahuštění suspenze. Odpařování probíhá většinou v režimu jedné předodpary a dvou odparek. Předodparka přitom slouží jako zásobník pro ohřev roztoku. Samotné odpařování probíhá za podtlaku ve dvou již

zmíněných odparkách, zatímco se z předodparky doplňuje roztok vyhřátý na odpařovací teplotu. Před zahájením odpařování zaměstnanci zkontrolují hladinu chladicí vody, uzavřou zavzdušňovací kohouty odparek, otevřou armatury na vstupu a výstupu vody z výměníku a následně ventily pro přívod tlakové páry. Po těchto činnostech se nejprve naplní předodparka roztokem a spustí se míchadlo. Po dosažení stanovené hladiny se zahájí plnění první odparky. Po naplnění odparky z $\frac{1}{2}$ objemu se spustí míchadlo při nižších otáčkách a postupně se zvyšuje frekvence.



Obrázek 10 Odparka (Vlastní zpracování)

Míchadla v odparkách zajišťují rovnoměrné složení odpařovaného roztoku. Jakmile bude odparka naplněna na požadovanou hodnotu, začne se plnit poslední odparka, kde se provede to samé jako u první. Poté se obě odparky naplní do plna a zahájí se ohřev odparek a zahušťování roztoku. V průběhu odpařování se kontroluje především zahuštění suspenze a stav naplnění. Po zahuštění se suspenze pomocí čerpadla čerpá do krystalizátoru.

5.1.6 Krystalizace

Tato fáze má za cíl zvýšit koncentraci soli na takovou míru, aby vznikl krystal. Během krystalizace se produkt ochladí a ochlazená suspenze se plynule odčerpává na odstředivku. Před spuštěním krystalizátoru se zpřístupní trasa cirkulačního okruhu chlazení a otevřou se ventily na odvod oteplené vody z krystalizátoru.



Obrázek 11 Krystalizátor (Vlastní zpracování)

Operátor zapne čerpadlo chladicího okruhu a nastaví požadovanou teplotu cirkulační vody. Voda musí být vyhřátá s dostatečným předstihem, aby se ihned po zahuštění suspenze v odparce začal krystalizátor plnit přes čerpadlo. Rychlost plnění závisí na stavu zahuštění. Po naplnění krystalizátoru se zahájí přečerpání suspenze na odstředivku.

5.1.7 Sušení

Na horizontální odstředivce se šnekovým vyprazdňováním dochází k oddělení krystalů od matečných roztoků. Matečné roztoky se odvádí do speciální nádrže a vracejí se na přepracování na mokrou část linky, případně se přečerpávají do určených zásobníků. Vlhké krystaly padají z odstředivky do vibrofluidní sušárny, kde dojde při stanovených tlakových a teplotních podmínkách k jejich usušení. Krystaly padají na nerezový rošt, přes který prochází vzduch, jenž udržuje vrstvu krystalů v pohybu, čímž je zajištěno účinné sušení po celém povrchu krystalů.



Obrázek 12 Vibrofluidní sušárna (Vlastní zpracování)

Pro sušení je využíván venkovní vzduch, který se před vstupem do sušárny upraví ve vzduchotechnickém zařízení. Horký vzduch odstraňuje zbytkovou vlhkost krystalů. Teplé krystaly produktu pak padají do fluidního chladiče, kde dochází k jejich dochlazování. Chladicí vzduch potlačuje sklon krystalů ke spékání a tvrdnutí. V celém průběhu sušicího procesu se musí sledovat stanovené parametry, aby po celou dobu procesu byly vyváženy a stabilizovány.

5.1.8 Pytlování

Ochlazený produkt je pak pomocí pneumatické dopravy přesouván do zásobníku pytlovacího zařízení, odkud je pak balen do předepsaného obalového materiálu. Mezi základní typy obalů, do kterých společnost balí své produkty na základě požadavků zákazníka, patří 25 kg a 50 kg pytel, 50 kg sud, 25 kg krabice a 1000 kg big bag. Balení probíhá v takzvaném čistém prostředí. To znamená, že je zde zavedeno zvýšené dodržování čistoty, a proto musí mít zaměstnanci speciální oblek, ochranné rukavice, síťku na vlasy, roušku a vhodnou obuv. V závislosti na požadavcích klienta se případně usušený a dochlazený produkt sítuje na síťovacím stroji a do předepsaných obalů se balí pouze předepsaná frakce. Pracovníci musí naplněné obaly označit a uzavřít předepsaným způsobem, poté vyvézt z balicího prostoru dopravníkem do materiálové propusti a ukládat na předepsanou paletu.

5.2 Vývojový diagram výrobního procesu

Vývojový diagram uvedený v příloze P I znázorňuje výrobní proces výroby síranu sodného (Na_2SO_4) včetně všech klíčových operací a rozhodovacích uzlů. Výroba začíná příjmem

a transportem surovin, pomocí jeřábu. Síran sodný je následně rozpuštěn a rafinován. V této fázi se k roztoku přidává hydroxid sodný (NaOH), peroxid vodíku (H_2O_2) a v závěrečné fázi rafinace aktivní uhlí. Tyto látky slouží k odstranění nežádoucích složek a ke zlepšení čistoty výsledného roztoku.

Po rozpouštění následuje první rozhodovací uzel, který se zaměřuje na kontrolu hodnoty pH. Pokud je dosaženo požadované hodnoty pH, roztok pokračuje k filtrační jednotce. V opačném případě je nezbytné nechat roztok dále rafinovat a následně test pH opakovat. Při dosažení požadovaného pH se roztok přesouvá na kalolis k filtraci. U filtrace se objevuje další rozhodovací uzel k ověření kvality vzniklého filtrátu. Pokud výsledky testu odpovídají požadovaným parametrům, roztok dále pokračuje do homogenizační fáze. V případě nevyhovující kvality se provádí opakovaná filtrace na kalolisu. Tento krok se opakuje, dokud filtrát nesplní stanovené požadavky.

Další klíčovou fází je úprava pH pomocí kyseliny sírové (H_2SO_4), přičemž následuje opět rozhodovací uzel ověřující dosažení cílové pH hodnoty. Pokud je tato hodnota dosažena, roztok je dále veden do procesů odpařování, zahušťování a krystalizace. V opačném případě je přidána další dávka kyseliny sírové a kontrola se opakuje.

Po krystalizaci dochází k odstředování, kdy se odděluje krystalický produkt od matečného roztoku. Tento matečný roztok (Na_2SO_4) je zčásti recirkulován zpět do výrobního procesu nebo do speciálních zásobníků, čímž se zvyšuje efektivita výroby. Po odstředění následuje sušení a balení hotového produktu síranu sodného.

Hotový produkt může být následně upraven mletím a balením dle specifických požadavků odběratelů. Při již zaběhlé výrobní kampani se místo čerstvé vody jako rozpouštědlo používá kondenzát síranu sodného. Tento postup přispívá ke snížení spotřeby vody a zároveň zlepšuje celkovou materiálovou bilanci výrobního procesu.

5.3 Procesní analýza

Procesní analýza nám slouží k lepšímu pochopení výrobního procesu síranu sodného od samotného začátku přijetí surovin až po balení hotového produktu, který se poté převáží na paletách do skladu. Tato analýza byla vytvořena z údajů, které autor naměřil během pracovních směn, nebo získal z informačního systému společnosti. Proces je kontinuální, což znamená, že při určité činnosti probíhají i ostatní činnosti a skoro na nic se tak nečeká. Výrobní kapacita je nastavena na 18 tun finálního výrobku za 24 hodin. Je to z toho důvodu,

aby zaměstnanec v čistém prostoru dodržoval maximální povolenou normu pytlování 750 kg/hod. Tuto normu zavedla společnost kvůli bezpečnosti a zdraví při práci zaměstnance, jelikož pytle či jiné obaly, které pracovník musí zvedat váží obvykle 25 kg.

Tabulka 4 Procesní analýza (Vlastní zpracování)

č.	Činnost	Operace	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost (m)	Doba trvání (min)	Doba trvání (hod)	Pracovníci
1.	Převoz vstupních surovin k nádržím	○	⇒	□	▽	●	30	35		1
2.	Napouštění nádrže vodou	○	⇒	□	▽	●			1,50	1
3.	Ohřev vody	○	⇒	□	▽	●			1,50	1
4.	Dávkování vstupní suroviny	○	⇒	□	▽	●		20		1
5.	Ředění	○	⇒	□	▽	●			1,00	1
6.	Přidání peroxidu a hydroxidu	○	⇒	□	▽	●		1,5		1
7.	Kontrola pH	○	⇒	□	▽	●		2		1
8.	Rozmíchání	○	⇒	□	▽	●		20		1
9.	Rafinace	○	⇒	□	▽	●			1,00	1
10.	Transport ke kalolisu	○	⇒	□	▽	●	10	1		0
11.	Filtrace na kalolisu	○	⇒	□	▽	●			1,75	1
12.	Odebrání vzorku	○	⇒	□	▽	●		1		1
13.	Přenesení vzorku do laboratoře	○	⇒	□	▽	●	80	4		1
14.	Propláchnutí filtrační trasy	○	⇒	□	▽	●		3		1
15.	Filtrace do zásobníku čistého roztoku	○	⇒	□	▽	●			2,50	1
16.	Čekání na naplnění zásobníku	○	⇒	□	▽	●			30,00	0
17.	Homogenizace	○	⇒	□	▽	●			4,00	1
18.	Transport roztoku do odparky	○	⇒	□	▽	●	8	1		0
19.	Plnění odparek	○	⇒	□	▽	●			3,00	0
20.	Rozběh odpařování	○	⇒	□	▽	●			1,00	0
21.	Odpařování	○	⇒	□	▽	●			2,50	0
22.	Zahušťování	○	⇒	□	▽	●			20,00	0
23.	Transport do krystalizátoru	○	⇒	□	▽	●	16	2		0
24.	Krystalizace	○	⇒	□	▽	●			6,00	0
25.	Transport na odstředivku	○	⇒	□	▽	●	11	1		0
26.	Odstředování	○	⇒	□	▽	●		10		0
27.	Transport do sušárny	○	⇒	□	▽	●	2	1		0
28.	Sušení	○	⇒	□	▽	●		30		0
29.	Transport do čistého prostoru	○	⇒	□	▽	●	8	1		0
30.	Pytlování	○	⇒	□	▽	●			24,00	1
31.	Transport na balicí stroj	○	⇒	□	▽	●	20	1,5		1
32.	Balení	○	⇒	□	▽	●		15		1
33.	Finální vzorkování palet	○	⇒	□	▽	●		10		1
34.	Skladování	○	⇒	□	▽	●	50	3		1
Celkem:	Četnost	18	9	3	1	3				20
	Součet času (min), (hod), (den)							163	99,75	
	Vzdálenost (m)						235			

Před samotným zahájením výrobního procesu se musí nejprve dovést pomocí vysokozdvizného vozíku 5 tun vstupní suroviny síranu sodného ze skladu do výrobní haly 13, aby ji měl zaměstnanec připravenou pro dávkování do nádrže. Během čekání na dovoz vstupní suroviny se začne napouštět nádrž vodou, aby byla připravená k použití, až se doveze vstupní surovina.

