

Projekt zvýšení výrobní kapacity lakovací linky ve vybrané společnosti

Bc. Karin Řičářová

Diplomová práce
2022



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: 2021/2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Karin Řičářová**
Osobní číslo: **M200290**
Studijní program: **N0488P050002 Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Projekt zvýšení výrobní kapacity lakovací linky ve vybrané společnosti**

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Provedte průzkum literárních pramenů a zpracujte literární rešerši z oblasti výroby a zvyšování kapacity výrobního zařízení.

II. Praktická část

- Provedte analýzu současného stavu výrobní kapacity lakovací linky na vybraném pracovišti.
- Identifikujte nedostatky a potenciál pro zvýšení výrobní kapacity na základě analýzy současného stavu.
- Navrhněte projekt zvýšení výrobní kapacity lakovací linky ve vybrané společnosti a projekt ekonomicky zhodnotte.

Závěr

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

Seznam doporučené literatury:

- BRAU, Sebastian J. *Lean Manufacturing 4.0: the technological evolution of lean: practical guide on the correct use of technology in lean projects Kanban, 5S, TPM, Kaizen, VSM, 6Sigma, SMED OEE, Hoshin Kanri, Gemba, JIT, TPS, PDCA...* Boca Raton: American Lean SD, 2016, 132 s. ISBN 978-15-393-2294-8.
- DENNIS, Pascal. *Lean production simplified: a plain-language guide to the world's most powerful production system*. Third edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, 2016, 223 s. ISBN 978-14-987-0887-6.
- DOLEŽAL, Jan. *Projektový management: komplexně, prakticky a podle světových standardů*. Praha: Grada Publishing, 2016, 418 s. ISBN 978-802-4756-202.
- JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 2016, 254 s. ISBN 978-80-247-5717-9.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Eva Juříčková, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání diplomové práce: **11. února 2022**
Termín odevzdání diplomové práce: **27. dubna 2022**

L.S.

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
garant studijního programu

Ve Zlíně dne 11. února 2022

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen na elektronickém nosiči v příruční knihovně Fakulty managementu a ekonomiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užit své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji 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,

1. že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

Jméno a příjmení:

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zaměřuje na zvýšení výrobní kapacity lakovací linky ve vybrané společnosti. Hlavním cílem je zvýšení výrobní kapacity lakovací linky číslo 3 o 5 %. Mezi vedlejší cíle se řadí snížení doby nájezdů při procesu lakování či snížení zmetkovitosti. Ke splnění cíle je využit software SprayVision, kterým firma disponuje. Pro splnění cíle bylo využito metod průmyslového inženýrství. Teoretická část práce je zpracována formou literární rešerše z oblasti výroby, zlepšování procesů či ze základů průmyslového inženýrství vedoucí ke zlepšování procesů. Praktická část nejdříve popisuje samotnou firmu a dále je zpracována analytická část, která mapuje současnou výrobní kapacitu lakovací linky. Projektová část čerpá z části analytické. Cílem je vytvořit projekt, který splní stanovené cíle.

Klíčová slova: výrobní kapacita, OEE, SprayVision, zmetkovitost

ABSTRACT

The diploma thesis is focus on increasing the production capacity of the painting line in a selected company. The main aim is to increase the production capacity of painting line number 3 by 5%. Secondary goals include reducing the run-in time during the painting process or reducing scrap. To accomplish the goal is used the SprayVision software that the company has at its disposal. Industrial engineering methods were used to accomplish the goal. The theoretical part of the work is processed in the form of a literature search in the field of production, process improvement or the basics of industrial engineering leading to process improvement. The practical part first describes the company itself and then the analytical part is processed, which examines the current production capacity of the painting line. The project part draws from the analytical part. The goal is to create a project that meets the set goals.

Keywords: production capacity, OEE, SprayVision, scrap

Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucí mé diplomové práce paní Ing. Evě Juříčkové, Ph.D. za její odborné vedení, cenné rady, připomínky a ochotu, kterou mi poskytovala po celou dobu zpracování této práce.

Dík patří také firmě Fremach Morava, s.r.o., která mi poskytla potřebné informace pro zpracování diplomové práce. Konkrétně děkuji zejména vedoucí lakovny Ing. Bc. Barboře Borges a technologce lakovny Ing. Věře Šťastníkové.

Na závěr bych ráda poděkovala rodině a partnerovi za jejich podporu a trpělivost po celou dobu mého studia.

OBSAH

ÚVOD.....	10
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE.....	11
I TEORETICKÁ ČÁST.....	12
1 VÝROBA.....	13
1.1 VÝROBNÍ FAKTORY.....	13
1.2 VÝROBNÍ SYSTÉM.....	14
1.3 VÝROBNÍ PROCES.....	15
1.4 ČLENĚNÍ VÝROBNÍHO PROCESU.....	16
1.4.1 Z hlediska míry plynulosti výrobního procesu.....	16
1.4.2 Z hlediska opakovatelnosti výroby.....	17
1.4.3 Z hlediska plynulosti technologického procesu.....	17
1.5 ŘÍZENÍ A ORGANIZACE VÝROBY.....	17
1.5.1 Řízení výroby.....	17
1.5.2 Organizace výroby.....	18
1.6 ŠTÍHLÁ VÝROBA.....	18
1.7 VÝROBNÍ KAPACITA.....	19
1.8 KVALITA.....	20
1.8.1 Kvalita produktu.....	20
2 ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ.....	22
2.1 ZÁKLADNÍ PŘEDPOKLADY PRO ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ.....	23
2.2 KAIZEN.....	23
2.3 PLÝTVÁNÍ.....	25
2.3.1 Plýtvání ve výrobních procesech.....	25
2.3.2 Plýtvání v nevýrobních procesech.....	26
3 ZÁKLADY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ VEDOUcí KE ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ.....	28
3.1 METODA SMED.....	28
3.1.1 Plýtvání při změnách a seřizení.....	28
3.1.2 Aplikace metody SMED.....	29
3.2 CELKOVÁ EFEKTIVITA ZAŘÍZENÍ (OEE).....	30
3.2.1 Faktory ovlivňující výrobní zařízení.....	31
3.2.2 Výpočet OEE.....	31
3.3 TOTÁLNĚ PRODUKTIVNÍ ÚDRŽBA (TPM).....	32
3.3.1 Principy TPM.....	33
3.3.2 Pilíře TPM.....	34
4 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ PŘI ZDOKONALOVÁNÍ PROCESŮ.....	35

4.1	PROJEKTOVÉ ROLE	36
4.2	FÁZE ŘÍZENÍ PROJEKTU	38
4.3	RIZIKA PROJEKTU	39
4.3.1	Rizika ohrožující úspěšnost projektu	40
4.3.2	Řízení rizik	40
5	SHRNUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI	41
II	PRAKTICKÁ ČÁST	42
6	PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI	43
6.1	POSLÁNÍ SPOLEČNOSTI	44
6.2	VÝROBNÍ PROGRAM	44
6.3	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI.....	45
6.4	PROCESY VE SPOLEČNOSTI	46
6.5	LAYOUT VÝROBNÍ HALY.....	47
6.6	LAKOVACÍ LINKY	47
6.6.1	Lakovací linka 1	48
6.6.2	Lakovací linka 2	49
6.6.3	Lakovací linka 3	49
6.6.4	Procesní mapa	50
7	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU LAKOVACÍ LINKY 3	51
7.1	PERSONÁLNÍ ZAJIŠTĚNÍ LAKOVACÍ LINKY 3	52
7.2	LAYOUT LAKOVACÍ LINKY 3.....	53
7.3	SOUČASNÁ KAPACITA LAKOVACÍ LINKY 3	53
7.3.1	Současná zmetkovitost vybraných projektů	54
7.3.2	Projekty lakované na lince 3 a jejich druhy nánosů	56
7.4	EFEKTIVITA STROJNÍHO ZAŘÍZENÍ	57
7.4.1	Celková efektivnost zařízení	57
7.5	SMĚNOVÝ ZÁZNAM LAKOVÁNÍ	58
7.5.1	Výpočet potřebného počtu pozorování	59
7.5.2	Vyhodnocení pozorování	60
7.6	POSTUP SUŠENÍ A SCHVALOVÁNÍ VZORKU PRACOVNÍKEM KVALITY	61
7.6.1	Procesní mapa toku testovaného vzorku	63
8	SHRNUTÍ SOUČASNÉHO STAVU LAKOVACÍ LINKY 3	65
9	ZADÁNÍ PROJEKTU	66
9.1	CÍL PROJEKTU.....	66
9.2	SMART ANALÝZA	66
9.3	PROJEKTOVÝ TÝM	66
9.4	ČASOVÝ HARMONOGRAM.....	67

9.5	RIZIKA PROJEKTU	67
10	SOFTWARE SPRAYVISION	70
10.1	KALIBRACE	70
11	APLIKACE SOFTWARE SPRAYVISION NA KONKRÉTNÍ PROJEKTY.....	73
11.1	PROJEKT 248 VE SPRAYVISION	73
11.2	POUŽITÍ SOFTWARE NA KONKRÉTNÍM LAKOVANÉM VÝROBKU.....	76
11.2.1	Kontrola výsledných hodnot dle interní dokumentace.....	77
11.2.2	Kontrola pomocí mikroskopu	78
11.3	VYHODNOCENÍ APLIKACE SPRAYVISION.....	80
11.3.1	Pozorování na pracovišti – směnový záznam lakování.....	80
11.3.2	Srovnání času nájezdu bez a s použitím SprayVision.....	83
11.3.3	Srovnání zmetkovitosti bez a s použitím SprayVision	83
12	ZHODNOCENÍ PROJEKTU	85
12.1	ZVÝŠENÍ KAPACITY LAKOVACÍ LINKY	85
12.2	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ PROJEKTU	85
12.2.1	Náklady na projekt	86
12.2.2	Úspora za rok	86
12.2.3	Čistá úspora z projektu.....	87
13	DALŠÍ NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ.....	88
13.1	VYUŽITÍ SOFTWARE SPRAYVISION NA DALŠÍCH LINKÁCH.....	88
13.1.1	Čistá úspora při využití na všech linkách.....	88
13.2	DALŠÍ VYUŽITÍ SOFTWARE SPRAYVISION	89
13.2.1	Kontrola procesu	89
13.2.2	Analýza kontaminace	90
	ZÁVĚR	92
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	94
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	100
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	101
	SEZNAM TABULEK	103
	SEZNAM PŘÍLOH.....	104

ÚVOD

V současnosti je kladen velký důraz na požadavky zákazníka a jistou flexibilitu procesu pro udržení konkurenceschopnosti. Je tedy důležité zlepšovat veškeré procesy, které vedou k uspokojení potřeb zákazníka. Takovým procesem, který je třeba zlepšovat, je i výrobní kapacita. Konkrétněji eliminace operací, za které zákazník není ochoten zaplatit, tedy plýtvání. S tím souvisí také výrobní náklady. Jde o jistý tlak udržovat nízké výrobní náklady při současném zvyšování kvality. V prodejní ceně se promítají výrobní náklady, a tak je důležité neustálé snižování nákladů, aby firma mohla produkovat zisk a zajistila si tak stabilitu na trhu. Je vynakládáno vysoké úsilí pro udržení firmy na trhu, například investicemi do nových strojů, softwarů, které zvyšují využití výrobních linek a zároveň tedy snižují prostoje. Průmyslové inženýrství je vhodným oborem právě pro neustálé zlepšování procesů ve firmě, eliminaci plýtvání či zvyšování kvality.

Diplomová práce si klade za cíl za použití vhodných metod vytvořit projekt, který zajistí zvýšení kapacity lakovací linky ve vybrané společnosti alespoň o 5 %. Konkrétně se jedná o zvýšení kapacity pomocí softwaru, kterým firma disponuje. Mezi vedlejší cíle se řadí snížení prostojů či zvýšení kvality. Celá práce je rozdělena do tří hlavních částí.

První část práce se zaměřuje na teoretické poznatky, které jsou dále využity ve zbylých částech. Konkrétně je zde blíže popsána teorie výroby, samotné zlepšování procesů, základní metody průmyslového inženýrství, které vedou ke zlepšování procesů či projektové řízení při zdokonalování procesů.

Další část diplomové práce se zaměřuje na praktické poznatky – analýzu současného stavu zkoumané lakovací linky. Zde jsou za využití různých metod zjištěny nedostatky, které je třeba odstranit. Rovněž jsou zde zjištěny podklady, které jsou dále využity pro potřeby poslední části diplomové práce, tedy části projektové.

Projektová část pracuje s poznatky, které byly zjištěny pomocí analýzy současného stavu zkoumané lakovací linky. Je zde zpracován projekt pro využití softwaru, díky němuž lze splnit hlavní cíl diplomové práce – tedy zvýšení kapacity lakovací linky. Celý projekt je zhodnocen jak kapacitně, tak i finančně. Na závěr jsou zde uvedeny další návrhy na zlepšení výrobního procesu.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Hlavním cílem diplomové práce je zvýšení kapacity lakovací linky číslo 3 o 5 % ve vybrané společnosti za použití vhodných metod. Mezi vedlejší cíle se řadí snížení doby nájezdů při procesu lakování či snížení zmetkovitosti. Cíle má být dosaženo za pomoci softwaru SprayVision, kterým firma disponuje.

Úvodní část praktické části se zabývá stručným popisem firmy, její organizační strukturou, výrobním programem či podrobným seznámením se se všemi lakovacími linkami, které se nachází ve firmě.

V praktické části jsou za pomoci fyzického pozorování na pracovišti zjištěny veškeré nedostatky, které brání zvýšení kapacity lakovací linky a které mají potenciál být následně z procesu eliminovány. Pro potřeby fyzického pozorování na pracovišti je vytvořen dokument „Směnový záznam lakování“, který je dále vyhodnocován a slouží jako podklad pro projektovou část práce. Úkolem tohoto dokumentu je podrobné sledování a zapisování jednotlivých činností, které vznikají při procesu lakování. Tok lakovaného výrobku je zpracován pomocí procesní mapy. V analýze současného stavu má důležitou roli i výpočet ukazatele efektivity OEE, který zobrazuje využití kapacity lakovací linky za celý rok 2021. Co se týče projektové části diplomové práce, zde je v úvodu vytvořen časový harmonogram projektu, definování hlavních i vedlejších cílů pomocí SMART analýzy a RIPRAN analýza pro zjištění možných rizik, které mohou v průběhu nastat, a opatření proti jejich vzniku. Hlavním nástrojem pro dosažení primárního, ale i vedlejších cílů diplomové práce, je využití softwaru SprayVision. Konkrétně se jedná o software, jenž dokáže snížit dobu nájezdu při procesu lakování.

Praktická část je rovněž zpracována i na základě teoretických znalostí, které byly za pomoci literární rešerše získány v teoretické části diplomové práce.

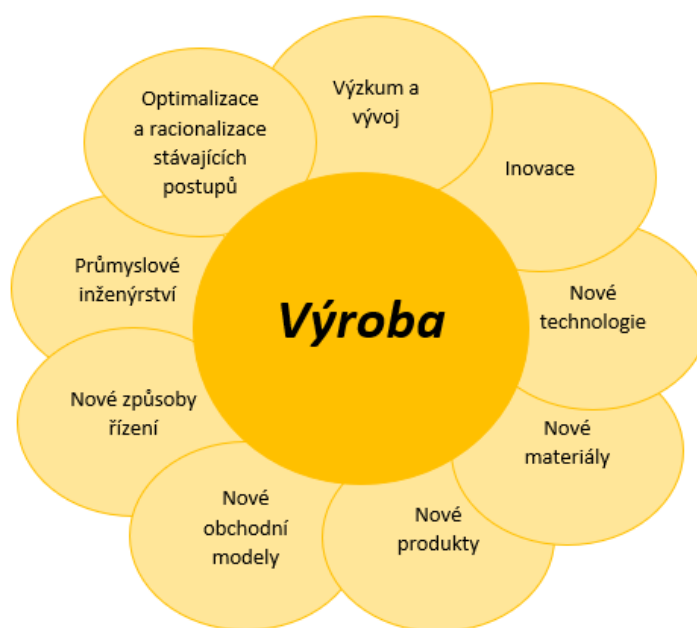
Výsledkem práce je projekt, který vede ke zvýšení kapacity lakovací linky za využití softwaru SprayVision.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBA

Pojem výroba lze definovat různě, dle Janušky (2018, s. 58) je výrobou rozuměna cílevědomá činnost, která přeměňuje vstupy na výstupy za využití zdrojů.

Firma provádí činnost výroby k tomu, aby byla schopna poskytnout výrobek či službu, na základě kterého od zákazníků získává peníze. Výstupem výroby tedy může být konkrétní hmatatelný výrobek či služba. V širším pojetí se kromě průmyslu a zemědělství výroba vyskytuje i na vysokých školách, v nemocnicích, na úřadech, v dopravě atd. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 1).



Obrázek 1 Klíčové faktory výroby
(vlastní zpracování dle Janušky, 2018, s. 59)

1.1 Výrobní faktory

Zdroje využívané v procesu výroby jsou nazývány výrobními faktory neboli výrobními zdroji. Nejčastěji jsou rozlišovány dle Keřkovského a Valsy (2012, s. 2) čtyři hlavní skupiny výrobních faktorů:

- přírodní zdroje (např. půda, lesy, voda, vzduch, zdroje nerostných surovin),
- práce (lidské zdroje uplatnitelné ve výrobním procesu),
- kapitál (výrobní faktory, které vznikají v průběhu výroby),
- informace.

- Modifikovaným pojetím výrobních faktorů jsou rozlišovány následující čtyři základní faktory (Vochozka a Mulač, 2012, s. 72):
- dispozitivní neboli řídicí práce,
- výkonné práce,
- dlouhodobý majetek,
- materiál.

1.2 Výrobní systém

Výrobní management patří dle Keřkovského a Valsy (2012, s. 8-9) mezi nejdůležitější prvky při uskutečnění zadaných cílů v přípravě a řízení výroby. Tento management na základě hlavních cílů výroby určuje, jaký bude výrobní systém, který má zmíněné cíle realizovat. Do nastaveného výrobního systému přicházejí poruchy. Mezi poruchy se řadí všechny změny ve výrobním systému včetně jeho okolí, na které výrobní systém není připraven. Řadí se sem například:

- změna priorit firmy,
- nové technologie či postupy,
- zvýšení nákladů na výrobní faktory,
- změna termínů dodávek nebo objemu výroby,
- změna v dostupnosti vstupů výroby.

Dle Jurové (2016, s. 93) je nezbytné z hlediska podnikové ekonomiky zajistit ekonomicky optimální výrobní proces. Zde platí základní princip hospodaření – optimální stav ke zhodnocení vstupů. Výrobní management věnuje velkou pozornost úspěšnosti výrobního procesu:

- kvalitě managementu výroby,
- stupni rozvoje technologie,
- finančním možnostem společnosti,
- výkonům pracovní síly a výrobních zařízení,
- vlivu okolí.

Cílem ekonomiky výrobního systému jsou tyto typy cílů (Jurová, 2016, s. 93):

1. **Věcný cíl** – zhotovení produktů, výrobků a poskytnutí služeb.
2. **Hodnotový cíl** – naplnění potřebných hospodářských výsledků.
3. **Humánní cíl** – průběh výrobního procesu zajistit za uskutečnění společenských i podnikových humánních snah.

Požadovanými vlastnostmi výrobního systému jsou především kapacita a elasticita. Kapacitou se rozumí schopnost výkonu výrobní jednotky nebo výrobního systému v určeném časovém úseku. Elasticita je schopnost přizpůsobení, přestavitelnosti či pohyblivosti výrobního systému při změně pracovních úkolů (Tomek a Vávrová, 2014, s. 30-31).

1.3 Výrobní proces

Výrobní proces je uskutečňován tzv. výrobním systémem – jedná se o přeměnu výrobních faktorů na zboží či služby. Výrobní proces je určen stabilitou výroby, použitými technologiemi, různorodostí a množstvím výrobků nebo služeb, či určením výrobku/služby (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 9).

Januška (2018, s. 59) uvádí, že výrobním procesem se rozumí organizovaná činnost prostřednictvím uspořádaných vztahů v podniku.

V každém podniku se výrobní procesy mohou řídit dvěma způsoby. V některých odvětvích je typická **výroba podle objednávek**. To tedy znamená, že pokud si zákazník nevybere z nabízených produktů, podnik zjistí, co zákazník požaduje a následně objednávku zařadí do volného místa ve svém výrobním procesu. Druhým způsobem je **výroba podle odhadu**, tedy na základě očekávání nadcházejících objednávek (Jurová, 2013, s. 10-11).

Výrobní proces se skládá z celé řady pracovních procesů (přímá účast člověka), automatických (bez přímé účasti člověka) a přírodních (působí přírodní síly). Dle použité technologie jde o výrobní procesy (Synek a Kislingerová, 2015, s. 197) :

- **mechanicko-fyzikální** (látková podstata suroviny zůstává neměnná – např. soustružení),
- **chemické** (látková podstata se mění – např. zpracování ropy),
- **biologické** (surovina mění své vlastnosti – např. výroba piva).

- Dle Chromjakové, Tučka a Bobáka (2017, s. 7) průmyslové firmy se v posledních letech snaží zavést koncept zvaný Průmysl 4.0 a tím výrazně změnit procesy projektování a organizování výrobních a administrativních procesů. Smyslem tohoto konceptu je zavedení mechanických a elektronických zařízení, digitalizace výrobních technologií a průmyslových systémů.

1.4 Členění výrobního procesu

Základní výrobní procesy podniku jsou rozdělovány podle výrobního programu. Dělí se dle Martinovičové, Konečného a Vavřiny (2019, s. 104) na:

- **hlavní výroba** – výstupy tvoří hlavní náplň podniku,
- **vedlejší výroba** – výroba náhradních dílů či polotovarů,
- **doplňková výroba** – využitím a zpracováním odpadu z hlavní a vedlejší výroby vznikají výstupy doplňkové výroby,
- **přidružená výroba** – liší se charakterem výroby.

Holečková a Hyršlová (2018, s. 169) uvádí, že výrobní proces probíhá především v etapách. Konkrétně se jedná o:

- předvýrobní etapu – spadá sem vývoj, technologická příprava produktu či výroby, zajištění materiálu apod.,
- výrobní etapu – probíhá zhotovování produktů,
- prodejní etapu – distribuce produktů na trh.

1.4.1 Z hlediska míry plynulosti výrobního procesu

Švecová a Veber (2021, s. 32-33) rozdělují formu organizace výroby dle plynulosti výrobního procesu následovně:

- Proudová výroba – rozdělení výrobního procesu na dílčí operace, které probíhají na specializovaných pracovištích. Tato pracoviště jsou rozmístěna tak, že zde výrobek prochází v proudu a vznikají proudové výrobní linky. Proudová výroba se používá především v hromadné či pravidelně se opakující sériové výrobě.
- Skupinová výroba – jedná se o obecnější typ výroby než výroba proudová. Výrobní zařízení mají obecnější charakter a specializují se na užití přídatků, či se jedná o

obráběcí centra. Skupinová organizace výroby se lépe přizpůsobuje změnám, které mohou nastat. Jedná se o organizaci typickou pro sériovou výrobu.

- Fázová výroba – zaměřuje se na nepravidelnou výrobu. Součástí jsou výrobky různých tvarů, funkčnosti i kvalit, které procházejí stejnými technologicky orientovanými pracovišti. Výhodou této výroby je snadná změna výrobního programu. Naopak nevýhodou je složitý materiálový tok.

1.4.2 Z hlediska opakovatelnosti výroby

Podle plynulosti a opakovatelnosti se dle Holečkové a Hyršlové (2018, s. 169) výroba rozlišuje na:

- kusovou,
- sériovou,
- hromadnou.

Jurová (2016, s. 111) nazývá toto členění jako z hlediska typu výroby, kde typ výroby je určen množstvím a počtem druhů vyráběných výrobků.

1.4.3 Z hlediska plynulosti technologického procesu

Dle Jurové (2016, s. 110) se z hlediska plynulosti technologického procesu rozlišuje:

- **Plynulá výroba** – jedná se o takový typ výroby, kde se technologický proces nepřerušuje ani ve dnech pracovního klidu. Je to např. chemická výroba, hutní výroba apod.
- **Přerušovaná výroba** – zde je technologický proces přerušován z toho důvodu, že je potřeba uskutečnit nějaké netechnologické procesy (např. doprava materiálu, výměna nástroje).

1.5 Řízení a organizace výroby

„Pojem řízení a organizace výroby je snad tak starý, jako lidstvo samo.“ (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 30)

1.5.1 Řízení výroby

Řízení výroby se zabývá transformací vstupů na výstupy za využití fyzických zdrojů tak, aby zákazníkovi byl dodán požadovaný užitek. Od ostatních funkcí, jako je například

personální odvětví či marketing, se odlišuje především svým hlavním zájmem – přeměna pomocí fyzických zdrojů (Chary, 2019).

Keřkovský a Valsa (2012, s. 4) definují řízení výroby jako zaměření se na dosažení optimálního fungování výrobních systémů, které bere v potaz vytyčené cíle. V řízení výroby se jedná především o časové, prostorové a věcné sladění či koordinaci faktorů, které se účastní výrobních procesů nebo výrobní procesy ovlivňují.

1.5.2 Organizace výroby

Pokud vezmeme v úvahu rozsah výrobního programu a složitost či stupňovitost výrobních technologií, je možné organizaci výroby řešit jako její strukturní problém z hlediska požadavku na variabilitu. Jestliže se jedná o výrobu jednoho produktu, hovoříme o nízké variabilitě v organizaci. Vzhledem k malé variabilitě, koordinační problémy řeší řídicí pracovník (mistr). Naopak jedná-li se o velké množství produkce, projevuje se zde tendence k proudové výrobě neboli ke kontinuální procesní výrobě (Tomek a Vávrová, 2014, s. 124).

Organizací výroby se rozumí určitý způsob uspořádání výrobních procesů a vstupů v čase a prostoru a jejich propojení do jednoho výrobního systému. Informační zdroje jsou základem organizace výroby. Tyto zdroje se skládají ze dvou základních zdrojů. Informace od zákazníků, jejich požadavky apod. a informace o trhu. Mezi základní vstupy patří pracovníci, suroviny a materiály, stroje a zařízení, informace (Tuček a Bobák, 2006, s. 40).

1.6 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba, která je známá také jako Toyota Production System, znamená dělat více za méně času, méně využitého prostoru, lidského úsilí, strojů či materiálů a zároveň dát zákazníkům přesně to, co chtějí (Dennis, 2016, s. 19).

Základní myšlenkou je maximalizovat hodnotu pro zákazníka a zároveň minimalizovat odpad. Jednoduše řečeno, štíhlost znamená vytvářet větší hodnotu pro zákazníky s menšími zdroji (Lindauer, 2017, s. 33).

Januška (2018, s. 127) uvádí, že štíhlá výroba je postavena na dvou pilířích.

1. **Neustálé zlepšování** – formování dlouhodobé vize, neustálé zlepšování procesů, usilování o inovace.
2. **Respekt k lidem** – respekt a porozumění k druhým, vytvoření vzájemné důvěry, týmová práce.

Technologie jsou důležitým faktorem ve všech oblastech práce, podnikání, nebo dokonce života. Štíhlá výroba tedy není výjimkou. Nicméně úroveň využití technologie v některých podnicích je stále velmi nízká a tento faktor brání zavedení metody „Lean“ pro zlepšení efektivity (Brau, 2016, s. 5).

