

Projekt zvýšení výrobní kapacity vybraného pracoviště

Bc. Marek Bullawa

Diplomová práce
2019

 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: 2018/2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Marek Bullawa**
Osobní číslo: **M17079**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Projekt zvýšení výrobní kapacity vybraného pracoviště**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Na základě literární rešerše vypracujte teoretická východiska pro zvyšování kapacity.

II. Praktická část

- Kriticky zhodnoťte současný stav vybraného pracoviště.
- Na základě hodnocení současného stavu identifikujte jeho nedostatky a potenciál pro zvýšení výrobní kapacity.
- Definujte projekt pro zvýšení výrobní kapacity pracoviště.
- Zhodnoťte přínosy projektu.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

HAMEL, Mark R. a Michael O'CONNOR. Lean math: figuring to improve. Dearborn, Michigan: Society of Manufacturing Engineers, 2017, 444 s. ISBN 9780872638815.
CHROMJAKOVÁ, Felicity a Rastislav RAJNOHA. Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra. Žilina: GEORG, 2011, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.
MANN, David, Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions. Third edition. Boca Raton: CRC Press, 2015, 367 s. ISBN 978-1-4822-4323-9.
SVOZILOVÁ, Alena. Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada, 2011, 223 s. Expert. ISBN 978-80-247-3938-0.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Felicity Chromjaková, PhD.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **14. prosince 2018**
Termín odevzdání diplomové práce: **16. dubna 2019**

Ve Zlíně dne 14. prosince 2018

L.S.

doc. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

prof. Ing. Felicity Chromjaková, PhD.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské 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/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské 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/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- 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 užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s příjím-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/bakalářské 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/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské 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/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
2. že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 9. 4. 2019

Jméno a příjmení: Bc. Marek Bullawa

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na zvýšení výrobní kapacity vybraného pracoviště. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část, formou literární rešerše, poskytuje východiska pro analýzu současného stavu pracoviště, která bude sloužit jako vstup pro samotný projekt. Analýza a projekt jsou obsahem praktické části práce. Cílem práce je zvýšení výstupu pracoviště, za pomoci zvýšení efektivity strojního zařízení, které bude dosaženo snížením prostojů, které tvoří seřízení stroje a poruchy strojního zařízení.

Klíčová slova: průmyslové inženýrství, projekt, štíhlá výroba, SMED

ABSTRACT

The master's thesis focuses on production capacity increase of the chosen workstation. The thesis is divided into theoretical and practical parts. The theoretical part deals with the analytical framework that is an essential input for the project. Analysis and project are encompassed in the practical part of the thesis. The objective is to increase the output of the workstation by increasing machine equipment efficiency which is carried out by downtime reduction such as change-over and breakdown.

Keywords: industrial engineering, project, lean manufacturing, SMED

Velmi rád bych poděkoval paní prof. Ing. Felicitě Chromjakové, Ph.D. za její čas, odborné vedení této diplomové práce a cenné rady, které mi ochotně v průběhu vypracování poskytla. Dále bych chtěl poděkovat výrobní společnosti za možnost vypracovat tuto diplomovou práci právě u nich. Také děkuji projektovému týmu a všem, kteří se podíleli na projektu a ochotně spolupracovali při jeho realizaci. Mé poslední poděkování patří rodině a přátelům, kteří mě podporovali po celou dobu studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronicky nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 VÝZNAM ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ	12
1.1 ZÁKLADNÍ PŘEDPOKLADY PRO FUNGOVÁNÍ ZLEPŠOVÁNÍ	12
2 ZÁKLADNÍ PŘEDPOKLADY PRO ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ	13
2.1 ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ	13
2.2 DEFINICE VÝROBNÍHO PROCESU	14
2.3 PLÝTVÁNÍ.....	14
2.3.1 Plýtvání ve výrobních oblastech	15
2.3.2 Plýtvání v nevýrobních oblastech	15
3 VÝCHODISKA PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ VEDOUcí KE ZLEPŠOVÁNÍ	16
3.1 TOTÁLNĚ PRODUKTIVNÍ ÚDRŽBA (TPM).....	16
3.1.1 Definice totálně produktivní údržby	16
3.1.2 Vznik a vývoj TPM.....	16
3.1.3 Základní principy TPM	17
3.1.4 Pilíře TPM.....	17
3.1.5 PM analýza.....	19
3.1.6 Zavádění konceptu TPM do praxe	20
3.2 PŘETÝPOVÁNÍ A JEHO ZLEPŠOVÁNÍ POMOCÍ METODY SMED	21
3.2.1 Definice přetypování a jeho důležitost.....	21
3.2.2 Plýtvání při přetypování	22
3.2.3 Přístupy k přetypování	23
3.2.4 Popis metody SMED.....	23
3.2.5 Postup realizace metody SMED.....	24
3.3 OEE (CELKOVÁ EFEKTIVITA ZAŘÍZENÍ)	28
3.3.1 Výpočet OEE	29
3.4 ANALÝZA A MĚŘENÍ PRÁCE	30
3.4.1 Důvody k využití	31
3.4.2 Pracovní čas a jeho spotřeba	31
3.4.3 Studium metod	32
3.4.4 Měření práce.....	32
4 PROJEKTOVÝ SYSTÉM PŘI ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ	33
4.1 PROJEKTOVÉ ŘÍZENÍ	33
4.1.1 Projektové role	34
4.1.2 Fáze řízení projektu.....	35
4.1.3 Často vyskytované problémy v rámci projektu.....	36
4.2 CHARAKTERISTIKA ÚSPĚŠNÉHO SYSTÉMU ZLEPŠOVÁNÍ.....	37
4.2.1 Základní předpoklady pro efektivní zlepšování	37
4.2.2 Motivace a podpora ve zlepšování	38

4.2.3	Vizualizace	39
4.3	METODY VYUŽÍVANÉ V PROJEKTOVÉM SYSTÉMU	40
4.3.1	PDCA	40
4.3.2	DMAIC	41
II	PRAKTICKÁ ČÁST	45
5	PŘEDSTAVENBÍ SPOLEČNOSTI	46
5.1	PRODUKTOVÉ PORTFOLIO	47
5.2	POPIS PRACOVIŠTĚ LISOVNY	48
5.2.1	Výrobní proces lisování	48
5.2.2	Výrobní zařízení	50
5.2.3	Lidské zdroje	53
5.3	PROJEKTOVÉ ZADÁNÍ	54
6	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PRACOVIŠTĚ	55
6.1	SOUČASNÁ KAPACITA PRACOVIŠTĚ	56
6.2	INSTALOVANÁ KAPACITA PRACOVIŠTĚ	58
6.3	EFEKTIVITA STROJNÍHO ZAŘÍZENÍ	63
6.4	IDENTIFIKACE PROSTOJŮ	67
6.5	SHRNUTÍ ANALÝZY A NÁVRH DOPORUČENÍ	68
6.6	OBLASTI ZLEPŠENÍ	70
7	PROJEKTOVÁ ČÁST	73
7.1	POPIS PROJEKTU	73
7.1.1	Cíle projektu	73
7.1.2	Projektový tým	73
7.2	LOGICKÝ RÁMEC	75
7.3	ČASOVÝ HARMONOGRAM PROJEKTU	76
7.4	RIZIKOVÁ ANALÝZA	77
7.5	SEŘÍZENÍ STROJE	78
7.5.1	Monitoring seřízení	80
7.5.2	Moderovaný workshop s pracovníky	85
7.5.3	Standardizace postupu seřízení	90
7.5.4	Vyhodnocení snižování seřizovacích časů	94
7.6	ÚDRŽBA STROJNÍHO ZAŘÍZENÍ	95
7.6.1	Identifikace poruch na pracovišti	96
7.6.2	Moderovaný workshop – eliminace prostoje poruchy	98
7.6.3	Monitoring současného stavu autonomní a profesní údržby	100
7.6.4	Nový standard autonomní údržby	102
7.7	VYHODNOCENÍ PROJEKTOVÉ ČÁSTI	105
8	FINANČNÍ VYHODNOCENÍ PROJEKTU	107
	ZÁVĚR	108
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	110

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	114
SEZNAM OBRÁZKŮ	115
SEZNAM TABULEK.....	118

ÚVOD

Průmysl je velmi významným odvětvím v našem hospodářství. Obor strojírenství je jeho nedílnou součástí a má hlubokou tradici. Ovšem i tento obor podléhá současnému trendu, kde flexibilita a požadavek zákazníka jsou jedny z nejdůležitější aspektů pro udržení konkurenceschopnosti a zvyšování tržního podílu. V tom se také odráží tlak na společnosti držet si nízké výrobní náklady a zároveň při tom zvyšovat kontinuálně kvalitu svých výrobků tak, aby byly v souladu s požadavky zákazníků. Velikost nákladů se totiž přímo odráží v následné prodejní ceně výrobku, která firmě přináší zisk a zajišťuje její stabilitu. Trhy v dnešní době jsou také ovlivňovány expanzí asijských výrobců, kteří těží právě z nízkých cen svých produktů, za nimiž stojí především nižší výrobní náklady, z důvodu nerostného bohatství, kterým tyto země oplývají a také nižších nákladů na mzdy pracovníků. Tuzemské firmy proto vynakládají velké úsilí, často nejen investicemi do nových strojních zařízení tak, aby jejich stroje byly co nejvíce využity, tedy s minimem prostojů. Při identifikaci prostojů a jejich následné eliminaci je právě obor průmyslového inženýrství pro tyto společnosti silným partnerem v oblasti kontinuálního zlepšování, vyhledávání příležitostí ke zlepšení, návrhů nápravných opatření a jejich realizací. Tento obor si v českém strojírenství již našel stabilní zázemí a mnohdy hraje i klíčovou pozici.

Diplomovou práci jsem psal ve strojírenské společnosti, která je specialistou na obráběcí nástroje. Vycházel jsem z jejího projektového zadání, kterým bylo navýšení týdenního výstupu pracoviště. Literární rešerší, obsaženou v teoretické části, jsem vytvořil potřebný základ pro správné provedení praktické části práce. Ta je rozdělena na analytickou a projektovou část. V analytické části je zpracována analýza současného stavu, která má za úkol připravit podklady pro samotný projekt, realizovaný a popsáný v projektové části této práce. Zároveň slouží i jako podklad pro ověřitelnost realizace požadavku společnosti a jejím výstupem jsou návrhy a doporučení, kterými se v rámci projektu budu zabývat. Pomáhá také se specifikací jednotlivých dílčích cílů projektu. V projektové části po stanovení cílů a jejich odsouhlasení se věnuji problematice snižování prostojů v rámci efektivit strojního zařízení se zaměřením na snižování seřizovacích časů, pomocí metody SMED a také eliminaci prostojů v podobě poruch, kdy jsem se zaměřil na autonomní a profesní údržbu a její provádění na pracovišti. Následuje vyhodnocení projektu a jeho finanční zhodnocení, které bylo vypracováno ve společnosti ve spolupráci s oddělením controllingu a popisuje snížení fixních nákladů na vyrobený kus, po dokončení realizace projektu.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo splnění požadavku společnosti, navýšit týdenní výstup pracoviště lisovny o dvacet pět tisíc kusů, bez nutnosti investice do nového strojního zařízení.