Po dovezení vstupní suroviny je nutné její přesunutí z přízemí k rafinačním nádobám, které se nacházejí ve třetím patře výrobní haly. Tento úkon provádí zaměstnanec mokré části výroby pomocí mostového jeřábu přes ovladač. Tato operace trvá celkem 35 minut, z analýzy bylo zjištěno, že stávající mostový jeřáb nevyhovuje potřebám společnosti a bylo by vhodné zvážit jeho modernizaci nebo úplnou náhradu.

Z procesní analýzy vyplývá, že nejdelší činností v procesu je čekání na naplnění zásobníku čistého roztoku a zahušťování. Tyto činnosti nejsou úzkými místy výrobního procesu, jelikož se jedná o překryté časy – při kroku odpařování se používá čistý roztok již z naplněného zásobníku. To znamená, že fáze přípravy roztoku a fáze odpařování probíhají souběžně nebo s takovým předstihem, že jedna nečeká na druhou a neomezuje tak celkovou rychlost výroby. Výroba má totiž dva zásobníky na čistý roztok, kam se do každého vleze 105 m³ vody, což se rovná zhruba 8 rafinačním nádržím s již přefiltrovaným roztokem. Během používání jednoho zásobníku se naplňuje druhý, aby výroba probíhala kontinuálně.

Celkový transport činností výrobního procesu je 235 metrů, přičemž nejdelším transportem, co se týká vzdálenosti, je přenesení vzorku do laboratoře, kdy zaměstnanec po filtraci na kalolisu musí odebrat vzorek a přenést ho 80 metrů do laboratoře ke zkoumání. Naopak nejdelším transportem, co se týká času, je příjem vstupních surovin k rafinačním nádobám, který trvá 35 minut. Je to z toho důvodu, že zaměstnanec musí vstupní suroviny převést mostovým jeřábem z přízemí k rafinačním nádobám, které se nacházejí ve 3. patře haly. Transport z jednotlivých nádrží a strojů probíhá pomocí potrubí a čerpadel.

Výrobní proces jedné dávky síranu sodného potřebuje celkem 20 pracovníků a trvá zhruba 4,5 dne. Tento čas je ovšem pouze při zahájení kampaně. V průběhu kampaně je čas mnohem kratší, jelikož nejdelšími operacemi jsou právě překryté časy. Čas operací je necelých 49,9 hodiny, transport celkem trvá 47,5 minuty, 13 minut pak trvají kontroly, čekání je 51,5 hodiny a skladování hotového produktu trvá 3 minuty.

5.4 Zaměstnanci výrobního procesu

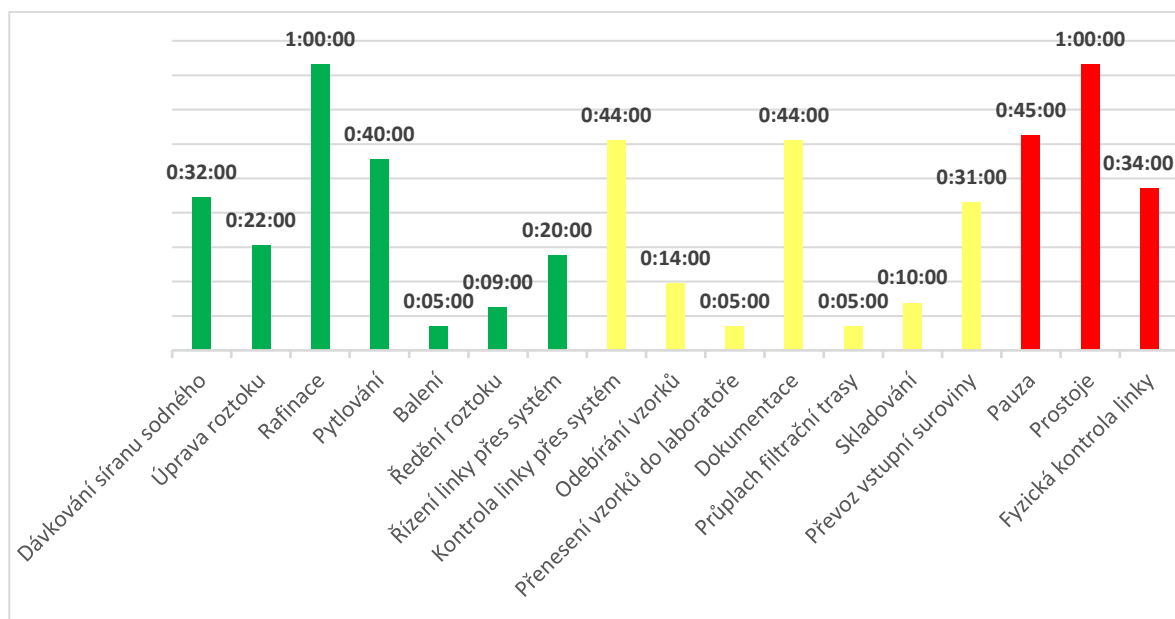
Výroba je rozdělena na ranní, odpolední a noční směny. Každá směna trvá 8 hodin, což znamená, že se vyrábí nepřetržitě. V rámci výrobního procesu síranu sodného se na výrobě podílejí hlavně dva zaměstnanci, a to zaměstnanec mokré části výroby a zaměstnanec koncové výroby. Mokrou částí výroby se rozumí první část výrobního procesu, která zahrnuje převoz vstupních surovin a končí naplněním zásobníků čistého roztoku. Koncová část výroby je pak od plnění odparek až po finální vzorkování a pytlování.

5.4.1 Zaměstnanec mokré části výroby

Hlavní pracovní náplní tohoto zaměstnance je samotná výroba síranu sodného. Práce se dělí na samotnou výrobu síranu sodného, která přidává hodnotu a kontrolní a organizační činnosti, které jsou nutné, ale nepřidávají hodnotu pro zákazníka. Do výrobní části patří jednotlivé operace spojené s procesem, jako je převoz vstupních surovin k nádržím pomocí jeřábu, napouštění nádrže vodou a ohřev vody, dávkování vstupní suroviny do nádrží, jejich ředění, rafinace a filtrace na kalolisu. V průběhu činností je úkolem pracovníka kontrolovat stav a chod strojů ve velínu pomocí systému společnosti. Součástí jeho povinností je rovněž vedení provozní dokumentace a zadávání naměřených hodnot do informačního systému společnosti.

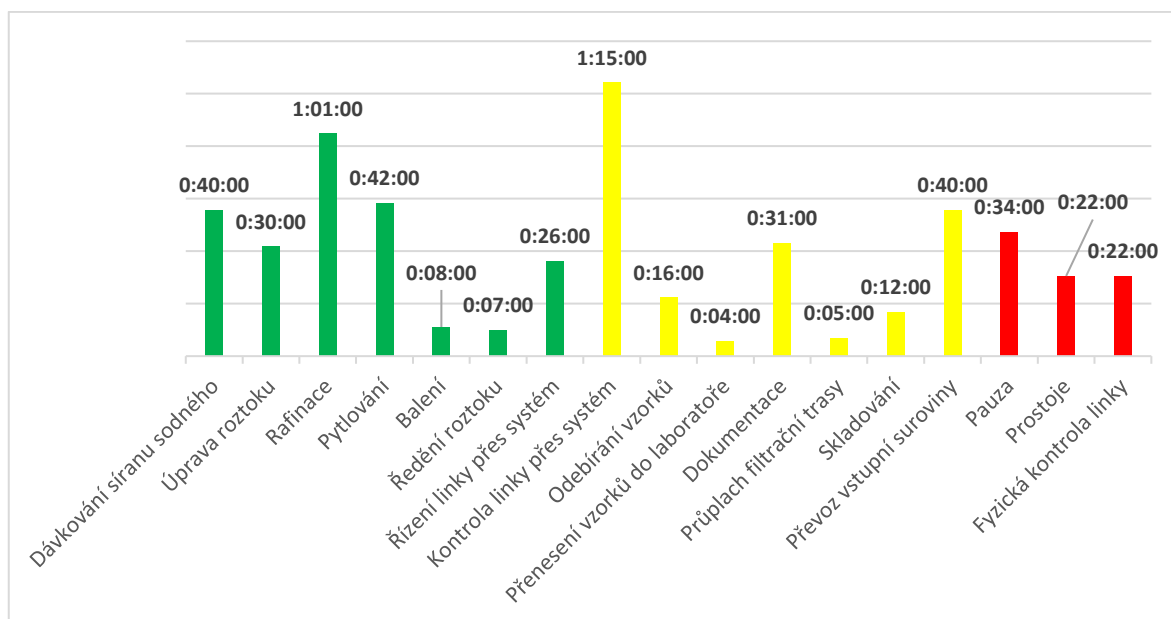
5.4.2 Snímky pracovních dnů zaměstnanců mokré částí výroby

V rámci analýzy byly vytvořeny snímky pracovního dne zaměstnance mokré části výroby. Snímky byly provedeny 10. 4. 2025 a 24. 4. 2025 v ranních směnách od 6:00 do 13:55. V příloze II se nachází tabulka, kde jsou zaznamenány jednotlivé činnosti pracovníka mokré části výroby včetně časových údajů. Tyto činnosti byly zařazeny z hlediska přidané hodnoty. Zeleně jsou označeny operace, které přidávají hodnotu k finálnímu produktu a představují přímé výrobní aktivity. Žlutě jsou vyznačeny činnosti, které nepřidávají hodnotu z pohledu zákazníka, ale jsou nezbytné pro plynulý a bezpečný chod výroby. Poslední skupinu tvoří červeně označené činnosti, které představují plýtvání, jako jsou prostoje, přestávky nebo nadbytečné vizuální kontroly výrobní linky bez konkrétního důvodu.