Cílem štíhlé výroby je zvýšení produktivity, aniž by si to zaměstnanci vůbec uvědomovali. Zavedení bezpapírového řízení znamená usnadnění štíhlé výroby. Bezpapírové řízení můžeme aplikovat pomocí dotykových tabletů, terminálů nebo chytrých telefonů, kdy systém vytváří přímou komunikační linku s celým provozním personálem podniku (Brau, 2016, s. 24-25).

1.7 Výrobní kapacita

Výrobní kapacita znamená maximální objem produkce za období, které dokáže vyrobit určitá výrobní jednotka, a to za pomoci efektivního využívání výrobních faktorů a časového fondu (Holečková a Hyršlová, 2018, s. 172).

Linhart (2021, s. 84) definuje výrobní kapacitu jako přírodou omezený, či investicí do výrobní linky nebo vývojem nainstalovaný, maximálně možný objem produkce.

Výrobní kapacita jisté výrobní jednotky reprezentuje maximální objem výroby plánovaného sortimentu v požadované kvalitě, jenž je možno dosahovat za určité časové období (zpravidla za jeden rok či den), při maximálně možném využití výrobního zařízení či výrobních ploch při optimálních podmínkách (Martinovičová, Konečný a Vavřina, 2019, s. 109).

Holečková společně s Hyršlovou (2018, s. 172) uvádí, že výrobní kapacita je spoluurčena kapacitním výkonem a využitelným časovým fondem.

Synek (2011, s. 259) dělí výrobní kapacitu na:

- **normální kapacitu** – počítá se s ročním průměrem,
- **praktickou kapacitu** – počítá se s přestávkami,
- **nominální kapacitu** – počítá se s plnou dobou a štítkovým výkonem.

Výrobní kapacita je ovlivňována spoustou faktorů, technickou úrovní zařízení, uspořádáním výroby či strukturou práce. Kapacita výrobní jednotky se dá vyjádřit pomocí výkonu a času, po kterou výrobní jednotka vykonávala činnost (Synek, 2011, s. 259).

Pro stanovení velikosti výrobní kapacity je důležité pečlivě analyzovat trh a dlouhodobě plánovat. Jestliže jsou výrobní kapacity vybudovány, představují velké množství nákladů pro firmu bez ohledu na stupeň využití (Synek, Kopkáně a Kubalková, 2009, s. 273).

Hlavním problémem výrobního systému podniku je dle Vochozky (2021, s. 28) plánování kapacity a řízení výroby. Bez využití optimální kontroly výroby nemůže výrobní kapacita uplatnit svou maximální produktivitu.

1.8 Kvalita

Paulová (2018, s. 10) uvádí, že existuje velká spousta definic, které vznikaly se změnou přístupu ke vnímání pojmu historicky logickým vývojem. V současnosti je nejvíce používaná definice podle normy ČSN ISO 9000:2005 která zní:

- *„Jakost (kvalita) je stupeň splnění požadavků souborem inherentních charakteristik.“*

Nenadál (2018, s. 16) definuje kvalitu jako komplexní vlastnost, která se projevuje způsobilostí plnit požadavky. Požadavky je možno vázat k předpisům, zákazníkům či ostatním zaujatým stranám.

Pro snadnější pochopení pojmu definoval Častorál (2015, s. 14) kvalitu jako takzvané 3S, které znamenají:

- **spolehlivost** – provozní, neobjevující se vady výrobků, ochrana spotřebitele,
- **stabilita** – ustálený výkon, ustálený ekonomický růst, ověřené služby,
- **systemovost** – podporování managementu kvality, komplexní pohled, zajištění trvale udržitelného rozvoje.

1.8.1 Kvalita produktu

Kvalita produktů je považována za zcela zásadní pro to, aby firma dokázala být konkurenceschopná (Tetřevová, 2017).

Kotler (2007, s. 624) uvádí, že produktová kvalita má dvě dimenze, kterými jsou úroveň a konzistentnost. Kvalita produktu znamená schopnost produktu plnit své funkce. Patří sem například celková trvanlivost, přesnost, spolehlivost či snadné ovládání. I když některé funkce jde měřit objektivně, z hlediska marketingu je potřeba měřit kvalitu podle toho, jak je vnímána zákazníkem.

Požadavky na vlastnosti hmotných produktů jsou:

1. **Funkčnost** – tato vlastnost se mění podle charakteru produktu. Funkčnost znamená schopnost produktu splňovat požadovanou funkci v požadovaném okamžiku (Korenko, 2015, s. 15).
2. **Nezávadnost** – jsou zde velké nároky celé společnosti na zdravotní nezávadnost produktu či jeho bezpečnost (Veber a kol., 2007, s. 23).
3. **Design** – tento požadavek je velmi subjektivní dle vkusu zákazníka. Jde o první dojem, jenž na zákazníka udělá produkt (Korenko, 2015, s. 16).
4. **Trvanlivost** – je důležité brát v úvahu informovanost zákazníka, který má při nákupu produktu určitou představu o jeho životnosti (Veber a kol., 2015, s. 24).
5. **Spolehlivost** – znamená schopnost v jakémkoliv okamžiku splňovat veškeré funkce bez vzniku neshody (Veber a kol., 2007, s. 24).
6. **Ovladatelnost** – tento požadavek by měl být co nejsnazší. Ovladatelnost by neměla být firmami podceňována (Veber a kol. 2007, s. 24).
7. **Opravitelnost** – zákazníci požadují co nejsnáze udržitelné produkty, které lze opravit. Opravitelnost se liší u každého produktu, jelikož každý produkt je specifický (Veber a kol., 2007, s. 24).

2 ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ

Svozilová (2011, s. 19) definuje zlepšování podnikových procesů jako činnost, která je zaměřena na pozorování a zkoumání chování jednotlivých procesů, odhalování příčin problémů, které jsou spojeny s produktivitou, kvalitou výstupu či s plynulým chodem.

Nepřetržité zlepšování procesů vede k neustálému zdokonalování produktů a služeb. Tohoto zlepšování se musí účastnit veškeré firemní procesy. Reengineering patří mezi metodologii, která provádí zásadní změny procesů (Šmída, 2007, s. 238).

Zlepšování je nikdy nekončící proces, který zvyšuje výkonnostní parametry firemních procesů, a to jak výrobních, tak i nevýrobních (Boledovič a kol., 2011, s. 7)

Dříve, než se začne se zlepšováním procesu, je důležité provést analýzu současného stavu. Nejčastěji používanými metodami, které odhalují neproduktivní činnost, nevyváženost, přetížení pracovišť a strojů, jsou snímkování pracoviště, fotografování či pořizování videozáznamu skutečného stavu pracoviště, využití dotazníků, auditů či analýza toku procesů (Košturiak, 2010, s. 25-28).

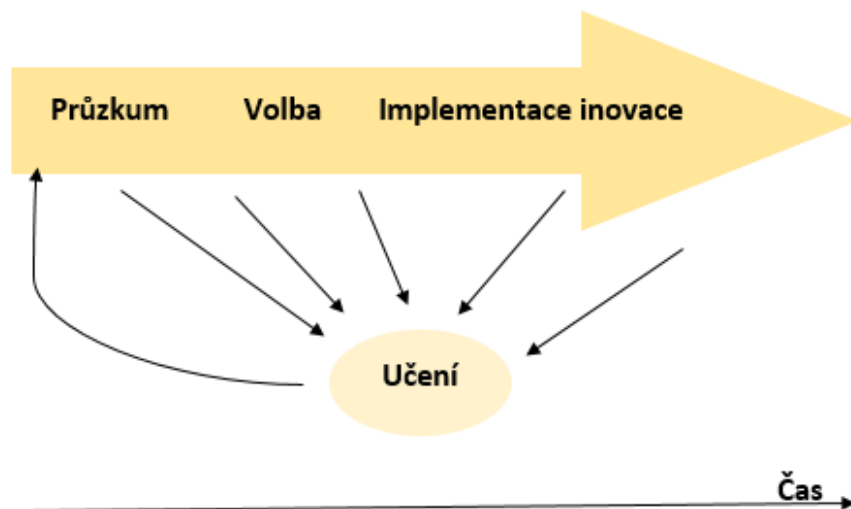
Jednotlivé procesní kroky mohou být často zbytečné, nebo zde něco chybí. I kvůli tomu jsou procesní změny často složité a rozsáhlé. Tyto změny se provádí na základě zlepšení, které může probíhat průběžně buďto zjednodušením procesu nebo změnou pořadí kroků. Jinou možností je také inovace, jež je více riziková, avšak vhodná pro zrychlení a zvýšení výkonnosti procesu (Hučka, 2017, s. 75).

Rother (2017, s. 37) uvádí, že propracovaný přístup ke zlepšování procesů má společnost Toyota. Existují pouze tři věci, které musíme znát velmi jistě z pohledu zlepšování – kde jsme, kde chceme být a jakými prostředky lze překonat nejasnou oblast mezi tady a tam.

Inovace je obecná činnost, která je nutná pro růst a vůbec přežití celé organizace. Inovace ve své podstatě zahrnuje následující prvky (Tidd, Bessant a Pavitt, 2007, s. 65-66):

- **Průzkum** – sledování vnitřního i vnějšího prostředí, hledání příležitostí a hrozeb a jejich následné zpracování.
- **Volba** – rozhodnutí, na které ze signálů bude podnik reagovat.
- **Implementace** – převedení myšlenky v něco nového a zavedení na trh.

- **Učení** – budování si znalostí a zlepšování způsobu řízení procesu.



Obrázek 2 Schéma procesu inovace
(vlastní zpracování dle Tidd, Bessant a Pavitt, 2007, s. 66)

Inovace mohou mít mnoho podob. Bessant a Tidd (2015, s. 38) uvádějí, že inovaci lze rozdělit na čtyři směry změny:

1. **Inovace produktu** – změny v produktech či službách, které podnik nabízí.
2. **Inovace procesu** – změny ve způsobech, ve kterých jsou produkty či služby vytvářeny nebo dodávány.
3. **Inovace pozice** – změny v kontextu, ve kterém jsou produkty/služby zaváděny.
4. **Inovace paradigmatu** – změny v základních mentálních modelech, které mají značný dopad na organizaci.

2.1 Základní předpoklady pro zlepšování procesů

V podniku probíhá zlepšování procesů zejména za účelem zvýšení výkonu a vyšší konkurenceschopnosti. Dá se říct, že zlepšování se bere jako nepřetržitě trvající snaha odstranit všechny druhy plýtvání (Košturiak, 2010, s. 15).

2.2 KAIZEN

Kaizen je změna a zlepšení. Znamená to provádět jednoduchá postupná zlepšení, které může dokončit každý zaměstnanec v podniku. Každý zaměstnanec může s kaizenem změnit svůj úhel pohledu, způsob práce nebo způsob myšlení (Charron, 2015, s. 287).

Košturiak (2010, s. 7) definuje kaizen jako neustálé zlepšování procesů, činností a spolupráci lidí v podniku. Kultura zlepšování, neustálé hledání a eliminace plýtvání, nespokojenost se současným stavem je základem tohoto systému.

Rychlé a neustálé zlepšování je nazýváno pojmem KAIZEN. Kaizen obvykle vyžaduje čtyři až pět po sobě jdoucích dnů zlepšovací práce zaměřené na posílení zaměstnanců v první linii a využití jejich znalostí k vytvoření efektivnějších procesů. (Jones, Gold a Claxton, 2021)

Kaizen se překládá jako „zlepšování“ a zahrnuje potřebné myšlení pro neustálé zlepšování. V praxi se jedná o strukturovaný přístup k řešení problému. Společným faktorem nástrojů pro řešení problémů je, že předepsané procesy se řídí fázovým přístupem. (Franken, van Dun a Wilderom, 2021)

Cílem procesu standardizované práce je kaizen. Pokud se standardizovaná práce nezmění, podnik se vrací zpátky. Příležitostmi kaizenu mohou být defekty, opakované závady či poruchy stroje (Dennis, 2016, s. 82).

Kaizen znamená zdokonalování. Toto zdokonalování může probíhat také v osobním životě, společenském životě či v životě pracovním. Na pracovišti kaizen znamená neustálé zdokonalování, které se týká jak manažerů, tak i řadových zaměstnanců (Imai, 2007, s. 2).

„Neustálé změny jsou vlastností všech přírodních dějů a procesů. Jsou chápány jako projev dynamiky vývoje a projevují se jako přírůstek nebo úbytek určité měřitelné veličiny. V reálném světě jsou změny podmíněny neustálou změnou času.“ (Nenadál, 2018, s. 309)

Lindauer (2017, s. 32-33) uvádí následující hlavní principy, na kterých je neustálé zlepšování založeno:

- dobré procesy přinášejí dobré výsledky,
- přesvědčit se o současné situaci,
- řídit se fakty,
- omezení a náprava hlavních příčin problémů,
- práce v týmu,
- kaizen je věcí každého.

Jednou z vlastností kaizen je, že velké výsledky pocházejí ze spousty malých změn. Každý člověk v podniku je zapojen do zlepšování. Největší dopad může mít kaizen, který je veden

vyšším managementem jako transformační projekty. Kaizen je založen na neustálém zlepšování prováděným každým, každý den a všude (Lindauer, 2017, s. 33).

2.3 Plýtvání

„Odstranění plýtvání je cílem prakticky všech metod optimalizace procesů. Je to zároveň hlavní náplň průmyslového inženýrství.“ (Januška, 2018, s. 124)

Plýtváním jsou všechny činnosti, které podnik vykonává, stojí jej peníze a výrobku nebo službě nepřidává žádnou hodnotu, za kterou by zákazník byl ochoten zaplatit. Plýtvání je tedy trvalým zdrojem ztrát, které vedou k neefektivitě v podniku a snižují jeho zisk (Nenadál, 2018, s. 317).

Januška (2018, s. 124) upozorňuje na fakt, že plýtvání existuje ve všech procesech a systémech a nelze jej úplně odstranit. V podniku probíhají výrobní i nevýrobní procesy a v nevýrobních procesech je často skrytý obrovský potenciál pro zlepšení.

2.3.1 Plýtvání ve výrobních procesech

Jurová (2016, s. 88) definuje sedm základních druhů plýtvání ve výrobních procesech:

1. **Nadprodukce** – vyskytuje se při výrobě většího množství výrobků, než zákazník sám požaduje. Nejčastěji vzniká z důvodu vyššího využití výrobních kapacit, nebo pro vytvoření rezervy. Kvůli tomu se zvyšují administrativní i dopravní náklady či jsou větší nároky na skladovací prostory.
2. **Nadbytečné zásoby** – vznikají při skladování materiálů, nedokončených výrobků, náhradních dílů, polotovarů apod. Tyto položky poté zabírají místo ve skladě a vážou na sebe náklady. Rovněž se zde váží finanční prostředky, které by mohly být vynaloženy jinde. Filozofie štíhlé výroby považuje tento druh plýtvání za jeden z nejhorších.
3. **Defekty** – jedná se o nekvalitní výrobky. Oprava takových výrobků vyžaduje čas, finanční prostředky a práci zaměstnanců. Problémem by byly i případné neshody, které se dostanou k zákazníkovi.
4. **Zbytečná manipulace** – spousta pohybů pracovníků nepřináší výrobku přidanou hodnotu. Taková zbytečná manipulace může být např. cesta dělníka od výrobní linky do skladu materiálu. Je vhodné se zaměřit na to, jaký pohyb lze z procesu vypustit či jaká opatření by se měla zavést, aby se potřebné pohyby minimalizovaly.

5. **Špatné zpracování** – toto plýtvání je možné ztotožnit již v technologickém procesu výroby. Jedná se např. o příliš náročnou technologii.
6. **Čekání** – pokud kvůli čekání na cokoliv nelze pokračovat ve výrobním procesu, jedná se o plýtvání. Nejčastěji se zde řadí porucha stroje, nedostatek materiálu apod. Jedná se o snadno identifikovatelný druh plýtvání.
7. **Transport** – sklady jsou mnohdy vzdálené od výroby. Tento transport, mezi skladem a výrobou, je plýtváním. Tok materiálu je zajištěn interní dopravou a náklady na ni znamenají opět plýtvání.

Svozilová (2011, s. 34) mimo jiné uvádí jako osmý druh plýtvání **nevyužitý lidský potenciál**.

2.3.2 Plýtvání v nevýrobních procesech

Plýtváním v administrativních neboli nevýrobních procesech jsou dle Jurové (2016, s. 90-91):

1. **Nadprodukce** – tištění dokumentů, které nejsou potřeba či tištění dokumentů ještě před tím, než jsou potřeba.
2. **Nadbytečné zásoby** – hromadění papírů na pracovních stolech, v archivech.
3. **Defekty** – jedná se o chyby jak v papírových, tak i v elektronických informacích. Mohou to být neúplné specifikace objednávek, nekompletní záznamy při pohybu materiálu atd.
4. **Zbytečná manipulace** – zbytečný přesun pracovníků při chození ke kopírovacímu stroji nebo chození na pracovišti pro podklady do regálů a archivů. Zbytečná manipulace může být způsobena např. nevhodným uspořádáním kanceláře.
5. **Špatné zpracování** – složité a dlouhé postupy, které vycházejí z úředních směrnic. Patří sem přepisování údajů z papírových dokumentů do elektronické podoby, pořizování kopií dokumentů apod.
6. **Čekání** – projevuje se nesplněním termínů a dlouhým zpracováním. Může se jednat o hledání dokumentů, nedostupnost přístrojů, čekání na kompetentního pracovníka či na zákazníka.

7. **Transport** – tento druh plýtvání je způsoben fyzickým přenášením dokumentů pro podpis, ke kopírovacímu stroji či přenášením šanonů mezi pracovišti, do archivů apod. Patří sem i příliš dlouhý a komplikovaný schvalovací proces.

3 ZÁKLADY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ VEDOUcí KE ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ

Tato kapitola obsahuje základy průmyslového inženýrství a jeho východiska vedoucí ke zlepšování procesů jak ve výrobních, tak i v nevýrobních oblastech v podniku.

3.1 Metoda SMED

Metoda SMED má za úkol minimalizovat plýtvání při přestavbě výrobního zařízení či při výměně nástroje. Tato metoda si klade za cíl co nejvíce zkrátit dobu výměny (Bauer a Haburaiová, 2015, s. 126).

Bauer (2012, s. 77) uvádí, že nejčastěji sledovaným ukazatelem při využití strojů je ukazatel OEE, neboli celkové efektivity zařízení. Přestavovací časy strojů jsou jedny z nejzávažnějších typů sledovaných prostojů. Přestavovací čas strojů je čas, kdy stroj stojí a čeká na seřízení pro další typ výrobku, tedy stroj nevyrábí.

Postup metody SMED vychází z důkladné analýzy přetypování, která se vykonává pozorováním přímo na pracovišti a následným rozbohem vykonávaných činností během celého procesu přetypování. Metoda spočívá v rozdělení činností přetypování na činnosti interní a externí (Kormanec, 2008, s. 17).

Interní činnosti – při vykonávání interní činnosti je stroj neproduktivní, tedy stroj stojí – příkladem může být výměna sklíčidla na soustruhu, demontáž přípravku z obráběcího stroje atd. (Kormanec, 2008, s. 17).

Externí činnosti – činnosti jsou vykonávány v průběhu doby, kdy stroj pracuje – je produktivní. Z hlediska výroby tento čas není prostojem. Například se jedná o donesení přípravku ze skladu ke stroji (Kormanec, 2008, s. 18).

3.1.1 Plýtvání při změnách a seřizení

Kormanec (2008, s. 11) a Tuček a Bobák (2006, s. 119) uvádí jako nejčastější plýtvání při přetypování:

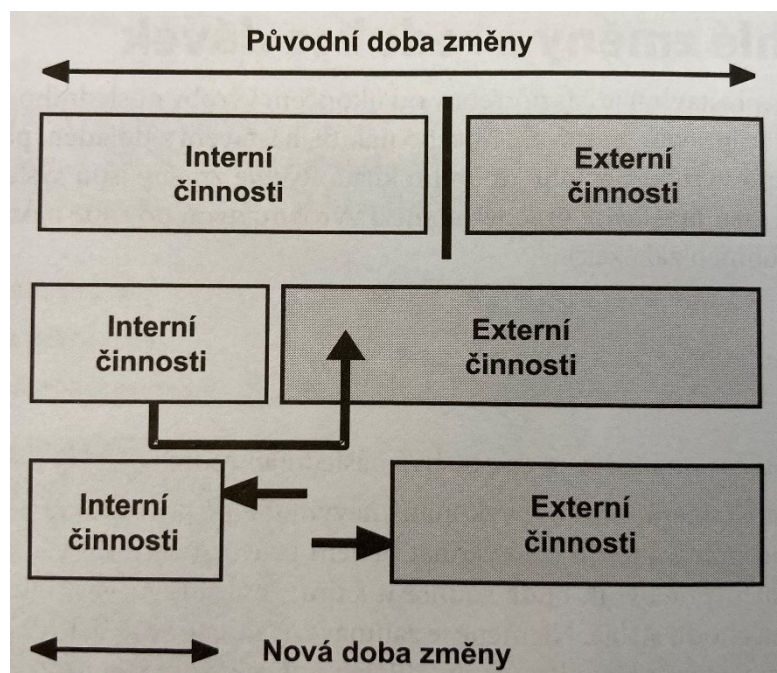
1. **Plýtvání při přípravě na změnu** – patří sem například hledání nástrojů, pomůcek či dílů potřebných ke změně, zbytečné pohyby, příprava prostor potřebných ke změně atd.

2. **Plýtvání při montáži a demontáži** – montáž a demontáž dopravníků, nadbytečná chůze pro nástroje, drobné opravy na nástrojích.
3. **Plýtvání při seřizování** – vícenásobné doladování nepřesností, všechny pohyby, které jsou potřeba k seřízení či plýtvání materiálem při zkouškách.
4. **Plýtvání při čekání na zahájení výroby** – čekání na nahřátí nástroje, čekání seřízeného stroje na zahájení výroby, např. čekání na kontrolora.

3.1.2 Aplikace metody SMED

Košuriak (2010, s. 199) uvádí při redukci velikosti časů na seřízení následující princip:

1. **Rozdělení práce na interní a externí činnosti** – interní činnosti jsou takové, které musí být vykonány při vypnutém zařízení, externí činnosti lze naopak vykonávat i u zařízení, které je v provozu.
2. **Snížení interního času seřízení pomocí převodu na externí činnost** – může to být nový pracovník, příprava pracoviště, jednodušší upevňování atd.
3. **Zlepšování a snižování interního a externího času seřízení** – důležitá je zde organizace pracoviště a ostatních činností v dílně a eliminace plýtvání, které mohou při přetypování nastat.



Obrázek 3 Rychlé změny (Košuriak, 2010, s. 200)

Ahmad a Soberi (2018) uvádí, že metoda SMED se skládá ze čtyř fází:

1. **Aktuální mapování procesu.** Hlavní myšlenkou této fáze je odhalit celkový obraz činností spojených se změnami jednotlivých aktivit. Shromáždění informací, které souvisí s aktuálními údaji, je prvním krokem. Druhým krokem je provedení časové a pohybové studie k určení standardu času na každou operaci.
2. **Klasifikace interních a externích aktivit.** Nejprve je sestaven seznam všech změn, po kterém následuje klasifikace a analýza interních a externích činností a jejich následné rozdělení.
3. **Převod interních aktivit na externí.** Tato fáze je klíčovou strategií pro zlepšování a minimalizaci prostojů stroje.
4. **Zefektivnění interních a externích činností.** Patří sem například eliminace všech nadbytečných činností, zlepšení původních postupů atd.

3.2 Celková efektivita zařízení (OEE)

Zkratka OEE vznikla z anglického sousloví Overall Equipment Effectiveness. Jedná se o ukazatel, který se zaměřuje na měření výkonnosti strojů a často bývá obsažen v metodě TPM. Pokud stroj pracuje úplně bez chyb a časových ztrát, je dosaženo ideálního stavu. Nicméně stav ukazatele 100 % je prakticky nedosažitelný (Hamel a O'Connor, 2017, s. 90).

Při požadavku na zvýšení výroby je pro firmu mnohem ekonomičtější snižování prostojů, snížení výkonnostní ztráty a snížení neshodných kusů, než pořízení nové linky (Filip, 2019, s. 81).

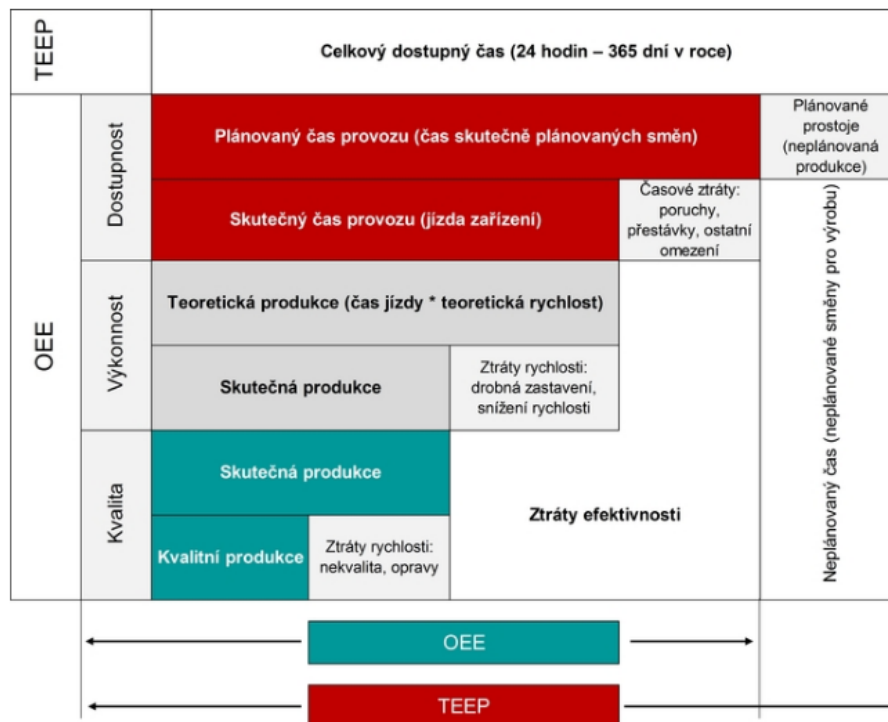
Efektivita zařízení je nástrojem totálně produktivní údržby (TPM), bez něhož je efektivní využití strojů obtížný úkol. OEE podporuje celý pohled na efektivitu jedinečně a logicky. Rovněž zvyšuje životnost výrobního zařízení prostřednictvím zlepšení a monitorování operací a činností údržby. (Singh, Khamba a Singh, 2021)

Bauer a Haburaiová (2015, s. 119) definují OEE jako ukazatel, jenž měří výkonnost strojů s přihlédnutím na kvalitu, dostupnost a výkon.

Filip (2019, s. 79) zmiňuje, že celková efektivita zařízení je:

- nástrojem pro zdokonalování účinnosti jednotlivých výrobních zařízení nebo celých organizací,
- ukazatelem pro sledování účinnosti zařízení,

- nástrojem pro systematické zlepšování procesů – samostatně se mohou vyhodnocovat ukazatele pohotovosti, výkonnosti a kvality.



Obrázek 4 Schéma celkové efektivity zařízení (Dlabač a Pavelka, © 2018)

3.2.1 Faktory ovlivňující výrobní zařízení

Mezi faktory, které ovlivňují výrobní zařízení, patří dle Filipa (2019, s. 80):

- prostoje strojů, které jsou způsobeny preventivní údržbou, kterou není možno provádět přímo za chodu stroje,
- prostoje způsobené výrobními příčinami,
- prostoje způsobené využitím času na osobní potřebu,
- prostoje v důsledku poruch,
- prostoje v důsledku nutného seřizování a přestavování,
- prostoje v důsledku technologických poruch atd.