Metody použité v práci popisuje teoretická část práce, zpracovaná formou literární rešerše. Slouží jako základ pro analytickou a následně i projektovou část práce. Analytická část je zaměřena na zjištění současné kapacity pracoviště, respektive zjištění skutečného týdenního výstupu pracoviště. Následným krokem bylo zjištění instalované kapacity pracoviště. Pro dosažení navýšení výstupu je nutné eliminovat prostoje výrobních zařízení, které jsem zjistil na základě pozorování na dílně, s pomocí předem připraveného formuláře, jehož výstup ukazoval přehled o efektivitě strojního zařízení na pracovišti a kategorizoval i jednotlivé druhy prostojů, které se zde vyskytují. Na základě Paretovy analýzy jsem vybral prostoje, které je zapotřebí snížit a zároveň si pro ně stanovil i cíle, o kolik musí být sníženy, aby bylo dosaženo požadovaného výsledku. Jde o prostoj seřízení stroje a prostoj poruchy strojního zařízení. Základem projektové části práce jsou hlavní a dílčí cíle projektu, sestavení projektového týmu, stanovení časového rámce projektu a riziková analýza zpracovaná pomocí metody RIPRAN. Pro snížení časů seřízení jsem použil metodu SMED. Nejdříve jsem provedl přímé pozorování seřízení stroje na pracovišti, následně rozdělil činnosti na externí a interní a za pomoci moderovaného workshopu jsem získal od pracovníků další náměty na zlepšení, které pomohly seřizovací čas stroje snížit. Výstupem je nový standard pro seřízení stroje a úprava layoutu pracoviště. Pro eliminaci poruch jsem vycházel z podkladů z pozorování efektivitě strojního zařízení, ze kterého jsem vytvořil přehled všech poruch, které se na pracovišti vyskytly, a následně pomocí Paretovy analýzy vybral ty nejzávažnější. Následným moderovaným workshopem jsem získal nápravná opatření pro jejich eliminaci a také kroky, které je nutné realizovat tak, aby se těmito poruchám dalo předejít. Byl vytvořen nový standard pro autonomní údržbu stroje a formulář pro kontrolu jejího provádění. Finanční vyhodnocení projektu je zobrazeno jako rozdíl fixních nákladů na kus před zahájením a po ukončení projektu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝZNAM ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ

Když přišel Tomáš Baťa se sloganem: „Kvalita za rozumnou cenu“, byla tato myšlenka zcela revoluční. Jako jeden z prvních podnikatelů se zasloužil o to, aby chování společnosti, tedy jak jedná a jakým způsobem přemýšlí, bylo řízeno přáním zákazníka. Baťovo heslo znělo: „Nabídnout zákazníkovi víc než minimum, které žádá. Cena by však neměla být vyšší než ono žádané minimum.“ V oblastech rychle rostoucí a sílící konkurence je tato myšlenka účinnou zbraní. Marketingoví experti hledají východiska, jak poskytnout zákazníkovi požadované minimum a k tomu co nejvíce výhod. V době, kdy konkurence sílí a na trhu se objevují noví hráči, vyhrává ten, kdo poskytne co nejvíce za nejnižší cenu. (Zlámalová, 2013)

Snahou každého podniku by měl být vysoce kvalitní výrobek v co nejkratším čase při docílení minimalizace nákladů. Ceny jednotlivých vstupů, jako jsou materiál, stroje, zařízení a energie, jsou pro většinu podniků přibližně na srovnatelné výši. V dobře fungujících podnicích bývá většinou obtížné najít případné nedostatky, které by mohli vést ke snížení výrobních nákladů, zvýšení kvalit a zlepšit včasné dodání zákazníkovi. Právě zlepšování procesů je jednou z možností, jak výkonnost podniku zlepšit. Tato činnost může být vykonávána „skupinou vyvolených“ shora nebo může přijít zdola od pracovníků společnosti, kteří mají k výrobním procesům mnohem blíže. Každý podnik by měl přizpůsobit systém zlepšování tak, aby vyhovoval konkrétním podmínkám. (Boledovič et al., 2011, s. 4)

1.1 Základní předpoklady pro fungování zlepšování

Pro dobrou konkurenceschopnost a co nejefektivnější fungování podniku je zapotřebí lidský potenciál ukrývající know-how, pomocí kterého jsme schopni zajistit celkovou budoucnost firmy. Jedním z principů zlepšování je zapojení největšího počtu pracovníků do řešení podnikových problémů v procesech. Důležité je také vytvoření systému, který umožní využít myšlenkový potenciál pracovníků zapojených do řešení problémů. Podstatnou roli v procesu zlepšování zaujímá manažer, jehož úkolem je jít příkladem svým aktivním přístupem a neustálou snahou o co nejrychlejší implementaci přijatých zlepšení. (Košturiak, 2010, s. 7)

V praxi pro fungující zlepšování systémů je důležitá tvorba systému, který bude postavený na iniciativě zdola. Vyšší a střední management má za úkol zabezpečit odpovídající podporu a takové podmínky, aby se zaměstnanci naučili správně komunikovat při řešení problémů. Výsledkem je pak možnost tvorby přínosů nejen pro společnost a její zákazníky, ale i pro zaměstnance samotné. (Imai, 2004, s. 18)

2 ZÁKLADNÍ PŘEDPOKLADY PRO ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ

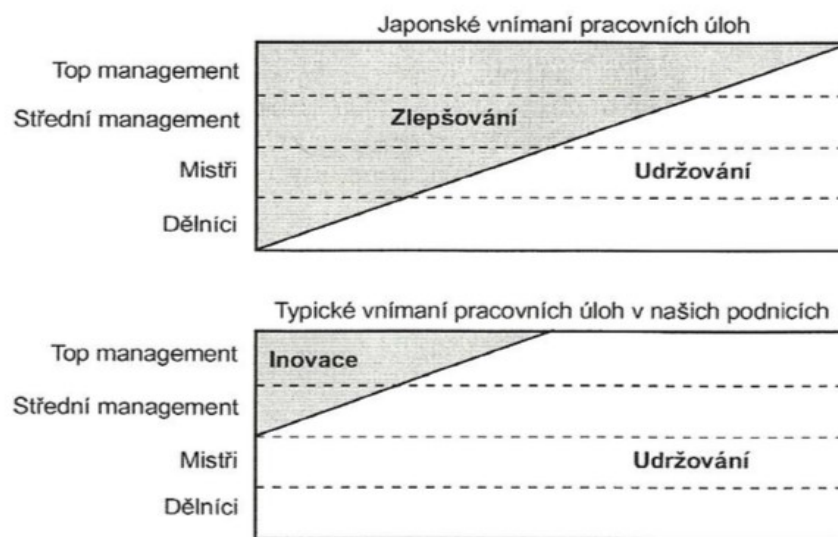
Zlepšování procesů ve společnosti probíhá především za účelem zvýšení jejího výkonu a vyšší konkurenceschopnosti. Obecně řečeno, na zlepšování je možné pohlížet jako na neustálou snahu odstranit všechny druhy plýtvání. (Košturiak, 2010, s. 15)

2.1 Zlepšování procesů

Jde o nepřetržitý proces, pomocí kterého je možné zvýšit výkonnostní parametry podnikových procesů jak ve výrobních, tak i v nevýrobních oblastech. (Košturiak a Gregor, 2002, s. E / 8-1)

Procesy za účelem udržování a zlepšování jsou dva druhy procesů, které vedle sebe ve společnosti nepřetržitě probíhají. Za udržovací procesy jsou převážně zodpovědní řadoví pracovníci na linkách nebo na technickohospodářských pracovištích, zatímco zlepšovací procesy obvykle připadají na management společnosti. (Košturiak a Gregor, 2002, s. E / 8-1)

Je stěžejní a byla výkonnost udržována na požadované úrovni a zároveň hledat další možnosti a metody vedoucí ke zefektivňování podniku. Za udržovací a zlepšovací procesy by měl v ideálním případě zodpovídat každý pracovník společnosti. Míra odpovědnosti by měla být rozdělena dle postavení v podnikové struktuře. Do hlavní pracovní náplně top managementu by měl v tomto ohledu spadat strategický pohled na podnik, zlepšovací aktivity a analýza trhu a konkurence. Pro pracovníky ve výrobě by měli být naopak stěžejní udržovací aktivity. (Imai, 2004, s. 26)

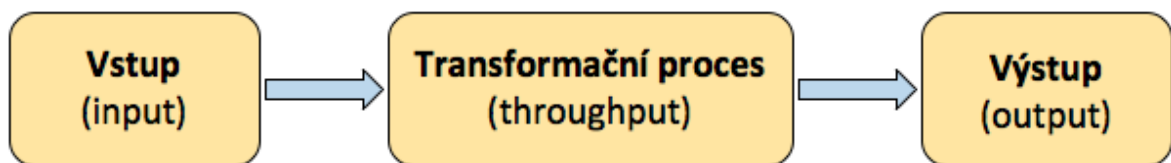


Obrázek 1 Rozdíly ve vnímání pracovních úloh v podniku
(Košturiak a Gregor, 2002, s. E / 8-1)

Základní hybnou silou vedoucí ke zlepšování podniku je změna. Snahou každého podniku by měla být změna s důrazem na co nejvyšší kvalitu. Výslednou úspěšnost si je pak možné představit jako součin počtu změn a kvality změn. (Boledovič et al., 2011, s. 8)

2.2 Definice výrobního procesu

Výrobní proces můžeme definovat jako skupinu činností nebo aktivit, které jsou vzájemně provázané. Z jednoho či více vstupů vzniká výstup, který má pro zákazníka větší hodnotu než prostý součet vstupů. (Vytlačil a Mašín, 1998, s. 31)



Obrázek 2 Schéma výrobního procesu (vlastní zpracování)