Obrázek 13 První snímek zaměstnance mokré části výroby (Vlastní zpracování)

V grafu (Obrázek 13) můžeme vidět, že hlavní pracovní náplní pracovníka je právě kontrola a řízení linky přes systém ve velínu. Řízení linky činí 20 minut. Zde zaměstnanec otevírá trasy, ventily a čerpadla do jednotlivých strojů a nádrží. Kontrola průběhu výroby přes systém pak zabírá 75 minut. Dokumentace tvoří 44 minut, kde zaměstnanec vyplňuje dokumenty týkající se vzorkování a zadávání hodnot do interního systému. V grafu je zaznamenána i činnost pytlování, jelikož tento proces musí probíhat nepřetržitě kvůli plnění stanovené normy. V době, kdy má zaměstnanec koncové výroby přestávku, je během ní zastupován pracovníkem z mokré části výroby. Prostoje činí 1 hodinu, kam zahrnujeme například chůzi, komunikaci a v tomto případě čekání na vstupní surovinu. Při pozorování pracovníka se stalo, že zaměstnanec čekal dvě a půl hodiny na dovoz vstupní suroviny pro dávkování. Tento problém v prostojích však zahrnuje jen 38 minut, jelikož pracovník během čekání na surovinu dělal ostatní činnosti. Čekání se ovšem podepisuje na efektivitě, jelikož nebyly využity všechny nádrže k výrobě síranu sodného. Do prostojů byla zařazena také fyzická kontrola linky, jelikož pracovník pouze procházel celou linkou a vizuálně ji sledoval a neprováděl žádnou detailní kontrolu strojů.



Obrázek 14 Druhý snímek zaměstnance mokré části výroby (Vlastní zpracování)

Jak můžeme vidět v grafu (Obrázek 14), druhé snímkování je vcelku podobné předchozímu. Největší rozdíl je u kontroly linky přes systém, a to z toho důvodu, že v případě, že nenastanou neplánované prostoje, má zaměstnanec větší prostor pro kontrolní část práce velínu. Dalším největším rozdílem jsou zmiňované prostoje, jelikož při tomto snímkování nenastal prostoje čekání na surovinu.

5.4.3 Zaměstnanec koncové části výroby

Pracovník koncové části výroby se nejčastěji věnuje pytlování hotového produktu do určených obalů v čistém prostředí. Na rozdíl od obsluhy mokré části procesu nevykonává téměř žádnou práci u výroby produktu, celý úsek od odpařování až po transport do čistého prostoru probíhá totiž plně automatizovaně. Jeho povinností je pravidelně, přibližně každých 10 minut, kontrolovat správný chod automatické výroby přes systém.

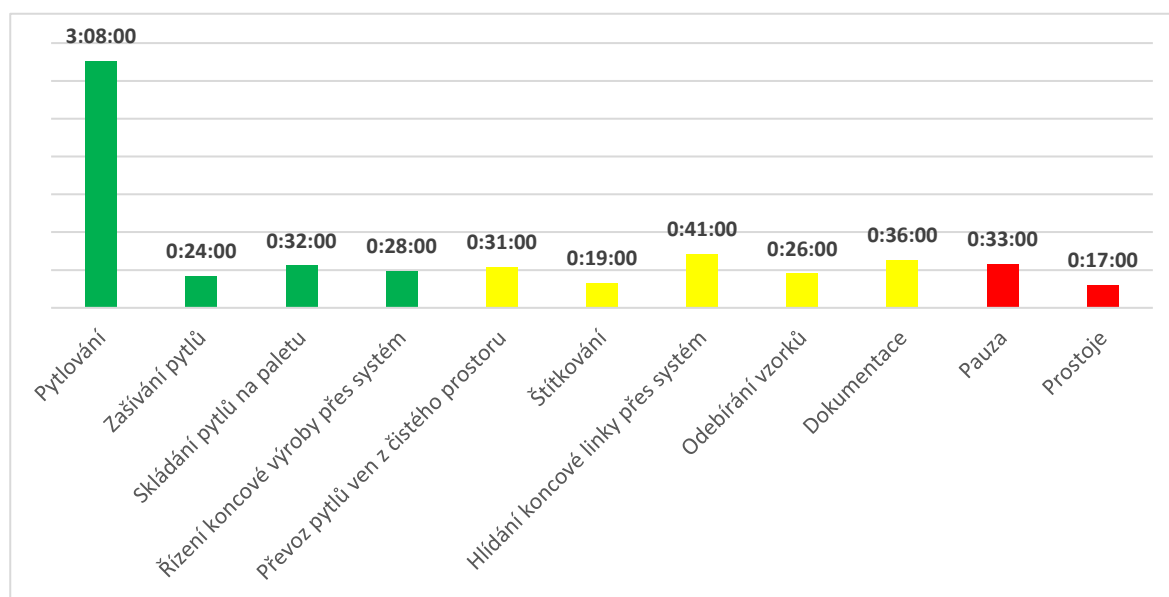
Hlavní náplní zaměstnance je pytlování. Pytlování probíhá ve stoje, kdy si připravený pytel nebo jiný obal nejdříve vloží pod síto a zmáčknutím tlačítka se začne produkt dávkovat do pytle. Dávkované množství je nastaveno vždy podle objemu pytle nebo jiného obalu. Poté musí zaměstnanec ručně vzít pytel a přesunout ho na váhu. Povolena odchylka koncové váhy je $\pm 1\%$, což znamená, že u 25 kg pytle se může váha lišit maximálně o 0,25 kg. Po zvážení zaměstnanec pytel zašije pomocí speciálního šicího stroje na uzavírání pytlů. Zašitý pytel přesune na pásový dopravník, který vede pryč z čistého prostředí. Poté uzavřené pytle vloží na paletu. Norma pro pytlování je 750 kg za hodinu.

Celý proces od dávkování produktu až po skládání pytlů na paletu je velmi náročný na ergonomii a zdraví pracovníka. Práce je monotónní a probíhá převážně ve stoje, což zatěžuje dolní končetiny. Opakované zvedání břemen mezi pracovním stolem, váhou, dopravníkem a paletou může negativně ovlivnit zdravotní stav zaměstnance.

Další důležitou činností je odebrání vzorků z produktu, který je následně balen. Vzorkování probíhá podle stanovené normy, kterou vytváří procesní inženýr pomocí excelových tabulek pro vzorkování, která určuje, jak často a kolikátá paleta se má vzorkovat.

5.4.4 Snímky pracovních dnů zaměstnanců koncové části výroby

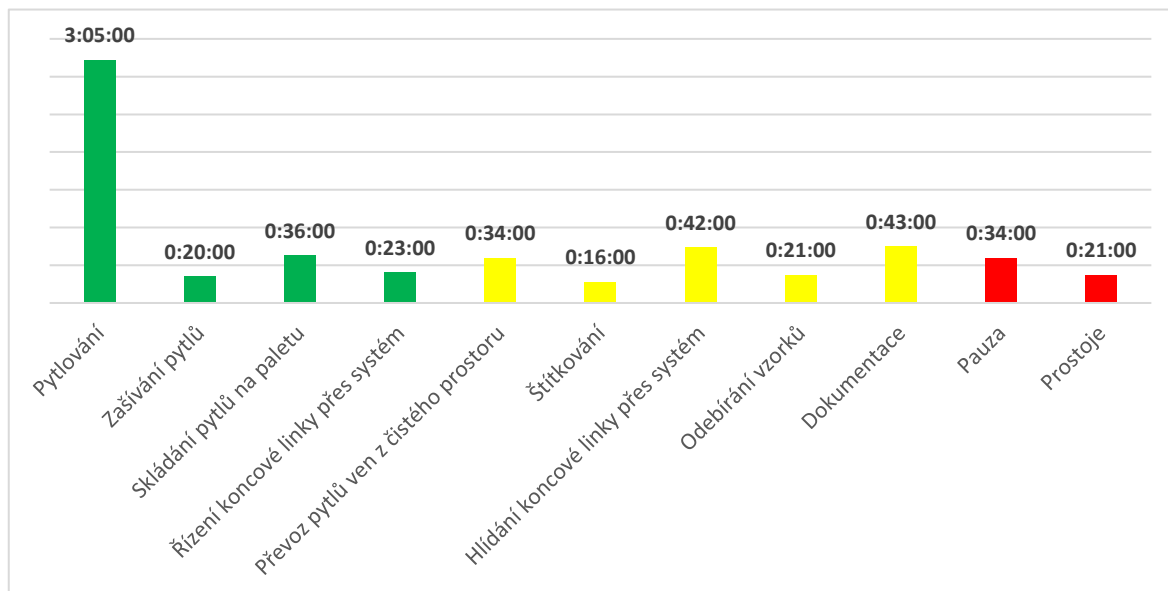
Stejně jako v kapitole 5.4.2 (s. 51) bylo provedeno snímkování zaměstnanců ve dnech 11. 4. a 25. 4. v ranních směnách od 6:00 do 13:55. Tabulka zapsaných časů v příloze III je opět rozdělena barvou podle činností, které přidávají hodnotu a jsou označeny v tabulce zelenou barvou. Žlutou barvou jsou označeny činnosti, které nepřidávají hodnotu, ale jsou nutné. Činnosti označené červenou barvou představují plýtvání.



Obrázek 15 První snímek zaměstnance koncové části výroby (Vlastní zpracování)

Na základě přiloženého grafu (Obrázek 15) lze konstatovat, že nejdelší činnost představuje pytlování, které zabírá 39,6 % pracovní doby. Tento proces je klíčový pro splnění denní normy a musí probíhat nepřetržitě. Do činností nepřidávajících hodnotu zahrnujeme obsluhu systému, kde pracovník řídí a průběžně kontroluje automatickou koncovou část linky přímo z čistého prostředí. Dále sem patří dokumentace, štítkování a odběr vzorků, které souvisí s kontrolou kvality. V plýtvání se objevují pauza a prostoje.