3.2.2 Výpočet OEE

Pro výpočet celkové efektivity zařízení existují různé způsoby výpočtu, kdy některé mohou být jednodušší a praktičtější, nežli jiné (Roser, 2016).

1. Klasický výpočet dle Jurové (2016, s. 154)

- **míra využití**

$$\frac{\text{doba možného provozu výrobního zařízení} - \text{prстоje}}{\text{doba možného provozu výrobního zařízení}} \quad (1)$$

- **míra výkonu**

$$\frac{\text{počet vyrobených kusů} * \text{ideální cyklus (takt)}}{\text{doba možného provozu výrobního zařízení} - \text{prстоje}} \quad (2)$$

- **míra kvality**

$$\frac{\text{počet vyrobených ks v odpovídající kvalitě}}{\text{počet vyrobených ks}} \quad (3)$$

- **OEE**

$$\frac{\text{počet kvalitních výrobků} * \text{ideální cyklus}}{\text{doba možného provozu stroje}} \quad (4)$$

Roser (2016) definuje tento způsob jako složitější s větší pravděpodobností výskytu chyb. Tento vzorec je náchylný k chybám, jelikož existuje více kroků výpočtu a také je nutno věnovat větší pozornost tomu, kde se využívá čas celkový nebo pouze čas, kdy stroj skutečně běží, či kdy použít počet vyrobených kusů nebo počet kvalitních výrobků.

2. Štíhlý výpočet dle Rosera (2016)

- **pomocí kusů (jednotka ks)**

$$\frac{\text{kusy v odpovídající kvalitě}}{\frac{\text{plánovaný čas pro výrobu}}{\text{cyklový čas}}} \quad (5)$$

- **pomocí času (jednotka času)**

$$\frac{\text{kusy v odpovídající kvalitě} * \text{cyklový čas}}{\text{celkový čas potřebný pro výrobu}} \quad (6)$$

3.3 Totálně produktivní údržba (TPM)

Totálně produktivní údržba je soubor aktivit orientovaných na zvýšení efektivity strojů a zařízení. Zaměřuje se na zapojení všech zaměstnanců na dílně do činností, které vedou ke snížení prostojů či zmetků (Boledovič a kol., 2010, s. 5).

Koncept TPM je zapojení údržbářských aktivit do vývojového procesu a do systému zabezpečování kvality. Údržba je brána jako část logistického řetězce, který zajišťuje produkty nebo služby pro zákazníka (Nenadál, 2018, s. 274).

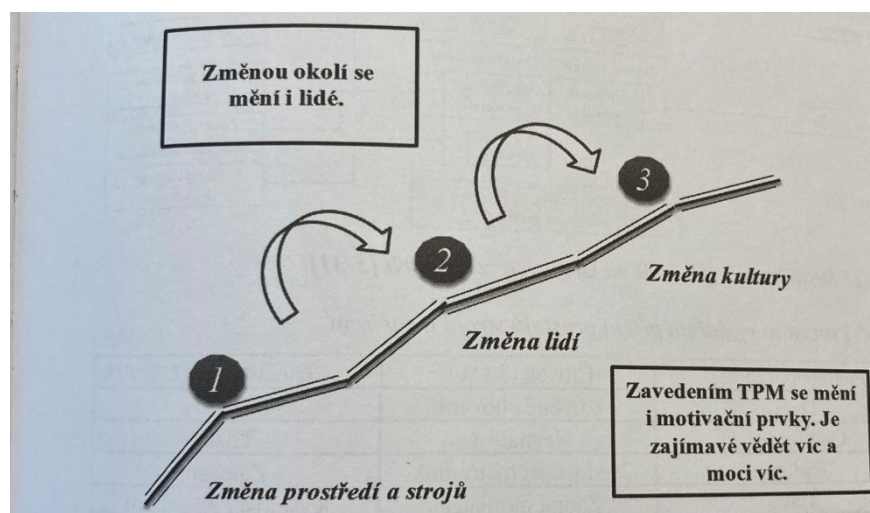
Chen et al. (2019) definují totálně produktivní údržbu jako techniku neustálého zlepšování, jenž je založena na týmové spolupráci a autonomní údržbě, která zajišťuje bezproblémový provoz a delší životnost strojů.

Při implementaci zásad údržby TPM manažeři musí využívat indikátorů, které jsou schopny informovat o poruchových situacích. Mohou využívat několika nástrojů, jako např. kontrolní list, histogram, Paretův diagram, Ishikawa diagram. Tyto nástroje mohou odborníkům umožnit identifikovat například interakce mezi různými faktory vedoucí k poruchovým situacím. (Pascal et al., 2019)

Cílem totálně produktivní údržby je maximální efektivita výrobních zařízení po dobu celé jejich životnosti. Týká se to absolutně všech zaměstnanců firmy, na všech úrovních a odděleních (Imai, 2007, s. 1).

3.3.1 Principy TPM

Boledovič a kol. (2010, s. 11) mimo již zmíněné uvádí, že TPM do svých aktivit zapojuje všechny pracovníky od dělníků až po vrcholový management a cílem je dosáhnout nulových ztrát s pomocnými činnostmi v malých autonomních týmech.



Obrázek 5 Princip TPM (Legát, 2016, s. 139)

3.3.2 Pilíře TPM

Přístup totálně produktivní údržby je dle Jurové (2016, s. 158) i Legáta (2016, s. 140) založen na pěti pilířích:

1. **Hodnocení celkové efektivity strojů a zařízení** – hodnocení probíhá pomocí ukazatele celkové efektivity zařízení (OEE).
2. **Autonomní údržba** – obsahuje sedm kroků, kterými jsou úvodní čištění, odstranění zdrojů znečištění, standardy čištění, příprava na prohlídku, autonomní kontrola, organizace a rozvoj autonomní údržby.
3. **Plánovaná údržba** – rovněž jako autonomní údržba se skládá ze sedmi kroků – zjištění údržbářských priorit, eliminace slabých míst, vyhotovení informačního systému, start plánované údržby, zvýšení výkonnosti, vylepšená údržba, naplánovaný údržbářský program.
4. **Zlepšování stavu strojů** – fázemi jsou vývoj produktu, koncept a konstrukce zařízení, výroba, instalace, náběh zařízení a provoz.
5. **Trénink a vzdělávání zaměstnanců** – základními elementy jsou znalosti, základy totálně produktivní údržby, nástroje TPM, týmová komunikace, autonomní údržba, plánovaná údržba a znalost výrobního procesu.

Podle Shinde a Prasad (2018) je TPM založeno na osmi pilířích:

1. **Mateřský přístup** – klade důraz na vlastnický přístup u provozovatele.
2. **Identifikace a eliminace plýtvání** – eliminace ztrát pomáhá zlepšovat OEE.
3. **Zavedení systému preventivní údržby.**
4. **Posílení morálky a odbornosti operátorů** – poskytování školení měkkých dovedností a technického školení.
5. **Sledování faktorů ovlivňujících variabilitu produktu** – zaměřuje se na dosažení 100% kvality.
6. **Zkrácení doby vývoje nových produktů** – dosažení stabilního uvedení nového produktu na trh.
7. **Zefektivnění toku informací** – použití procesní analýzy.
8. **Důraz na životní prostředí** – nulová nehodovost, zdravé a příjemné pracoviště.

4 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ PŘI ZDOKONALOVÁNÍ PROCESŮ

Projektové řízení je disciplínou vědeckou, ale zejména je uměním. Obecná definice zní, že se jedná o účinné a efektivní dosahování změn (Doskočil, 2013, s. 13).

Projektové řízení je soubor pravidel, doporučení a zkušeností, které popisují, jak správně řídit projekt. Projekty jsou velmi různorodé, proto se spíše jedná o platné všeobecné skutečnosti, mající určitou filozofii přístupu pro řešení daného problému než o přesné návody, směrnice apod. (Doležal, 2016, s. 16).

Jedná se o proces, při kterém organizace či jednotlivci využívají svých omezených zdrojů k realizaci projektu. Za celkové výsledky je zodpovědný projektový manažer. Úspěšné dokončení projektu je smyslem projektu (Křivánek, 2019, s. 15).

Doležal a Krátký (2017, s. 17) definují projektové řízení jako soubor norem, metod a nástrojů či postupů, díky kterým pomáhají projektovým týmům optimalizovat společnou snahu tak, aby dosáhly správných výsledků, ve správný čas, pro správného odběratele s omezenými zdroji.

Pro projektově řízené společnosti je typické řízení formou procesů s omezenou dobou trvání a s dočasným přidělením zdrojů formou projektů. Existují dva hlavní typy těchto podniků. První typ generuje své výkony formou projektů, druhý typ projektové řízení aplikuje jako metodu řízení vnitřních organizací (Svozilová, 2016, s. 42).

Dle Doskočila (2013, s. 13) je možno na projektové řízení nahlížet ze dvou různých pohledů:

1. **Manažerský pohled** – zde je kladen důraz především na praktickou realizaci projektů a soustředí se na řešení problémů, které jsou spojeny zejména s lidskými zdroji.
2. **Systemově analytický pohled** – soustředí se na vytváření matematického modelu projektu.

Tabulka 1 Klíčové projektové pojmy (Doležal a Krátký, 2017, s. 17-18)

KLÍČOVÉ POJMY Z OBLASTI PROJEKTOVÉHO ŘÍZENÍ

Projekt	Soubor kroků, které vedou ke splnění určitého cíle.
Projektové řízení	Užívání znalostí, dovedností a metod k tomu, aby projekty byly úspěšné.
Cíl projektu	Cíl projektu je výsledkem snahy projektového týmu.
Přínosy	Přínosy jsou důvodem pro uskutečnění projektu a bývají označovány jako účel či benefity.
Výstupy	Konkrétní výsledek činnosti, který je schvalován odběratelem či sponzorem celého projektu.
Riziko	Nejistá událost, která může mít negativní dopad na dosažení cílů projektu.
Zdroje	Zdroji jsou např. lidé, finance, zařízení. Jsou důležité pro samotné vykonávání činností projektu.
Činnost	Operace, jež jsou vykonávány v rámci projektu a mohou mít určenou dobu trvání, náklady a požadavky na zdroje. Výsledkem je výstup projektu.

4.1 Projektové role

Doležal a Krátký (2017, s. 18) popisují projektové role následovně:

- 1. Sponzor projektu** – obvykle se jedná o člena top managementu, který má kompetenci ke strategickému rozhodování v projektu. Sponzor je zástupcem zájmů vlastníka projektu a je zodpovědný za jeho smysluplnost.
- 2. Zákazník projektu** – osoba či organizace, která si zadala uskutečnění projektu. Zákazník si určuje požadavky. Zákazník je odpovědný za dosažení přínosů projektu.

3. **Manažer projektu** – osoba odpovědná za dosažení určeného cíle a dodržování pravidel projektu. Úkolem je koordinace týmu, řízení změn, řešení problémů, podávání zpráv sponzorovi projektu atd.
4. **Garant výstupu** – je zodpovědný za dodání výstupů projektu v souladu s určenými požadavky, ve stanoveném čase a v mezích rozpočtu.

Křivánek (2019, s. 158-159) rozděluje projektové role takto:

- **Role orientované na myšlenku**
 - *Myslitel* – je kreativní, nápaditý, dokáže řešit náročné problémy. Stinnou stránkou je ignorování ostatních názorů.
 - *Vyhodnocovač* – strategicky založený s vysokými nároky na kvalitu. Schopnost inspirovat ostatní či charisma mu může chybět.
 - *Specialista* – zaměřuje se na jednu oblast svého zájmu. Zabývá se pouze odbornými záležitostmi.
- **Role orientované na akci**
 - *Formovač* – je dynamický, přesvědčuje ostatní o své pravdě a vyzývá je k zavedení svých nápadů. Zajímá ho otázka „Proč?“. Občas může ostatní členy týmu demotivovat či zranit.
 - *Realizátor* – spolehlivě vykonává svěřenou práci. Zaměřuje se na praktické kroky, které vedou k dosažení cílů. Není příliš flexibilní a nemá rád chaos.
 - *Kompletovač* – silnou stránkou je pečlivost a svědomitost. Plní termíny včas.
- **Role orientované na lidi a vztahy mezi nimi**
 - *Koordinátor* – vyjasňuje cíle. Spojuje lidi dohromady, dává si pozor na spravedlivé rozdělení úloh v týmu. Někdy se může zdát, že ostatní manipuluje.
 - *Týmový pracovník* – propojuje a má rad lidi. Je společensky založen. V krizových situacích může být nerozhodný.
 - *Vyhledávač zdrojů* – extrovertní typ člověka, který je velmi komunikativní. Objevuje a udržuje síť externích kontaktů.

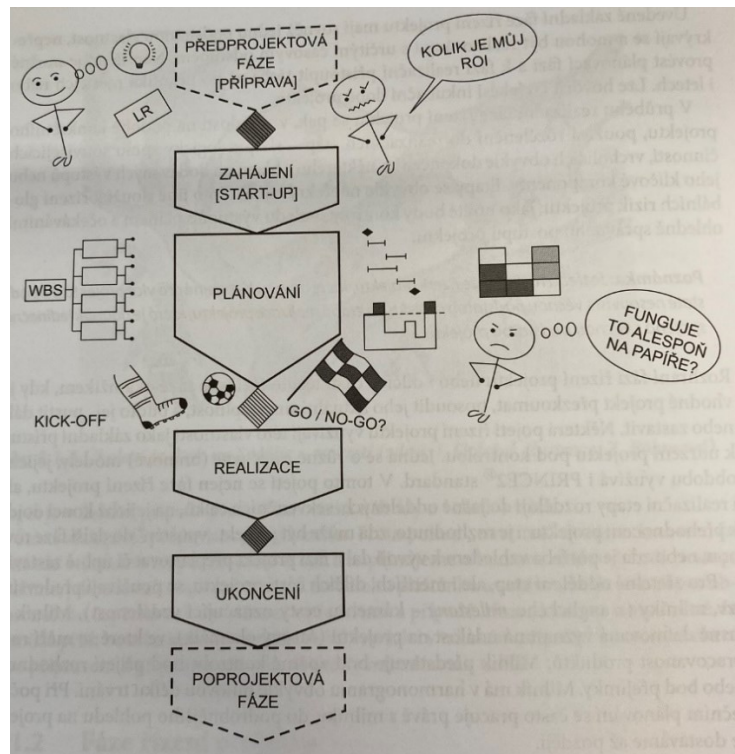
4.2 Fáze řízení projektu

Řízení projektu rozdělují Doležal a Krátký (2017, s. 20-21) do čtyř fází:

1. **Zahájení projektu** – tato fáze se zaměřuje na vytvoření, projednání a schválení zadání pro projekt. Je důležité, aby zadání rozuměl sponzor, zákazník, manažer týmu a projektový tým. Dokumentem pro zadání projektu je zakládací listina projektu.
2. **Plánování projektu** – nezbytná součást řízení projektu. V této fázi je detailně popsán cíl projektu, a co je potřeba pro dosažení cíle. Rovněž plán projektu definuje, jak má být vykonávána, sledována a kontrolována realizace projektu.
3. **Realizace projektu** – je zahájena po schválení plánu. Projektový tým vykonává naplánovanou práci, dává informace o průběhu prací a dodává výstupy. Vzniklé problémy řeší projektový manažer.
4. **Ukončení projektu** – projekt se uzavírá po finanční i administrativní stránce. Sestavuje se vyhodnocení projektu, kde se srovnává plán se skutečností. Pokud je vyhodnocení schváleno, projekt je oficiálně ukončen.

Svozilová (2016, s. 46) mimo tyto čtyři fáze uvádí ještě pátou fázi, kterou je **monitorování a kontroly**. Tato fáze se nachází mezi realizací a ukončením projektu.

Dle Doležala (2016, s. 58) k těmto fázím patří také **předprojektová fáze** neboli příprava a **fáze poprojektová**, která probíhá po samotném ukončení projektu.



Obrázek 6 Fáze řízení projektu (Doležal, 2016, s. 58)

Doskočil (2013, s. 16) dělí fáze projektu na **fázi předprojektovou** (analýzy, studie příležitosti, proveditelnosti), **projektovou** (plánování, řízení) a **poprojektovou** (ukončení projektu, rozbor projektu).

4.3 Rizika projektu

Rizikem je rozuměn neurčitý jev, který když se vyskytne, má na cíle projektu pozitivní nebo negativní vliv (Svozilová, 2016, s. 304).

Rizikem může být jakákoliv nejistota, která v případě, že se vyskytne, může mít vliv na dosažení jednoho či více cílů pozitivně nebo negativně. Rizika obsahují jak hrozby, tak i příležitosti (Korecký a Trkovský, 2011, s. 40).

Svozilová (2016, s. 305) rizika dělí dle vzniku, působení a předvídatelnosti na:

- **odchytky** – rozdíl mezi odhadem a skutečností,
- **předvídatelná rizika** – lze je dobře odhadnout,
- **nepředvídatelná rizika** – mohou se očekávat, ale nelze je dopředu odhadnout,
- **nejistota** – vychází z oblastí, které jsou mimo kontrolu a není možné je odborně odhadovat.

4.3.1 Rizika ohrožující úspěšnost projektu

Doležal a Krátký (2017, s. 22) uvádí jako největší rizika:

- nedostatek lidských zdrojů.
- nejednoznačné zadání,
- příliš časté změny,
- nedostatečná podpora od sponzorů, vrcholového vedení.

4.3.2 Řízení rizik

Základními kroky pro řízení rizik jsou dle Doležala a Krátkého (2017, s. 120):

- identifikace rizik,
- analýza rizik,
- hodnocení rizik,
- ošetření rizik,
- monitoring a přezkoumání.

Doležal (2016, s. 199) mimo uvedené kroky přidává **stanovení kontextu**, které je prvním krokem a **komunikaci**, která je krokem posledním.

Svozilová (2016, s. 305) uvádí, že proces řízení rizik se skládá ze tří nejdůležitějších částí:

1. **Přípravy a plánování pro řízení rizik projektu** – sem patří zejména definice zdrojů možných rizik, popis rizik a příprava strategie pro řízení rizik.
2. **Identifikace rizik** – určení priorit, hodnocení možných hrozeb.
3. **Monitorování nalezených rizik** – případné zavedení obranné strategie.

5 SHRUTÍ TEORETICKÉ ČÁSTI

Literární rešerše, která je zpracována v teoretické části diplomové práce, slouží jako základ pro zpracování praktické části práce, která je zaměřena na zvýšení výrobní kapacity lakovací linky. Pro zpracování teoretické části bylo využito odborné literatury jak tuzemské, tak i zahraniční a dále odborných článků a internetových zdrojů.

Teoretická část práce je rozdělena do čtyř hlavních kapitol, které souvisí s předmětem diplomové práce.

První kapitola se zaměřuje na výrobu. Podkapitoly patří pojmům jako jsou výrobní faktory, systém či proces. Rovněž je zde výrobní proces členěn z hlediska míry jeho plynulosti, opakovatelnosti výroby a plynulosti technologického procesu. Druhá polovina této kapitoly se zaměřila na samotné řízení a organizaci výroby, štlíhou výrobu, výrobní kapacitu a kvalitu.

Další kapitola popisuje zlepšování procesů. Jsou zde vyjmenovány základní předpoklady pro zlepšování procesů, řada definic pojmu KAIZEN či plýtvání, jak v procesech výrobních, tak i administrativních.

Třetí kapitola vysvětluje základy průmyslového inženýrství vedoucí ke zlepšování procesů. Sem se řadí metoda SMED a její aplikace, OEE neboli celková efektivnost zařízení a principy a pilíře TPM – totálně produktivní údržby.

Poslední kapitola nese název projektové řízení při zdokonalování procesů. Jsou zde definovány projektové role, jednotlivé fáze řízení projektu a rizika projektu, které dále obsahují rizika ohrožující úspěšnost projektu a samotné řízení rizik.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Diplomová práce je zpracována ve firmě Fremach Morava s.r.o. – závod Kroměříž. Hlavní sídlo společnosti se nachází v Belgii ve městě Diepenbeek. Celkem společnost disponuje šesti výrobními závody v Evropě:

- Česká republika – Kroměříž
- Slovensko – Trnava
- Německo – Weilmunster
- Belgie – Diepenbeek, Izegem
- Francie – Saint Nicolas d’Aliermont.

Na obrázku 7 jsou graficky znázorněny výrobní závody společnosti.



Obrázek 7 Grafické znázornění závodů společnosti (interní zdroj)

Základní informace o společnosti

Název:	Fremach Morava, s.r.o.
Sídlo:	Jožky Silného 2824, Kroměříž
IČ:	26215675
DIČ:	CZ26215675

- Místo:** areál firmy Fremach Morava, s.r.o., 767 01 Kroměříž
- Právní forma:** společnost s ručením omezeným
- Předmět podnikání:** Společnost podniká v takových oblastech, na které vlastní řádné živnostenské listy a rozsah předmětu podnikání odpovídá skutečností zapsaným v předmětu podnikání. Konkrétně se jedná o vstřikování, kompletaci a povrchovou úpravu plastových výrobků (ejjustice, © 2012-2015 Ministerstvo spravedlnosti České republiky).

6.1 Poslání společnosti

„Neustálými inovacemi na všech úrovních v naší společnosti, dosahováním vynikající provozní výkonnosti a nabídkou nejlepších technických schopností a odborných znalostí v oblasti výroby interiérových dekorativních plastových dílů pro automobilový průmysl, chceme být v našem průmyslu nejlepší ve své třídě.“ (ejjustice, © 2012-2015 Ministerstvo spravedlnosti České republiky).

6.2 Výrobní program

Programem výroby této společnosti je vstřikování plastových výrobků, jejich kompletace a povrchová úprava pomocí procesu lakování. Rovněž do výrobního programu spadá laserové gravírování či tampoprintový potisk. Mezi hlavní produkty společnosti se řadí:

- Přední panely klimatizací do automobilů,
- přední panely autorádií,
- přední panely navigačních systémů,
- ostatní plastové součásti pro automobilový průmysl.

Příklad vyráběných výrobků a automobilové společnosti, kterým firma své výrobky dodává, jsou zobrazeny na obrázcích 8 a 9.



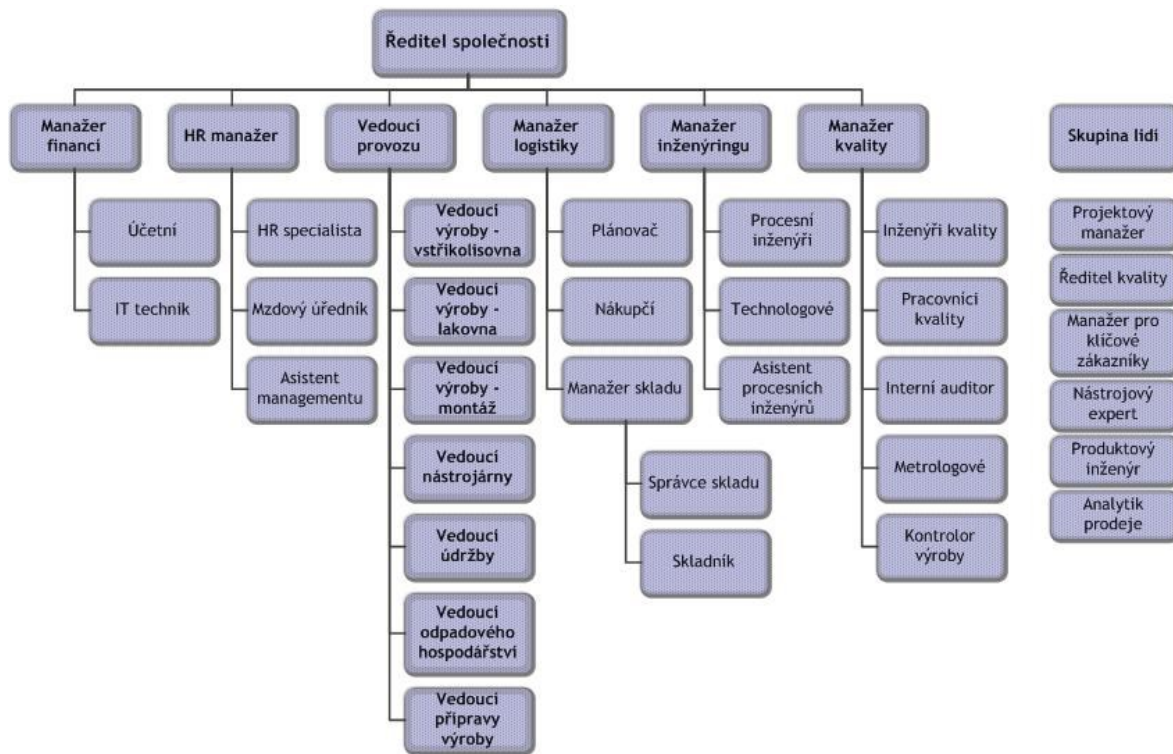
Obrázek 8 Portfolio výrobků společnosti (vlastní zpracování)



Obrázek 9 Automobilové společnosti, kterým firma dodává výrobky (vlastní zpracování)

6.3 Organizační struktura společnosti

Organizační struktura společnosti je znázorněna na obrázku číslo 11. Celkem má společnost šest manažerů, pod které spadají další vedoucí pozice. Pro tuto diplomovou práci je nejdůležitější odvětví vedoucí provozu, konkrétně potom vedoucí výroby na oddělení lakovny. Obrázek 10 vyobrazuje organizační strukturu graficky.



Obrázek 10 Organizační struktura společnosti (vlastní zpracování)

6.4 Procesy ve společnosti

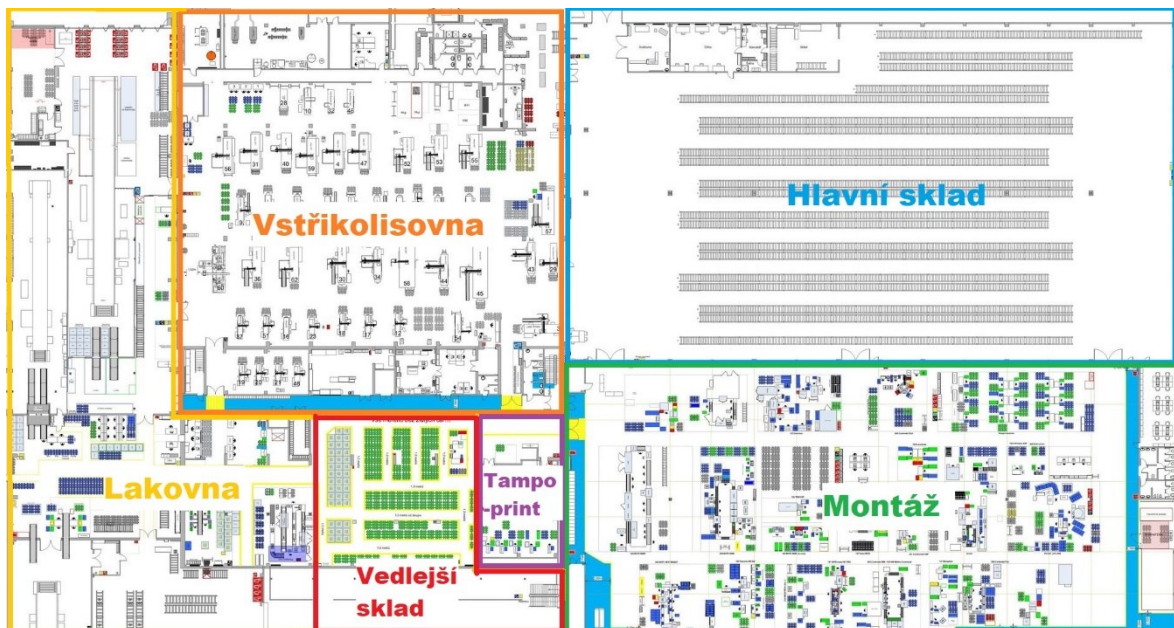
Společnost Fremach Morava, s.r.o. rozděluje procesy na hlavní, vedlejší a podpůrné. Mezi hlavní procesy společnosti patří nákup, výroba a prodej. Vedlejšími procesy se rozumí logistika, skladování, oddělení ekonomiky a engineering (neboli procesní inženýři). Údržba, oddělení účetnictví, odpadové hospodářství, kvalita a nástrojárna se řadí mezi podpůrné procesy. Na obrázku 11 je vyobrazeno grafické znázornění těchto procesů.