2.3 Plýtvání

S určitou formou plýtvání se v dnešní době potýká většina firem. Ty lepší se vyznačují tím, že si jsou plýtvání vědomi a vynakládají aktivitu za účelem jeho neustálé eliminace. Na eliminaci plýtvání má pozitivní vliv, když se zapojí všichni pracovníci podniku. Čím větší počet pracovníků se zapojí, tím je větší šance, že podnik bude schopný ovládnout určitou formu

„slepoty“, která bývá přítomna v okamžiku, kdy plýtvání eliminuje pouze úzká skupina „vyvolených“ členů. V japonské terminologii bývá plýtvání označováno jako „muda“ a v americké jako „waste“. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 19)

2.3.1 Plýtvání ve výrobních oblastech

Ve výrobních oblastech podniku je možné plýtvání klasifikovat do několika kategorií. Podle společnosti Toyota existuje tzv. sedm druhů plýtvání. Které je pojmenováno následovně (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 46):

1. Nadvýroba
2. Čekání
3. Nadbytečná manipulace
4. Špatný pracovní postup
5. Vysoké zásoby
6. Zbytečné pohyby
7. Chyby pracovníků

2.3.2 Plýtvání v nevýrobních oblastech

K plýtvání v nevýrobních oblastech může dojít při nadbytku informací, které je spojeno s jejich přípravou a zpracováním. Nežádoucí je rovněž přeprava nadbytečných informací a jejich hledání. Obecně řečeno, jakékoli hledání či čekání na informace je vnímané v nevýrobních oblastech jako plýtvání. Jakékoliv chyby v dokumentech nebo zbytečně složité postupy dělají proces neefektivní. Společnost by se měla také zaměřit na správné nastavení firemních softwarů. K plýtvání dochází také v případech, kdy zaměstnanci tráví svůj čas na internetu činnostmi, které nesouvisí s danou pracovní náplní nebo v případech, kdy je vykonávána duplicitní činnost. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 34-35)

3 VÝCHODISKA PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ VEDOUcí KE ZLEPŠOVÁNÍ

Obsahem této kapitoly jsou východiska průmyslového inženýrství, jejichž implementace do procesu může vést ke zlepšování jak ve výrobních, tak v některých případech i nevýrobních oblastech.

3.1 Totálně produktivní údržba (TPM)

Při špatně nastaveném systému údržby často dochází k tomu, že stroj se opravuje až v případě, kdy na něm nastane nějaká porucha způsobující prostoj. To způsobí nejen jeho znehodnocení, ale také růst nákladů na opravu a pozastavení výroby. Příčinou může být, že pracovník obsluhující daný stroj vykonává pouze to, co mu přikazují předpisy a směrnice a neřeší vzniklé situace samostatně a především okamžitě. Výše popsané situace jsou jedněmi z důvodů, proč je vhodné zavést totálně produktivní údržbu do výrobního procesu. (Boledovič et al., 2010, s. 4)

3.1.1 Definice totálně produktivní údržby

Zkratka TPM vznikla z anglického názvu Total Productive Maintenance, což bývá překládáno do českého jazyka jako totálně produktivní údržba. (Jurová, 2016, s. 157)

Jedná se o soubor činností, jehož úkolem je maximalizace efektivnosti strojů a dalšího výrobního zařízení. Bývá zaměřena na zapojení všech pracovníků do činností, které mohou přispět k redukci prostojů strojů, zařízení a minimalizaci neshod. Základní myšlenkou TPM je smazání rozdílu mezi lidmi, kteří stroj obsluhují a lidmi, kteří ho opravují. Vychází z předpokladu, že právě pracovník obsluhující stroj má nejlepší příležitost včas zachytit případné abnormality a vhodným jednáním předejít budoucím poruchám. Co možná největší množství diagnostických a údržbářských činností týkající se stroje, by měl vykonávat, místo oddělení údržby, výrobní pracovník. (Jurová, 2016, s. 157)

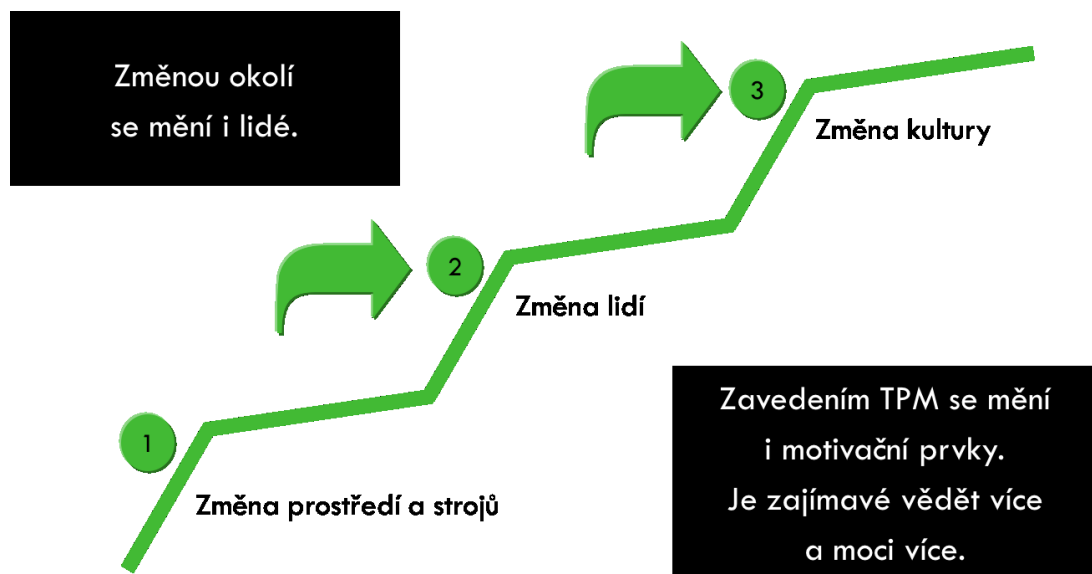
3.1.2 Vznik a vývoj TPM

Tento systém vzniknul v Japonsku, kdy v počátku Japonci přebírali systém preventivní a produktivní údržby z USA a dále ho rozvíjeli. Vnesli do systému prvky jako je týmová práce nebo to, že je údržba vykonávána přímo operátorem zařízení. Je kladen také větší důraz na bezpečnost na pracovišti a přijatelné pracovní prostředí. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 33)

Za autora systému je považován Seichi Nakajima, který v šedesátých a sedmdesátých letech minulého století postupně studoval systémy pro preventivní údržbu napříč Evropou a v USA a následně získané vědomosti sjednotil do uceleného návrhu. Ten dostal název Total productive Maintenance a používá se do dnes. Na začátku osmdesátých let jej začal implementovat do japonských společností. (Ginder a Robinson, 1995, s. 12-14)

3.1.3 Základní principy TPM

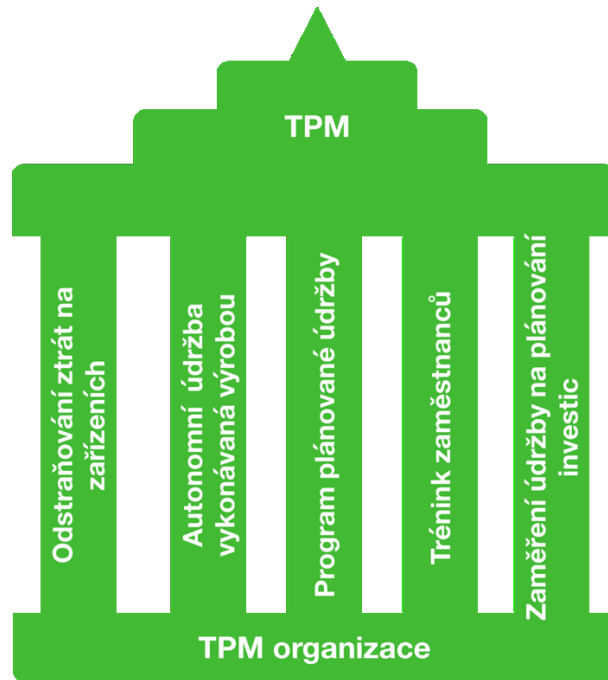
Mezi základní prvky patří orientace na změnu podnikové kultury směrem, který zajistí maximální efektivnosti výrobního systému. Systém musí být nastaven tak, aby byl schopen předejít nejrůznějším druhům plýtvání, jako jsou prostoje, zmetkovitost nebo případné nehody a úrazy. Nehovoříme zde pouze o výrobních oblastech, ale také o spolupracujících odděleních, kterými mohou být ku příkladu oddělení nákupu, prodeje a vývoje. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 84)



Obrázek 3 Základní princip TPM (Escare, ©2016)

3.1.4 Pilíře TPM

Metoda TPM je tvořena několika základními stavebními kameny, kde každý z nich sleduje určitý cíl a je tvořen několika konkrétními kroky. Pro docílení co největší efektivnosti je žádoucí realizace všech jednotlivých kroků. Jelikož jednotlivé kroky společně tvoří celkový koncept TPM, zlepšování v jedné oblasti nebude probíhat na úkor jiné, ale bude dosaženo celkového zlepšení. Jde o aplikaci předem ověřených a osvědčených postupů. (Legát, 2016, s. 141-142)



Obrázek 4 Pilíře TPM (Escare, ©2016)

Odstranění ztrát na zařízeních se zabývá eliminací šesti základních druhů ztrát, mezi které patří (Stamatis, 2010, s. 22):

1. Poruchy strojů
2. Příprava a seřízení strojů
3. Ztráty rychlosti
4. Prostoje
5. Neshodné výrobky
6. Výroba prvních kusů

Autonomní údržba vykonávaná výrobou, lépe řečeno obsluhou daného stroje, která má nejlepší podmínky pro to, aby byla schopna rozlišit a korigovat případné abnormality chodu stroje. Obsluha by měla být schopna zabezpečit jeho chod včetně pravidelných prohlídek, dodržování standardů autonomní údržby nebo sledování kvality komponentů stroje. (Mašín a Vytlačil, 1996, s. 198-199)



Obrázek 5 Sedm kroků autonomní údržby (Escare, ©2016)

Program plánované údržby v sobě obsahuje sběr a zpracování údajů, snížení variability životnosti součástek a zároveň zvýšení celkové životnosti. Obsluha stroje by měla umět odhadnout možnost poruchy a identifikovat její příznaky. Součástí programu je také pravidelná obnova opotřebovaných součástek. (Legát, 2016, s. 46)