Zaměstnancům podle zákona náleží přestávka v délce 30 minut. Mírný přesah v tomto případě nemá zásadní vliv na celkovou organizaci směny. V prostojích se nachází komunikace, drobné ucpávky v sítu a doplňování prázdných obalů na stojan.



Obrázek 16 Druhý snímek zaměstnance koncové části výroby (Vlastní zpracování)

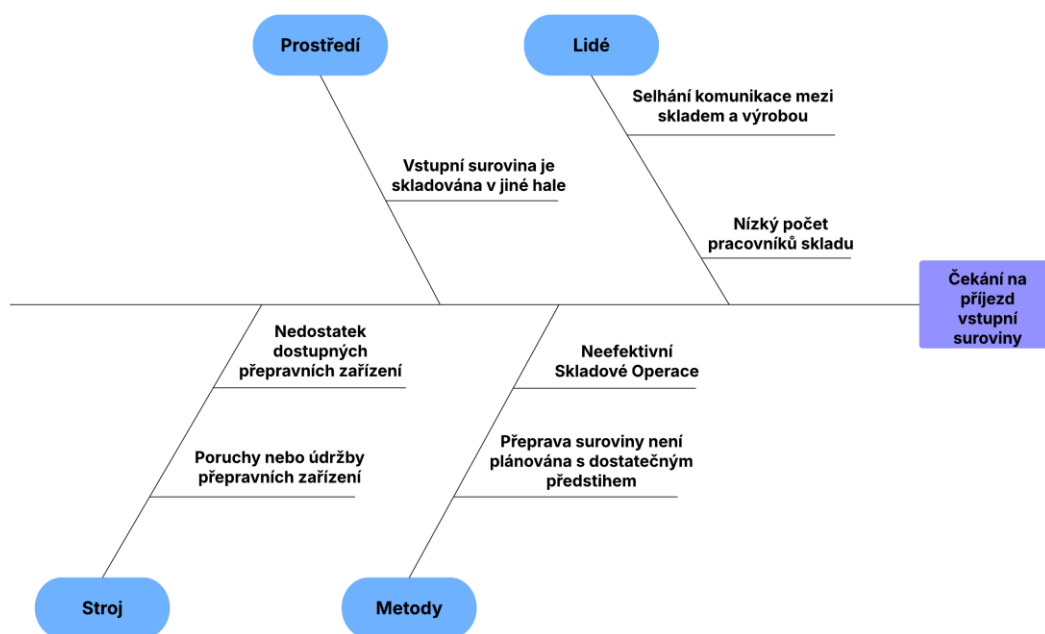
Z druhého snímkování (Obrázek 16) je patrné, že časové rozložení jednotlivých činností zůstává podobné. Činnosti přinášející přidanou hodnotu tvoří 55,6 % pracovní doby, přičemž nejvíce času stále zabírá pytlování, konkrétně 38,9 %. Čas věnovaný dokumentaci se oproti předchozímu měření navýšil o 7 minut, a to zejména kvůli dočasné technické chybě systému. Činnosti, které sice nepřidávají hodnotu, ale jsou nezbytné pro zajištění chodu výroby, představují 32,8 %, zatímco plýtvání tvoří 11,6 % z celkového času.

5.5 Ishikawův diagram

Ishikawův diagram, známý také jako diagram rybí kosti, je použit k identifikaci klíčových příčin problémů zjištěných během analýzy ve výrobním procesu. Pro analýzu byly vymezeny hlavní oblasti, které mohou negativně ovlivňovat plynulost výroby. Každá z těchto kategorií zahrnuje specifické faktory, které mohou způsobovat narušení výrobního procesu a přispívat k neefektivnímu využití času. V rámci Ishikawova diagramu byl zvolen problém zdlouhavého přenesení vstupní suroviny k rafinačním nádobám a čekání na příjezd vstupní suroviny.

5.5.1 Čekání na příjezd vstupních surovin

Během pozorování výrobního procesu se stalo, že zaměstnanec mokré části výroby čekal na dovoz vstupní suroviny přes 2,5 hodiny, a nemohl tak nadávkovat vstupní surovinu do rafinační nádrže, čímž došlo k čekání a nevyužití času na maximum. V Ishikawově diagramu (Obrázek 17) jsou zaznamenány jednotlivé příčiny čekání na příjezd vstupní suroviny.



Obrázek 17 Ishikawův diagram příčin čekání na příjezd vstupních surovin (Vlastní zpracování)

Lidé – v některých případech může dojít k tomu, že zaměstnanec výroby zapomene včas upozornit sklad o potřebě dodání suroviny. Komunikace mezi skladem a výrobou navíc nemusí být vždy jednoznačná, což vede k nedorozuměním a zpoždění v zásobování.

Další příčinou je nízký počet skladníků pro obsluhu zařízení určeného k manipulaci s nákladem. Ve skladu, kde jsou uchovávány vstupní suroviny, působí pouze tři skladníci. To může vést ke zpoždění při příjmu materiálu, zejména pokud dojde k souběžnému nárůstu počtu nakládek a vykládek.

Metody – zaměstnanci nemají stanovený jednoznačný časový harmonogram nebo postup, kdy mají informovat odpovědné osoby o potřebě převozu surovin ze skladu do výrobní haly. Celý proces tak často probíhá nahodile, což vede ke zbytečnému čekání a prostojům. Tento problém se výrazně projevuje zejména při střídání směn, kdy pracovník

končící směny A zapomene informovat sklad o nutnosti přepravy vstupní suroviny pro nadcházející směnu B. Následně tak zaměstnanec nástupní směny zjistí, že potřebný materiál není k dispozici a není ani zajištěna jeho přeprava. Dávkování síranu sodného do nádrže se tím pádem nemůže včas zahájit, čímž dochází ke ztrátě času a snížení celkové efektivity provozu.

Problémem může být i nevhodné uspořádání skladu a nedostatečně přehledná evidence zásob, což může výrazně prodloužit čas potřebný k nalezení a vyzvednutí konkrétní suroviny. Pokud materiál není uložen na přístupném místě, dochází ke zbytečným zdržováním při jeho vyhledávání.

Prostředí – další významnou příčinou zdržení při zahájení výroby je fakt, že vstupní surovina není skladována přímo ve výrobní hale, ale v odděleném skladovacím prostoru, který se nachází v jiné budově. To výrazně komplikuje logistiku a zvyšuje časovou náročnost přepravy materiálu na místo zpracování. Doprava suroviny do výroby probíhá pomocí vysokozdvížného vozíku, přičemž je nutné, aby byl k dispozici jak samotný vozík, tak i obsluha. Plocha pro dovážku suroviny navíc není v manipulačním prostoru jasně vyznačena, čímž dochází k hromadění vstupního materiálu, palet či obalů, které jsou určeny k odvozu, na jednom místě.

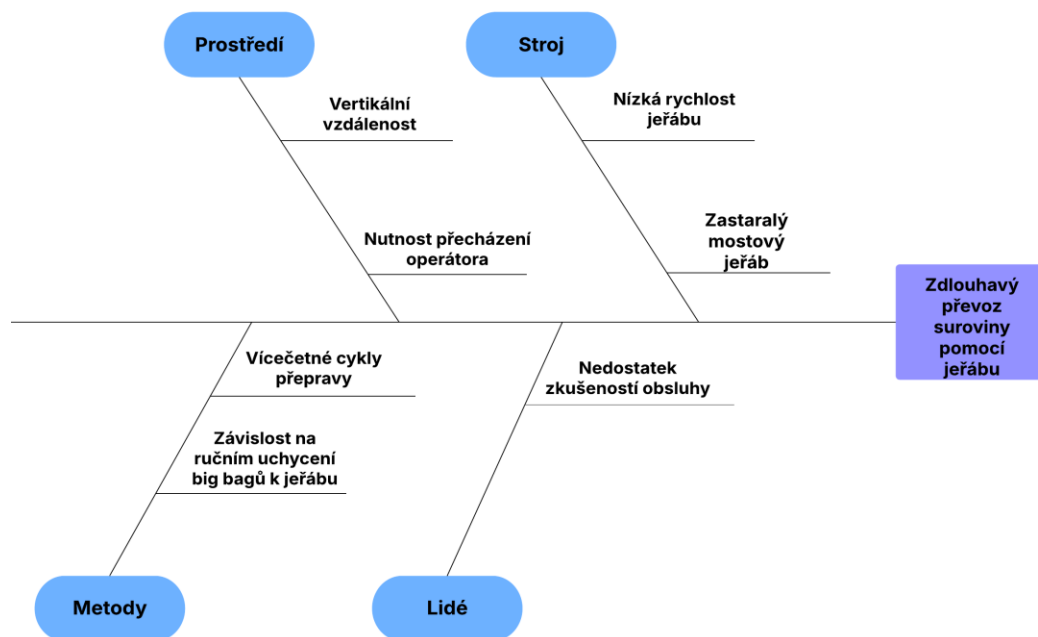
Stroj – nedostatečná dostupnost přepravních zařízení může být příčinou zdržení při dodávce vstupní suroviny do výroby, která jsou nezbytná pro manipulaci s materiálem mezi skladem a výrobní halou. V případě, že nejsou okamžitě k dispozici vysokozdvížné vozíky, dochází k výraznému zpomalení celého procesu, neboť je nutné vyčkat, až se potřebná technika uvolní.

Situaci dále komplikuje skutečnost, že některá přepravní zařízení mohou být mimo provoz z důvodu technické závady nebo probíhající údržby. V takových případech není možné zajistit plynulý přesun suroviny, což vede k časovým prostojům a narušení návaznosti výrobních činností.

5.5.2 Zdlouhavá operace přenosu vstupních surovin

Jak již bylo zmíněno v procesní analýze (Kapitola 5.3, s. 49) současný převoz vstupní suroviny k rafinačním nádržím není pro firmu vyhovující. Tento proces je prováděn zaměstnancem mokré části pomocí mostového jeřábu přes ovladač a trvá v průměru 35 minut. Jeřáb je zároveň schopen během jednoho cyklu přepravit pouze 2 tuny suroviny, což znamená, že pro přemístění požadovaného množství je nezbytné celý proces opakovat

celkem třikrát. Z celkových 35 minut potřebných na 3 cykly přesunu suroviny je přibližně 21 minut věnovaných samotné manipulaci jeřábem, zdvihu suroviny do výšky 20 metrů, horizontálnímu přesunu na vzdálenost 30 metrů a následnému spuštění o 8 metrů. Dále je zahrnuto průměrně 7 minut na upevnění a odepnutí břemene a přibližně 8 minut na přechod obsluhy k ovládání jeřábu. Na obrázku níže (Obrázek 18) můžeme vidět Ishikawův diagram k problému zdlouhavý převoz vstupních surovin.