Obrázek 11 Rozdělení procesů ve společnosti (vlastní zpracování)

6.5 Layout výrobní haly

Jak již bylo zmíněno, diplomová práce je zpracována ve výrobním závodě ve městě Kroměříž. Společnost vznikla 7. 6. 2000 a od té doby se neustále rozrůstá o další provozy a prochází spoustou změn. Tato skutečnost se projevuje i na rozložení haly. V roce 2007 došlo k přistavení zbrusu nových prostor, které rozšířily stávající halu. Je kladen velký důraz na optimalizaci všech procesů, jelikož rozložení není vždy zcela ideální pro provoz. Na obrázku 12 lze vidět aktuální rozložení výrobní haly.



Obrázek 12 Layout výrobní části společnosti (interní zdroj a vlastní zpracování)

6.6 Lakovací linky

Diplomová práce se zabývá zvýšením kapacity výrobních linek, a proto je důležité se blíže seznámit s jednotlivými linkami. Společnost disponuje celkem třemi lakovacími linkami. Jedná se o jedny z nejmodernějších v České republice, co se týče povrchových úprav lakováním. Kapacita jednotlivých linek se odvíjí od složitosti a velikosti lakovaného výrobku. Všechny linky si jsou velmi podobné a mají stejný základ. Každá z linek má své portfolio výrobků, které se na nich lakují. Předmětem diplomové práce je lakovací linka 3, nicméně pro lepší přehlednost jsou zde popsány všechny lakovací linky ve společnosti.

6.6.1 Lakovací linka 1

Tato linka je nejstarší linkou celého podniku. Pořízena byla v roce 2000. Na této lince se pracuje s rozpouštědlovými barvami. Mimo jiné se na lince číslo 1 používají vysoce lesklé barvy neboli high gloss.



Obrázek 13 Schéma lakovací linky 1 (vlastní zpracování)

Nejprve se jednotlivé součástky zbaví prachu a jiných nečistot v zóně ofuku. Následně probíhá lakování v takzvané lakovací kabině, kde probíhá operace lakování pod ochranou vstupní a výstupní vzduchové clony. Tuto činnost zajišťují stříkací pistole, jedná se tedy o zcela automatický proces. Odtah lakovací kabiny je zajištěn vodním splavem (vodní clona), která zachytí velké množství přestříků nánosové barvy z nosné vzdušiny. Voda, která je zde využita, v systému koluje, dokud není nasycena tuhými částicemi přestříků do úplné rovnováhy. Maximálně jedenkrát za dva týdny se likviduje spálením.

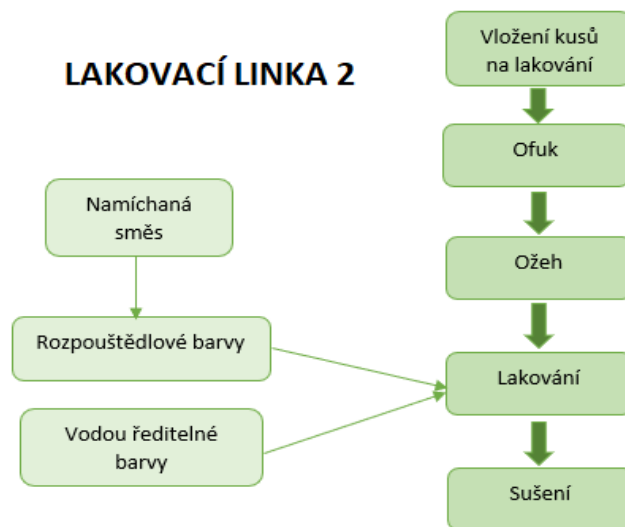
Nánosové hmoty jsou připravovány uvnitř lakovny na k tomu vyhrazeném místě. Pro každý typ výrobku se nastavuje speciální nános laku. Tyto informace jsou dostupné v interní dokumentaci společnosti.

Lakované díly dále pokračují vytékacím tunelem až do tunelu sušícího, kde probíhá sušení dílů. Zdroj tepla zajišťuje plynový hořák o tepelném příkonu 100 kW.

Lakovna je přetlaková se vzduchem vháněným skrz klimatizační systém. Odtah jednotlivých uzlů zajišťuje páteřová vzduchotechnika, která je umístěna v podstřešním prostoru a pod stropem haly.

6.6.2 Lakovací linka 2

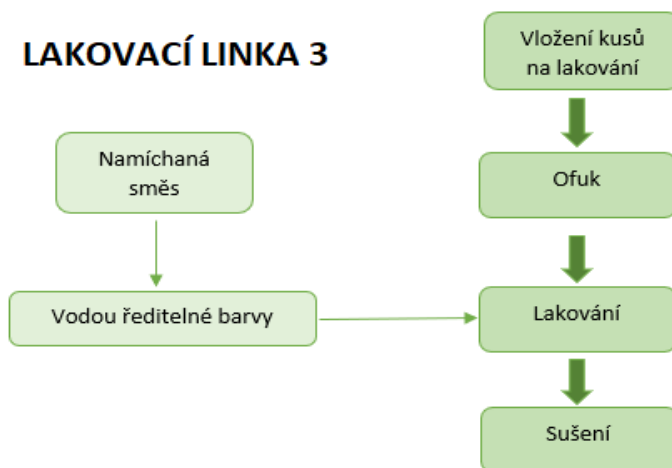
Druhá lakovací linka je téměř identická s linkou první. Hlavním rozdílem je umístění automatického ožehu dílů za první zónou ofuku. Tento ožeh, se používá ve specifických případech lakování. Linka dokáže zpracovat jak rozpouštědlové, tak i vodou ředitelné barvy. Kvůli tomu jsou jednotlivé úseky delší. Sušící pec, která se zde nachází, je šesti etážová. Jako zdroj tepla je využíván přímý ohřev dvěma plynovými hořáky o tepelném příkonu 200 kW. Linka je rovněž vybavena moderním protipožárním systémem CO2.



Obrázek 14 Schéma lakovací linky 2 (vlastní zpracování)

6.6.3 Lakovací linka 3

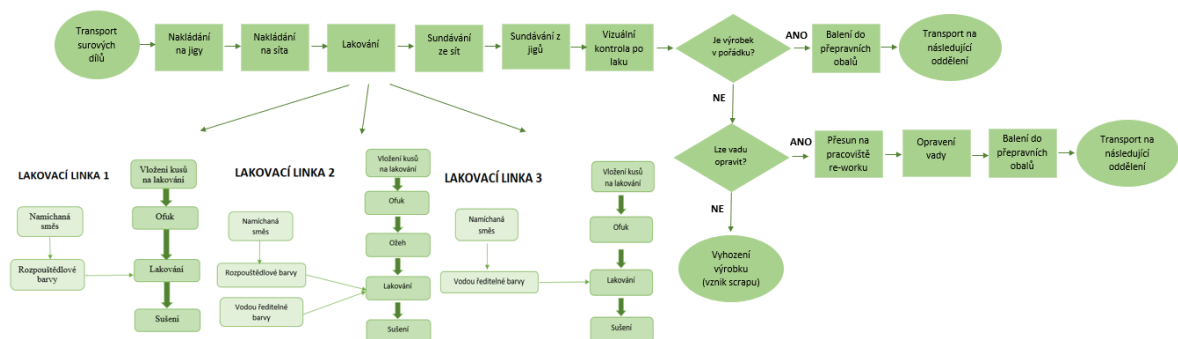
Třetí a poslední lakovací linka se liší od druhé pouze tím, že na této lince se zpracovávají pouze vodou ředitelné barvy. Proto jsou jednotlivé úseky delší. Pec, využívaná pro sušení výrobků, je rovněž šesti etážová, jako tomu je u linky 2. Zdrojem tepla je přímý ohřev dvěma plynovými hořáky o tepelném příkonu 200 kW. I tato linka disponuje moderním protipožárním systémem CO2.



Obrázek 15 Schéma lakovací linky 3 (vlastní zpracování)

6.6.4 Procesní mapa

Na obrázku 16 je vyobrazen tok výrobku na úseku lakovny. Nejprve jsou ze skladu transportovány surové díly na pracoviště. Poté operátoři nakládají výrobky na jigy (plastový díl, na který se nakládají výrobky, které jsou určeny k lakování). Následně je takto připravený výrobek přesunut na síta, která dále pokračují na proces lakování. Lakování ve firmě může probíhat na třech lakovacích linkách. Po dokončení celého procesu lakování jsou výrobky sundány ze sít i jigů. Pracovníci kontroly musí každý výrobek důkladně zkontrolovat, jestli se nevyskytují vady, které jsou blíže popsány v kapitole 7.3.1. Bezproblémové výrobky jsou baleny do přepravních obalů a převezeny na následující oddělení (například na pracoviště montáže, laseru či na expedici). Výrobky, které nesou nějakou vadu, jsou buďto předány na pracoviště re-work, kde lze lehké vady opravit pomocí broušení a leštění, nebo jsou vyhozeny a vzniká takzvaný scrap.

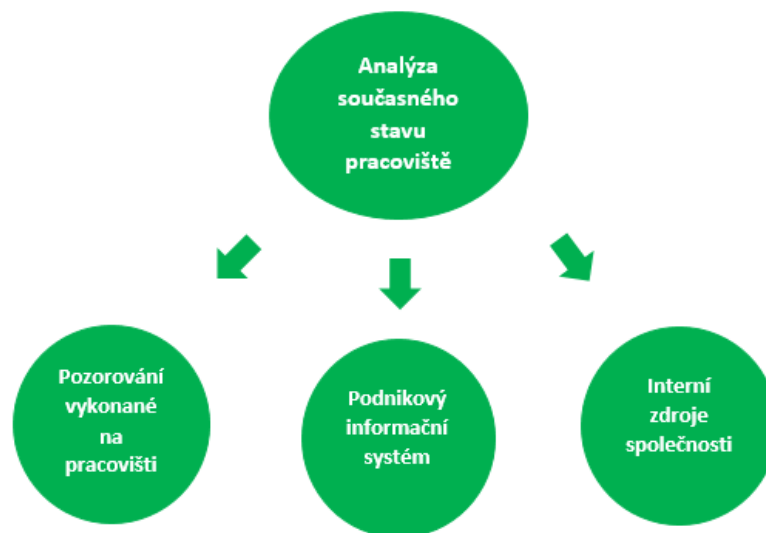


Obrázek 16 Procesní mapa toku výrobku (vlastní zpracování)

7 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU LAKOVACÍ LINKY 3

Tato kapitola diplomové práce je zaměřena na analýzu současného stavu pracoviště lakovny. Výsledky této analýzy poslouží jako podkladové materiály pro následnou projektovou část tak, aby byl splněn cíl společnosti na zvýšení kapacity lakovací linky.

Cílem je zajistit pomocí určitých metod data, která jsou potřebná pro vytvoření konkrétního a aktuálního stavu pracoviště. Vstupní informace jsou získávány především ze samotného pozorování, podnikového informačního systému, který je ve společnosti využíván a z interních zdrojů společnosti. Veškerá získaná data budou prezentována a diskutována se všemi zainteresovanými osobami.



Obrázek 17 Schéma analýzy současného stavu (vlastní zpracování)

Pro zvýšení kapacity byla firmou zvolena lakovací linka číslo 3. Důvodem je největší potenciál pro zlepšení. Konkrétně je zde lakováno největší množství projektů, které firma považuje za své nejdůležitější. Dále se zde lakuje největší podíl vodou ředitelných barev. Cíle projektu má být dosaženo pomocí softwaru SprayVision, kterým firma disponuje a jejím požadavkem je zavedení tohoto softwaru na lakovací linku 3. Tento software je blíže popsán v kapitole 10.

Za největší problém linky je považován dlouhý čas nájezdu, který musí proběhnout před každým lakováním a nepřináší žádnou přidanou hodnotu. Co vše se řadí mezi nájezd je blíže popsáno v kapitole 7.5.2.

V diplomové práci se objevuje pojem **projekty**, což ve firmě značí **číselné označení typu výrobku**.

7.1 Personální zajištění lakovací linky 3

Všichni níže uvedení zaměstnanci jsou zodpovědní za chod linky. Mezi řídicí pracovníky se na úseku lakovny řadí vedoucí lakovny, technolog a plánovač. Dále se zde nachází mistr, směnový vedoucí, lakaři, operátoři a manipulant. Tito se zde střídají ve tří směnném provozu – ranní, odpolední, noční. Lakovací linku obsluhuje vždy jeden lakař. Pracovní doba je 8 hodin s přestávkami 30 a 15 minut.

Vedoucí lakovny zodpovídá za celkový chod lakovny. Úkolem je řídit a organizovat procesy a pracovníky. Dále vedoucí lakovny informuje svého přímého nadřízeného o veškerých problémech, které v procesu nastanou.

Technolog zodpovídá především za technologické procesy, které probíhají v jednotlivých lakovacích linkách. Jeho úkolem je například vylepšování receptur, pokud to proces vyžaduje z důvodu vysoké zmetkovitosti.

Plánovač organizuje výrobu. Jeho cílem je plánovat proces lakování, nakládky a kontroly výrobků na základě požadavků zákazníka.

Mistr rozděluje úkoly, které dostal od vedoucího lakovny, plánovače či technologa. Povinností je dohlížení na bezpečnost a ochranu zdraví při práci. Zajišťuje pracovní a technologickou kázeň podřízených pracovníků.

Směnový vedoucí je zodpovědný za vedení oblasti výroby s cílem plnění výrobního plánu v požadované kvalitě. Taktéž musí dohlížet nad dodržováním standardů, pracovních postupů, disciplíny atd.

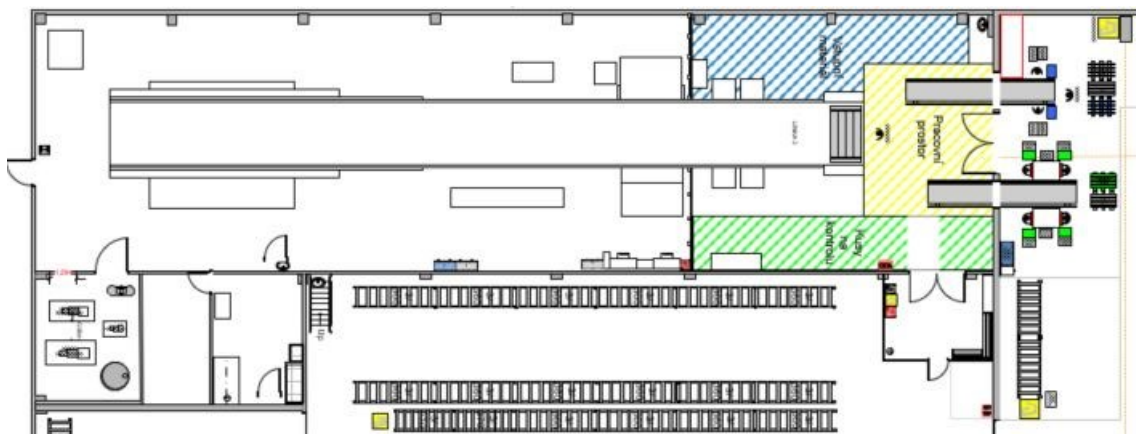
Lakař se přímo věnuje procesu lakování. Do procesu lakování lze zařadit například míchání barev, příprava lakovací linky atd.

Operátor se řídí pokyny mistra či směnového vedoucího. Především jeho práce zahrnuje nakládku výrobků pro proces lakování či kontrolu již polakovaných dílů.

Manipulant obsluhuje veškerá pracoviště na úseku lakovny. Jeho náplní práce je například dovážení materiálu ze skladu či jeho odvážení.

7.2 Layout lakovací linky 3

Pro lepší představu je na obrázku 18 vyobrazen layout lakovací linky. V pravé části se nachází nakládka jednotlivých projektů na pás, který vede do prostředí lakovny, kde je odebírán dalším pracovníkem. Ten pokračuje nakládáním plných sít s výrobky do lakovací linky, kde probíhá proces lakování, který je konkrétně popsán v kapitole 6.6.3. Ve vedlejší místnosti je umístěn sklad, kde se nachází veškeré potřebné přípravky pro bezproblémový proces lakování. Jedná se o veškeré barvy, ředidla či tužidla.



Obrázek 18 Layout lakovací linky 3 (interní zdroj)

7.3 Současná kapacita lakovací linky 3

V této kapitole je důležité detailně identifikovat reálný výstup pracoviště a podrobit jej následnému rozboru. Tato data jsou získána z podnikového informačního systému, kde je evidován konkrétní plán lakování.

V tabulce číslo dvě můžeme vidět veškeré projekty, které se na lince číslo 3 lakují, spolu s objemem výroby za daný měsíc v období od ledna do prosince roku 2021. Barevně jsou v této tabulce označeny ty výrobky, které se na úseku lakovny lakují nejvíce a nejčastěji. Konkrétně se jedná o projekty číslo 205, 210, 231, 235, 248, 249 a 264. Skupina těchto projektů zabírá téměř 80 % z celkové produkce lakovací linky 3. Tyto projekty tedy můžeme považovat za klíčové výstupy linky 3.

Tabulka 2 Celkové množství lakovaných kusů jednotlivých výrobků za rok 2021 (vlastní zpracování)

Projekt	Množství v ks												Celkem
	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	
128		5400				11928						10400	27728
169		621			465				256				1342
205	93000	67000	57940	50000	81000	60264	6250	54500	32122	41000	30972	16000	590048
207	1008	215			27								1250
210	78000	66000	49936	15000	37600	17000	20168	24900		21200	16000		345804
211	5310	8000	10000	8000	3000			10000		6000	16000		66310
215		1500	11600	1500		6030		3600		6000	10690		40920
224	21036	23000	8000	20000		16220		24150			16080	15764	144250
231	32000	30000	14272	34688	37272	35400	15000	26768	17384	13000	5500	10000	271284
235	30040	36108	42180	45640	29050	44825	32650	17140	32600	36240	46577	18200	411250
239	108400	57500	19200		7392								192492
248	83310	96800	69343	136276	119042	141891	143578	133650	127130	96384	113450	117600	1378454
249		123000	50000	114000	87000	198000	450000	110000	35000	105280	51520	36000	1359800
260	31000		10000	50000	58000	45000	40000		20000				254000
264	78310	56103	67019	100465	71093	24043			24900	22800	39922	38685	523340
265	15500	5480	32	5000		20672	32000	31000	33100	6000	3500	4500	156784
272	20313	14650	31235	20000	9100	24900	25420	11620	11119	7950	14972	17228	208507
280				8200	3000		3000						14200
284			3600				21610						25210
286	3500	10978	5760	7200	8158	6380	4714	2880	5880	5760	2880	2800	66890
375		8000	16000		4000				14000	8000			50000
Celkové množství	600727	610355	466117	615969	555199	652553	794390	450208	353491	375614	368063	287177	

7.3.1 Současná zmetkovitost vybraných projektů

Je důležité zabývat se i samotnou zmetkovitostí, jelikož není žádoucí zvyšovat výrobní kapacitu na úkor vyšší zmetkovitosti.

Vady, které mohou vzniknout na pracovišti lakovny, jsou:

- Tečky,
- vlákna,
- puchýře,
- fleky,
- otisky prstu,
- podstřík barvy ze zadní strany dílu,
- nedostřík barvy,
- pomerančový efekt,
- stečená barva,

- přetok barvy,
- znečištěný povrch (prskance),
- drsný povrch,
- mastnota,
- špatná barva,
- škrábance, sekance,
- adheze,
- vady způsobené špatným naložením.

Pro analýzu jsou vybrány konkrétní projekty, které jsou lakovány na lakovací lince 3. Tyto projekty jsou vybrány z důvodu pozdějšího porovnání, tedy jaká nastane změna po zavedení projektu oproti současnému stavu. Ze vzorku byla ze statistických důvodů odstraněna výroba s nejmenším a největším procentem zmetkovitosti. Jelikož se jedná o citlivé údaje firmy, je procentuální zmetkovitost výrobku přepočtena koeficientem.

Tabulka 3 Zmetkovitost v období srpen–září 2021
(interní zdroj, vlastní zpracování)

Projekt	Datum lakování	Výrobní příkaz	Množství lakovaných kusů	% zmetkovitost (vada laku)	Projekt	Datum lakování	Výrobní příkaz	Množství lakovaných kusů	% zmetkovitost (vada laku)
235	01.08.2021	416554	1130	7,45	235	07.09.2021	419664	1819	0,35
248	04.08.2021	417805	3977	7,31	248	08.09.2021	419675	1600	3,88
235	06.08.2021	416555	2160	0,52	248	10.09.2021	420178	7169	3,82
235	08.08.2021	418420	2266	4,52	235	12.09.2021	419798	3972	0,94
248	10.08.2021	417808	2950	6,49	235	13.09.2021	419799	2371	2,04
248	11.08.2021	417809	3800	4,28	248	14.09.2021	420475	3802	3,58
248	13.08.2021	418185	1200	6,36	248	15.09.2021	420474	3603	2,62
248	15.08.2021	418188	3807	8,53	248	22.09.2021	418894	1549	4,97
248	17.08.2021	418639	1604	5,50	248	03.10.2021	422604	5592	3,64
235	18.08.2021	416555	2160	0,52	248	05.10.2021	422603	7136	4,08
248	19.08.2021	418900	2215	7,67	286	08.10.2021	421754	2869	5,24
235	25.08.2021	418892	2109	0,37	265	08.10.2021	417813	5663	4,36
235	01.09.2021	419484	3600	5,00	248	10.10.2021	423285	13572	3,86
248	01.09.2021	419513	3992	5,00	235	10.10.2021	423278	2576	4,93
248	02.09.2021	419302	5797	3,97	248	12.10.2021	422092	2000	3,46
248	03.09.2021	419676	3961	4,01	248	15.10.2021	422091	4548	2,89
248	03.09.2021	419303	4794	4,76	235	19.10.2021	422087	4717	3,07
235	03.09.2021	419667	3247	3,11	248	20.10.2021	422640	1200	4,11
248	05.09.2021	419673	4580	3,23	248	21.10.2021	422604	5592	3,64
248	06.09.2021	419672	1343	5,27	248	26.10.2021	422603	7136	4,08
248	06.09.2021	419671	1593	7,98	248	30.10.2021	423288	4674	3,67
235	07.09.2021	419665	2496	0,83	Průměrná procentuální zmetkovitost				4,09

Jako vstupní data jsou vybrány projekty s číslem 235, 248, 286 a 265. Časovým obdobím je srpen až září roku 2021. Pro získání informací bylo využito interní dokumentace firmy.

Konkrétně se tato data zjišťují z výrobních příkazů, kde jsou jednotlivé vady zaznamenávány pracovníky kontroly.

Průměrná procentuální zmetkovitost činí 4,09 %.

7.3.2 Projekty lakované na lince 3 a jejich druhy nánosů

Diplomová práce se zabývá zvýšením výrobní kapacity lakovací linky – konkrétně za využití softwaru SprayVision, který je blíže popsán v kapitole 10. Z tohoto důvodu je nutné seznámit se s jednotlivými nánosy projektů, které jsou lakovány na lince 3, jelikož software bude pracovat pouze s těmi projekty, které jsou lakovány vrstvou primeru. Každý projekt ve firmě je specifický svým nánosem. Veškeré druhy nánosů jsou podrobně popsány v interní dokumentaci podniku (tzv. návodkách), které má pracovník lakovny k dispozici a kterými se striktně řídí při míchání barvy na konkrétní výrobek. Mezi základní typy nánosů ve společnosti patří primer, base coat, middle coat, clear coat, nános barvy a top coat.

Primer – jedná se o podkladovou barvu, která je důležitá, aby se vytvořilo pojivo mezi plastovým výrobkem a finálním nánosem barvy.

Base coat – plní podobnou funkci jako primer. Taktéž se jedná o podkladovou barvu, nicméně base coat může být zbarvený a nemusí na něj přijít již žádný nános barvy. Funguje tedy i samostatně.

Middle coat – barva, která se vždy vyskytuje mezi primerem a top coatem. V podniku se třífázové lakování velmi nepoužívá.

Clear coat – je naprosto čirý, po zaschnutí nelepí. Tato barva je vhodná pro pohledové části. Rovněž má i funkci ochrannou.

Nános barvy – jedná se o barvu, která dodává výsledný efekt výrobkům. Tato barva nemusí být dále ošetřena top coatem. Barva může být rozpouštědlová či vodou ředitelná. Na lakovací lince 3 se využívají pouze vodou ředitelné barvy.

Top coat – závěrečná vrstva, která zafixuje všechny předešlé barvy, ale může být použita i samostatně. Je bezbarvý, plastovým výrobkům dodá lesk a také disponuje funkcí ochrannou.

V tabulce číslo 4 jsou znázorněny veškeré projekty probíhající na lince 3 a jejich druhy nánosů. Barevně jsou zde označeny ty projekty, které jsou na úseku lakovny prováděny nejvíce a nejčastěji (data vyplývají z tabulky číslo 2). Tyto projekty mají společný znak nutnost použití primeru před samotným nánosem barvy.

Tabulka 4 Jednotlivé projekty a jejich druhy nánosů (vlastní zpracování)

Číslo projektu	Primer	Base coat	Middle coat	Clear coat	Nános barvy	Top coat
168					X	
199	X		X			X
203					X	
205	X				X	
210	X				X	
211		X				
213		X				
214		X				
215		X				
224		X				
231	X				X	
239					X	
249	X				X	
235	X	X				
260						X
264					X	
248	X				X	
265	X				X	
272	X				X	
280	X				X	
286		X		X		

7.4 Efektivita strojního zařízení

U efektivit strojního zařízení je vycházeno z ukazatele, který společnost již využívá. Konkrétně se jedná o celkovou efektivnost zařízení.

7.4.1 Celková efektivnost zařízení

Celková efektivnost zařízení (OEE) je na oddělení lakovny získávána pomocí sběru dat z výrobních analýz a analýz zmetků. Následně jsou tyto informace převedeny do ERP systému s názvem Catalyst. Každý týden se % OEE vyhodnocuje. Pracovník stáhne údaje z Catalystu do MS Excelu, kde tato činnost probíhá pomocí kontingenčních tabulek. Kromě % OEE se dále vyhodnocují procenta zmetkovitosti a hodiny práce navíc.

Na oddělení lakovny se pro výpočet OEE využívá následující vzorec:

$$OEE = \frac{\text{plánovaný čas výroby dle norem}}{\text{reálný čas dle vykázaných hodin práce}} \quad (7)$$

Tento vzorec je neúplný. Důvod pro rozdílné sledování celkové efektivnosti zařízení na oddělení lakovny je ten, že přesná data o kvalitě výrobku jsou zaznamenána s větším časovým zpožděním. Na úseku lakovny je kvalita produktu odhalena až na následné kontrole po laku a jednotlivé kusy se přepočítávají při finálním balení.