Trénink zaměstnanců zahrnuje vzdělávání, které se týká zejména praktických záležitostí spojených se zařízením. (Kaizen – cesta ke štíhlé a flexibilní firmě, s. 65)

Zaměření údržby na plánování investic může zlepšovat kupříkladu snadnější vyrobiteľnost výrobků. Jde také o projektování preventivní údržby, plánování oprav a organizaci a sledování údržby za účelem maximálního výkonu. (Bauer, 2012, s. 65)

3.1.5 PM analýza

Tato analýza se využívá k hledání příčin chronických ztrát. Tyto ztráty se pravidelně opakují a jsou často skryty přímo ve využívané pracovní metodě. Aby bylo možné je odstranit, bývá obvykle zapotřebí inovace, případně jiná zásadní změna myšlení spolupráce. (Boledovič et al., 2010, s. 16)

PM analýzu je možno popsat v několika základních krocích (Boledovič et al., 2010, s. 17):

1. Definice problému – pečlivé prozkoumání problému a porovnání s podobným zařízením nebo procesem
2. Analýza problému – sledování fyzických příčin, jako je kontakt a tření součástí nebo opotřebení, které mohou souviset s problémem
3. Definice podmínek výskytu – sepsání seznamu příčin, které může způsobit daný problém
4. Vyhodnocení zařízení – včetně použitých materiálů a vytvoření seznamu vzájemných vlivů a vztahů mezi nimi
5. Určení ideálního stavu – definování co se bude měřit, jak často a jaká metoda bude k měření využita
6. Rozdělení problémů do skupin – cílem je nezanedbávat žádné problémy ani ty, které se mohou zdát na první pohled jako nepodstatné
7. Příprava plánu na zlepšení

3.1.6 Zavádění konceptu TPM do praxe

Jedním ze základních prvků, které jsou při zavádění a následně v průběhu využívány je vizualizace. Slouží jako podpůrný nástroj sloužící pro zlepšení přehlednosti a zvýšení motivace zaměstnanců. Dokáže zjednodušit práci tím, že jednotlivé úkoly jsou pro zaměstnance přehlednější a tím pádem i snadněji a rychleji pochopitelné. (Mašín a Vytlačil, 1998, s. 367-368)

Nejčastějším prvkem vizualizace je tabule, na kterou lze umístiti různé druhy informací. Je ovšem zapotřebí dodržovat určitá pravidla, aby bylo rozpoznat jaké jsou cíle, současné výsledky a jaký je plán na řešení problémů. U jednotlivých úkolů by také neměla chybět odpovědná osoba. (Boledovič et al., 2010, s. 39)

Samotná implementace do praxe může být pro každý podnik svým způsobem odlišná. Proto je nutné zavádění vždy přizpůsobit specifickým okolnostem jako je podniková kultura, již zavedené metody v podniku nebo typ výroby. (Boledovič et al., 2010, s. 41)

Hovoříme-li o určitém zobecnění zavádění konceptu TPM do praxe, je možné jej rozdělit do následujících fází (Boledovič et al., 2010, s. 41):

Přípravná fáze

Přípravná fáze trvá v obvyklých případech něco mezi třemi až šesti měsíci. Je zapotřebí důkladně popsat cíle, kterých chce společnost dosáhnout a zajistit dostatečnou podporu managementu. Součástí přípravné fáze je rovněž vytvoření plánu zavádění TPM do podniku. (Legát, 2016, s. 143-144)

Implementace v pilotní části

Na vybrané části společnosti je zaveden koncept TPM a tím je ověřována správnost postupu. Následně je možné proces implementace vyhodnotit a případně upravit nedokonalosti postupu. (Boledovič et al., 2010, s. 41)

Implementace v celém podniku

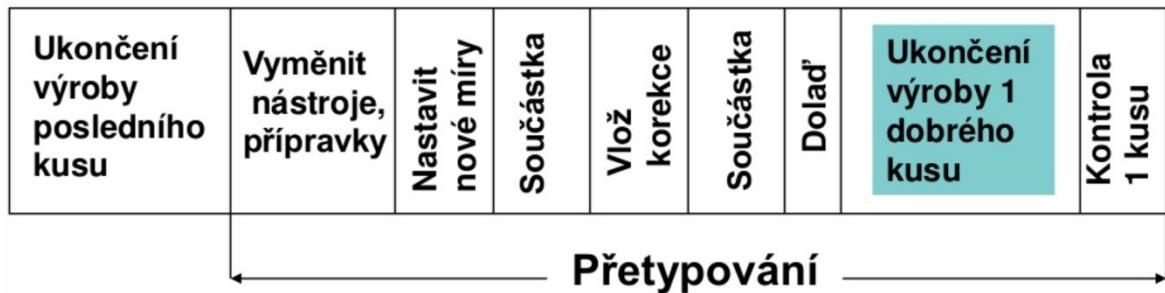
Zde se jedná o zavedení konceptu TPM do celého podniku, které byl již ověřen a vyladěn pro konkrétní podmínky na pilotní části společnosti. (Boledovič et al., 2010, s. 41)

3.2 Přetypování a jeho zlepšování pomocí metody SMED

Přetypování je možné nazvat také jako seřízení, jde o snahu neustále zvyšovat pružnost výroby a zároveň snižování nákladů vede k novému způsobu, jak řídit podnikové procesy. Jde o jejich systematické zlepšování a odstranění nadbytečných činností. Klade se důraz na zavedení pořádku a jeho následnou standardizaci. Jedním z řešení, jak zvýšit pružnost výroby, je implementace metod rychlého přetypování. (Kormanec, Boledovič a Višňanský, 2008, s. 4)

3.2.1 Definice přetypování a jeho důležitost

Jedná se o čas, který je potřebný od ukončení výroby posledního kusu na změnu ze současného nastavení na nastavení nové, včetně odzkoušení do doby, než vznikne první nový dobrý kus výrobku. (Vítek, 2012)



Obrázek 6 Přetypování (IPA, ©2017)

Základní kroky při přetypování (Kormanec, Boledovič a Višňanský, 2008, s. 10):

1. Příprava – dobrá příprava zabezpečuje, že budou připraveny všechny potřebné nástroje na svém, předem určeném, místě
2. Demontáž a montáž – dochází k výměně částí zařízení za jiné, potřebné pro spuštění nové výrobní dávky
3. Kontrolní nastavení – obsahuje v sobě kalibraci a další měření potřebná pro správný chod a požadovanou účinnost stroje

Na frekvenci přetypování má velký vliv pružnost. Vysoká pružnost je jedním z hlavních předpokladů dobré konkurenceschopnosti podniku. Pokud chce společnost v dnešním světě na globálním trhu uspět, je žádoucí, aby byla schopná vysoké pružnosti a tím maximalizovala využití pracovního času. Právě proto je dobré, aby časy potřebné na přetypování byly co nejnižší a podnik tak mohl vyrábět v malých výrobních dávkách. (Kormanec, Boledovič a Višňanský, 2008, s. 6)

V případě příliš vysokého času potřebného na přetypování vznikají firmě náklady spojené s velkými výrobními dávkami, které neumožňují rychle jednat v případě výskytu neočekávaného požadavku ze strany zákazníka. S tím mohou souviset také vysoké zásoby materiálu a vysoká rozpracovanost výroby. Pokud je podnik v situaci, kdy má vysoké zásoby materiálu či rozpracované výroby, vznikají další nežádoucí náklady na skladovací prostory, manipulaci, naskladnění, vyskladnění a podobně. (Kormanec, Boledovič a Višňanský, 2008, s. 8)

3.2.2 Plýtvání při přetypování

Ještě před tím, než bude možné začít se zlepšováním procesu přetypování, je vhodné se seznámit s druhy plýtvání, se kterými je možné se setkat.

Plýtvání v této oblasti je možné obecně definovat jako aktivitu, činnost nebo prvek pracovního procesu, který nepřidává zákazníkovi žádnou hodnotu a zároveň může zvyšovat cenu, kterou v některých případech zákazník už není ochotný akceptovat. (Vítek, 2012)

Nejčastěji uvažujeme o sedmi základních typech plýtvání, kterými jsou (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 46):

1. Nadvýroba
2. Čekání
3. Nadbytečná manipulace
4. Špatný pracovní postup
5. Vysoké zásoby
6. Zbytečné pohyby
7. Chyby pracovníků

V praxi to může znamenat plýtvání již při přípravě na změny, kdy jsou nástroje potřebné k přetypování chystány až po zastavení stroje. Stejná situace může nastat i v případě, kdy jsou jednotlivé nástroje postupně hledány při demontáži a montáži. Další formou plýtvání může být například vícenásobné seřizování vzniklých nepřesností nebo čekání, než stroj získá dostatečnou teplotu pro jeho chod. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 210)

3.2.3 Přístupy k přetypování

Tradiční přístup obsahuje postup, kdy operátoři vykonávají činnost na základě svých zkušeností a tím pádem je v každém případě rozdílná a jinak prováděna na základě rozdílné zručnosti. Také může dojít k případům, kdy jednotlivé směny nejsou spokojeny s přetypováním a tím pádem dochází k duplicitní činnosti, tedy nejen k plýtvání, ale také k nárůstu nákladů. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 206-207)

Nový přístup se zaměřuje na soustavné zkracování času k přetypování. Jsou vytvořeny standardy, podle kterým postupuje každý zaměstnanec vždy stejně. S tímto standardizovaným postupem jsou seznámeni všichni operátoři napříč všemi směny. (Mašín, 2004, s. 26-30)

3.2.4 Popis metody SMED

Zlepšení výrobního procesu je možné docílit právě snížením času potřebného na přetypování. Toho je možné docílit systematickým odstraňováním různých druhů plýtvání, se kterým se je možné v praxi setkat téměř ve všech vykonávaných činnostech. (Vítek, 2012)

Mezi nejpoužívanější právě metoda zvaná SMED. Zkratka SMED vznikla z anglického Single Minute Exchange of Die, což je označení pro program změn, pomocí kterého je možné efektivně přejít z jednoho výrobku na jiný. Tím je podniku umožněno vyrábět v menších dávkách. Díky SMED je rovněž možné uvolnit určitou část kapacity stroje tím, že snížíme čas jeho přetypování. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 26)

Tato metoda se obvykle používá na pracovištích, které jsou úzkými místy ve výrobním procesu nebo na místech, kde dochází k častému přetypování a tím může dojít k velkým časovým ztrátám. (Vítek, 2012)

3.2.5 Postup realizace metody SMED

Postup pro realizaci metody SMED v praxi je rozčleněn do osmi po sobě jdoucích kroků, které budou jednotlivě popsány.