Obrázek 18 Ishikawův diagram příčin zdlouhavého převozu suroviny (Vlastní zpracování)

Prostředí – v oblasti prostředí se jako překážka ukazuje výrazná vertikální vzdálenost mezi přízemím a třetím patrem, kterou musí jeřáb překonat. To znamená, že jeřáb musí nejdříve zvednout surovinu zhruba 20 metrů nahoru a poté bezpečně spustit, což trvá podstatně déle než horizontální přesun. Další příčinou je nutnost přecházení zaměstnance, který ovládá jeřáb ze země, ale v průběhu převozu se musí přemístit, protože z původního místa není dobře vidět na náklad, což celý proces zpomaluje.

Stroj – tato kategorie zahrnuje starší model jeřábu, jehož rychlost výrazně prodlužuje přepravu. Pomalá rychlost se nejvíce projevuje právě při zvedání a pokládání suroviny. I když při zdvihání musí být zaměstnanec opatrný, aby se náklad nerozhoupal nebo nenarazil do konstrukce či jiných překážek, momentální rychlost je nízká. Navíc je potřeba zdůraznit, že celá trasa je z velké části vertikální, a proto i při zvedání představuje nízká rychlost výrazný problém. Opatrný postup je v tomto kroku žádoucí kvůli bezpečnosti i stabilitě přepravovaného materiálu. Při horizontální trase, kde zaměstnanec nemusí být tak opatrný,

je nízká rychlost také problémem. U pokládání suroviny nízká rychlost prodlužuje čas celého převozu. Prostor, do kterého se surovina pokládá, je dostatečně velký, což snižuje riziko kolize nebo chybného umístění, avšak není zde žádné označení, které by jasně definovalo, kde big bagy položit.

Metody – procesní stránka poukazuje na potřebu vícečetných cyklů přepravy, kdy je převoz rozdělen do 3 cyklů, čímž se zvyšuje celkový čas činnosti. Rozdělení není zapříčiněno nízkou nosností jeřábu, nýbrž bezpečností při převážení, kdy by mohlo přenesení více než 2 big bagů narazit do konstrukce nebo jiných strojů výroby.

Další příčinou může být zavěšování big bagů na jeřáb pomocí řetězů. Proces zavěšování a následné uvolnění ve třetím patře je manuální a vyžaduje zvýšenou pozornost. Pracovník musí nejdříve dovézt jeřáb nad náklad a poté ručně připevnit řetězy k big bagům. Pokud dojde ke špatnému upevnění, big bagy nemusí být správně vyváženy, což způsobuje další zdržení, jelikož pracovník musí následně upravit zavěšení řetězů.

Lidé – Noví nebo nezkušení pracovníci často nemají dostatečnou praxi v efektivní manipulaci s jeřáby, což může vést k pomalejšímu provádění jednotlivých úkonů, chybám při zavěšování nákladu nebo neefektivnímu plánování přepravy. Nezkušenost obsluhy tak může být zdrojem zdržení či nutnosti opakovaného provedení některých činností.

6 HLAVNÍ ZJIŠTĚNÉ NEDOSTATKY

Na základě analýzy byly vybrány hlavní zjištěné nedostatky výrobního procesu síranu sodného, které se podílejí převážně na plýtvání časem a ergonomii pracoviště.

6.1 Pomalý mostový jeřáb

Ishikawův diagram (kapitola 5.5.2, s. 57) odhalil, že jedním z míst, které způsobuje prodlevy a snižuje celkovou rychlost výrobního procesu, je pomalá manipulace se vstupní surovinou při jejím převozu k rafinačním nádržím pomocí mostového jeřábu. Pomocí procesní analýzy bylo zjištěno, že provedení tří cyklů převozu trvá v průměru 35 minut, což je v kontextu opakovaného využití jeřábu během směny významný časový úsek. Současné maximální rychlosti jeřábu, konkrétně rychlost zdvihu 5 m/min, rychlost pojezdu kočky 20 m/min a rychlost pojezdu mostu 40 m/min, se jeví jako nedostatečné pro zajištění plynulého a rychlého materiálového toku. Při zvedání suroviny se jeřáb občasně zasekává, což naznačuje možné technické problémy nebo opotřebení mechanismu zdvihu.

6.2 Čekání na dodání vstupní suroviny

V rámci pozorování zaměstnance mokré části výroby (Obrázek 13, s. 52) bylo identifikováno, že dochází k významným prostojům ve výrobě způsobeným čekáním na dovoz vstupního materiálu ze skladu. Konkrétně bylo zaznamenáno čekání v délce přibližně 2,5 hodiny. Analýza ukázala, že jednou z hlavních příčin je omezený počet pracovníků ve skladu, kteří nemají vždy kapacitu okamžitě reagovat na potřebu materiálu ve výrobě. Skladování vstupní suroviny v jiné hale je další významnou příčinou. Hlavním problémem však není nutně nedostatek pracovníků nebo skladování v jiné hale, ale spíše absence efektivního a včasného signálu ze strany výroby směrem ke skladu o blížící se potřebě nového materiálu. Současný systém komunikace neumožňuje skladu dostatečně předvídat požadavky výroby a připravit materiál s předstihem, což vede k prodlevám v momentě, kdy je materiál skutečně potřeba k dávkování.

6.3 Ergonomie na pracovišti čistého prostředí

Pytlování v čistém prostředí je z hlediska ergonomie a zdraví pracovníka vysoce náročná činnost. Celý proces, od pytlování až po skládání naplněných pytlů na paletu, probíhá převážně ve stoje, což představuje značnou zátěž pro dolní končetiny. Klíčovým ergonomickým problémem je opakované zvedání a přenášení břemen, konkrétně mezi

stolem pod sítím, váhou a dopravníkem. Tato opakovaná manipulace s břemeny, spojená s monotónností práce, negativně ovlivňuje pohybový aparát zaměstnance a může vést k zraněním, jako jsou bolesti zad, kloubů horních a dolních končetin. Stávající pracovní postup je proto fyzicky velmi náročný a ergonomicky neuspokojivý, což zvyšuje riziko pracovních úrazů a dlouhodobých zdravotních problémů pracovníků. K posouzení ergonomického zatížení zaměstnance byla využita metoda RULA, která se zaměřuje na hodnocení rizik spojených s pracovními polohami horních končetin, krku, trupu a dolních končetin při manuální práci. V analyzovaném případě pracovník opakovaně manipuluje s pytli o hmotnosti 25 kg, které přesouvá ze stolu na váhu a následně do dopravníku. Při této činnosti dochází ke kombinaci předklonu trupu, ohybu zápěstí a statického stoje, což vede k celkovému zatížení pohybového aparátu. Výsledné skóre dle metody RULA dosahuje hodnoty 6, což představuje střední až vysoké riziko a signalizuje potřebu ergonomické intervence.

6.4 Absence označení manipulačního prostoru

V rámci provedené analýzy bylo zjištěno, že manipulační prostor ve vstupní hale, který slouží pro příjem dováženého vstupního materiálu a zároveň pro shromažďování použitých palet a prázdných obalů určených k odvozu, není v současné době jasně vymezen ani vizuálně rozdělen. Kvůli tomuto nedostatku se na stejném, nedefinovaném místě často nekontrolovaně hromadí jak vstupní suroviny, tak i odpadní obaly nebo palety. To má několik negativních důsledků, včetně nepřehlednosti způsobené smícháním různých typů materiálu, komplikací při manipulaci, jelikož je nutné překonávat překážky nebo hledat volné místo. Dále dochází k neefektivnímu využití prostoru a vzniku nepořádku.



Obrázek 19 Současný stav manipulačního prostoru (Vlastní zpracování)

7 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ

V návaznosti nedostatků identifikovaných v kapitole 6 jsou v této části práce představeny návrhy, jejichž cílem je tyto problémy vyřešit nebo částečně vylepšit. Navrhované zlepšení se týkají oblasti manipulace, uspořádání pracoviště, fyzické zátěže zaměstnanců a logistických toků. Následující podkapitoly poté rozebírají jednotlivá navržená řešení, jejich přínosy a náklady.

7.1 Modernizace mostového jeřábu

Modernizace stávajícího mostového jeřábu má primárně za cíl zkrácení doby převozu vstupní suroviny k rafinačním nádržím, která nyní trvá 35 minut. Modernizace by se měla zaměřit především na pohonné jednotky jeřábu, zejména na mechanismus zdvihu a pojezdu, s cílem umožnit vyšší rychlost zdvihu a zajistit plynulejší a spolehlivější provoz. Modernizace by měla zahrnovat výměnu zdvihacího mechanismu, konkrétně motoru a převodovky, jelikož maximální rychlost zdvihu 5 m/min není pro firmu při neustálém zdvihání a pokládání dostačující. Zvýšení rychlosti zdvihu je klíčové pro minimalizaci času stráveného přesunem jeřábu s nákladem.

Implementace modernizace jeřábu přináší řadu podstatných přínosů. Nejvýznamnějším přínosem je přímé zkrácení doby potřebné pro převoz vstupní suroviny. V případě implementace nového motoru a převodovky s maximální rychlostí 12 m/min se celkový čas tří cyklů převozu sníží z 35 minut na 25,2 minuty, což představuje 35 % úsporu času. Toto zkrácení manipulačních časů se přímo promítne do zkrácení celkového času výrobního procesu, což umožní lepší využití pracovní doby zaměstnance mokré části. Plynulejší zdvihání materiálu by navíc mohlo snížit opotřebení jeřábu a prodloužit jeho životnost, stejně jako minimalizovat riziko poškození přepravované suroviny. Modernější pohonná jednotka by mohla také nabídnout lepší možnosti diagnostiky a údržby.