Tabulka 5 Celková efektivnost zařízení za rok 2021 (vlastní zpracování, interní zdroj)

	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Celkový využitý čas (min)	23942	24416	29185	26078	25005	26715	25730	24668	24596	22073	25925	18136
% využití linky	83,13%	85,03%	89,32%	83,58%	82,69%	84,33%	80,01%	82,89%	85,40%	80,68%	81,83%	75,57%
Volná kapacita	16,87%	14,97%	10,68%	16,42%	17,31%	15,67%	19,99%	17,11%	14,60%	19,32%	18,17%	24,43%
Celkový dostupný čas (min)	28800	28715	32675	31200	30240	31680	32160	29760	28800	27360	31680	24000

7.5 Směnový záznam lakování

Z důvodu zjištění možných prostojů je nutné uskutečnit pozorování na pracovišti. Při tomto pozorování je důležitá spolupráce přímo s pracovníky lakovací linky. Každý operátor je sledován a veškeré kroky, které jsou nutné k polakování výrobku jsou zaznamenávány do směnového záznamu lakování. Všichni pracovníci lakovací linky jsou s touto skutečností seznámeni.

Na lakovací lince pracují 3 lakaři, kteří se střídají na třech směnách – ranní, odpolední, noční. Směnový záznam lakování je proveden na směně ranní a odpolední.

Do směnového záznamu lakování jsou zapsány následující údaje:

- Datum,
- směna,
- operátor,
- číslo lakovací linky,
- pořadové číslo operace,
- operace,
- čas zahájení operace,
- čas ukončení operace,
- celkový čas trvání operace.

Tyto údaje slouží k zobrazování informací o průběhu směny na lakovací lince číslo 3.

Tabulka 6 Směnový záznam lakování (vlastní zpracování)

Směnový záznam lakování				
Datum	Směna	Operátor	Linka	
Č.	Operace	Čas od	Čas do	Celkem minut
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				

7.5.1 Výpočet potřebného počtu pozorování

Vzorec pro výpočet potřebného počtu pozorování:

$$n = \left(\frac{z*s}{k*\bar{X}} \right)^2 \quad (8)$$

z = hodnota z tabulek spolehlivosti

s = směrodatná odchylka

\bar{x} = aritmetický průměr

k = odchylka

Výpočet aritmetického průměru:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \quad (9)$$

$$\underline{X} = \frac{200 + 215 + 205 + 205}{4}$$

$$\underline{X} = 206 \text{ minut}$$

Výpočet směrodatné odchylky:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \underline{X})^2}{N - 1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{(200-206)^2 + (215-206)^2 + (205-206)^2 + (205-206)^2}{4-1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{119}{3}} \quad (10)$$

$$s = 6,29$$

Finální výpočet potřebného počtu pozorování:

$$n = \left(\frac{z * s}{k * \underline{X}} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{1,96 * 6,29}{0,05 * 206} \right)^2 \quad (11)$$

$$n = \left(\frac{12,34}{10,3} \right)^2$$

$$n = 1,44 = \mathbf{2 \text{ pozorování}}$$

Z výpočtu je patrné, že čtyři naměřené hodnoty jsou zcela dostačující pro vyhodnocení pozorování. Dle vzorce a provedeného výpočtu jsou potřeba minimálně 2 pozorování.

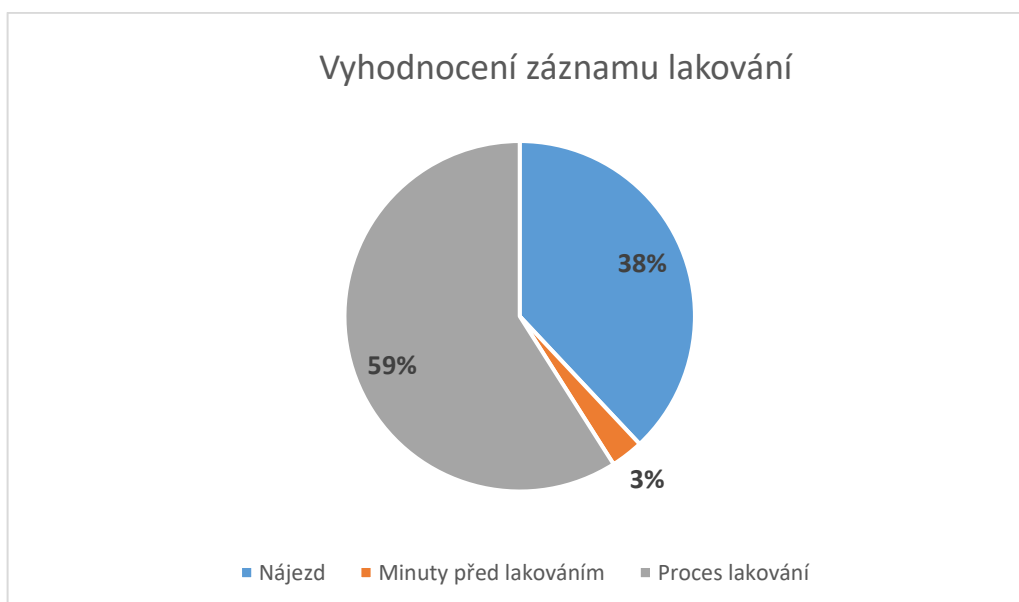
7.5.2 Vyhodnocení pozorování

Tabulka číslo 7 obsahuje vyhodnocení fyzického pozorování na lakovací lince 3. Pro potřeby tabulky byl proveden průměr jednotlivých činností – konkrétně u těch záznamů, kde samotný proces lakování trval 120 minut. Všechny záznamy jsou přiloženy v příloze P I.

Z tabulky je patrné, že nejvíce času, který lze ovlivnit, zabírá sušení vzorku, čekání na kvalitářku a kontrola vzorku kvalitářkou. Tyto úkony se společně s čištěním linky a přípravou na proces lakování řadí mezi tzv. nájezdy, které musí proběhnout před každým lakováním. Následně na obrázku číslo 19 je grafické vyhodnocení tohoto pozorování. Samotný nájezd zabere v průměru 38 % z celkového času.

Tabulka 7 Vyhodnocení záznamu lakování – průměrný čas na jedno lakování (vlastní zpracování)

Činnost	Celkový počet minut	Zjednodušené rozdělení činností
Čištění linky, nádob na barvu atd.	21	Nájezd
Příprava na proces lakování	20	
Sušení vzorku	22	
Čekání na kvalitářku	8	
Kontrola vzorku kvalitářkou	6	
Rozjetí linky	6	Minuty před lakováním
Lakování	120	Proces lakování
Celkem minut		203



Obrázek 19 Grafické vyhodnocení záznamu lakování (vlastní zpracování)

7.6 Postup sušení a schvalování vzorku pracovníkem kvality

Z tabulky číslo 7 v kapitole 7.5.2 je patrné, že **sušení a schvalování vzorku** pracovníkem kvality **zabírá 48 % z času nájezdu**. Proto je nezbytné tento proces blíže specifikovat, jelikož je potenciál zde zvýšit výrobní kapacitu.

Před samotným zahájením lakování je důležité nejprve vyhotovit testovací vzorek. Tento vzorek slouží ke kontrole namíchané barvy a celkového vzhledu výrobku. Operátor lakovací linky vloží do lakovací kabiny testovací vzorek společně s destičkou a nechá jej polakovat.



Obrázek 20 Lakovací kabina (interní zdroj)

Následně vzorek putuje vytékacím tunelem na proces sušení.



Obrázek 21 Vytékací tunel (interní zdroj)

Zde se výrobek suší celkem 20–25 minut. Pracovník poté výrobek vyjme a přeneseme jej na stůl, který je určen pro kontrolní činnost. Kvalitářka kontroluje lakovaný kus po vzhledové stránce (především u vrchních typů barev, u primeru to není až tak důležité).

Dalším velmi důležitým krokem je kontrola tloušťky nánosu barvy. Tato kontrola probíhá pomocí nalakované destičky (obrázek 22) a elcometru (obrázek 23). Provede se několik

náměrů, které se porovnávají s referenčními hodnotami. Finálním krokem je schválení vzorku kvalitářkou, vypsání dokumentu a samotné rozjetí výroby.

Zkrácení procesu sušení zvýší kapacitu linky díky tomu, že se zkrátí doba samotného nájezdu, který lze využít na další výrobu.



Obrázek 22 Nalakovaná destička (interní zdroj)

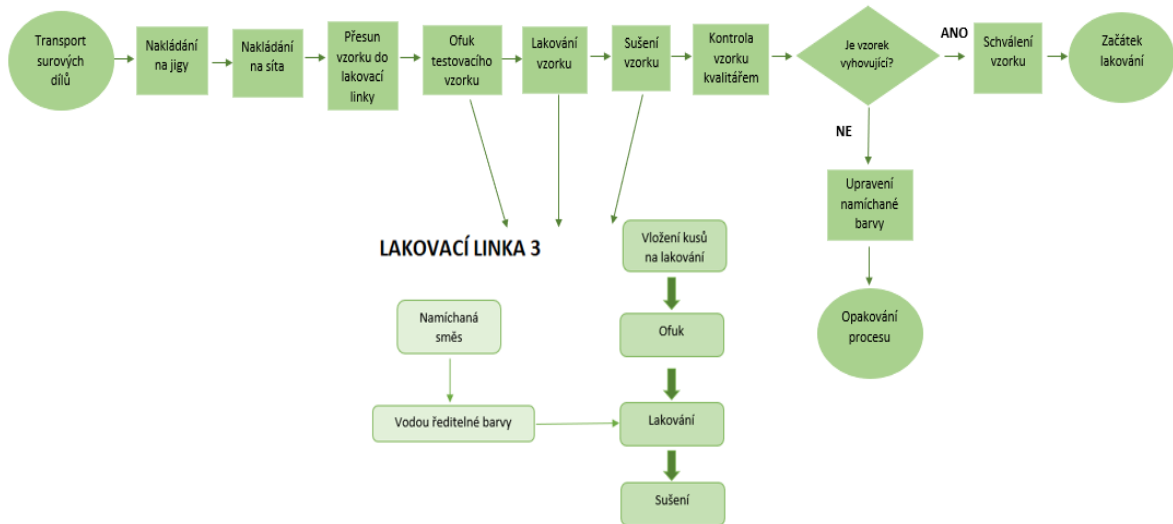


Obrázek 23 Elcometer využívaný ve firmě (interní zdroj)

7.6.1 Procesní mapa toku testovaného vzorku

Pro lepší přehlednost je na obrázku 24 vypracována procesní mapa toku testovaného vzorku. Samotný proces začíná transportem surových dílů na pracoviště lakovny. Následně jej operátoři nakládají na jigy (plastový díl, na který se nakládají výrobky, které jsou určeny k lakování) a poté tyto jigy s výrobkem nakládají na síta, která jsou pomocí pásu přesunuta k lakovací lince. Další operátor vkládá vzorek do lakovací linky, kde probíhá ofuk

testovacího vzorku, lakování a sušení. Po usušení je na pracoviště lakovny přivolán pracovník kvality, který změří tloušťku nánosu barvy, tento výsledek porovná s interní dokumentací, jestli je v toleranci a následně výrobu schválí či zamítne. Pracovník kvality kontroluje díl i po vzhledové stránce, zda vyhovuje normám. Pokud je výroba schválena, lakař může zahájit výrobu. Pokud ne, je nutné upravení namíchané barvy, přidání aditiv či změna poměru barvy, tužidla, ředidla a opakování celého procesu.



Obrázek 24 Procesní mapa testovacího vzorku (vlastní zpracování)

8 SHRUTÍ SOUČASNÉHO STAVU LAKOVACÍ LINKY 3

V analytické části byly provedena analýza současného stavu lakovací linky 3 na úseku lakovny ve vybrané společnosti.

Nejdříve jsou zde blíže specifikováni pracovníci, kteří se podílí na chodu lakovací linky. Poté pro lepší představu je vyobrazen layout lakovací linky 3. Z interních dokumentů firmy bylo zjištěno celkové množství lakovaných kusů jednotlivých projektů za celý rok 2021. Největší produkci měly projekty 205, 210, 231, 235, 248, 249 a 264. Tyto projekty zabírají téměř 80 % z celkové produkce lakovací linky 3. Jelikož není cílem zvyšování výrobní kapacity na úkor kvality výrobků, kapitola se zabývá zmetkovitostí. Na úseku lakovny mohou vznikat různé vady, které jsou zde blíže specifikovány. Pro analýzu zmetkovitosti byly vybrány projekty, na kterých je v projektové části práce využíván software SprayVision. Průměrná zmetkovitost za období srpen až září 2021 byla po přepočtu koeficientem 4,09 %. Z důvodu využití softwaru je důležité určit druh nánosu jednotlivých projektů, jelikož software je využit pouze na ty projekty, které obsahují vrstvu primeru. Celková efektivnost zařízení za rok 2021 je uvedena za jednotlivé měsíce.

Pro potřeby fyzického pozorování na pracovišti byl vytvořen dokument „Směnový záznam lakování“. Zde byly zaznamenávány časy jednotlivých operací při procesu lakování. Celkem byly vyhotoveny čtyři záznamy. Jestli jsou čtyři záznamy dostačující bylo ověřeno pomocí vzorce pro potřebný počet pozorování, kdy výsledkem byly minimálně dvě pozorování. Následně proběhlo vyhodnocení pozorování, které identifikovalo čas nájezdu 77 minut. Samotný nájezd zabírá 38 % z celkového času procesu lakování. Některé operace, jako je například příprava lakovací linky na proces lakování zkrátit nejde, nicméně pozorování odhalilo sušení vzorku a následné čekání na pracovníka kvality jako úzké místo celého procesu. Konkrétně sušení a schvalování vzorku zabírá 48 % z celého času nájezdu. Z toho důvodu je tato operace blíže specifikována. Pomocí procesní mapy je zobrazen tok testovaného vzorku.

9 ZADÁNÍ PROJEKTU

Kapitola blíže specifikuje projektovou část diplomové práce, která byla zvolena požadavkem firmy a na základě analýzy současného stavu. Předmětem projektu je zvýšení výrobní kapacity lakovací linky 3 za využití softwaru SprayVision.

9.1 Cíl projektu

Hlavním cílem diplomové práce je zvýšení kapacity lakovací linky 3 o 5 %. Mezi vedlejší cíle se řadí zkrácení doby nájezdu na téže lince či snížení zmetkovitosti vady laku.

9.2 SMART analýza

Definice cíle projektu pomocí metody SMART:

S (specifický) – zvýšení kapacity linky 3.

M (měřitelný) – zvýšení kapacity linky 3 o 5 %.

A (dosažitelný) – projekt byl požadavkem firmy z důvodu potenciálu pro zlepšení. Konkrétně je zde lakováno největší množství projektů, které firma považuje za své nejdůležitější. Dále se zde lakuje největší podíl vodou ředitelných barev.

R (reálný) – společnost disponuje softwarem, který dokáže zvýšit výrobní kapacitu linky, zkrátit průběžný čas výroby či snížit zmetkovitost.

T (časově ohraničený) – zavedení projektu během 1. čtvrtletí roku 2022.

9.3 Projektový tým

Projektový tým sestává především z pracovníků oddělení lakovny ve firmě. Dále se do projektu zapojuje technik či samotný ředitel společnosti. Pokud to situace vyžaduje, lze přizvat na konzultaci i další pracovníky.

Členové projektového týmu jsou následující:

- Autor práce – vedoucí projektu,
- vedoucí lakovny,
- technolog,
- lakaři,
- technik,

- ředitel společnosti.

9.4 Časový harmonogram

Aby bylo možné dosáhnout stanoveného cíle projektu, je důležité důkladně sestavit časový harmonogram projektu.

Tento projekt se skládá z osmi hlavních činností, pod které se dále řadí 19 dalších úkolů, které rozvětvují již zmíněné hlavní činnosti. Každý úkon je jinak časově náročný a má jinou dobu trvání.

Harmonogram projektu je sestaven na 6 měsíců, od října 2021 do března 2022. Cíl zahájení projektu je stanoven na první čtvrtletí roku 2022. Mezi začáteční povinnosti se řadí sestavení plánu projektu, konzultace s odpovědnými pracovníky či vyhotovení časového harmonogramu projektu. Poté přichází na řadu analýza současného stavu pracoviště, do které se řadí zjištění současné kapacity pracoviště, efektivita strojního zařízení a vyhodnocení pozorování. Dalším krokem je sestavení směnového záznamu lakování, který je použit jak pro analýzu současného stavu, tak i pro pozorování změn při zavedení projektu. Na základě zjištěných dat je vyhotovena procesní mapa. Mezi jednu z posledních hlavních činností patří samotné zavedení softwaru SprayVision. Konkrétněji se jedná o návrh rozpočtu, setkání s ředitelem, zajištění softwaru, zapojení potřebné techniky, kalibrace, ověření správnosti kalibrace, školení pracovníků, pozorování na pracovišti a závěrečná prezentace s výsledky. Posledním krokem je samotné zahájení projektu, které je naplánováno na 21. 03. 2022.

Celý harmonogram projektu, znázorněn graficky, je přiložen v příloze P I.

9.5 Rizika projektu

K identifikaci možných rizik, které mohou vzniknout při projektu, je použita metoda RIPRAN. Je důležité navrhnout opatření zabraňující vzniku rizik, která předcházejí identifikovaným rizikům.

1. **Neochota zaměstnanců** – konkrétně se jedná o neochotu lakařů využívat nového softwaru. Na nové věci se vždy hůře adaptuje, a tak by zaměstnanci mohli nový software sabotovat. Pravděpodobnost rizika je velmi vysoká a na projekt má i velký dopad. Opatřením je dostatečná komunikace se zaměstnanci, případně motivace nový software využívat.

2. **Nesprávná kalibrace** – každý typ projektu je třeba kalibrovat zvlášť. Pokud kalibrace není provedena správně, dochází k nesprávnému vyhodnocování dat. Pravděpodobnost, že k tomuto riziku dojde, je nízká a dopad na projekt střední. Důkladná kalibrace a následné ověření správnosti je vhodným opatřením pro předcházení tomuto riziku.
3. **Nefunkční hardware** – může se stát, že nastanou problémy s počítačem či hardwarovým vybavením. Pravděpodobnost i dopad na projekt je střední. Riziku lze předcházet interním technikem, který v případě potíží bude ihned k dispozici a nebude docházet k časovým prodlevám mezi vznikem problému a jeho vyřešením.
4. **Nedodržení harmonogramu projektu** – k nedodržení termínů, jenž byly stanoveny na začátku projektu, může dojít v jakékoliv části projektu. Pravděpodobnost, že časový harmonogram nebude dodržen, je nízká a vliv na projekt má velmi vysoký. Spolehliví lidé a dostatečný čas na jednotlivé úkoly jsou klíčem k úspěchu.
5. **Zamítnutí projektu managementem** – návrh projektu musí být schválen managementem firmy. Pravděpodobnost, že návrh bude zamítnut je střední a na projekt má vysoký vliv. Riziku se dá předejít pravidelnými konzultacemi s managementem.
6. **Chybné analýzy** – analýzy, které jsou zpracovány chybně, nepříznivě ovlivňují celý vývoj projektu. Důsledkem je také nedodržení stanovených termínů. Chybné analýzy mají velký vliv na projekt, avšak pravděpodobnost výskytu je nízká. Opatřením je důsledná kontrola dalšími členy projektového týmu.

Tabulka 8 Projektová rizika (vlastní zpracování)

Pořadí	Riziko	Pravděpodobnost	Dopad na projekt	Opatření
1.	Neochota zaměstnanců	Velmi vysoká	Velmi vysoký	Komunikace, motivace
2.	Nesprávná kalibrace	Nízká	Střední	Ověřování správnosti
3.	Nefunkční hardware	Střední	Střední	Interní technik

4.	Nedodržení harmonogramu projektu	Nízká	Velmi vysoký	Spolehliví lidé
5.	Zamítnutí projektu managementem	Střední	Vysoký	Pravidelné konzultace
6.	Chybné analýzy	Nízká	Vysoký	Důsledná kontrola

Obsahem tabulky 9 je výpis projektových rizik, které blíže zkoumají pravděpodobnost výskytu identifikovaných rizik a jejich dopad na projekt.

Tabulka 9 Analýza RIPRAN (vlastní zpracování)

Dopad na projekt/Pravděpodobnost	Velmi nízká	Nízká	Střední	Vysoká	Velmi vysoká
Velmi vysoký		Nedodržení harmonogramu			Neochota zaměstnanců
Vysoký		Chybné analýzy	Zamítnutí projektu		
Střední		Nesprávná kalibrace	Nefunkční hardware		
Nízký					
Velmi nízký					

Po provedení RIPRAN analýzy se rizika rozdělila na dvě poloviny. Jedna polovina spadá do červené oblasti a druhá do oranžové. Žádná rizika nespádají do zelené oblasti, kde na dopad projektu nemají téměř žádný vliv.

Neochota zaměstnanců, nedodržení harmonogramu a zamítnutí projektu má vysoký dopad na celkový projekt. Výskyt těchto rizik může zásadně ovlivnit výsledek projektu či celý projekt ukončit. Pro úspěšné splnění projektu je tedy třeba dbát na tato rizika a snažit se jim předcházet.

Chybné analýzy, nesprávná kalibrace a nefunkční hardware je taktéž důležité sledovat a snažit se předcházet jejich vzniku. Tyto situace nemají tak velký dopad na projekt, nicméně mohou oddálit ukončení projektu a způsobit nedodržení termínů.

10 SOFTWARE SPRAYVISION

Jedná se o ostravský startup, založen roku 2017, který šetří peníze lakovnám po celém světě. Tento systém využívají například i automobilky, jako jsou Porsche, Volkswagen nebo Fiat Chrysler. Startup SprayVision přišel s technologií, díky které lze snížit množství spotřebovaného laku a také zvýšit kvalitu výsledného povrchu. Běžně se kvalita laku měří pouze v některých bodech. Díky této technologii je možné měřit lak po celé ploše (Forbes, © 2020).

SprayVision je kombinací hardwaru, který slouží pro sběr dat z vrstvy laku, a softwaru, který tato data vyhodnocuje. Na lakovně se nanese barva na speciální fólii, která se vloží do přístroje, jenž následně vyhodnotí kvalitu nástřiku. Na základě těchto dat lze optimalizovat proces lakování. Technologií lze docílit úspory 10-15 % barvy, zlepšit kvalitu nátěru či snížit procento zmetků. Hardware je dodáván za jednorázovou platbu a software poté za roční poplatek (Forbes, © 2020).

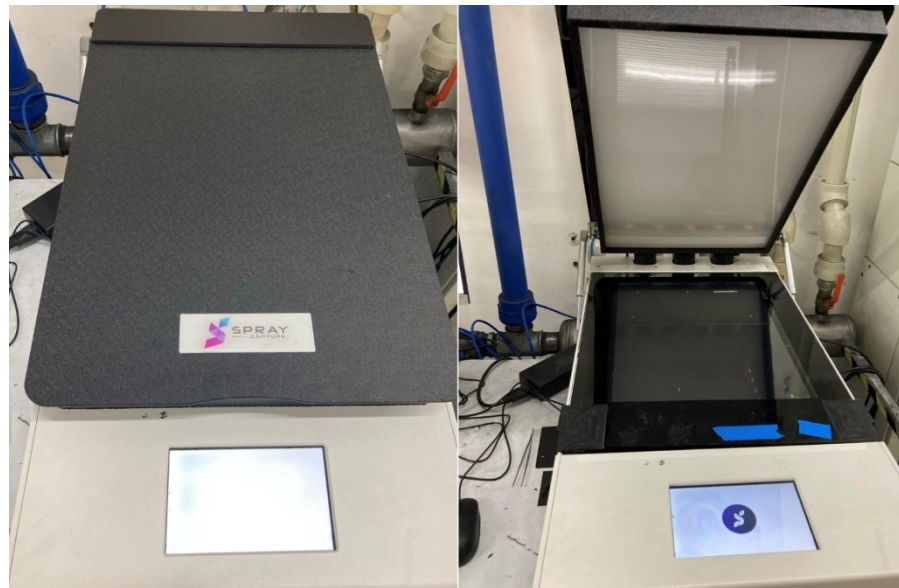
10.1 Kalibrace

1. **Odebrání vzorku od pracovníka lakovny** - stačí odebrat velmi malé množství připraveného primeru do kelímku.
2. **Nalítí barvy na fólii** – na připravenou fólii se šachovnicí se nakape několik malých vzorků barvy, které se následně natáhnou pomocí přípravku na aplikaci mokrého filmu. Na obrázku číslo 25 lze vidět tento postup.



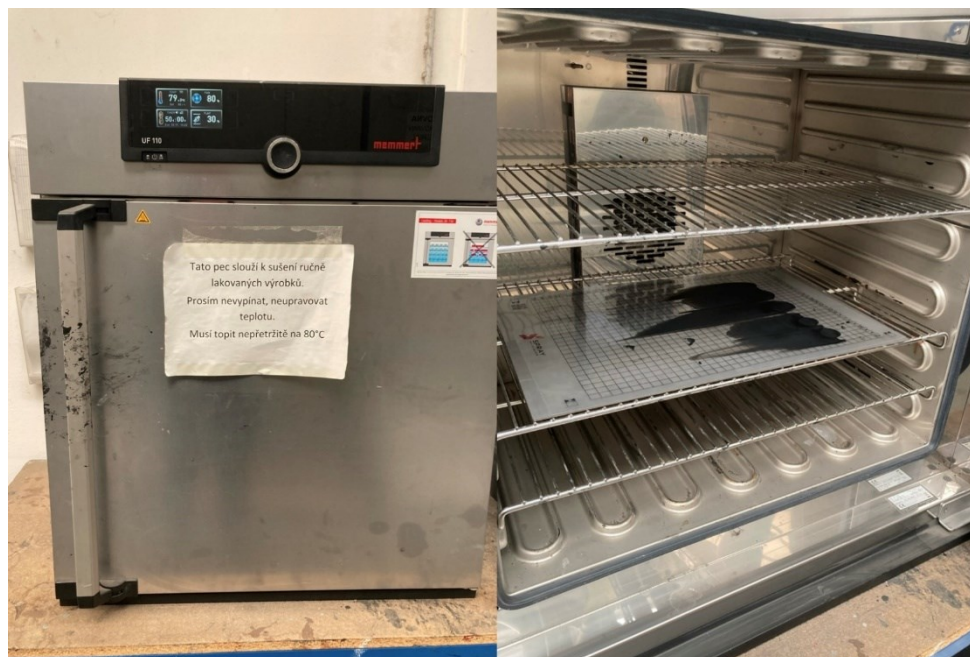
Obrázek 25 Postup nalítí barvy na fólii (interní zdroj)

3. **Skenování fólie v přístroji** – tato operace probíhá vždy okamžitě po druhém kroku. Je důležité, aby barva byla stále mokrá a nezaschla.