Obrázek 7 Posloupnost kroků realizace metody SMED (Košturiak, 2010, s. 98)

Identifikace úzkého místa

Obecně řečeno, pro implementaci metody SMED je vybírán proces z hlediska pracnosti a náročnosti nejsložitější a dochází zde k častému přetypování. Pravděpodobně se bude jednat o nejvíce vytížené místo v rámci celého výrobního procesu. (Kormanec, Boledovič a Višňanský, 2008, s. 27)

Tvorba videozáznamu přetypování

S využitím techniky pro pořízení videozáznamu bude natočen celý proces přetypování. To znamená pořídit záznam všech vykonávaných úkonů pracovníků podílejících se na přetypování. Pro usnadnění následující analýzy je vhodné, aby byl videozáznam opatřen i komentářem jednotlivých činností. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 215)

V případě složitějšího přetypování, které se týká například celé linky, je důležité naplánovat tvorbu videozáznamu tak, aby byl natočen celý proces. V takových případech může dojít k nedostatku technických prostředků. Situaci lze vyřešit klasickou formou snímkování práce za pomoci stopek, kde jsou jednotlivé činnosti zaznamenávány do předem připravených formulářů. (Kormanec, Boledovič a Višňanský, 2008, s. 29)

Analýza videozáznamu přetypování

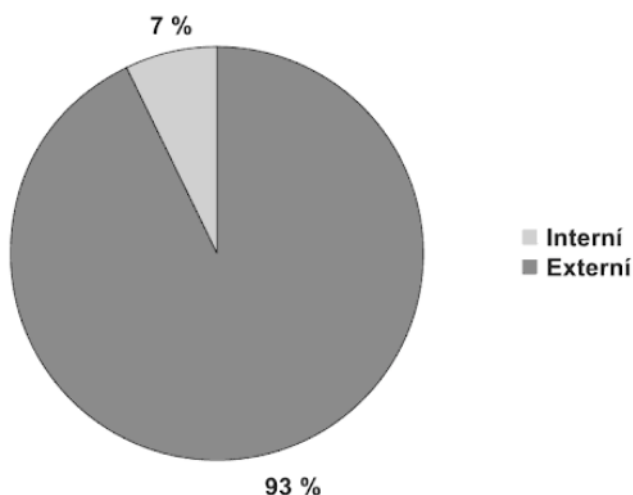
Principem je postupné promítání videozáznamu a zaznamenávání jednotlivých úkonů do předem připraveného formuláře. Je nutné vždy zaznamenat alespoň délku trvání, počet pracovníků podílejících se na operaci a také uvést, zda se jednalo o interní nebo externí činnost. Pro přehlednost je dobré zaznamenat podíl interních a externích činností do grafu. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 216)

Firma:				Přetypování z produktu: Hřebet nástavce nízký 85 sdružený formát 2	Datum/Čas: 24.06.06	Počet prac.	Druh činnosti	Poznámka (možnost zlepšení...)
Středisko:				Přetypování na produkt: Strop nástavce 85	Snímkoval: LB, PK			
Zařízení: 1. Vrtačka				Norma přetypování:	Směna: Ranní			
Pracovníci:								
P.č.	Čas			Operace/činnost	Použité nářadí, pomůcky,...	1/2/3		
	Od	Do	Rozdíl			E/1		
				1. Vrtačka		1		
	0:00:00	0:00:08	0:00:08	Sklopení pásů		1		
	0:00:08	0:00:31	0:00:23	Odstranění vrchních přítlačných patek (2 ks)		1		
	0:00:31	0:00:41	0:00:10	Uvolnění vrtáků a suportů		1		
	0:00:41	0:00:47	0:00:06	Odsunutí pohyblivé části		1		

Obrázek 8 Příklad záznamového formuláře (Košturiak, 2010, s. 99)

Interní činnosti – takové, kdy je zapotřebí zastavit stroj a tím pádem tedy nemůžeme vyrábět. (Kaizen – cesta ke štíhlé a flexibilní firmě, str. 78)

Externí činnosti – převážně přípravné a dokončovací, které se dějí v době, kdy stroj běží. Tedy žádným způsobem neovlivňují jeho chod. (Bauer, 2012, s. 78)

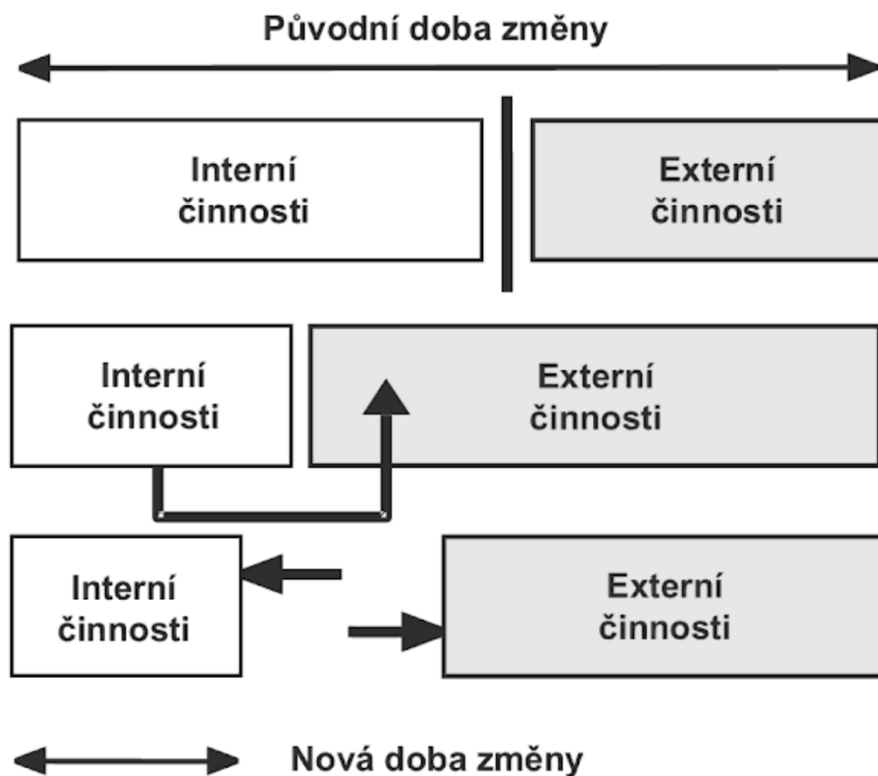


Obrázek 9 Příklad rozdělení interních a externích činností (Košturiak, 2010, s. 99)

Realizace metody SMED

Na základě analýzy videozáznamu jsou navrženy kroky pro zefektivnění procesu přetypování. Jde o postupné procházení SMED formuláře a nacházení opatření, které mohou zlepšit současný způsob vykonávání přetypování. Pro lepší pochopení vzájemných souvislostí může být současně přehráván i videozáznam. Jako vodítko pro identifikaci příležitostí může sloužit hledání přidané hodnoty oproti plýtvání, porovnávání interních versus externích činností nebo prozkoumání současné technologie stroje pro případné technické úpravy. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 217)

Je žádoucí snaha o převedení co největšího množství interních činností na externí, případně eliminovat činnosti v maximálním možném rozsahu. Tím je umožněno zkrácení celkového času přetypování. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 216)



Obrázek 10 Realizace metody SMED (Košturiak, 2010, s. 200)

Realizace nápravných opatření

Jednotlivé návrhy na zlepšení jsou zaznamenávány do checklistu, který slouží jako podpora pro dosažení požadovaného výstupu. Jeho obsahem může být kromě navrhovaného zlepšení také zodpovědná osoba a termín, kdy se má zlepšení zavést. (Kormanec, Boledovič a Višňanský, 2008, s. 32)

Trénink nového přetypování

Trénink nového přetypování se provádí převážně proto, aby se ověřila jeho použitelnost praxi. Jsou zkoumány logické návaznosti činností a také navrhované pomůcky nebo přípravky. Je měřen čas jednotlivých činností a na závěr jsou navrženy korekce případných nedostatků. (Kormanec, Boledovič a Višňanský, 2008, s. 33)

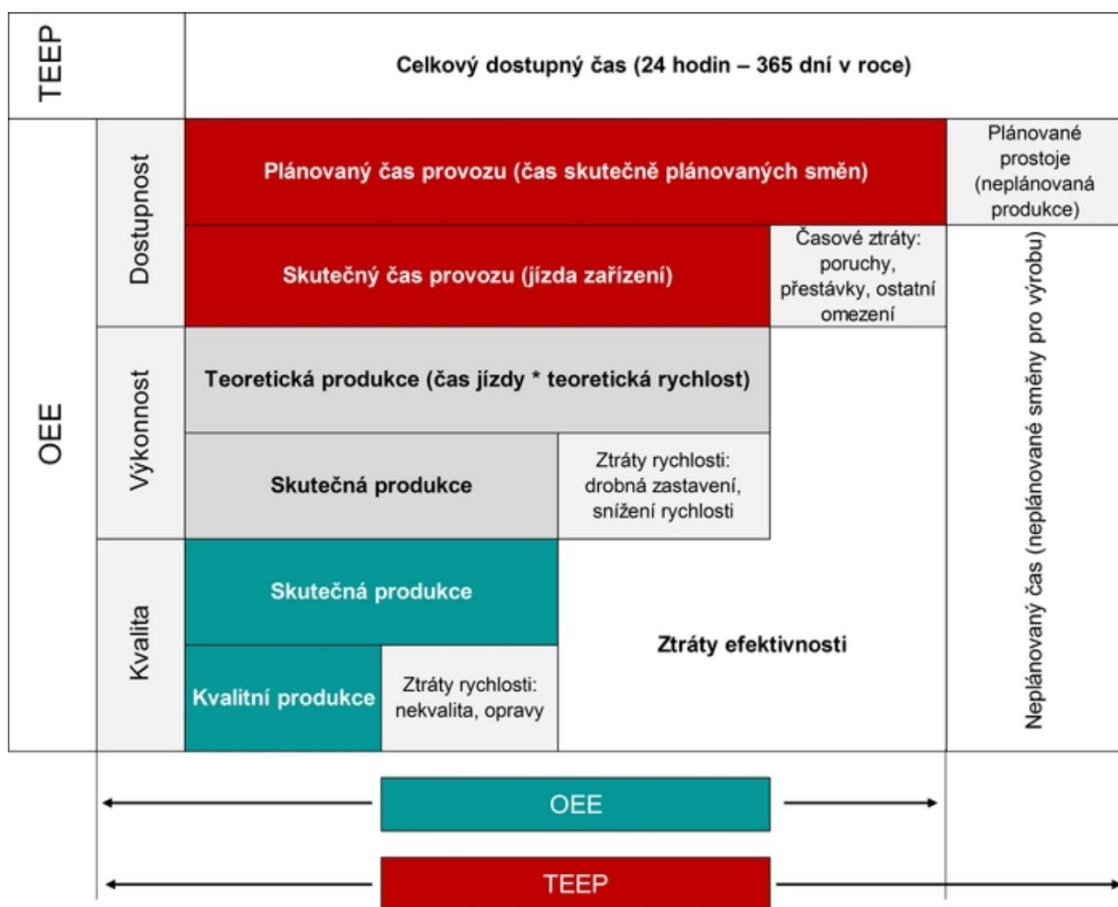
V průběhu tréninku si mohou také operátoři vyzkoušet jednotlivé kroky tzv. „nanečisto“ a tím je možné následně zefektivnit implementaci přímo do ostrého provozu. (Kormanec, Boledovič a Višňanský, 2008, s. 33)