7.2 Označení manipulačního prostoru pomocí metody 5S

Pro řešení identifikovaného problému absence označení manipulačního prostoru se navrhuje aplikace základních principů metody 5S, primárně prvních dvou kroků: Seiri (Třídit) a Seiton (Uspořádat). Hlavním cílem je fyzicky rozdělit a jasně vizuálně označit podlahovou plochu ve vstupní hale na dvě samostatné, definované zóny. První zóna bude určena pro příjem vstupního materiálu a bude vyhrazena výhradně pro dovážené suroviny a materiál čekající na další zpracování nebo přesun do skladu. Druhá zóna bude sloužit pro

shromažďování palet, obalů a bude určena pro použité palety, prázdné pytle, big bagy a další obalový materiál vznikající při výrobě, připravený k odvozu nebo likvidaci. Tímto rozdělením se zavede jasná struktura a každá položka bude mít své přesně určené místo.

Implementace tohoto návrhu povede ke zvýšení přehlednosti a pořádku. Zlepší se efektivita manipulace, neboť pracovníci budou přesně vědět, kam umístit dovážený materiál a kam shromažďovat palety, což zjednoduší manipulační procesy. Oddělení zón minimalizuje riziko vzájemného poškození materiálu a přispěje k vyšší bezpečnosti práce v daném prostoru. Definované zóny umožní optimální využití stávající podlahové plochy a nebude tak docházet k neorganizovanému hromadění na jednom místě. Označené zóny budou fungovat jako jednoduchý nástroj vizuálního řízení, který okamžitě ukazuje, zda je v daném prostoru pořádek a zda jsou položky na správném místě. Úspěšné zavedení prvních dvou S v této oblasti navíc vytvoří pozitivní precedens a usnadní případné další rozšiřování metody 5S na jiná pracoviště.

Pro realizaci návrhu je nutné provést analýzu potřebného prostoru pro určení velikosti a umístění zón, s ohledem na typickou dodávku 5 až 6 big bagů, která vychází na 70 m² pro oba prostory. Následně dojde k fyzickému vyznačení hranic zón na podlaze a jejich jasnému označení pomocí průmyslových pásek. Nezbytnou součástí je zaškolení personálu a zavedení pravidelných auditů pro udržení pořádku dle principů 5S (Seiso, Seiketsu). Zavedením těchto kroků se zlepší efektivita a přehlednost manipulačních procesů.

7.3 Zlepšení ergonomie v prostoru čistého prostředí

Pro špatné ergonomické pohyby v čistém prostředí při procesu pytlování se navrhuje instalace válečkového dopravníku do pracovního prostoru, kde probíhá pytlování. Válečkový dopravník by byl umístěn od pracovního stolu pod sítím přes váhu k pásovému dopravníku, který vede pytle z čistého prostředí. Stůl i váha se dají nastavit na stejnou velikost jako je pásový dopravník, díky čemuž se značně ulehčí instalace dopravníku. Jeho účelem by bylo umožnit pracovníkovi snadno přesunout pytel naplněný produktem z místa plnění na váhu bez nutnosti jeho zvedání a přenášení. Instalací válečkového dopravníku by se výrazně snížila fyzická námaha pracovníka.

Hlavním a primárním přínosem navrhované instalace válečkového dopravníku je zásadní zlepšení ergonomie pracovního místa a zvýšení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Výrazné omezení opakovaného zvedání a přenášení břemen povede ke snížení fyzické zátěže na pohybový aparát pracovníka, zejména na záda a končetiny. Tím se minimalizuje

riziko vzniku akutních zranění i chronických onemocnění z přetěžování. Zlepšená ergonomie by mohla přispět i ke zvýšení pracovníkovi produktivity a kvality práce. Z pohledu BOZP návrh přímo řeší identifikovaná rizika spojená s manipulací s břemeny a dlouhodobou prací ve stoje. Realizace by zahrnovala zajištění pořízení vhodného dopravníku a integraci do pracovního procesu. Dále je nutné zaškolení pracovníků v používání nového dopravníku.

7.4 Standardizace dovážky vstupní suroviny

S cílem vyřešit problém čekání na dovoz vstupní suroviny je navrženo zavedení jednoduchého systému pro včasnou signalizaci potřeby materiálu ze strany výrobního pracovníka směrem ke skladu. Klíčovým prvkem návrhu je využití čtečky čárových kódů nebo QR kódů, které jsou již umístěny na big bagu vstupní suroviny. V momentě, kdy výrobní pracovník začne dávkovat materiál z konkrétního big bagu, načte pomocí čtečky kód z tohoto balení. Načtení by automaticky vygenerovalo signál v interním informačním systému směrem ke skladníkům. Signál by informoval sklad, že se právě začíná dávkovat daná šarže a že je vhodné začít s přípravou další dovážky pro výrobu. Tento přístup je založen na principu "pull", kdy si výroba "tahá" materiál ze skladu v momentě, kdy ho začíná reálně spotřebovávat, nikoli až v momentě, kdy je surovina již spotřebována.

Zavedení tohoto návrhu by vedlo ke zkrácení nebo úplnému eliminování prostojů způsobených čekáním na materiál. Včasná signalizace umožní skladníkům efektivněji plánovat své úkoly a připravit další big bagy s dostatečným předstihem, čímž se zlepší plynulost materiálového toku mezi skladem a výrobou. Systém také přispěje k lepší koordinaci práce mezi výrobním pracovníkem a skladem.

Konkrétní kroky implementace by zahrnovaly pořízení vhodných čteček kódů a úpravu stávajícího informačního systému pro příjem a zpracování signálů ze čteček a jejich zobrazení pro skladníky. Dále je nutné zajistit tisk a umístění unikátních kódů na jednotlivé big bagy nebo balení materiálu. Klíčové bude také důkladné zaškolení výrobních pracovníků v používání čteček a skladníků v práci s novým signalizačním systémem.

7.5 Náklady navrhovaných změn

V tabulce (Tabulka 5) jsou popsány jednotlivé náklady spojené s navrhovanými opatřeními, která mají za cíl optimalizovat současný stav procesů a pracovního prostředí. Cílem této

kapitoly je poskytnout přehled o všech relevantních nákladových položkách a tím umožnit objektivní posouzení finanční náročnosti navržených investic.

Tabulka 5 Náklady a přínosy navrhovaných zlepšení (Vlastní zpracování)

Navrhovaná zlepšení	Přínosy	Náklady
Modernizace mostového jeřábu	• Zrychlení manipulace s jeřábem • Plynulejší zdvihání	Nový zdvihací motor s převodovkou: 275 000 Kč Montáž: 45 000 Kč
Označení manipulačního prostoru pomocí metody 5S	• Zvýšení přehlednosti a pořádku • Snížení rizika poškození materiálu	Náklady na označení: 11 000 Kč Práce: 1 025 Kč Jednorázové školení zaměstnanců: 2 000 Kč
Pořízení válečkového dopravníku v čistém prostředí	• Snížení fyzické námahy • Zvýšení bezpečnosti pracovníků	Válečkový dopravník: 18 000 Kč Konzole: 2 000 Kč Montáž: 1 300 Kč
Standardizace dovážky vstupní suroviny	• Zkrácení nebo eliminace prostoje čekání na vstupní materiál • Zlepšení plynulosti materiálového toku	Pořízení průmyslové čtečky: 14 000 Kč Úprava informačního systému: 12 000 Kč Školení zaměstnanců: 6 000 Kč
Celkové náklady		387 325 Kč

7.5.1 Modernizace mostového jeřábu

Částka 275 000 Kč nového zdvihacího motoru s převodovkou je stanovena na základě konkrétních nabídek od dodavatelů průmyslových jeřábových komponent. Započítán je zde samotný nákup výkonnějšího a modernějšího motoru s integrovanou převodovkou, který zajistí rychlejší a plynulejší manipulaci. Cena reflektuje specifikace, jako je rychlost a nosnost, potřebné pro mostový jeřáb Krantechnik, který společnost využívá. Náklady na montáž jsou odhadovány na 45 000 Kč na základě cenových nabídek získaných přímo od výrobců, kteří zajišťují montáž svých produktů, nebo od specializovaných montážních firem. Náklady zahrnují demontáž starého motoru, instalaci nového, elektrické zapojení, zkoušky a uvedení do provozu.

7.5.2 Označení manipulačního prostoru

Náklady na označení představují přímé náklady na materiál. Zahrnují nákup podlahových pásek pro vyznačení zón. Uvedená částka 11 000 Kč je odhadnuta na základě předpokládané délky podlahových pásek, která činí okolo 60 metrů na oba prostory a podlahových značek, které specifikují účel daného místa. Cena vychází z ceníků dodavatelů průmyslových značení, jako je například společnost Orgatex. Položka práce je kalkulována podle odhadovaného počtu pracovních hodin interního personálu, který bude fyzicky provádět vyznačení ploch, úklid, organizaci a instalaci nového značení. Jedná se o méně náročné úkony a práce byla vypočítána na 5 hodin práce interního zaměstnance při hodinové sazbě 205 Kč. Výdaje na školení jsou stanoveny na základě interní kalkulace času a nákladů na přípravu a vedení školení kvalifikovaným interním pracovníkem a zahrnují přípravu na školení, čas interního školitele a materiály a vizualizace spojené se školením. Školení by zahrnovalo dvě hodinové lekce o principech 5S, jejich významu a praktické aplikaci v daném prostředí a trvaly by dvě hodiny.

7.5.3 Pořízení válečkového dopravníku v čistém prostředí

Cena válečkového dopravníku se vztahuje k pořízení samotného válečkového dopravníku. Pro navrhované řešení je doporučen gravitační válečkový dopravník, přičemž částka 18 000 Kč vychází z konkrétního výběru a specifikace vhodného modelu. Kupříkladu společnost verva-tech.cz vyrábí své dopravníky na míru podle požadavků zákazníků. K těmto nákladům je třeba připočítat i částku 2 000 Kč za konzoli. Jedná se o náklady na konstrukční prvky potřebné k uchycení dopravníku k podlaze. V rámci navrhovaného řešení je vyžadováno pevné a stabilní uchycení dopravníku, který prochází přes váhu, a proto je potřeba

robustnější a přesnější konstrukční řešení. Odhad nákladů na montáž reflektuje předpokládaný čas potřebný pro instalaci a zprovoznění dopravníku. Jelikož se jedná o relativně malý segment, montáž je kalkulována na zhruba 6 hodin práce interního zaměstnance při hodinové mzdě 205 Kč.