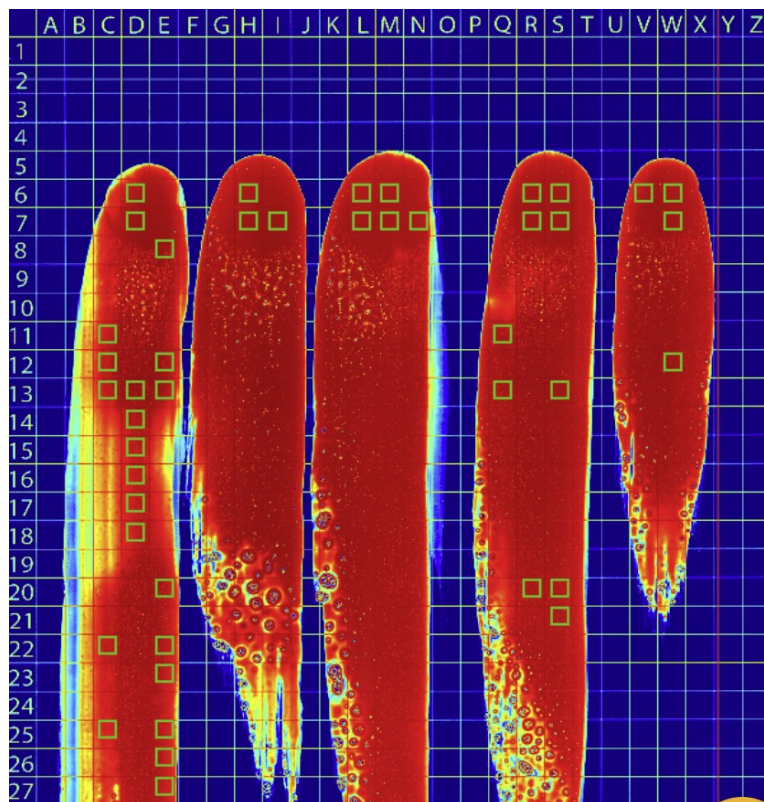
Obrázek 26 Přístroj pro skenování fólie (interní zdroj)

- 4. Sušení v peci** – po vyjmutí fólie ze skeneru je zmiňovaná fólie přenesena do pece, kde probíhá proces sušení. Zde by měla zůstat minimálně 30 minut do úplného zaschnutí.



Obrázek 27 Sušicí pec (interní zdroj)

- 5. Měření tloušťek** – program sám navrhne nejvhodnější body pro měření tloušťky. Pomocí elcometru provedeme náměry a výsledné hodnoty dopíšeme k intenzitě barvy. Zde můžeme využít právě předem připravených intenzit nebo si najít vlastní kdekoli na vzorku. Důležité je rovněž změřit samotnou fólii a tuto hodnotu odečítat při měření vzorku barvy.



Obrázek 28 Nejvhodnější body pro měření tloušťky
(interní zdroj)

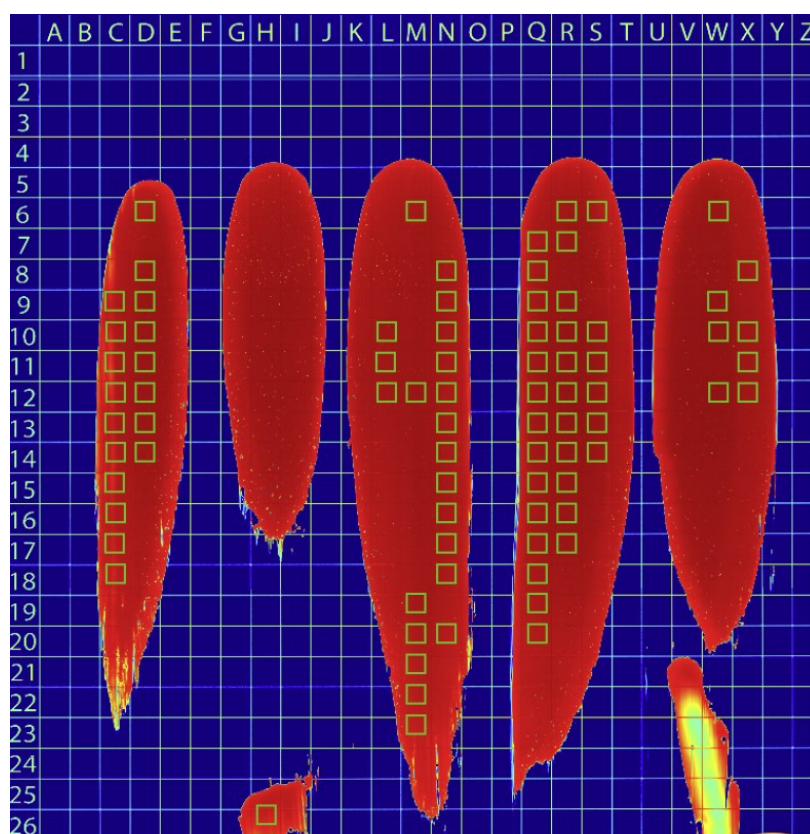
6. **Přiřazení kalibrace** – po úspěšném uložení je nutné přiřadit vytvořenou kalibraci k oskenované fólii. Pokud je kalibrace provedena správně, můžeme zde vidět již konkrétní hodnoty tlouštěk.
7. **Kontrola náměrů** – tato kontrola probíhá několika způsoby. Nejprve se nalepí kolečka na destičku, které se nechají polakovat. Ihned za lakovací pistolí se ještě mokré vytáhnou a naskenují v přístroji. Těmto kolečkům se přiřadí již vytvořená kalibrace – díky tomuto se nám ukážou již hodnoty tlouštěk. Poté, co kolečka uschnou je změříme opět elcometrem a výsledné hodnoty zkontrolujeme s hodnotami v programu. Další ověření probíhá s interními dokumenty.
8. **Schválení** – posledním krokem je samotné schválení kalibrace a zavedení do užívání.

11 APLIKACE SOFTWARE SPRAYVISION NA KONKRÉTNÍ PROJEKTY

Pro aplikaci SprayVision byl vybrán projekt s číslem 248. Důvodem je největší objem lakování na lakovací lince 3, což vyplývá z analýzy současného stavu lakovací linky 3 (kapitola 7). Rovněž je tento projekt ve firmě označován jako TOP projekt, tedy patří mezi nejdůležitější výstup firmy.

11.1 Projekt 248 ve SprayVision

Jak již bylo zmíněno v kapitole 10.1, nejprve musí proběhnout kalibrace. Připravená barva se nalije na fólii a je natažena pomocí přípravku. Na obrázku číslo 29 je již naskenovaný nátah barvy a přesná místa, která software vyhodnotil jako vhodné pozice pro měření tloušťky nánosu barvy.



Obrázek 29 Analyzovaná kalibrační fólie pro projekt 248
(interní zdroj)

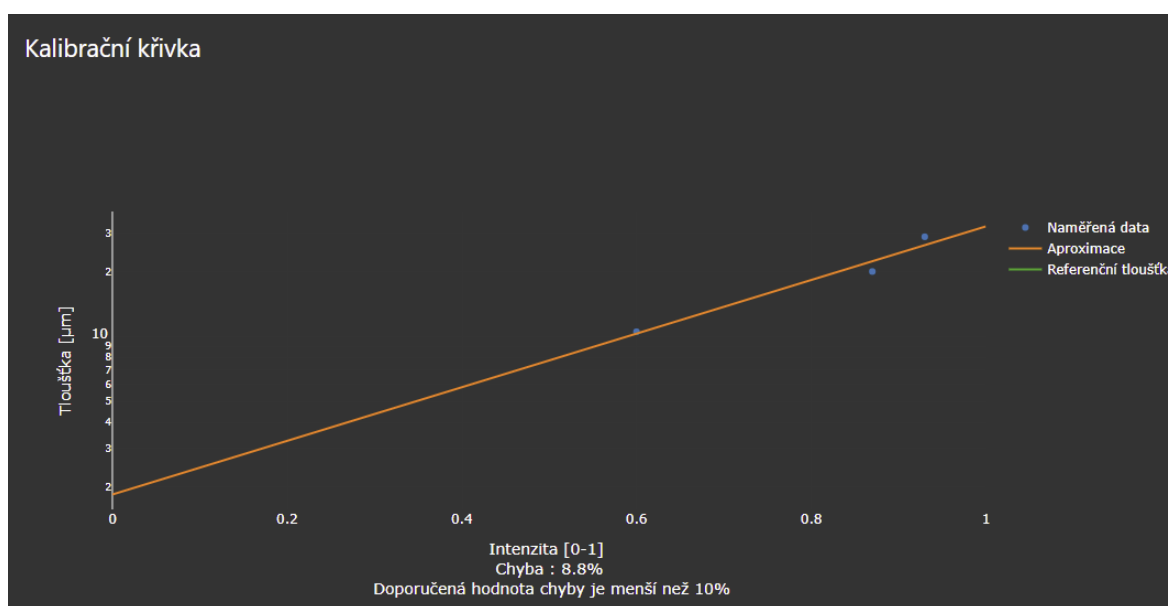
Po usušení vzorku a následném měření tlouštěk se tyto hodnoty zapíší do programu. Tuto skutečnost zobrazuje obrázek číslo 30. Pro kalibraci není tak důležitý počet měření, jako větší rozptyl intenzit. Tedy je lepší volit takové hodnoty intenzity, které jsou nižší, uprostřed a nejvyšší.

L3 248 primer folie

Akce Tloušťka	Intenzita			
	Běžná	Světlá	Velmi světlá	Ultra světlá
29.00	0.9300	0.9457	0.9625	0.9795
20.00	0.8700	0.8984	0.9293	0.9610
10.50	0.6000	0.6751	0.7643	0.8642

Obrázek 30 Tloušťky nánosu barvy k jednotlivým intenzitám (interní zdroj)

Po vyplnění těchto údajů vzniká v programu kalibrační křivka. Na této křivce lze vidět naměřená data, aproximaci a referenční tloušťku, která může, ale nemusí být zadána. Kalibrační křivka pro projekt 248 je znázorněna na obrázku 31.



Obrázek 31 Kalibrační křivka pro projekt 248 (interní zdroj)

Po kalibraci je uskutečněno kontrolní měření pomocí koleček. V programu se zvolí místa, kde program vypočítá maximální, minimální a průměrnou tloušťku.



Obrázek 32 Kontrolní měření u projektu 248 (interní zdroj)

Další kontrolou je porovnání hodnot, které vyhodnotí software s hodnotami, jež jsou uvedeny v interní dokumentaci firmy. Konkrétně se jedná o dokument technické přípravy výroby. Zde jsou uvedeny hodnoty, kterých má konkrétní vrstva laku nabývat.

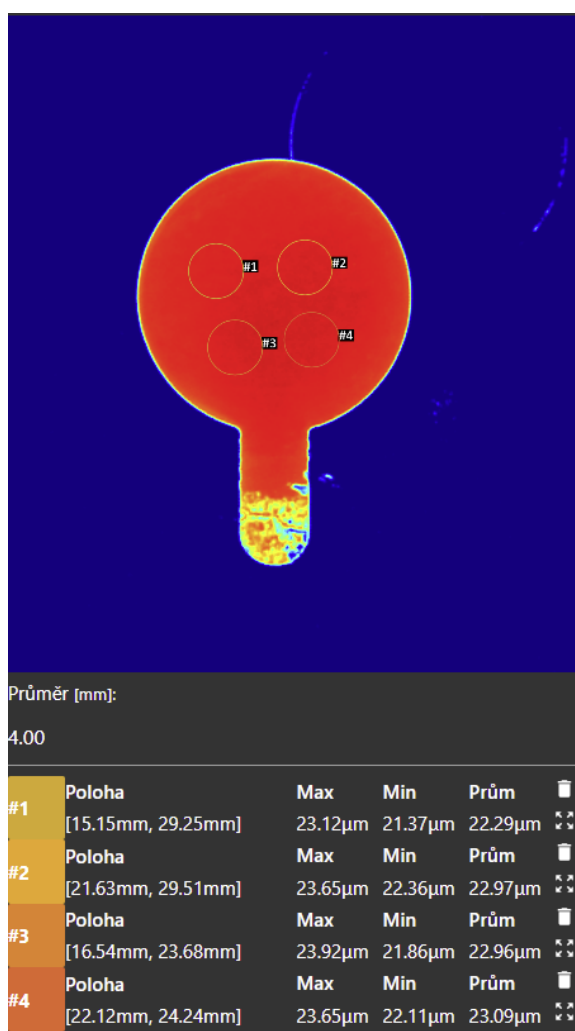
V neposlední řadě může probíhat kontrola pomocí mikroskopu. Nalakuje se destička, která se po usušení rozřízne a pomocí mikroskopu se změří nanos vrstvy, v tomto případě primeru neboli podkladové barvy.

Tyto druhy kontroly jsou podrobněji rozebrány na konkrétním příkladu z praxe.

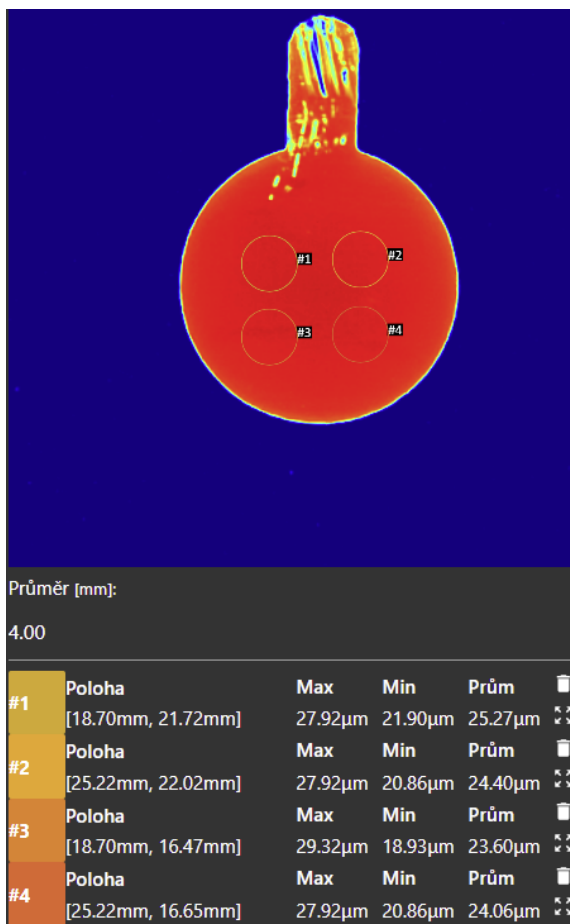
11.2 Použití softwaru na konkrétním lakovaném výrobku

Na obrázcích 33 a 34 je již konkrétní použití v praxi ze dnů 28. 02. 2022 a 09. 03. 2022. Pracovník lakovací linky nalakuje kontrolní kolečko, které ještě mokré naskenuje do programu. Následně je nutné tomuto vzorku přiřadit kalibraci, která byla vytvořena v kapitole 11.1. Poté se naskenovaný vzorek otevře a zvolí se místa pro změření tloušťky nánosu barvy. Program na vybraných místech změří minimální, maximální a průměrnou tloušťku nánosu barvy.

Aby bylo možné zahájit proces lakování, jsou výsledné hodnoty dále zkontrolovány s dokumentem technické přípravy výroby.



Obrázek 33 Měření v praxi dne 28. 02. 2022
(interní zdroj)



Obrázek 34 Měření v praxi dne 09. 03. 2022
(interní zdroj)

Dle obrázků 33 a 34 je zřejmé, že průměrná naměřená tloušťka nánosu barvy se pohybuje okolo 22 až 25 mikrometrů.

11.2.1 Kontrola výsledných hodnot dle interní dokumentace

Hodnoty vyhodnocené softwarem je důležité ověřit. Toto ověření probíhá pomocí interní dokumentace, konkrétně podle dokumentu technické přípravy výroby. Na obrázku 35 lze vidět, že optimální tloušťka primeru je 25 μm s tolerancí +- 3 μm (obrázek byl z důvodu možné citlivosti dat upraven a zanechán viditelný pouze údaj o tloušťce nánosu). Z této skutečnosti tedy vyplývá, že hodnoty naměřené softwarem SprayVision, jsou v toleranci, a tedy může začít proces lakování.

Frerndach	ČÍSLO DOKUMENTU: PN – 248 – 015	PLATÍ OD: 8. 9. 2017	ČÍSLO REVIZE: 4	STRANA: 3/9
	Lakovna 3 – TPV Panel včetně tlačítek			

LINKA 3

1. Nastavení linky – nános primeru

Receptura č.			Pozn.
Typ receptury:			
Viskozita:	s		Interní metodika (ČSN ISO 2431) 4mm DIN
Velikost síta	µm		Interní metodika (ČSN ISO 2808)
Tloušťka nánosu -capton	µm	25 ± 3	Interní metodika (ČSN ISO 2813)
Lesk (destička)			Externí měření pouze na vyžádání
Barevné souřadnice Standard			
Povolená odchylka DE cmc			

Obrázek 35 Technická příprava výroby pro projekt 248 (interní zdroj)

11.2.2 Kontrola pomocí mikroskopu

Dalším ověřením, které je vhodné zejména při zavádění softwaru SprayVision pro konkrétní projekt, je kontrola pomocí mikroskopu. Z důvodu časové náročnosti ji není vhodné využívat při každém lakování, nicméně se jedná o velmi účinný nástroj, který dokáže potvrdit správnost měření programu při počáteční kalibraci.

Jako první je nutné nalakovat plastovou destičku, která bude sloužit pro kontrolní náměr. Po uschnutí je tato destička rozřezána ruční pilkou.



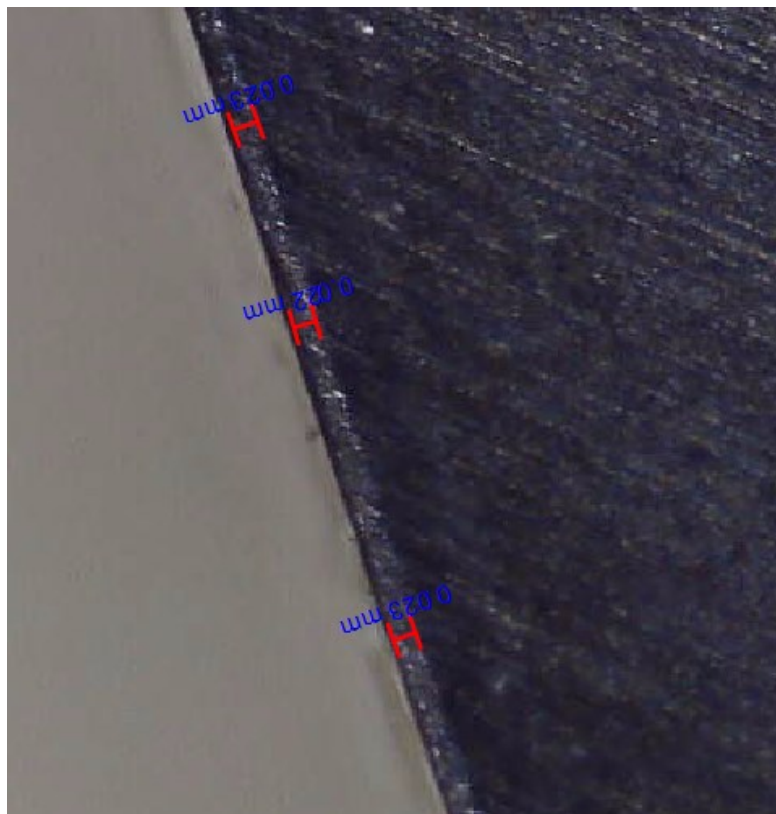
Obrázek 36 Nalakovaná destička připevněna do svěráku (interní zdroj)

Následně je zřezaná část pomocí brousicího přístroje vybroušena co nejvíce do hladka. Tento krok je velmi důležitý pro správnost výsledků. Na brusku je nejdříve vložen brousicí

kotouč o hrubosti 800, kdy je řez vybroušen co nejvíce do roviny. Poté se broušící kotouč vymění na hrubost okolo 2000. Čím vyšší je číslo kotouče, tím je jemnější. Broušení musí probíhat minimálně 10-15 minut, dokud řez není perfektně hladký. Díky důkladnému broušení je nyní možné destičku připevnit pod mikroskop a zkontrolovat tloušťku nánosu barvy.



Obrázek 37 Broušící přístroj (interní zdroj)



Obrázek 38 Naměřená tloušťka nánosu primeru pomocí mikroskopu (interní zdroj)

Na obrázku číslo 38 jsou výsledné naměřené tloušťky za použití mikroskopu. Hodnoty se pohybují mezi 0,022 – 0,023 milimetry, což odpovídá 22–23 mikrometrům. Tato hodnota odpovídá naměřené hodnotě pomocí softwaru SprayVision a rovněž spadá do tolerance, která je uvedena v interním dokumentu firmy – technická příprava výroby.

11.3 Vyhodnocení aplikace SprayVision

Kapitola popisuje vyhodnocení aplikace softwaru SprayVision na projekty, které jsou lakovány na lakovací lince 3. Konkrétně se jedná o fyzické pozorování na pracovišti, srovnání času nájezdů a srovnání zmetkovitosti.

11.3.1 Pozorování na pracovišti – směnový záznam lakování

Pro fyzické pozorování na pracovišti bylo využito směnového záznamu lakování, který byl vytvořen pro sledování současného stavu, a všichni zaměstnanci s tímto dokumentem jsou již seznámeni. Všechny provedené náměry jsou uvedeny v příloze P III. Dříve než se začnou náměry vyhodnocovat, je důležité zjistit, kolik je potřeba provést pozorování.

Vzorec pro výpočet potřebného počtu pozorování:

$$n = \left(\frac{z * s}{k * \bar{X}} \right)^2 \quad (12)$$

z = hodnota z tabulek spolehlivosti

s = směrodatná odchylka

\bar{x} = aritmetický průměr

k = odchylka

Výpočet aritmetického průměru:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \quad (13)$$

$$\underline{X} = \frac{181 + 172 + 173 + 182}{4}$$

$$\underline{X} = 177 \text{ minut}$$

Výpočet směrodatné odchylky:

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^N \frac{(X_i - \underline{X})^2}{N - 1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{(181-177)^2 + (172-177)^2 + (173-177)^2 + (182-177)^2}{4-1}}$$

$$s = \sqrt{\frac{82}{3}} \quad (14)$$

$$s = 5,23$$

Finální výpočet potřebného počtu pozorování:

$$n = \left(\frac{z * s}{k * \underline{X}} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{1,96 * 5,23}{0,05 * 177} \right)^2 \quad (15)$$

$$n = \left(\frac{10,25}{8,85} \right)^2$$

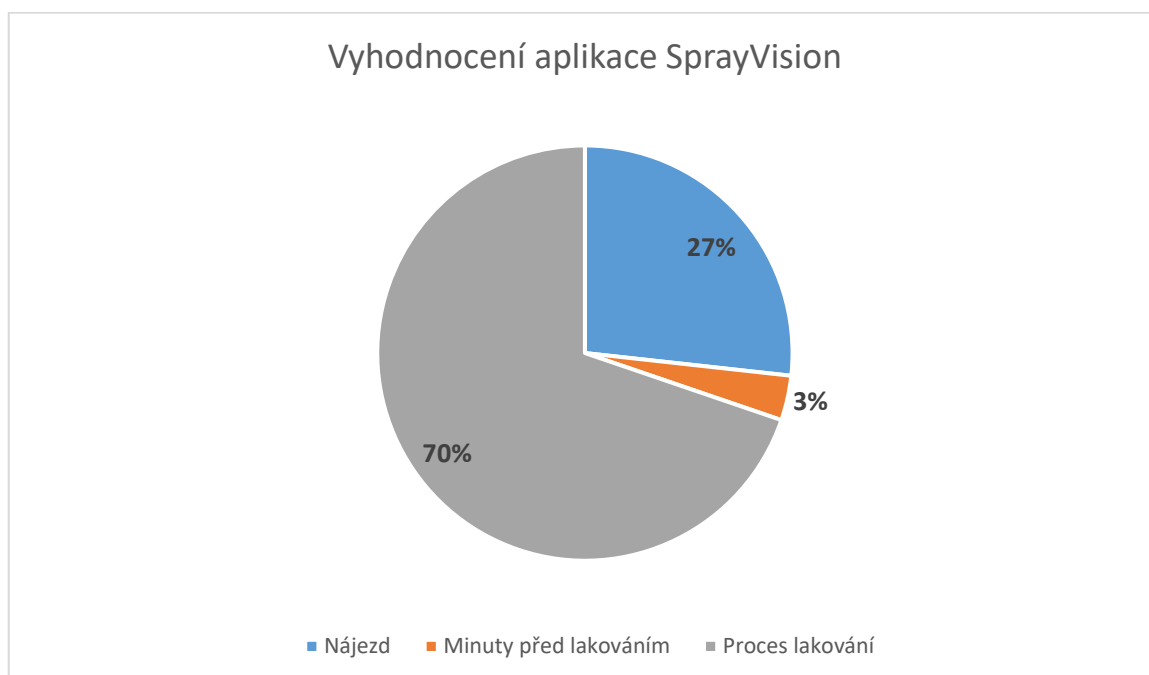
$$n = 1,34 = 2 \text{ pozorování}$$

Dle výpočtu je patrné, že 4 provedené náměry jsou dostačující. Pro relevanci výsledků je nutnost minimálně dvou náměrů.

Tabulka číslo 10 obsahuje vyhodnocení fyzického pozorování. Pro potřeby tabulky byl proveden průměr jednotlivých činností – konkrétně u těch záznamů, kde samotný proces lakování trval 120 minut. Obrázek 39 poté toto vyhodnocení zobrazuje graficky.

Tabulka 10 Vyhodnocení aplikace SprayVision – průměrný čas na jedno lakování (vlastní zpracování)

Činnost	Celkový počet minut	Zjednodušené rozdělení činností
Čištění linky, nádob na barvu atd.	21	Nájezd
Příprava na proces lakování	20	
Použití softwaru SprayVision	5	
Rozjetí linky	6	Minuty před lakováním
Lakování	120	Proces lakování
Celkem minut		172



Obrázek 39 Grafické vyhodnocení aplikace SprayVision (vlastní zpracování)

11.3.2 Srovnání času nájezdu bez a s použitím SprayVision

Samotný nájezd před použitím SprayVision trval v průměru 77 minut. Po zavedení tohoto softwaru se průměrný čas nájezdu zkrátil o 31 minut na 46 minut. Konkrétně se nájezd díky použití softwaru SprayVision zkrátil o proces sušení vzorku, čekání na příchod kvalitářky a schvalování vzorku kvalitářkou. Doba čištění trysek či příprava lakovací linky zůstaly stejné. Rovněž se žádným způsobem nezměnil čas minut před lakováním ani samotná doba lakování. Tyto úkony stále zůstávají na 6 a 120 minutách.

Tabulka 11 Srovnání času nájezdu (vlastní zpracování)

Činnost	Celkový počet minut bez použití SprayVision	Celkový počet minut s použitím SprayVision	Ušetřený čas na jeden nájezd (v min)
Nájezd	77	46	31
Minuty před lakováním	6	6	0
Proces lakování	120	120	0

11.3.3 Srovnání zmetkovitosti bez a s použitím SprayVision

Pro srovnání jsou vybrány stejné typy projektů a rovněž totožný počet výrob, jako bylo uvedeno v kapitole 7.3.1, která se zaměřuje na analýzu zmetkovitosti současného stavu. Téměř stejný vzorek je i v případě celkového množství polakovaných kusů, aby srovnání co nejvíce odpovídalo realitě.

Ze vzorku byla ze statistických důvodů odstraněna výroba s nejmenším a největším procentem zmetkovitosti. Jelikož se jedná o citlivé údaje firmy, je procentuální zmetkovitost výrobku přepočtena koeficientem.