Standardizace a vizualizace

Zde dochází k ke standardizaci navrhovaného a ověřeného postupu předchozím tréninkem. To znamená, že tento postup bude jednotně vykonávám všemi operátory napříč směny. Základem je vytvoření jednoznačného standardu, který v sobě bude obsahovat veškeré důležité informace potřebné pro jeho vykonávání s patřičnou vizualizací pro lepší pochopení a orientaci. (Kormanec, Boledovič a Višňanský, 2008, s. 37)

3.3 OEE (Celková efektivita zařízení)

Zkratka vznikla z anglického Overall Equipment Effectiveness. Je to ukazatel, který se zabývá měřením výkonnosti strojů a obvykle bývá zahrnut do metody TPM. Ideálního stavu je možné dosáhnout, když stroj pracuje naprosto bez chyby a jakékoli časové ztráty. V takovém případě ukazatel OEE dosahuje prakticky nedosažitelných 100 %. (Hamel a O'Connor, 2017, s. 90)



Obrázek 11 Schéma OEE (Dlabač a Pavelka, 2018)

Znázornění tohoto ukazatele bývá zaznamenáváno v procentech. Zpravidla je možné říci, že čím vyšší hodnoty dosahuje, tím lepší je výkonnost měřené jednotky. Ukazatel může mít vliv na strategické výsledky podniku, a právě proto bývá manažery ve velké míře využíván. Za předpokladu nízké hodnoty OEE lze očekávat výskyt některé z forem plýtvání v dané oblasti nebo u daného stoje. (Saha, Syamsunder a Chakraborty, 2016, s. 3)

Protože celkový výstup procesu bývá limitován jeho úzkým místem, proto právě zde dochází často k měření OEE. Je možné jej měřit téměř za libovolné časové období, denně, týdně nebo například za směnu. Nastavení správné hodnoty ukazatele záleží vždy na specifických podmínkách společnosti. Obecně však lze říci, že z hlediska dlouhodobého měření by měl být ukazatel OEE alespoň 85 % nebo vyšší. V takových případech je možné hovořit o těch nejlepších, avšak průměrná hodnota tohoto ukazatele bývá přibližně 50 %. (Hamel a O'Connor, 2017, s. 91)

3.3.1 Výpočet OEE

Existují různé způsoby výpočtu OEE. Některé z nich jsou však jednodušší a praktičtější než jiné. V literatuře se můžeme převážně setkat s druhem výpočtu, který popisuje následující tabulka. (Roser, 2016)

Klasický způsob výpočtu

Tabulka 1 - Výpočet OEE (Saha, Syamsunder a Chakraborty, 2016, s. 6)

OEE faktor	Vzorec
Dostupnost	$\frac{\text{Skutečná doba provozu zařízení}}{\text{Očekávaná doba provozu zařízení}}$
Výkon	$\frac{\text{Celkový počet vyrobených kusů} \times \text{Plánovaná délka výroby na kus}}{\text{Skutečná doba provozu zařízení}}$
Kvalita	$\frac{\text{Počet vyrobených kusů v odpovídající kvalitě}}{\text{Celkový počet vyrobených kusů}}$
OEE	$\text{Dostupnost} \times \text{Výkon} \times \text{Kvalita}$

Tento přístup je poměrně složitý, a proto má mnohem vyšší pravděpodobnost vzniku chyby. Vzorec je náchylný k chybám nejen proto, že existuje více výpočtových kroků, ale také proto, že je nutné věnovat pozornost tomu, kdy použít do výpočtu celkový čas nebo pouze

čas, kdy je stroj skutečně spuštěn, kdy používat všechny vyrobené kusy a kdy použít jen ty v odpovídající kvalitě. (Roser, 2016)

Štíhlý způsob výpočtu

Pokud je zapotřebí pouze ukazatel OEE, je mnohem jednodušší způsob, jak jej vypočítat. Jedním z nich je poměr dobrých vyráběných dílů a počet dílů, které mohly být vyrobeny. OEE je možné vypočítat podobně také pomocí času. Dělením doby trvání, která je potřebná pro výrobu dle dané normy celkovým časem, který byl ve skutečnosti zapotřebí. (Roser, 2016)

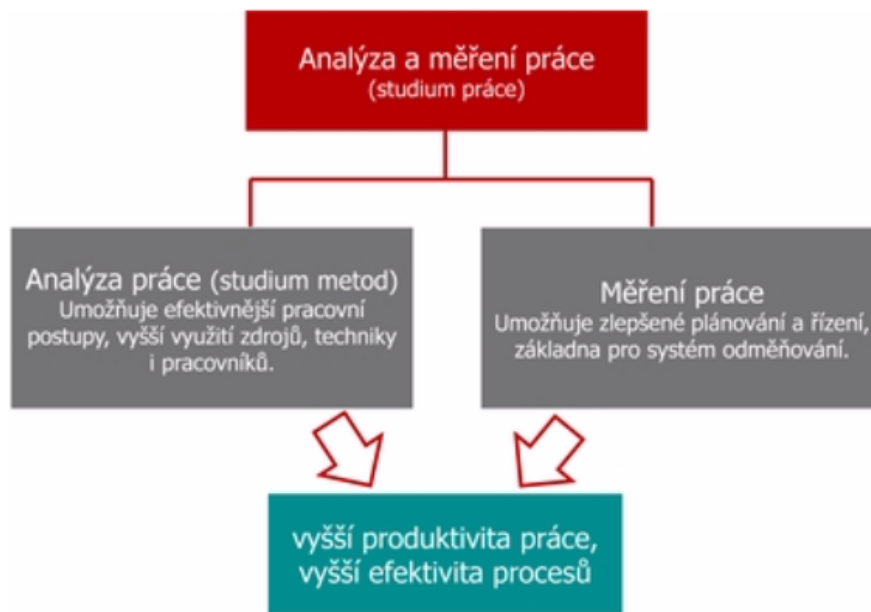
Tabulka 2 Štíhlý způsob výpočtu OEE (Roser, 2016)

OEE	Jednotka	Vzorec
Pomocí kusů	Kusy	$\frac{\text{Kusy v odpovídající kvalitě}}{\frac{\text{Plánovaný čas pro výrobu}}{\text{Cyklový čas}}}$
Pomocí času	Čas	$\frac{\text{Dobré kusy} \times \text{Cyklový čas}}{\text{Celkový čas potřebný pro výrobu}}$

3.4 Analýza a měření práce

Tyto metody patří k jedněm ze základních pro budování maximální produktivity na pracovišti. Pomáhá eliminovat neefektivní činnosti v průběhu téměř jakékoli činnosti. (Vytlačil a Mašín, 1998, s. 379)

Jde o systematický postup zkoumání jednotlivých kroků a způsobu, jakým je práce aktuálně vykonávána. Analýza a měření práce je nevyhnutelné k tomu, aby bylo možné identifikovat případné nedostatky a na jejich základě odhadnout potenciál na zlepšení. (Chromjaková a Rajnoha, 2011, s. 78)



Obrázek 12 Analýza a měření práce (Dlabač, 2017)

Aby systém analyzování a měření práce fungoval co možná nejlépe, měl by obsahovat (Višňanský, Krišťák a Kysel', 2010, s. 7):

- Metody stanovení, udržení a změn časových standardů
- Metody průmyslového inženýrství pro neustálé zlepšování
- Způsob sdílení pracovních a časových standardů

3.4.1 Důvody k využití

Existuje několik důvodů, proč by měla být analýza a měření práce součástí téměř každého výrobního podniku. Podnik by se tedy neměl spoléhat pouze na kvalitu jejich odhadu o trvání stanovených činností. V první řadě se jedná o zjednodušení a zefektivnění práce, jelikož se jedná o relativně lehké metody. Úspory a z použití metod jsou viditelné téměř ihned a rovněž mohou přispět také ke zvýšení bezpečnosti na pracovišti. Je možné vydefinovat normy, které pak slouží ke kalkulacím, plánování či odměňování. Dalších z výhod může být široká využitelnost v oblastech, jako jsou výroba, logistika a administrativa. (Krišťák, 2017))

3.4.2 Pracovní čas a jeho spotřeba

Úkolem každé společnosti v této oblasti by mělo být co nejvíce se přiblížit na tzv. základní pracovní čas všech pracovních úloh. Jedná se o čas, který už není možné dále redukovat.