7.5.4 Standardizace vstupní suroviny

Náklady na pořízení průmyslové čtečky představují 12 000 Kč, konkrétním návrhem může být čtečka ZEBRA DS3600, která je vhodná pro integraci do ERP systémů. Cena je odvozena od tržních cen pro průmyslové čtečky, které jsou robustnější a spolehlivější pro použití ve výrobním prostředí. Úprava informačního systému je kalkulována na základě odhadovaného rozsahu programových úprav stávajícího informačního systému. Započítán je zde čas interního IT specialisty, případně externího programátora potřebný k implementaci nových funkcionalit pro standardizovaný příjem materiálu. Náročnost práce závisí na složitosti stávajícího systému a požadovaných úprav, ale typicky tyto úpravy zaberou 2 až 3 pracovní dny. Částka 11 000 Kč za úpravu informačního systému vychází z 20 hodin práce IT specialisty při hodinové sazbě 550 Kč. Náklady spojené se školením pokrývají proškolení zaměstnanců výroby a skladníků, kteří budou zapojeni do nového standardizovaného procesu dovozu a budou používat nový postup a upravený informační systém. Školení by bylo zaměřeno na praktické použití čteček, nový workflow a řešení potenciálních problémů. Částka 6000 Kč zahrnuje náklady na lektora, náklady na interní přípravu a odhadovanou délku školení, která byla vyhodnocena na 3 hodiny.

ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývala analýzou výrobního procesu síranu sodného ve společnosti Macco Organiques s.r.o., s primárním cílem identifikovat stávající nedostatky a navrhnout konkrétní návrhy pro zlepšení současného stavu. V kontextu rostoucí globální konkurence a neustálých požadavků na efektivitu je pro podniky klíčové neustále zdokonalovat své výrobní procesy a eliminovat veškeré formy plýtvání.

Teoretická část práce poskytla ucelený přehled o klíčových konceptech průmyslového inženýrství, které tvoří základ pro efektivní řízení výrobních procesů. Byla provedena důkladná literární rešerše zaměřená na definici výroby a výrobního procesu, principy štíhlé výroby, typy plýtvání a význam ergonomie na pracovišti. Dále byly představeny a popsány analytické metody, které byly následně aplikovány v praktické části, konkrétně SWOT analýza, vývojový diagram, procesní analýza, snímek pracovního dne a Ishikawův diagram.

V praktické části práce byla nejdříve představena společnost Macco Organiques s.r.o., její historie, výrobní portfolio a organizační struktura. Následně byla provedena SWOT analýza, která odhalila silné a slabé stránky společnosti. SWOT analýza potvrdila dobré interní předpoklady společnosti pro další rozvoj. Jádrem praktické části je analýza výrobního procesu síranu sodného. Pomocí procesní analýzy a snímků pracovního dne zaměstnanců výroby byl zmapován výrobní tok. Procesní analýza určila časovou náročnost jednotlivých operací a transportů, což umožnilo identifikovat úzká místa. Z těchto analýz vyplynuly hlavní nedostatky, mezi něž patří zdlouhavá operace přenosu vstupních surovin, prostoje způsobené čekáním na dovážku materiálu ze skladu, ergonomicky náročná práce při pytlování v čistém prostředí a absence jasného označení manipulačního prostoru. Pro hlubší pochopení příčin těchto problémů byl pro dva konkrétní nedostatky aplikován Ishikawův diagram.

Na základě všech zjištěných nedostatků a jejich příčin byly v závěru práce formulovány konkrétní návrhy na zlepšení. Mezi hlavní doporučení patří modernizace mostového jeřábu s cílem zkrátit dobu manipulace se surovinami, standardizace dovážky vstupních surovin pomocí systému signalizace založeného na čárových kódech, zlepšení ergonomie pracoviště v čistém prostředí instalací válečkového dopravníku a označení manipulačního prostoru metodou 5S. Tyto návrhy byly doplněny o orientační kalkulaci nákladů a očekávaných přínosů, které zahrnují úsporu času, zvýšení bezpečnosti práce a zlepšení celkového výrobního procesu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BRAU, Sebastian J., 2016. *Lean manufacturing 4.0: The technological evolution of lean*. Boca Raton: American Lean SD. ISBN 978-1539322948.

DELISLE, Dennis R., 2015. *Executing lean improvements: a practical guide with real-world healthcare case studies*. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press. ISBN 978-0-87389-909-3.

DENNIS, Pascal, 2016. *Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system*. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group. ISBN 978-1498708876

DYLEVSKÝ, Ivan, 2022. *Biomedicínská ergonomie*. Grada. ISBN 978-80-271-3600-1.

FICKLEN Carter B.; FLEEGER, Allan K.; LILLQUIST, Dean L., 2021. *Industrial Hygiene Reference and Study Guide*. Fourth edition. American Industrial Hygiene Association (AIHA). ISBN 978-1-935082-97-2.

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

FOTR, Jiří, 2012. *Tvorba strategie a strategické plánování: teorie a praxe*. Expert. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-3985-4.

FURTERER, Sandra L., 2021. *ASQ Certified Quality Process Analyst Handbook*. Third edition. American Society for Quality (ASQ). ISBN 978-1-951058-38-8.

GILBERTOVÁ, Sylva a MATOUŠEK, Oldřich, 2002. *Ergonomie: optimalizace lidské činnosti*. Praha: Grada. ISBN 80-247-0226-6.

GULATI, Ramesh, 2021. *Maintenance and reliability best practices*. Third edition. South Norwalk, Connecticut: Industrial Press. ISBN 978-0-8311-3647-5.

CHROMJAKOVÁ, Felicity a RAJNOHA, Rastislav, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: Kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: GEORG. ISBN 978-80-89401-26-0.

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

JACKSON, Daniel, 2015. *Statistics for quality control*. South Norwalk, Connecticut: Industrial Press. ISBN 978-0-8311-3517-1.

JAKUBÍKOVÁ, Dagmar a JANEČEK, Petr, 2023. *Strategický marketing: strategie a trendy*. 3. přepracované a rozšířené vydání. Expert. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-3722-0.

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

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

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

KOSKY, P. G.; BALMER, Robert T.; KEAT, William a WISE, George, 2021. *Exploring engineering: an introduction to engineering and design*. Fifth edition. London, United Kingdom: Academic Press is an imprint of Elsevier. ISBN 978-0-12-815073-3.

KUTZ, Myer, 2014. *Mechanical engineers' handbook: Design, instrumentation, and controls*. Volume 2: Fourth edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons. ISBN 978-1-118-11283-0.

LHOTSKÝ, Oldřich, 2005. *Organizace a normování práce v podniku*. Lidské zdroje. Praha: ASPI. ISBN 80-7357-095-5.

MAREK, Jakub; SKŘEHOT, Petr, 2009. *Základy aplikované ergonomie*. Praha: VÚBP. ISBN 978-80-86973-58-6.

NENADÁL, Jaroslav, 2018. *Management kvality pro 21. století*. V nakladatelství Management Press vydání 1. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-561-2.

PATERMANN, Jiří, 2022. *Lean dílenské řízení: Je čas změnit vaši dílnu*. Grada. ISBN 978-80-271-3534-9.

PAULISE, Luciana, 2022. *We Culture: 12 Skills for Growing Teams in the Future of Work*. Lightning Source Inc. (Tier 3): ASQ Quality Press. ISBN 978-1-63694-017-5.

RAMU, Govindarajan, 2022. *The ASQ certified six sigma yellow belt handbook*. Second edition. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press. ISBN 978-1-952236-19-8.

SASSANI, Farrokh, 2017. *Industrial engineering foundations: bridging the gap between engineering and management*. Dulles, Virginia: Mercury Learning & Information. ISBN 978-1-942270-86-7.

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

ŠAFROVÁ DRÁŠILOVÁ, Alena, 2019. *Základy úspěšného podnikání: průvodce začínajícího podnikatele*. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-2182-3.

ŠEFČÍK, Vladimír a KONEČNÝ, Jiří, 2013. *Procesní inženýrství: bezpečné a spolehlivé vedení procesů*. Uherské Hradiště: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 978-80-7454-280-0.

TOMEK, Gustav a VÁVROVÁ, Věra, 2014. *Integrované řízení výroby: Od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Grada. ISBN 978-80-247-4486-5.

WALDEN, David D.; ROEDLER, Garry J.; FORSBERG, Kevin; HAMELIN, R. Douglas a SHORTELL, Thomas M., 2015. *Systems engineering handbook: a guide for system life cycle processes and activities*. Fourth edition. Hoboken, New Jersey: Wiley. ISBN 978-1-118-99940-0.

WALKER, H. Fred; ELSHENNAWY, Ahmad K.; GUPTA, Bhisham C. a MCSHANE-VAUGHN, Mary, 2019. *The certified quality inspector handbook*. Third edition. Milwaukee, Wisconsin: ASQ Quality Press. ISBN 978-0-87389-981-9.

Internetové zdroje

AMERICAN HALAL FOUNDATION, © 2025. *AHF Halal Standards*. Online. Halalfoundation.org. Dostupné z: <https://halalfoundation.org/ahf-halal-standards/>. [cit. 2025-05-21].

API – AKADEMIE PRODUKTIVITY A INOVACÍ, © 2025. *Jednotlivé metody a nástroje (I-P)*. Online. E-api.cz. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24887-jednotlive-metody-a-nastroje-i-p>. [cit. 2025-05-21].

DLABAČ, Jaroslav, 2023. *Analýza a normování práce je pro velkou část českých firem stále aktuálnějším tématem*. Online. E-api.cz. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25840n-analyza-a-normovani-prace-je-pro-velkou-cast-ceskych-firem-stale-aktualnejsim-tematem>. [cit. 2025-05-21].

EDQM, © 2025. *Certification – Background & Legal Framework*. Online. Edqm.eu. Dostupné z: <https://www.edqm.eu/en/background-legal-framework>. [cit. 2025-05-21].

FDA, © 2025. *Pharmaceutical Inspections and Compliance*. Online. Fda.gov. Dostupné z: <https://www.fda.gov/drugs/guidance-compliance-regulatory-information/pharmaceutical-inspections-and-compliance>. [cit. 2025-05-21].