Tabulka 12 Zmetkovitost v období listopad 2021–únor 2022 s využitím SprayVision (interní zdroj, vlastní zpracování)

Projekt	Datum lakování	Výrobní příkaz	Množství lakovaných kusů	% zmetkovitost (vada laku)	Projekt	Datum lakování	Výrobní příkaz	Množství lakovaných kusů	% zmetkovitost (vada laku)
235	18.11.2021	424814	1673	0,10	248	16.01.2022	428800	1600	4,81
248	19.11.2021	424792	2400	4,11	248	17.01.2022	426597	1000	1,19
248	23.11.2021	424905	5205	4,49	235	18.01.2022	428319	2158	0,74
248	24.11.2021	425844	4762	5,35	235	26.01.2022	429413	2160	0,52
235	26.11.2021	425095	3248	4,01	248	26.01.2022	430167	4589	2,84
248	28.11.2021	425099	2629	5,90	248	28.01.2022	429421	1000	4,13
248	29.11.2021	425608	17942	3,72	235	28.01.2022	429414	2160	0,77
248	30.11.2021	425097	1982	2,96	248	30.01.2022	430343	4639	3,38
248	03.12.2021	426473	7447	6,09	235	31.01.2022	430160	2051	0,35
248	07.12.2021	425098	928	6,42	248	02.02.2022	430363	4018	3,73
235	08.12.2021	426237	2165	0,18	248	03.02.2022	430169	2189	3,89
235	17.12.2021	426239	2160	0,52	265	07.02.2022	430546	1932	0,57
248	27.12.2021	427659	2975	3,07	248	08.02.2022	430553	2193	1,63
248	02.01.2022	427656	16344	2,73	235	09.02.2022	430641	2975	0,40
248	04.01.2022	427620	4545	1,50	248	10.02.2022	430548	2095	3,68
248	05.01.2022	427982	3000	4,05	248	13.02.2022	431522	3576	4,00
235	07.01.2022	428322	3096	0,92	235	16.02.2022	431390	1080	0,74
248	09.01.2022	427654	1127	3,17	248	17.02.2022	431399	9107	3,11
248	10.01.2022	428323	3809	3,80	248	20.02.2022	431955	3613	2,42
248	11.01.2022	428326	4500	4,06	248	21.02.2022	432302	3558	1,41
235	12.01.2022	427651	2810	0,14	248	28.02.2022	432731	4734	2,18
235	14.01.2022	428797	2308	3,03	Průměrná procentuální zmetkovitost				2,72

Průměrné procento zmetkovitosti se po zavedení SprayVision pohybuje na 2,72 %.

Tabulka 13 obsahuje srovnání zmetkovitosti před a po zavedení SprayVision. Situace před zavedením je blíže popsána v kapitole 7.3.1.

Tabulka 13 Srovnání zmetkovitosti před a po zavedení SprayVision (vlastní zpracování)

	Průměrná zmetkovitost bez využití SprayVision	Průměrná zmetkovitost s využitím SprayVision	Rozdíl
Linka 3	4,09 %	2,72 %	1,3 %

Je tedy patrné, že zavedení softwaru má příznivý vliv na ukazatel zmetkovitosti. Rozdíl je 1,3 %. Tento rozdíl není nijak zvlášť velký, každopádně je důležité, že zavedení nemá negativní dopad na zvýšení ukazatele zmetkovitosti. Sledování zmetkovitosti je v tomto případě velmi důležité, jelikož se jedná o riziko. Díly nejsou vizuálně kontrolovány, ale jsou rovnou posílány do procesu lakování, když splní podmínku tloušťky nánosu. Toto riziko je ovšem díky analýze zmetkovitosti eliminováno.

12 ZHODNOCENÍ PROJEKTU

Tato kapitola zhodnocuje projekt jak ze stránky splnění požadovaných cílů, tak ze stránky ekonomické.

12.1 Zvýšení kapacity lakovací linky

Současnou kapacitu linky blíže popisuje kapitola 7.4.1.

Tabulka 14 Výpočet zvýšení kapacity lakovací linky (vlastní zpracování)

	Linka 3
Průměrný dostupný čas (min)	29 756
Celková úspora času (min)	1612,2
Zvýšení kapacity	5,42 %

Průměrný dostupný čas na lince 3 je v roce 2021 29 756 minut. V kapitole 12.2.2 je vypočtena celková úspora času na 26,87 hodin, což odpovídá 1612,2 minutám. Zvýšení kapacity je vypočítáno pomocí trojčlenky. Výsledkem je **navýšení kapacity** lakovací linky 3 o **5,42 %**. Stanovený cíl projektu je 5 %. Tento cíl se podaří splnit, a dokonce i o něco málo překonat.

V průměru se ročně na lakovací lince 3 zpracuje asi 6 129 863 kusů výrobků. Při zvýšení kapacity lakovací linky o 5,42 % se produkce zvýší o 332 239 na **6 462 102** kusů.

Tabulka 15 Výpočet zvýšení produkce lakovací linky 3 (vlastní zpracování)

	Linka 3
Zpracováno výrobků za rok 2021	6 129 863 ks
Zpracováno výrobků po zvýšení kapacity	6 462 102 ks
Zvýšení produkce	332 239 ks

12.2 Ekonomické zhodnocení projektu

Následující podkapitoly se zabývají ekonomickým zhodnocením projektu. Konkrétně se jedná o celkovou finanční náročnost projektu, úsporu na lakovací lince a čistou úsporu z projektu.

12.2.1 Náklady na projekt

Tabulka 16 zobrazuje finanční náročnost projektu pro pořízení SprayVision.

Tabulka 16 Náklady na projekt
(vlastní zpracování)

Náklad	Cena
Cena softwaru na jeden rok	123 000 Kč
Spotřební materiál na rok	6 540 Kč
Interní pracovníci (školení lakařů, zapojení hardwaru)	1 150 Kč
Celkem	130 690 Kč

Největší podíl na nákladech má samotný software. Tento software se platí ročně a jeho cena činí 123 000 Kč. Školení firma SprayVision provádí v ceně softwaru. Konkrétně je na tento software školen technolog lakovny, který získané dovednosti předá jednotlivým lakařům. Zapojení celého systému je možno provést interními pracovníky. Náklady na tento bod jsou zaokrouhleně 1 150 Kč – náklad na jednoho pracovníka je ve firmě 286,79 Kč za hodinu. Zapojení hardwaru probíhá jedním pracovníkem cca jednu hodinu. Školení lakařů potom probíhá rovněž jedním pracovníkem 3 hodiny. Posledním nákladem je spotřební materiál, který firma dodává na každý rok. Řadí se sem především veškeré druhy fólií, které jsou potřeba pro analýzu nátěru. Cena tohoto spotřebního materiálu je 6 540 Kč ročně. Celkové náklady tedy činí **130 690 Kč** ročně.

Do nákladů není započítán hardware, jelikož tímto vybavením firma již disponuje.

12.2.2 Úspora za rok

V rámci projektu je celková roční úspora následující:

Tabulka 17 Roční úspora na lince 3 – bez odečtení nákladů (vlastní zpracování)

	Nájezd bez použití SprayVision (min)	Nájezd s použitím SprayVision (min)	Rozdíl (min)	Počet nájezdů za měsíc (pouze primer)	Celková úspora času (hodiny)	Hodinová sazba stroje (Kč)	Hodinová sazba operátora (Kč)	Celková úspora za rok
Linka 3	77	46	31	52	26,87	3947,31	286,79	1 251 317,69 Kč

Tabulka popisuje postup výpočtu roční úspory na lakovací lince číslo 3. Rozdíl mezi jednotlivými nájezdy bez a s použitím SprayVision činí 31 minut. Při průměrném počtu nájezdů 52 za měsíc je celková časová úspora 26,87 hodin za jeden měsíc. Celková roční

úspora se počítá jako časová úspora za měsíc krát hodinová sazba stroje plus operátora krát 11 měsíců. Ve firmě se počítá s 11 měsíci ročně z důvodu dovolených, odstávek a podobně.

Celková roční úspora na lakovací lince číslo 3 je zaokrouhleně **1 251 318 Kč**. Jedná se čistě o úsporu, od které nejsou odečteny náklady.

12.2.3 Čistá úspora z projektu

Jak je již zmíněno v kapitole 12.2.1 a 12.2.2 celkové roční náklady činí 130 690 Kč. Celková roční úspora na lakovací lince 3 po zaokrouhlení 1 231 318 Kč. Po odečtení nákladů od úspory vzniká **čistá úspora z projektu**, která je zaokrouhleně **1 100 628 Kč** ročně.

Výpočet je znázorněn v tabulce číslo 18.

Tabulka 18 Výpočet čistého zisku pro linku 3 (vlastní zpracování)

	Celkové roční náklady	Celková roční úspora	Čistá úspora
Linka 3	130 690 Kč	1 231 317,69 Kč	1 100 627,69 Kč

13 DALŠÍ NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ

Kapitola další návrhy na zlepšení popisuje alternativy, jak dál se dá s technologií SprayVision nakládat a na co vše lze využít.

13.1 Využití softwaru SprayVision na dalších linkách

Prvním návrhem je využití na zbylých dvou linkách ve firmě. Pro potřeby výpočtu jsou z interních dokumentů zprůměrovány počty nájezdů za měsíc na jednotlivých linkách. Minutový rozdíl nájezdu bez a s použitím SprayVision je ponechán stejný, jako na lince 3. Dále jsou z dokumentů firmy vyčísleny hodinové sazby strojů a operátorů. Sazba strojů je na každé lince jiná, sazba operátora zůstává stejná.

Tabulka 19 Roční úspora na všech linkách – bez odečtení nákladů (vlastní zpracování)

	Nájezd bez použití SprayVision (min)	Nájezd s použitím SprayVision (min)	Rozdíl (min)	Počet nájezdů za měsíc (pouze primer)	Celková úspora času (hodiny)	Hodinová sazba stroje (Kč)	Hodinová sazba operátora (Kč)	Celková úspora za rok
Linka 3	77	46	31	52	26,87	3947,31	286,79	1 251 317,69 Kč
Linka 2	77	46	31	27	13,95	3940,63	286,79	648 697,60 Kč
Linka 1	77	46	31	34	17,57	3641,64	286,79	759 103,62 Kč

Výpočet je proveden na každé lince totožně jako v kapitole 12.2.2. Na lakovací lince 2 čítá úspora **648 698 Kč** zaokrouhleně, na lakovací lince 1 poté **759 104 Kč**.

Celková úspora za rok ze všech tří linek je **2 659 120 Kč**.

13.1.1 Čistá úspora při využití na všech linkách

Celkové náklady 130 690 Kč jsou rozděleny mezi všechny tři linky. Náklad na jednu linku je tedy 43 563 Kč. Po odečtení nákladů od celkových ročních úspor vzniká čistá úspora z využití SprayVision na jednotlivé linky. Čistá úspora linek je vypočítán v tabulce 20.

Tabulka 20 Výpočet čistého zisku na všech linkách (vlastní zpracování)

	Celkové roční náklady	Celková roční úspora	Čistá úspora
Linka 3	43 563 Kč	1 231 317,69 Kč	1 187 754,69 Kč
Linka 2	43 563 Kč	648 697,60 Kč	605 134,60 Kč
Linka 1	43 563 Kč	759 103,62 Kč	715 540,62 Kč
Celkem			2 508 429,91 Kč

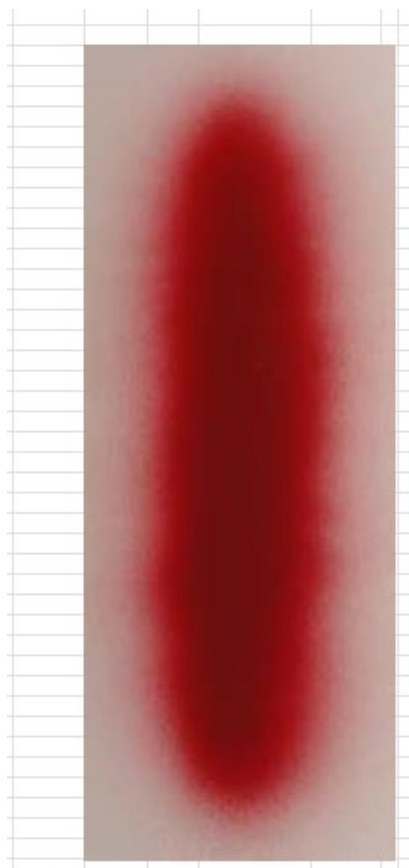
Celková čistá úspora při využití SprayVision na všech linkách je po zaokrouhlení **2 508 430 Kč**.

13.2 Další využití softwaru SprayVision

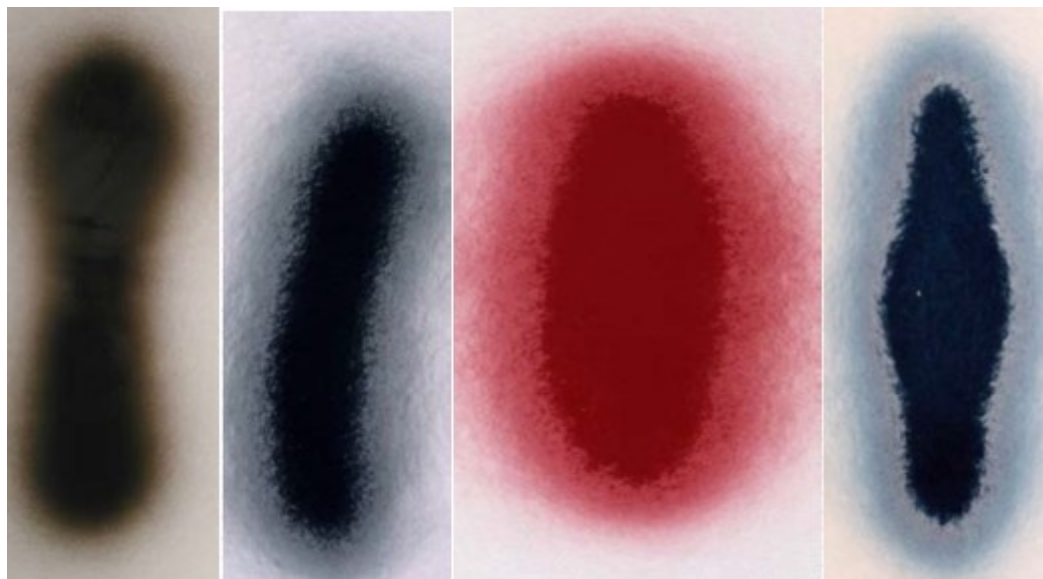
Software společně s hardwarem lze využít i na další analýzy v oblasti lakování.

13.2.1 Kontrola procesu

Prvním možným využitím je například kontrola procesu. Jedná se o porovnání výrobního vzoru s ověřeným standardem. Software dokáže srovnávat velikost, tvar či objem. Tato funkce se využije pro kontrolu paprsku lakovacích pistolí. Stříkácí pistole a trysková sada časem podléhá opotřebení. Opotřebení, špatné čištění či deformace jednotlivých částí mohou vést k negativním změnám stříkacího obrazce. Do softwaru se tedy nahraje správný tvar, který má stříkácí pistole mít. Kontrola se poté provádí minimálně jednou měsíčně, kdy se nastříknutý tvar porovná se standardem. Tato analýza včasně detekuje odchylky či defekty, které znamenají výměnu stříkácí pistole. Díky tomu jsou stříkácí pistole vždy správně nastavené a nedochází tak k lakování zmetků.

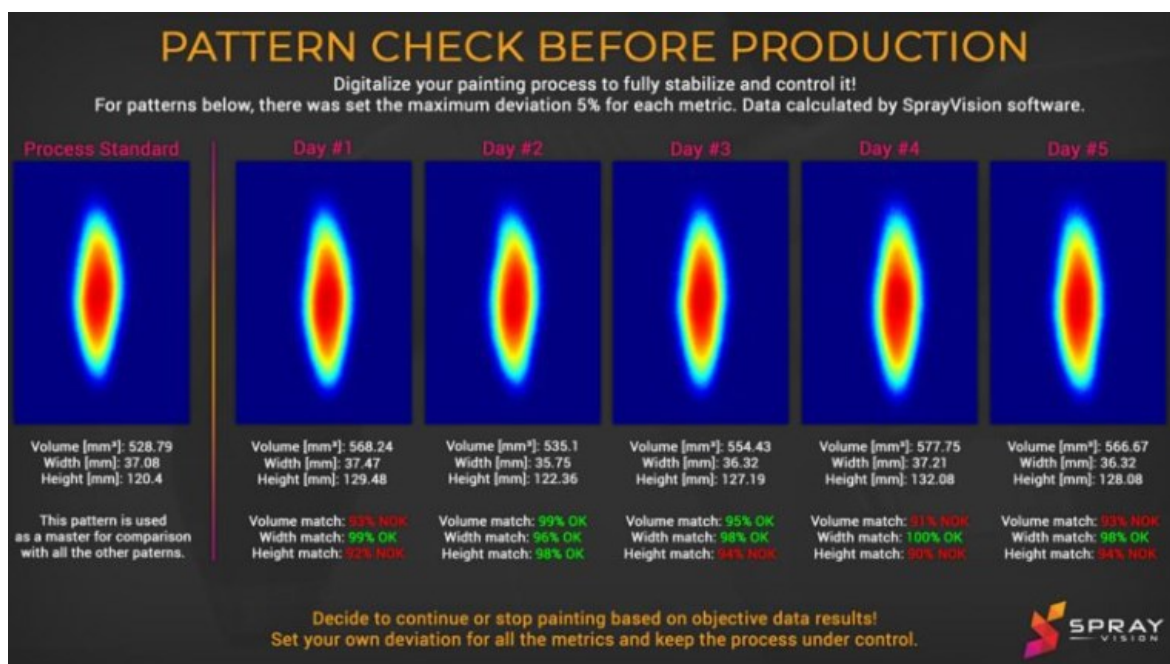


Obrázek 40 Obrazec správného nastavení paprsku pistole (interní zdroj)



Obrázek 41 Příklad defektů stříkací pistole (interní zdroj)

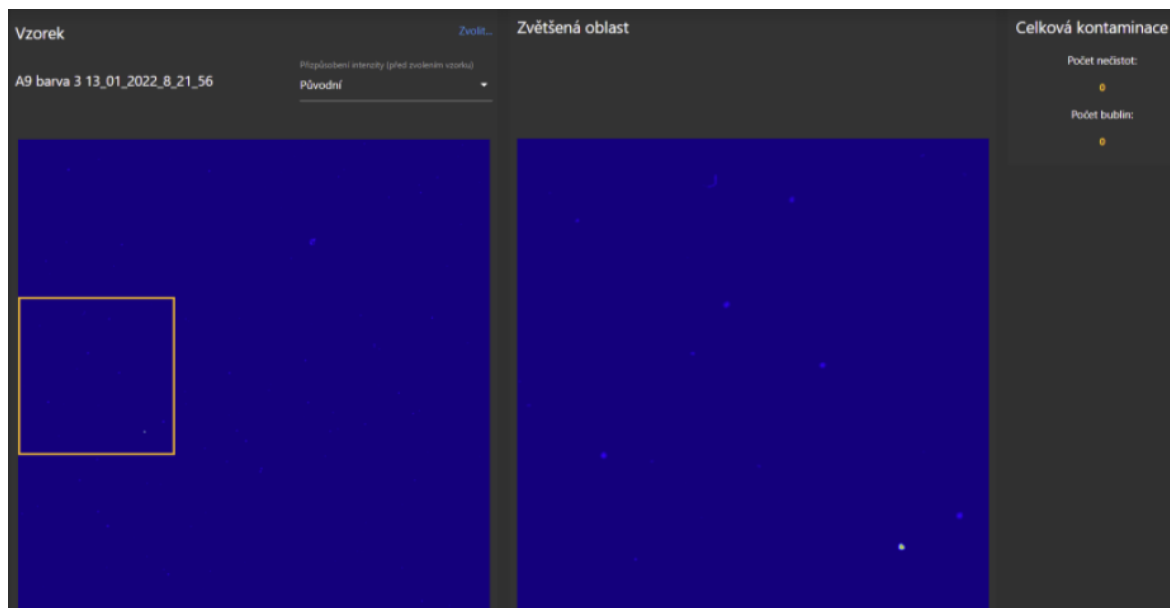
Kontrolu procesu den po dni a jeho analýzu znázorňuje obrázek 42.



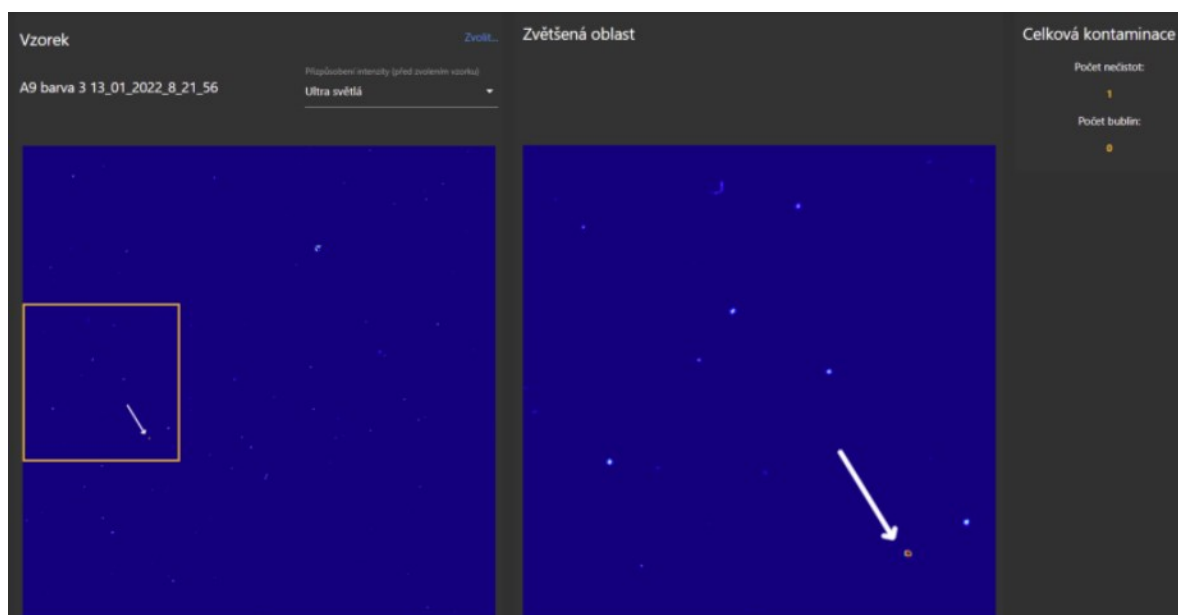
Obrázek 42 Kontrola procesu v softwaru (Process Control, © 2020)

13.2.2 Analýza kontaminace

Program dokáže analyzovat nátěrovou hmotu. Konkrétně její kontaminaci. Po natáhnutí barvy na fólii a naskenování do programu lze zjistit, kolik barva obsahuje nečistot či bublinek. Vzorek lze analyzovat při původní intenzitě (obrázek 43) nebo pro lepší odhalení kontaminace vzorek načíst při ultra světlé intenzitě (obrázek 44). Změna intenzity dokáže vzorek lépe analyzovat.



Obrázek 43 Vzorek barvy pro analýzu kontaminace – původní intenzita (interní zdroj)



Obrázek 44 Vzorek barvy pro analýzu kontaminace – ultra světlá intenzita (interní zdroj)
Díky analýze kontaminace lze objevit znečištěnou barvu, či nějaký její komponent, nebo nevhodně namíchanou barvu, kde vznikají bubliny.

ZÁVĚR

V rámci diplomové práce byl vytvořen projekt zaměřený na výrobní kapacitu lakovací linky číslo 3 na úseku lakovny ve vybrané společnosti. Hlavním cílem bylo právě zvýšení výrobní kapacity lakovací linky 3 o 5 %. Mezi dílčí cíle se řadilo snížení doby nájezdu při procesu lakování či snížení zmetkovitosti.

Teoretická část práce se zaměřila na literární rešerši z oblasti výroby, zlepšování procesů, základních metod průmyslového inženýrství vedoucí ke zlepšování procesů či projektového řízení při zdokonalování procesů.

V úvodu praktické části byla představena společnost, její poslání, výrobní program, organizační struktura či seznámení se s lakovacími linkami, kterými firma disponuje. Nechyběla zde ani procesní mapa, která se zaměřovala na tok výrobku.

Analytická část nejdříve popsala všechny zaměstnance, kteří jsou zodpovědní za chod lakovací linky. Pro lepší představu toho, jak to na lakovací lince vypadá, je přiložen layout lakovací linky 3. Současná kapacita lakovací linky 3 byla zjištěna za pomoci interních dokumentů. Mezi nejvíce lakované projekty se řadí projekty s číslem 205, 210, 231, 235, 248, 249 a 264. Jelikož cílem není zvýšení kapacity na úkor kvality, byla vyhotovena analýza zmetkovitosti na vybraných projektech. Pro potřeby softwaru SprayVision bylo důležité specifikovat jednotlivé projekty a jejich druhy nánosů. Všechny projekty, které mají největší objem kapacity jsou lakovány vrstvou primeru, což bylo důležitým zjištěním právě pro co nejefektivnější využití softwaru SprayVision. Nesměl chybět ani výpočet OEE. Pro potřeby fyzického pozorování na pracovišti byl vytvořen dokument. Vyhodnocení dokumentu zjistilo, že úzkým místem celého procesu lakování je operace sušení vzorku a jeho následné schvalování. Z tohoto důvodu byla tato operace blíže specifikována.

Projektová část se ze všeho nejdřív zaměřila na definování projektu pomocí metody SMART, určení projektového týmu, vytvoření časového harmonogramu projektu a zpracování analýzy RIPRAN pro identifikování hrozeb, které mohou nastat při realizaci projektu. Jelikož cíl zněl zvýšení výrobní kapacity lakovací linky za využití softwaru SprayVision, byl tento software blíže specifikován a podrobně popsána jeho kalibrace pro správné fungování. Následovala již samotná aplikace softwaru na konkrétní projekt. Po domluvě s projektovým týmem byl zvolen projekt číslo 248, jelikož se jedná o projekt, který vedení firmy považuje za svůj takzvaný TOP projekt. Tento projekt byl zkalibrován a nic tak nebránilo k přesunutí se na použití softwaru. Hodnoty, které naměřil software

SprayVision byly dále ověřovány podle interní dokumentace firmy a pomocí mikroskopu, kde se nalakovaná destička rozřízla, důkladně vybrousila a vyleštila a poté se pod mikroskopem změřil nános vrstvy primeru. Tato ověření vyšla kladně, tedy software měří tloušťku nánosu barvy velmi přesně a v toleranci, kterou udává interní dokument. Tímto se práce dostala do části vyhodnocení aplikace SprayVision. Nejdříve byl opět použit dokument směnového záznamu lakování pro zjištění časů jednotlivých operací po zavedení softwaru. Porovnání zjistilo, že se čas nájezdu snížil z původních 77 minut na 46 minut. Rozdíl je tedy ušetřených 31 minut na jeden nájezd díky tomu, že odpadá proces sušení a schvalování vzorku. Co se týče zmetkovitosti, zde původní hodnota činila po přepočtu koeficientem 4,09 %. Po zavedení SprayVision se hodnota snížila o 1,3 % na 2,72 %. I když se nejednalo o nijak zvlášť velký rozdíl je důležité, že zvýšení výrobní kapacity lakovací linky nemá negativní vliv na celkovou zmetkovitost.

Předposlední kapitola se zabývala zhodnocením projektu jak po stránce kapacitní, tak po stránce finanční. Zavedením projektu se podařilo zvýšit kapacitu o 5,42 %. Cíl diplomové práce byl tedy splněn. Pokud se jedná o zvýšení kapacity v konkrétním množství, bylo zde zjištěno zvýšení produkce o 332 239 ks. Finanční náklady na projekt činily v součtu 130 690 Kč. Byla zde započítána cena softwaru, spotřební materiál a mzda interních pracovníků, kteří se podíleli na rozjetí softwaru. Celková úspora za jeden rok bez odečtení nákladů na lakovací lince 3 čítá 1 251 318 Kč. Po odečtení nákladů vzniká čistá úspora 1 100 628 Kč za rok.