V praxi hraje roli velké množství nepříznivých faktorů, které není možné eliminovat vždy v plném rozsahu. (Višňanský, Křišťák a Kysel', 2010, s. 7)

3.4.3 Studium metod

Analýzu práce je také možné nazývat výrazem studium metod. Jde o techniku, která slouží k rozčlenění jednotlivých operací a pracovních postupů na menší celky pro následnou analýzu a kritické zhodnocení. (Pivodová, 2016)

Konkrétněji je možné studium metod rozčlenit do následujících kroků (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 90):

- Výběr operace pro studium
- Zjištění potřebného množství faktů o metodě
- Kritické zhodnocení získaných faktů
- Navržení nápravného opatření
- Zavedení a standardizace opatření
- Kontrola dodržování standardu a neustálá snaha jej zlepšovat

3.4.4 Měření práce

Jde o techniky využívané především pro určení spotřeby času. Za hlavní kritérium je považován poměr produktivního a neproduktivního času. Jiným slovy, času, kdy vzniká přidaná hodnota a času, kde přidaná hodnota nevzniká. Mezi čas nepřidávající hodnotu je možné řadit například prostoje, přestávky a další. (Tuček a Bobák, 2006, s. 111)

Měření práce je možné rozdělit na dvě základní skupiny (Dlabač, 2015):

- Přímé – jde o nejjednodušší podobu měření, kdy ve většině případů postačí k provedení metody stopky, tužka a papír
- Nepřímé – jde o sofistikovanější metodu měření, kdy bývá využíváno speciálních softwarů či speciálně vyvinutých aplikací

Mezi dvě v praxi nejčastěji používané metody patří snímek pracovního dne a snímek operace. (Dlabač, 2015)

4 PROJEKTOVÝ SYSTÉM PŘI ZLEPŠOVÁNÍ PROCESŮ

Projektový systém je možné charakterizovat jako soubor pravidel, postupů a metod využívaných ke směřování společného úsilí s cílem dosáhnout požadovaného výsledku ve stanoveném čase a s omezenými zdroji. (Doležal, 2016, s. 16)

4.1 Projektové řízení

Pro projektové řízení je charakteristické využití právě systémového přístupu a plánování v čase. Základem projektového řízení je využití týmové práce pro docílení lepších výstupů než v případě skupiny individualit. (Doležal, 2016, s. 16)

Tabulka 3 Základní projektové pojmy (Doležal a Krátký, 2017, s. 17)

Projekt	Soubor úkolů sloužící k dosažení stanovených cílů
Projektové řízení	Metody a nástroje pro řízení a úspěšné dokončení projektu
Cíl projektu	Požadovaný stav, kterého chce společnost díky realizaci projektu dosáhnout
Přínosy	Předpokládané užitky, které se mají dostavit při úspěšném ukončení projektu
Výstupy	Jasně definované výsledky aktivit, etap nebo projektu
Riziko	Nejistota spojená s neúspěšnou realizací, která může mít dopad na chod společnosti
Zdroje	Finance, zařízení, lidé, infrastruktura
Aktivita	Jednotlivé úkoly realizované během projektu, výsledkem jsou výstupy

4.1.1 Projektové role

V rámci projektového řízení se rozlišují tyto role:

Sponzor projektu

Obecně řečeno, jde o člověka z managementu, který musí mít dostatečně velké kompetence na to, aby mohl provádět podniková strategická rozhodnutí. Jeho úkolem je zprostředkovávat aktuální dění vedení společnosti. Nese zodpovědnost za smysluplnost celého projektu. (Doležal a Krátký, 2017, s. 18)

Zadavatel projektu

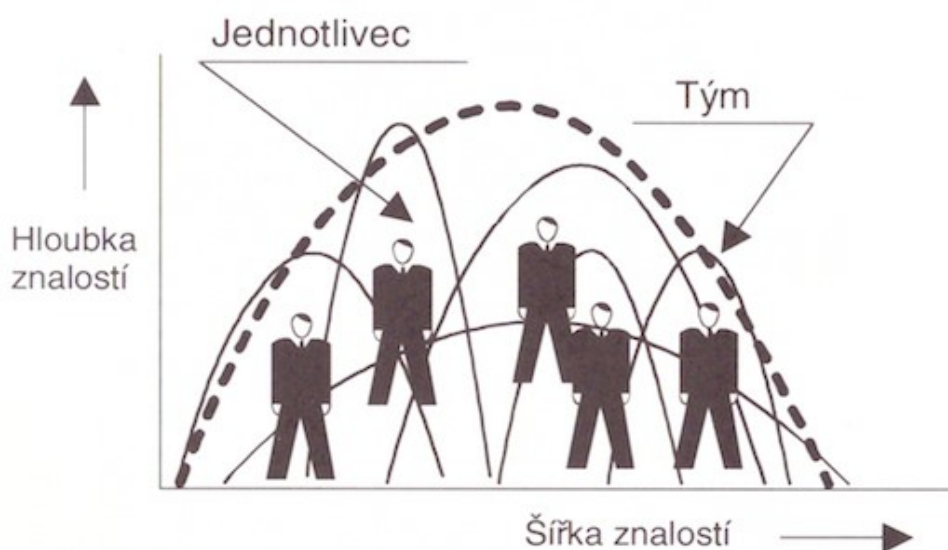
Obvykle je zadavatelem projektu podnik jako takový. Stanovuje požadavky a také následně hodnotí jeho výsledky. (Doležal a Krátký, 2017, s. 18)

Manažer projektu

Rolí manažera projektu je starat se o to, aby bylo dosaženo předem definovaných cílů. Zodpovídá za správné fungování projektového týmu a také ho koordinuje. Řeší případné nejasnosti nebo problémy a pravidelně reportuje aktivity sponzorovi projektu. (Doležal a Krátký, 2017, s. 20)

Garant výstupu

Má zodpovědnost za včasné provedení naplánovaných aktivit v požadované kvalitě. Podává informace o aktuálním stavu. (Doležal a Krátký, 2017, s. 19)



Obrázek 13 Týmová spolupráce (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 197)

4.1.2 Fáze řízení projektu

Řízení projektů je možné rozčlenit do následujících fází:

Zahájení projektu

Fáze se zabývá tvorbou konkrétního zadání projektu, jehož součástí by měli být konkrétní cíle a důvody pro realizaci projektu. Dále by neměl chybět časový rámeček a dostupné zdroje, kterou jsou v rámci realizace projektu k dispozici. (Doležal a Krátký, 2017, s. 20)

Při stanovování cílů projektu je využívána metoda označovaná zkratkou SMART. Její název je složen z počátečních písmen jednotlivých zásad v anglickém jazyce. Zásady jsou následující (Vytlačil a Mašín, 1998, s. 316):

- Specifický (Specific) – jasný cíl v požadovaném čase, množství a kvalitě
- Měřitelný (Measurable) – každý cíl má svou měřitelnou jednotku výkonu
- Přijatelný (Acceptable) – cíl je pro podnik přijatelný a zaměstnanci by měli vyjádřit svůj souhlas
- Reálný (Realistic) – stanovený cíl je dosažitelný
- Sledovatelné (Trackable) – cíl je možné průběžně sledovat

Plánování projektu

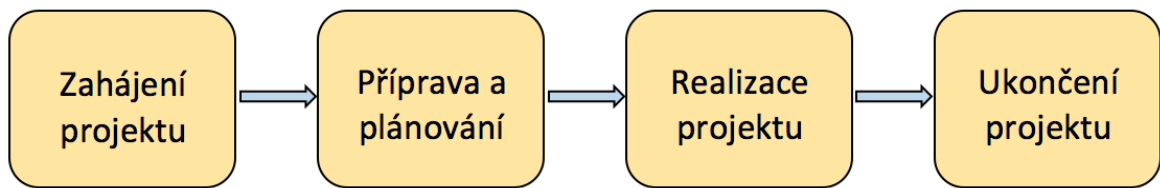
Obvykle je plán sestaven manažerem a dále je schválen sponzorem a zadavatelem. Je důležité stanovit konkrétní objem zdrojů nezbytných pro realizaci projektu, způsob realizace a kontroly. Musí být přesně stanoven rámeček, co bude v rámci projektu řešeno. (Doležal a Krátký, 2017, s. 21)

Realizace projektu

Jsou realizovány dílčí činnosti projektovým týmem, které jsou následně kontrolovány určenými členy týmu. Aby bylo docíleno splnění definovaných cílů, projektový manažer řeší vzniklé problémy a snaží se minimalizovat případná rizika. (Doležal a Krátký, 2017, s. 21)

Ukončení projektu

V poslední fázi se hodnotí a porovnávají konečné výstupy a jsou srovnávány s původně definovanými cíli. Je vhodné zrekapitulovat celkový průběh a zamyslet se, zda není prostor pro případná poučení za účelem zlepšení realizace budoucích projektů. (Doležal a Krátký, 2017, s. 21)



Obrázek 14 Fáze řízení projektu (vlastní zpracování)

4.1.3 Často vyskytované problémy v rámci projektu

Mezi základní problémy je možné řadit:

Nedostatek lidských zdrojů

Je důležité, aby vedení podniku dostatečně chápalo význam plánovaného projektu a uvolnilo pro něj dostatečné množství lidských zdrojů. V praxi je možné setkat se situací, kdy je pro projekt vyčleněno příliš málo těchto zdrojů nebo bez dostatečné kvalifikace. (Doležal a Krátký, 2017, s. 22)

Nejednoznačné zadání

V průběhu první fáze může dojít k nekonkrétní definici zadání a tím celý projekt začne postrádat na kvalitě. Jeho výstupy nemusí být dostatečné na to, aby bylo docíleno požadovaného zlepšení. (Doležal a Krátký, 2017, s. 22)

Vztahy s nadřízenými

Je stěžejní, aby byly členům týmu přiděleny dostatečné kompetence, aby mohli vykonávat přidělené aktivity. Při nedostatečné podpoře managementu a neudělení těchto kompetencí může dojít ke zpomalení realizace, což může negativně ovlivnit celý projekt. (Doležal a Krátký, 2017, s. 22)

Neurčení změn

Při častých změnách, které se dějí v průběhu realizace, roste pravděpodobnost výskytu chyb a existuje možnost, že projekt nebude splněn ve stanoveném termínu. (Doležal a Krátký, 2017, s. 22)

4.2 Charakteristika úspěšného systému zlepšování

System úspěšného zlepšování si je možné představit jako souhrn pravidel a postupů, které mají za úkol napomoci přetvořit prvotní nápad na zlepšení a vytvořit ucelený koncept, který může být, v případě jeho realizace, přínosem pro společnost. (Boledovič et al., 2011, s. 20)

4.2.1 Základní předpoklady pro efektivní zlepšování

Záliba zeštíhlovat

Vedoucí pracovník by měl mít svým způsobem zálibu právě v zeštíhlování procesů. Obecně řečeno, by měla být v podniku snaha naplno využívat jeho potenciál. Práce všech by měla být uzpůsobena tak, aby byla pro jednotlivé zaměstnance obohacující a zároveň co nejvíce efektivní. (Mann, 2015, s. 216)

Dodržování úkolů

K dodržování předem zadaných úkolů je důležité přistupovat zodpovědně a dle předem stanovených pravidel a postupů. Pro plynulý průběh zeštíhlování je rovněž zásadní vyvíjet soustavnou snahu mít úkoly dostatečně propracované s ohledem na podnikové zásady. (Mann, 2015, s. 216)