FSSC, © 2025. *Providing trust and impact for global food safety with FSSC 22000*. Online. Fssc.com. Dostupné z: <https://www.fssc.com/fssc-22000/>. [cit. 2025-05-21].

INTERNATIONAL ERGONOMICS ASSOCIATION, © 2025. *What Is Ergonomics (HFE)?* Online. E-api.cz. Dostupné z: <https://iea.cc/about/what-is-ergonomics/>. [cit. 2025-05-21].

MACCO ORGANIQUES S.R.O., © 2018. *HISTORIE*. Online. Macco.cz. Dostupné z: <https://www.macco.cz/cz/history/index.html>. [cit. 2025-05-21].

VEŘEJNÝ REJSTŘÍK A SBÍRKA LISTIN, © 2025. *Sbírka listin Macco Organiques, s.r.o.* Online. Or.justice.cz. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/vypis-sl-detail?dokument=84953995&subjektId=257837&spis=843509>. [cit. 2025-05-21].

VEŘEJNÝ REJSTŘÍK A SBÍRKA LISTIN, © 2025. *Úplný výpis z obchodního rejstříku*. Online. Or.justice.cz. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=257837&typ=UPLNY>. [cit. 2025-05-21].

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Model procesu (Vlastní zpracování dle Janušky, 2018)	17
Obrázek 2 Druhy plýtvání (Vlastní zpracování)	24
Obrázek 3 Symboly vývojového diagramu (Vlastní zpracování dle Nenadála, 2018, s. 55)	26
Obrázek 4 Standardizované symboly procesní analýzy (Akademie produktivity a inovací, © 2025)	27
Obrázek 5 Graf čistého obratu (Vlastní zpracování dle obchodního rejstříku, © 2025)	35
Obrázek 6 Výrobní organizační struktura společnosti (Vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)	37
Obrázek 7 Výrobní portfolio firmy (Vlastní zpracování dle interních zdrojů společnosti)	38
Obrázek 8 Rafinační nádoba (Vlastní zpracování)	43
Obrázek 9 Filtrační kalolis (Vlastní zpracování)	44
Obrázek 10 Odparka (Vlastní zpracování)	45
Obrázek 11 Krystalizátor (Vlastní zpracování)	46
Obrázek 12 Vibrofluidní sušárna (Vlastní zpracování)	47
Obrázek 13 První snímek zaměstnance mokré části výroby (Vlastní zpracování)	52
Obrázek 14 Druhý snímek zaměstnance mokré části výroby (Vlastní zpracování)	53
Obrázek 15 První snímek zaměstnance koncové části výroby (Vlastní zpracování)	54
Obrázek 16 Druhý snímek zaměstnance koncové části výroby (Vlastní zpracování)	55
Obrázek 17 Ishikawův diagram příčin čekání na příjezd vstupních surovin (Vlastní zpracování)	56
Obrázek 18 Ishikawův diagram příčin zdlouhavého převozu suroviny (Vlastní zpracování)	58
Obrázek 19 Současný stav manipulačního prostoru (Vlastní zpracování)	61

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Předmět podnikání firmy (Vlastní zpracování dle obchodního rejstříku, © 2025)	35
Tabulka 2 SWOT analýza (Vlastní zpracování)	39
Tabulka 3 Vyhodnocení SWOT analýzy (Vlastní zpracování)	41
Tabulka 4 Procesní analýza (Vlastní zpracování)	49
Tabulka 5 Náklady a přínosy navrhovaných zlepšení (Vlastní zpracování)	65

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

API Active Pharmaceutical Ingredients

BOZP Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

CEP Certificates of Suitability

EDQM European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare

FDA Food and Drug Administration

FSSC Food Safety System Certification

GLyX výrobní linka na glycerofosfáty

GLC výrobní linka na glukonáty, citráty a laktáty

JIT Just in Time

pH Potential of Hydrogen

RULA Rapid Upper Limb Assessment

SMED Single-Minute Exchange of Die

SWOT Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats

TPS Toyota Production System

USP United States Pharmacopeia

FIFO First in first out

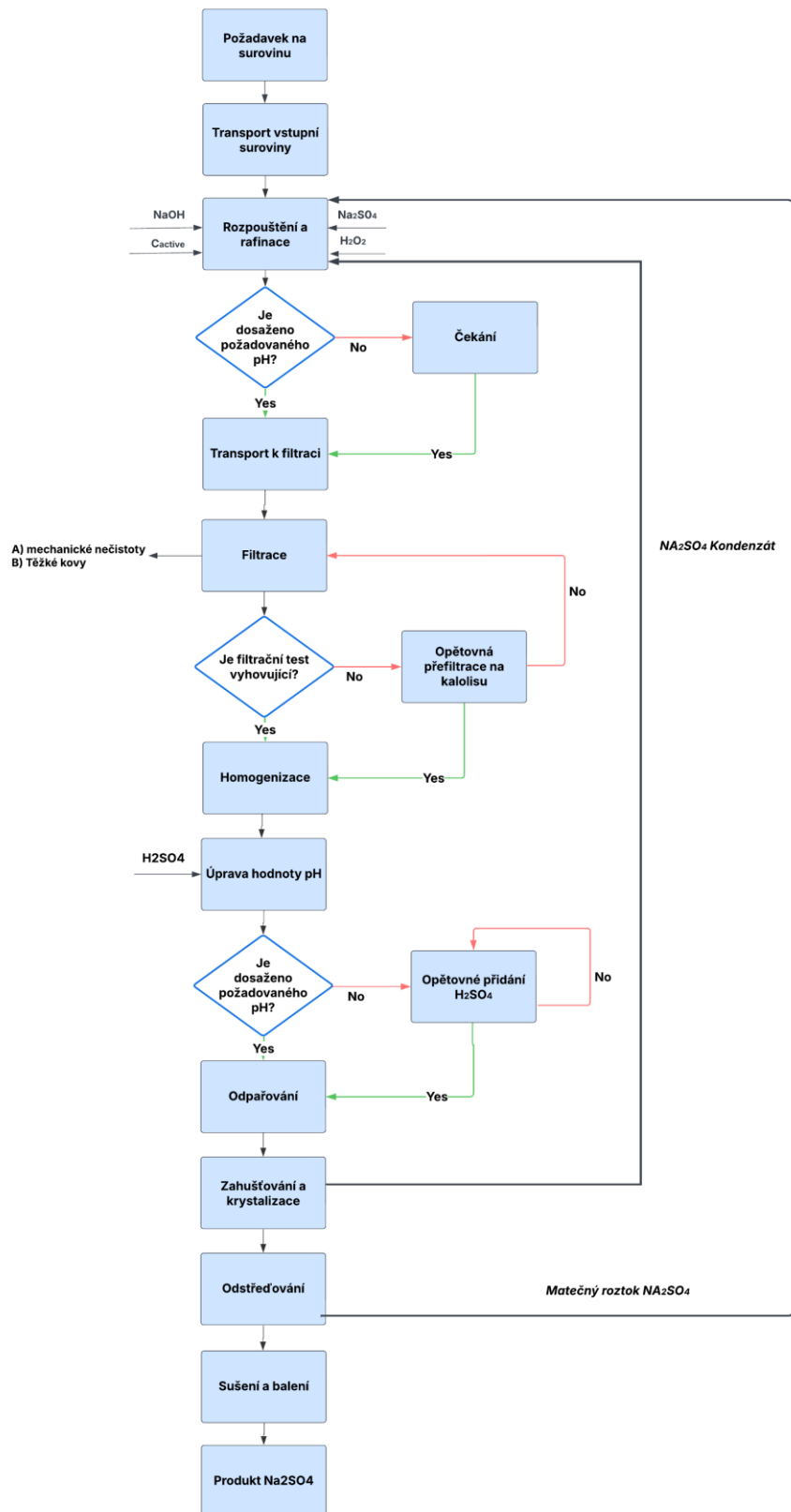
SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Vývojový diagram síranu sodného

Příloha P II: Pracovní snímky mokré části výroby

Příloha P III: Pracovní snímky koncové části výroby

PŘÍLOHA P I: VÝVOJOVÝ DIAGRAM SÍRANU SODNÉHO



PŘÍLOHA P II: PRACOVNÍ SNÍMKY MOKRÉ ČÁSTI VÝROBY

Činnosti přidávající hodnotu - VA	10.04.2025	24.04.2025
Dávkování síranu sodného	0:32:00	0:40:00
Úprava roztoku	0:22:00	0:30:00
Rafinace	1:00:00	1:01:00
Pytlování	0:40:00	0:42:00
Balení	0:05:00	0:08:00
Ředění roztoku	0:09:00	0:07:00
Řízení linky přes systém	0:20:00	0:26:00
Činnosti nepřidávající hodnotu - NVA		
Kontrola linky přes systém	0:44:00	1:15:00
Odebírání vzorků	0:14:00	0:16:00
Přenesení vzorků do laboratoře	0:05:00	0:04:00
Dokumentace	0:44:00	0:31:00
Průplach filtrační trasy	0:05:00	0:05:00
Skladování	0:10:00	0:12:00
Převoz vstupní suroviny	0:31:00	0:40:00
Plýtvání		
Pauza	0:45:00	0:34:00
Prostoje	1:00:00	0:22:00
Fyzická kontrola linky	0:34:00	0:22:00

PŘÍLOHA P III: PRACOVNÍ SNÍMKY KONCOVÉ ČÁSTI VÝROBY

Činnosti přidávající hodnotu – VA	11.04.2025	25.04.2025
Pytlování	3:08:00	3:05:00
Zašívání pytlů	0:24:00	0:20:00
Skládání pytlů na paletu	0:32:00	0:36:00
Řízení koncové výroby přes systém	0:28:00	0:23:00
Činnosti nepřidávající hodnotu – NVA		
Převoz pytlů ven z čistého prostoru	0:31:00	0:34:00
Štítkování	0:19:00	0:16:00
Hlídkování koncové linky přes systém	0:41:00	0:42:00
Odebírání vzorků	0:26:00	0:21:00
Dokumentace	0:36:00	0:43:00
Plytvání		
Pauza	0:33:00	0:34:00
Prostoje	0:17:00	0:21:00