Poslední kapitola se zabývala dalšími návrhy na zlepšení procesu za využití softwaru SprayVision. Konkrétním návrhem bylo využití softwaru na zbylých dvou linkách, což by přineslo firmě čistou úsporu 1 320 675 Kč za tyto dvě linky. Následujícím návrhem bylo další využití softwaru, například pro kontrolu procesu. Kontrolou procesu se rozumí kontrola lakovacích pistolí, kdy se do programu nahraje ideální tvar nástřiku pistole. Před zahájením lakování se na fólii nastříknou tvary jednotlivých pistolí a program zanalyzuje tyto tvary s ideálním tvarem a vyhodnotí, které pistole jsou v pořádku a které potřebují vyměnit či vyčistit. Posledním návrhem je zařazení funkce analýza kontaminace, která dokáže analyzovat namíchané barvy a jejich čistotu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AHMAD, Rosmaini a Mohd Syazwan Faiz SOBERI, 2018. *Changeover process improvement based on modified SMED method and other process improvement tools application: an improvement project of 5-axis CNC machine operation in advanced composite manufacturing industry. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* [online]. 94(1-4), 433-450 [cit. 2021-11-28]. ISSN 0268-3768. Dostupné z: doi:10.1007/s00170-017-0827-7

BAUER, Miroslav, 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 193 s. ISBN 978-802-6500-292.

BAUER, Miroslav a Ingrid HABURAIJOVÁ, 2015. *Leadership s využitím kaizen a lean: pohádky pro unavené manažery*. Brno: BizBooks, 134 s. ISBN 978-802-6503-903.

BESSANT, J. R. a Joseph TIDD, 2015. *Innovation and entrepreneurship*. Third edition. Chichester: John Wiley, 524 s. ISBN 9781118993095.

BOLEDOVIČ, Ľudovít a kol., 2010. *Totálne produktívna údržba - TPM*. 1. vyd. Žilina, 46 s.

BOLEDOVIČ, Ľudovít a kol., 2011. *Zlepšovanie procesov: Robme správne veci lepšie, rýchlejšie a lacnejšie*. Druhé aktualizované vydanie. Žilina, 50 s.

BRAU, Sebastian J., 2016. *Lean manufacturing 4.0: the technological evolution of lean: practical guide on the correct use of technology in lean projects Kanban, 5S, TPM, Kaizen, VSM, 6Sigma, SMED OEE, Hoshin Kanri, Gemba, JIT, TPS, PDCA...* Boca Raton: American Lean SD, 132 s. ISBN 9781539322948.

ČASTORÁL, Zdeněk, 2015. *Management kvality a výkonnosti*. Praha: Univerzita Jana Amose Komenského, 140 s. ISBN 9788074521010.

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, 223 s. ISBN 9781498708876.

DLABAČ, Jaroslav a Marcel Pavelka, 2018. *Komplexní pohled na efektivitu strojního zařízení*. In: Akademie produktivity a inovací [online]. Slaný [cit. 2021-11-22]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25902n-komplexni-pohled-na-efektivitu-strojního-zarizeni>

DOLEŽAL, Jan, 2016. *Projektový management: komplexně, prakticky a podle světových standardů*. Praha: Grada Publishing, 418 s. Expert (Grada). ISBN 978-802-4756-202.

- DOLEŽAL, Jan a Jiří KRÁTKÝ, 2017. *Projektový management v praxi: naučte se řídit projekty!*. Praha: Grada, 171 s. ISBN 978-802-4756-936.
- DOSKOČIL, Radek, 2013. *Metody, techniky a nástroje řízení projektů*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 165 s. ISBN 978-807-2048-632.
- FILIP, Ludvík, 2019. *Efektivní řízení kvality*. Praha: Pointa, 238 s. ISBN 978-809-0753-051.
- FORBES, 2020. *Ostravský startup vylepšuje lakovny pro Porsche i Volkswagen. Zákazníky má po celém světě*. [online]. [cit. 2021-10-11]. Dostupné z: <https://forbes.cz/ostravsky-startup-vylepsuje-lakovny-pro-porsche-i-volkswagen-zakazniky-ma-po-celem-svete/>
- FRANKEN, José C.M., Desirée H. VAN DUN a Celeste P.M. WILDEROM, 2021. *Kai-zen event process quality: towards a phase-based understanding of high-quality group problem-solving* [online]. 41(6), 962-990 [cit. 2021-12-01]. ISSN 0144-3577. Dostupné z: doi:10.1108/IJOPM-09-2020-0666
- HAMEL, Mark R a Michael O'CONNOR, 2017. *Lean math: figuring to improve*. Dearborn, Michigan: Society of Manufacturing Engineers. 444 s. ISBN 0872638812.
- HOLEČKOVÁ, Lenka a Jaroslava HYRŠLOVÁ, 2018. *Ekonomika podniku*. Praha: Vysoká škola ekonomie a managementu. 296 s. ISBN 978-80-87839-90-4.
- HUČKA, Miroslav, 2017. *Modely podnikových procesů*. V Praze: C.H. Beck, 484 s. Beckova edice ekonomie. ISBN 978-807-4004-681.
- CHARRON, Rich, 2015. *The lean management systems handbook*. Boca Raton: FL: CRC Press, 523 s. ISBN 9781466564350.
- CHARY, S. N., 2019. *Production and Operations Management*. Sixth edition. India: Mc Graw Hill India. 972 s. ISBN 978-93-5316-481-2.
- CHEN, Ping-Kuo et al., 2019. *Sustainable manufacturing: Exploring antecedents and influence of Total Productive Maintenance and lean manufacturing*. Advances in Mechanical Engineering [online]. 11(11) [cit. 2021-11-29]. ISSN 1687-8140. Dostupné z: doi:10.1177/1687814019889736
- CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: Georg, 139 s. ISBN 978-80-89401-26-0.

CHROMJAKOVÁ, Felicita, David TUČEK a Roman BOBÁK, 2017. *Projektování výrobních procesů pro Průmysl 4.0*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 105 s. ISBN 978-807-4546-808.

IMAI, Masaaki, 2007. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno: Computer Press, 272 s. Business books (Computer Press). ISBN 978-802-5116-210.

JANUŠKA, Martin, 2018. *Úvod do operativního řízení podniku*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 170 s. ISBN 978-802-6108-009.

JONES, Oliver William, Jeff GOLD a Julia CLAXTON, 2021. *Development of a Kaizen series model: abducting a blend of participatory formats to enhance the development of process improvement practices* [online]. 1-27 [cit. 2021-12-01]. ISSN 1478-3363. Dostupné z: doi:10.1080/14783363.2021.1911633

JUROVÁ, Marie, 2013. *Výrobní procesy řízené logistikou*. Brno: BizBooks, 254 s. ISBN 978-802-6500-599.

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing. Expert (Grada), 260 s. ISBN 978-802-4757-179.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA, 2012. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck. C.H. Beck pro praxi, 153 s. ISBN 978-807-1793-199.

KORECKÝ, Michal a Václav TRKOVSKÝ, 2011. *Management rizik projektů: se zaměřením na projekty v průmyslových podnicích*. Praha: Grada, 583 s. Expert (Grada). ISBN 978-802-4732-213.

KORMANEC, Peter, 2008. *SMED*. Žilina: IPA Slovakia, 42 s.

KOŠTURIÁK, Ján, 2010. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 234 s. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-802-5123-492.

KOTLER, Philip, 2007. *Moderní marketing*: 4. evropské vydání. Praha: Grada. 1041 s. ISBN 978-80-247-1545-2.

KŘIVÁNEK, Mirko, 2019. *Dynamické vedení a řízení projektů: systémovým myšlením k úspěšným projektům*. Praha: Grada, 208 s. ISBN 978-802-7104-086.

LEGÁT, Václav, 2016. *Management a inženýrství údržby*. Druhé doplněné vydání. Praha: Kamil Mařík - Professional Publishing, 622 s. ISBN 978-807-4311-635.

LINDAUER, Roman, 2017. *Modern risk management remarks*. Prague: Oeconomica, nakladatelství VŠE, 97 s. ISBN 978-802-4522-067.

LINHART, Zdeněk, 2021. *Strategie podniku*. Praha. Vysoká škola ekonomie a managementu. 129 s. ISBN 978-80-88330-12-7.

MARTINOVIČOVÁ, Dana, Miloš KONEČNÝ a Jan VAVŘINA, 2019. *Úvod do podnikové ekonomiky*. 2., aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing, 220 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-271-2034-5.

NENADÁL, Jaroslav, 2018. *Management kvality pro 21. století*. Praha: Management Press, 366 s. ISBN 978-807-2615-612.

PASCAL, Vrignat et al., 2019. *Improvement indicators for Total Productive Maintenance policy*. Control Engineering Practice [online]. 82, 86-96 [cit. 2021-11-30]. ISSN 09670661. Dostupné z: doi:10.1016/j.conengprac.2018.09.019

PAULOVÁ, Iveta. 2018. *Komplexné manažérstvo kvality*. Tretie, doplnené a prepracované vydanie. Bratislava: Wolters Kluwer. Ekonómia. ISBN 978-80-8168-835-5. Wolters Kluwer, 159 s. ISBN 978-80-8168-834-8.

Process Control, © 2020. SprayVision [online]. Ostrava [cit. 2022-03-16]. Dostupné z: <https://www.sprayvision.com/process-control-2/>

ROSER Christoph, 2016. *Good nad Bad Way to Calculate the OEE*. In: All About Lean [online]. Offenbach [cit. 2021-11-22]. Dostupné z: https://www.allaboutlean.com/bad-oeeformula/?fbclid=IwAR3rWrAaCGKkzwNY9KtLXOqRUUpniORO_ZedsRegP1V414rlUg-MeT3PxxMk

ROTHER, Mike, 2017. *Toyota kata: systematickým vedením lidí k výjimečným výsledkům*. Praha: Grada Publishing, 285 s. ISBN 978-802-7104-352.

SHINDE, Dnyandeo Dattatraya a Ramjee PRASAD, 2018. *Application of AHP for Ranking of Total Productive Maintenance Pillars*. Wireless Personal Communications [online]. 100(2), 449-462 [cit. 2021-11-28]. ISSN 0929-6212. Dostupné z: doi:10.1007/s11277-017-5084-4

SINGH, Sandeep, Jaimal Singh KHAMBA a Davinder SINGH, 2021. *Analysis and directions of OEE and its integration with different strategic tools*. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part E: Journal of Process Mechanical Engineering [onli-

ne]. 235(2), 594-605 [cit. 2021-11-29]. ISSN 0954-4089. Dostupné z: doi:10.1177/0954408920952624

SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 223 s. Expert (Grada). ISBN 978-802-4739-380.

SVOZILOVÁ, Alena, 2016. *Projektový management: systémový přístup k řízení projektů*. 3., aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Grada Publishing, 421 s. Expert (Grada). ISBN 978-802-7100-750.

SYNEK, Miloslav a Eva KISLINGEROVÁ, 2015. *Podniková ekonomika*. 6., přeprac. a dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck. Beckovy ekonomické učebnice, 526 s. ISBN 978-807-4002-748.

SYNEK, Miloslav, 2011. *Manažerská ekonomika*. 5., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Grada, 471 s. ISBN 978-80-247-3494-1.

SYNEK, Miloslav, Heřman KOPKÁNĚ a Markéta KUBÁLKOVÁ, 2009. *Manažerské výpočty a ekonomická analýza*. V Praze: C.H. Beck. Beckova edice ekonomie. 301 s. ISBN 978-80-7400-154-3.

ŠMÍDA, Filip, 2007. *Zavádění a rozvoj procesního řízení ve firmě*. Praha: Grada. Management v informační společnosti. 293 s. ISBN 978-80-247-1679-4.

ŠVECOVÁ, Lenka a Jaromír VEBER, 2021. *Produkční a provozní management*. Praha: Grada Publishing. Expert (Grada). 343 s. ISBN 978-80-271-1385-9.

TETŘEVOVÁ, Liběna, 2017. *Společenská odpovědnost firem společensky citlivých odvětví*. Praha: Grada Publishing. Expert (Grada). 215 s. ISBN 978-802-7102-853.

TIDD, Joseph, J. R. BESSANT a Keith PAVITT, 2007. *Řízení inovací: zavádění technologických, tržních a organizačních změn*. Brno: Computer Press, 549 s. Praxe manažera (Computer Press). ISBN 978-802-5114-667.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2014. *Integrované řízení výroby: od operativního řízení výroby k dodavatelskému řetězci*. Praha: Grada. Expert (Grada), 366 s. ISBN 978-802-4744-865.

TÖPFER, Armin, 2008. *Six Sigma: koncepce a příklady pro řízení bez chyb*. Brno: Computer Press, 508 s. Business books (Computer Press). ISBN 978-802-5117-668.

TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy*. Vyd. 2., upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 298 s. ISBN 80-731-8381-1.

VEBER, Jaromír a kol., 2007. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Grada, 201 s. ISBN 978-80-247-1782-1.

VOCHOZKA, Marek, 2021. *Finance podniku: komplexní pojetí*. Praha: Grada Publishing. Finanční řízení. 312 s. ISBN 978-80-271-3267-6.

VOCHOZKA, Marek a Petr MULAČ, 2012. *Podniková ekonomika*. Praha: Grada. Finanční řízení, 570 s. ISBN 978-802-4743-721.

QUICK, Tom, 2019. *Splitting the DMAIC: Unleashing the Power of Continuous Improvement*. Milwaukee: ASQ Quality Press, 112 s. ISBN 9780873899796.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

OEE	Celková efektivnost zařízení
SMED	Single Minute Exchange of Die
TPM	Totálně produktivní údržba (Total Productive Maintenance)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Klíčové faktory výroby (vlastní zpracování dle Janušky, 2018, s. 59)	13
Obrázek 2 Schéma procesu inovace (vlastní zpracování dle Tidd, Bessant a Pavitt, 2007, s. 66)	23
Obrázek 3 Rychlé změny (Košturiak, 2010, s. 200)	29
Obrázek 4 Schéma celkové efektivity zařízení (Dlabač a Pavelka, © 2018)	31
Obrázek 5 Princip TPM (Legát, 2016, s. 139)	33
Obrázek 6 Fáze řízení projektu (Doležal, 2016, s. 58)	39
Obrázek 7 Grafické znázornění závodů společnosti (interní zdroj)	43
Obrázek 8 Portfolio výrobků společnosti (vlastní zpracování)	45
Obrázek 9 Automobilové společnosti, kterým firma dodává výrobky (vlastní zpracování)	45
Obrázek 10 Organizační struktura společnosti (vlastní zpracování)	46
Obrázek 11 Rozdělení procesů ve společnosti (vlastní zpracování)	46
Obrázek 12 Layout výrobní části společnosti (interní zdroj a vlastní zpracování)	47
Obrázek 13 Schéma lakovací linky 1 (vlastní zpracování)	48
Obrázek 14 Schéma lakovací linky 2 (vlastní zpracování)	49
Obrázek 15 Schéma lakovací linky 3 (vlastní zpracování)	50
Obrázek 16 Procesní mapa toku výrobku (vlastní zpracování)	50
Obrázek 17 Schéma analýzy současného stavu (vlastní zpracování)	51
Obrázek 18 Layout lakovací linky 3 (interní zdroj)	53
Obrázek 19 Grafické vyhodnocení záznamu lakování (vlastní zpracování)	61
Obrázek 20 Lakovací kabina (interní zdroj)	62
Obrázek 21 Vytékač tunel (interní zdroj)	62
Obrázek 22 Nalakovaná destička (interní zdroj)	63
Obrázek 23 Elcometer využívaný ve firmě (interní zdroj)	63
Obrázek 24 Procesní mapa testovacího vzorku (vlastní zpracování)	64
Obrázek 25 Postup nalití barvy na fólii (interní zdroj)	70
Obrázek 26 Přístroj pro skenování fólie (interní zdroj)	71
Obrázek 27 Sušící pec (interní zdroj)	71
Obrázek 28 Nejvhodnější body pro měření tloušťky (interní zdroj)	72
Obrázek 29 Analyzovaná kalibrační fólie pro projekt 248 (interní zdroj)	73
Obrázek 30 Tloušťky nánosu barvy k jednotlivým intenzitám (interní zdroj)	74
Obrázek 31 Kalibrační křivka pro projekt 248 (interní zdroj)	74
Obrázek 32 Kontrolní měření u projektu 248 (interní zdroj)	75

Obrázek 33 Měření v praxi dne 28. 02. 2022 (interní zdroj)	76
Obrázek 34 Měření v praxi dne 09. 03. 2022 (interní zdroj)	77
Obrázek 35 Technická příprava výroby pro projekt 248 (interní zdroj).....	78
Obrázek 36 Nalakovaná destička připevněna do svěráku (interní zdroj)	78
Obrázek 37 Broušící přístroj (interní zdroj)	79
Obrázek 38 Naměřená tloušťka nánosu primeru pomocí mikroskopu (interní zdroj).....	80
Obrázek 39 Grafické vyhodnocení aplikace SprayVision (vlastní zpracování)	82
Obrázek 40 Obrazec správného nastavení paprsku pistole (interní zdroj)	89
Obrázek 41 Příklad defektů stříkací pistole (interní zdroj).....	90
Obrázek 42 Kontrola procesu v softwaru (Process Control, © 2020)	90
Obrázek 43 Vzorek barvy pro analýzu kontaminace – původní intenzita (interní zdroj)....	91
Obrázek 44 Vzorek barvy pro analýzu kontaminace – ultra světlá intenzita (interní zdroj)	91

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Klíčové projektové pojmy (Doležal a Krátký, 2017, s. 17-18)	36
Tabulka 2 Celkové množství lakovaných kusů jednotlivých výrobků za rok 2021 (vlastní zpracování).....	54
Tabulka 3 Zmetkovitost v období srpen–září 2021 (interní zdroj, vlastní zpracování).....	55
Tabulka 4 Jednotlivé projekty a jejich druhy nánosů (vlastní zpracování)	57
Tabulka 5 Celková efektivnost zařízení za rok 2021 (vlastní zpracování, interní zdroj)	58
Tabulka 6 Směnový záznam lakování (vlastní zpracování)	59
Tabulka 7 Vyhodnocení záznamu lakování – průměrný čas na jedno lakování (vlastní zpracování).....	61
Tabulka 8 Projektová rizika (vlastní zpracování)	68
Tabulka 9 Analýza RIPRAN (vlastní zpracování)	69
Tabulka 10 Vyhodnocení aplikace SprayVision – průměrný čas na jedno lakování (vlastní zpracování).....	82
Tabulka 11 Srovnání času nájezdu (vlastní zpracování).....	83
Tabulka 12 Zmetkovitost v období listopad 2021–únor 2022 s využitím SprayVision (interní zdroj, vlastní zpracování).....	84
Tabulka 13 Srovnání zmetkovitosti před a po zavedení SprayVision (vlastní zpracování).....	84
Tabulka 14 Výpočet zvýšení kapacity lakovací linky (vlastní zpracování)	85
Tabulka 15 Výpočet zvýšení produkce lakovací linky 3 (vlastní zpracování)	85
Tabulka 16 Náklady na projekt (vlastní zpracování).....	86
Tabulka 17 Roční úspora na lince 3 – bez odečtení nákladů (vlastní zpracování).....	86
Tabulka 18 Výpočet čistého zisku pro linku 3 (vlastní zpracování).....	87
Tabulka 19 Roční úspora na všech linkách – bez odečtení nákladů (vlastní zpracování)...	88
Tabulka 20 Výpočet čistého zisku na všech linkách (vlastní zpracování)	88

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Harmonogram projektu

Příloha P II: Směnový záznam lakování

Příloha P III: Směnový záznam lakování – po aplikaci SprayVision

PŘÍLOHA P II: SMĚNOVÝ ZÁZNAM LAKOVÁNÍ

Směnový záznam lakování					
Datum	Směna	Operátor	Linka		
18.11.2021	ranní	A	3		
Č.	Operace	Čas od	Čas do	Celkem minut	
1.	Čištění trysek lakovací pistole, linky	7:30	7:41	11	
2.	Přivezení barvy ze skladu, nalití barvy do nádoby	7:41	7:44	3	
3.	Příprava trysek na proces lakování	7:44	7:49	5	
4.	Polakování vzorku	7:49	7:50	1	
5.	Čištění linky, míchání barvy	7:50	8:00	10	
6.	Proces sušení vzorku	8:00	8:22	22	
7.	Odebrání vzorku z linky	8:22	8:23	1	
8.	Čekání na kvalitářku	8:23	8:31	8	
9.	Kontrola vzorku kvalitářkou	8:31	8:37	6	
10.	Nalití barvy do nádoby	8:37	8:38	1	
11.	Příprava linky na proces lakování	8:38	8:45	7	
12.	Rozjetí linky	8:45	8:50	5	
13.	Lakování	8:50	10:50	120	
Celkový čas				200	

Směnový záznam lakování					
Datum	Směna	Operátor	Linka		
22.11.2021	ranní	B	3		
Č.	Operace	Čas od	Čas do	Celkem minut	
1.	Čištění trysek lakovací pistole	8:40	8:50	10	
2.	Nalití barvy do nádoby	8:50	8:52	2	
3.	Příprava trysek na proces lakování	8:52	8:58	6	
4.	Polakování vzorku	8:58	9:00	2	
5.	Čištění linky, míchání barvy	9:00	9:06	6	
6.	Proces sušení vzorku	9:06	9:28	22	
7.	Odebrání vzorku z linky	9:28	9:29	1	
8.	Čekání na kvalitářku	9:29	9:37	8	
9.	Kontrola vzorku kvalitářkou	9:37	9:43	6	
10.	Čištění trysek, linky	9:43	9:48	5	
11.	Příprava linky na proces lakování	9:48	9:58	10	
12.	Rozjetí linky	9:58	10:05	7	
13.	Lakování	10:05	12:05	120	
Celkový čas				205	

Směnový záznam lakování					
Datum	Směna	Operátor	Linka		
30.11.2021	odpolední	B	3		
Č.	Operace	Čas od	Čas do	Celkem minut	
1.	Čištění trysek lakovací pistole, linky	14:15	14:25	10	
2.	Přivezení barvy ze skladu, nalití barvy do nádoby	14:25	14:29	4	
3.	Příprava trysek na proces lakování	14:29	14:32	3	
4.	Polakování vzorku	14:32	14:33	1	
5.	Čištění linky, míchání barvy	14:33	14:44	11	
6.	Proces sušení vzorku	14:44	14:57	23	
7.	Odebrání vzorku z linky	14:57	14:59	2	
8.	Čekání na kvalitářku	14:59	15:07	8	
9.	Kontrola vzorku kvalitářkou	15:07	15:10	7	
10.	Nalití barvy do nádoby	15:10	15:12	2	
11.	Příprava linky na proces lakování	15:12	15:20	8	
13.	Rozjetí linky	15:20	15:26	6	
14.	Lakování	15:26	17:26	130	
Celkový čas				215	

Směnový záznam lakování					
Datum	Směna	Operátor	Linka		
25.11.2021	odpolední	C	3		
Č.	Operace	Čas od	Čas do	Celkem minut	
1.	Čištění trysek lakovací pistole, linky	15:05	15:17	12	
2.	Přivezení barvy ze skladu, nalití barvy do nádoby	15:17	15:20	3	
3.	Příprava trysek na proces lakování	15:20	15:25	5	
4.	Polakování vzorku	15:25	15:26	1	
5.	Čištění linky, míchání barvy	15:26	15:35	9	
6.	Proces sušení vzorku	15:35	15:57	22	
7.	Odebrání vzorku z linky	15:57	15:58	1	
8.	Čekání na kvalitářku	15:58	16:07	9	
9.	Kontrola vzorku kvalitářkou	16:07	16:13	6	
10.	Nalití barvy do nádoby	16:13	16:15	2	
11.	Příprava linky na proces lakování	16:15	16:23	8	
13.	Rozjetí linky	16:23	16:30	7	
14.	Lakování	16:30	18:30	120	
Celkový čas				205	

PŘÍLOHA P III: SMĚNOVÝ ZÁZNAM LAKOVÁNÍ – PO APLIKACI SPRAYVISION

Směnový záznam lakování - po zavedení SprayVision					
Datum	Směna	Operátor	Linka		
28.2.2022	odpolední	A	3		
Č.	Operace	Čas od	Čas do	Celkem minut	
1.	Čištění trysek lakovací pistole, linky	15:30	15:41	11	
2.	Přivezení barvy ze skladu, nalití barvy do nádoby	15:41	15:44	3	
3.	Příprava trysek na proces lakování	15:44	15:49	5	
4.	Polakování vzorku	15:49	15:50	1	
5.	Čištění linky, míchání barvy	15:50	16:00	10	
6.	Využití SprayVision	16:23	8:28	5	
7.	Nalití barvy do nádoby	16:28	16:29	1	
8.	Příprava linky na proces lakování	16:29	16:37	9	
9.	Rozjetí linky	16:37	16:43	6	
10.	Lakování	16:43	18:43	130	
Celkový čas				181	

Směnový záznam lakování					
Datum	Směna	Operátor	Linka		
7.3.2022	odpolední	B	3		
Č.	Operace	Čas od	Čas do	Celkem minut	
1.	Čištění trysek lakovací pistole	14:10	14:20	10	
2.	Nalití barvy do nádoby	14:20	14:22	2	
3.	Příprava trysek na proces lakování	14:22	14:29	7	
4.	Polakování vzorku	14:29	14:31	2	
5.	Čištění linky, míchání barvy	14:31	14:37	6	
6.	Využití SprayVision	14:37	14:42	5	
7.	Čištění trysek, linky	14:42	14:47	5	
8.	Příprava linky na proces lakování	14:47	14:57	10	
9.	Rozjetí linky	14:57	15:03	6	
10.	Lakování	15:03	17:03	120	
Celkový čas				173	

Směnový záznam lakování - po zavedení SprayVision				
Datum	Směna	Operátor	Linka	
2.3.2022	ranní	A	3	
Č.	Operace	Čas od	Čas do	Celkem minut
1.	Čištění trysek lakovací pistole, linky	6:15	6:25	10
2.	Přivezení barvy ze skladu, nalití barvy do nádoby	6:25	6:28	3
3.	Příprava trysek na proces lakování	6:28	6:33	5
4.	Polakování vzorku	6:33	6:34	1
5.	Čištění linky, míchání barvy	6:34	6:45	11
6.	Využití SprayVision	6:45	6:51	6
7.	Nalití barvy do nádoby	6:51	6:53	2
8.	Příprava linky na proces lakování	6:53	7:01	8
9.	Rozjetí linky	7:01	7:07	6
10.	Lakování	7:07	9:07	120
Celkový čas				172

Směnový záznam lakování				
Datum	Směna	Operátor	Linka	
9.3.2022	ranní	C	3	
Č.	Operace	Čas od	Čas do	Celkem minut
1.	Čištění trysek lakovací pistole, linky	9:12	9:23	11
2.	Přivezení barvy ze skladu, nalití barvy do nádoby	9:23	9:26	3
3.	Příprava trysek na proces lakování	9:26	9:31	5
4.	Polakování vzorku	9:31	9:32	1
5.	Čištění linky, míchání barvy	9:32	9:41	9
6.	Využití SprayVision	9:41	9:46	5
7.	Nalití barvy do nádoby	9:46	9:48	2
8.	Příprava linky na proces lakování	9:48	9:57	9
9.	Rozjetí linky	9:57	10:04	7
10.	Lakování	10:04	12:04	130
Celkový čas				182