Učení se

Především u projektového manažera je velká výhoda učit se z předešlých projektů a tím zvyšovat efektivitu a předcházet potenciálním rizikům v plánovaných projektech. Zkušenosti také mohou posloužit pro výběr správného postupu a zvolení nejvhodnějších metod. (Mann, 2015, s. 216)

Projektové myšlení

Vedoucí projektu a také jeho tým by měl porozumět globálnímu konceptu zeštíhlování a mít jasnou představu, jak je možné tento koncept ve společnosti realizovat. Je důležité v dostatečné míře chápat jeho smysl a přínosy, kterých je možné dosáhnout. (Mann, 2015, s. 216)

Firemní kultura

Mluvit o společnosti jako o „naší“ může mít příznivý vliv na atmosféru, která v podniku panuje. Informace by neměly být podávány formou příkazu a zaměstnanci by měli mít pocit, že jejich práci napomáhá k budování něčeho smysluplného a neslouží jen jako splnění rozkazu nadřízeného. (Mann, 2015, s. 216)

4.2.2 Motivace a podpora ve zlepšování

Je důležité zabránit tomu, aby pracovníci vnímali zlepšování jako nezbytně nutnou činnost pouze pro uspokojení těch, kteří to po nich vyžadují. To může způsobovat, že realizovaná zlepšování jsou úspěšná pouze na papíře, protože pracovníci nechápou přínosy, které může zlepšení přinést nejen společnosti, ale jim samotným. (Chromjaková, 2013, s. 61)

Podpora managementu

Při zavádění systému zlepšování je zapotřebí informovat zaměstnance podniku o této potřebě a dostatečně jim osvětlit její důvody. Zaměstnanci musí vědět, že zlepšování je dobré nejen pro společnost jako takovou, ale rovněž pro ně samotné. Musí být definovány jasné cíle a prostředky, kterými bude zlepšení dosaženo. (Chromjaková, 2013, s. 102)

Dalším úkolem managementu je zajistit dostatečnou podporu pro nepřetržité fungování procesu zlepšování a jeho pravidelná kontrola. Je zapotřebí nastavit systém odměňování za nápady ke zlepšení a jejich realizaci a zaměstnance, kteří stojí za největšími úspěchy náležitě vyzdvihnout. (Chromjaková, 2013, s. 102)

Tabulka 4 Základní předpoklady pro vedení týmu (Chromjaková, 2013, s. 102)

Osobní předpoklady	Odborné znalosti
Asertivní chování	Znalost principů štíhlé výroby
Ochota komunikovat a řešit problémy	Znalosti v oblasti plýtvání
Schopnost motivovat	Znalost metod Kanban, SMED, TPM, ...
Kreativita	

Nefinanční motivace

Motivování zaměstnanců je nezbytnou součástí. Nefinanční motivace zahrnuje několik různých oblastí. Jednou z nich je přístupnost manažera k novým změnám. Měla by být vynaložena snaha zapojit všechny pracovníky do procesu zlepšování a organizovat meetingy k podpoře zlepšování. (Košturiak a Gregor, 2002, E / 4-1)

Finanční odměna za zlepšování

Patří mezi klasické metody odměňování z materiálních a finančních přínosů pro společnost. Tato forma motivace však někdy není schopna ohodnotit snahu autora a jeho podíl na celkové realizaci. (Boledovič et al. 2011, s. 33)

4.2.3 Vizualizace

Cíle vizualizace ve zlepšování

Jde především o to informovat pracovníky o záměrech a aktuálních výsledcích. Tímto způsobem je vizualizace obecně využitelná nejen ve zlepšování, ale i v jiných oblastech. Také bývá využívána při potřebách informovat o určitých problémech nebo naopak o nápravných opatřeních v procesech. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 25)

Nástroje k vizualizaci

Příkladem nástrojů pro vizualizaci mohou být například vizualizační tabule, informační brožury, firemní noviny, intranetová síť a KPI Tree. (Košturiak, 2010, s. 55)

Vizualizační tabule jsou používány například přímo ve výrobě pro informování pracovníků o problémech a zlepšování. (Boledovič et al. 2011, s. 35)

Informační brožury slouží jako prostředek, který informuje o pravidlech a způsobech, jakým je standardně zlepšování ve společnosti prováděno. (Boledovič et al. 2011, s. 35)

Firemní noviny mohou zviditelnit ta nejlepší zlepšení a vyzdvihnout tak jejich autory. Také informují o novinkách ve společnosti v oblasti zlepšování. (Boledovič et al. 2011, s. 36)

Intranetová síť shromažďuje výsledky všech zlepšení a může sloužit například jako inspirace pro další zlepšování. Rovněž zabraňuje vzniku duplicit při realizaci nových. (Boledovič et al. 2011, s. 36)

KPI Tree znázorňuje propojení strategických cílů a aktuálních aktivit, včetně probíhajících projektů a jejich ukazatelů. Usnadňuje kontrolu, zda zlepšovací procesy napomáhají ke splnění strategických cílů. Zaměstnanci jsou díky němu schopni jasně pochopit, jaký smysl mají jednotlivé aktivity a jakým způsobem se podílí na naplnění cílů. (Smith, 2013, s. 38, 40)

4.3 Metody využívané v projektovém systému

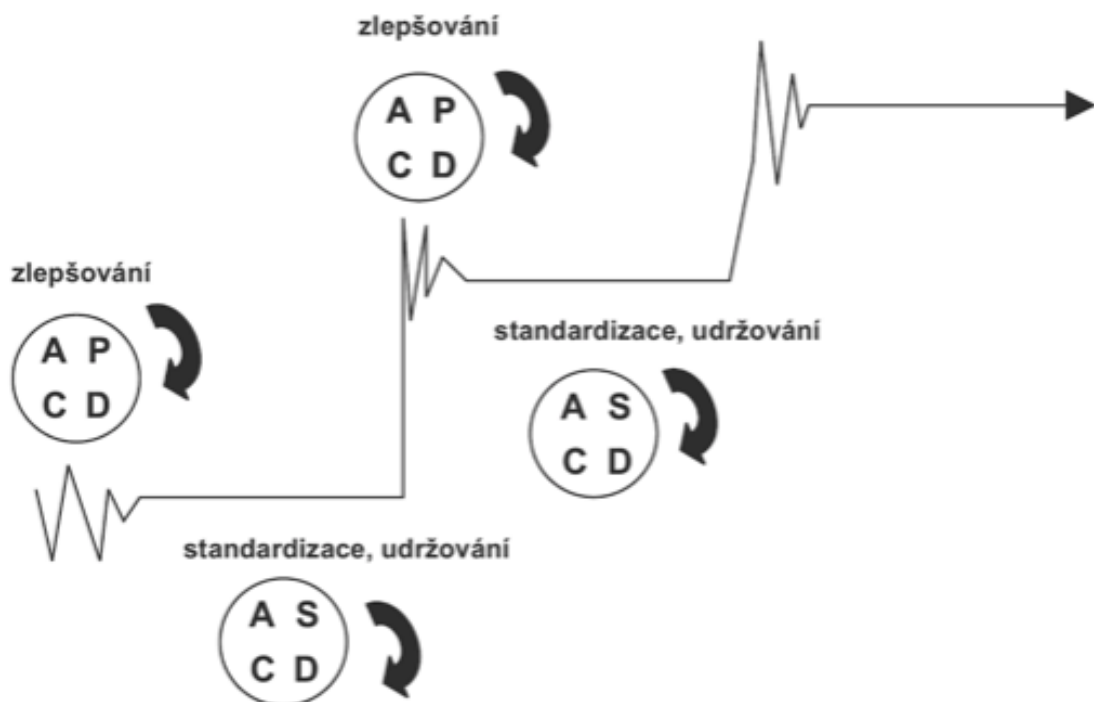
V rámci projektového systému je možné využít cyklus PDCA nebo metodu DMAIC.

4.3.1 PDCA

Jedná se cyklus, který je možné použít pro všechny typy zlepšovacích procesů. Jde o sled logicky uspořádaných fází směřujících ke zlepšení. Při využívání cyklu je základní poučkou klást velký důraz na soustavnost a důslednost. Je kladen důraz na dodržení návaznosti jednotlivých fází. V opačném případě by mohlo dojít k rapidnímu snížení funkčnosti celého cyklu s potenciálním dopadem na celý projekt. (Imai, 2004, s. 75)

Název PDCA vznikl z počátečních písmen anglických názvů jednotlivých fází cyklu: P – Planning (1. fáze), D – Doing (2. fáze), C – Checking (3. fáze), A – Acting (4. fáze). (Imai, 2004, s. 76)

Obvykle dochází ke kombinování cyklu PCDA s cyklem SDCA. Plánování je zde nahrazeno standardizací. Výhodou je, že zlepšení, kterého bylo docíleno pomocí PDCA se stanoví jako standard a tím se stává tento proces změny nevratný a je na něj v budoucnu možno navázat. (Imai, 2004, s. 78)



Obrázek 15 Cyklus PDCA a SDCA ve zlepšování procesů (Košturiak, 2010, s. 48)

4.3.2 DMAIC

Metoda DMAIC je zaměřena na řešení problémů s širokým uplatněním, nejen v oblasti výroby. Je rozčleněna do pěti na sebe navazujících fází. Pomocí předem definovaných kroků je možné díky této metodě přistoupit ke zlepšování procesů, produktů, či služeb. (George, 2010, s. 1)

Jde o metodu, za jejíž pomoci je možné monitorovat celkový průběh projektu. Rovněž napomáhá ke zlepšování způsobu práce a k výběru těch nejvhodnějších nástrojů pro danou etapu řešení pro docílení stanoveného výsledku. (Töpfer, 2008, s. 12)

Jak již bylo zmíněno, metoda je strukturovaná do pěti na sebe logicky navazujících fází. Každá z nich je zaměřena na dosažení, udržení a maximalizaci úspěchu. Název metody byl vytvořen z počátečních písmen názvů jednotlivých metod v anglickém jazyce. (Töpfer, 2008, s. 12):

1. Definuj (Define)
2. Měř (Measure)
3. Analyzuj (Analyze)
4. Zlepši (Improve)
5. Kontroluj (Control)

Pro docílení co možná nejlepších výsledků je možné metodu neustále opakovat. Každá z fází má své specifické cíle, které vymezují činnosti a na ty se zaměřují jednotlivé kroky. (Svozilová, 2011, s. 91)

Definuj (Define)

V úvodní fázi jsou definovány cíle projektu a jeho rozsah. Klíčové je stanovit výstupy projektu a jednoznačně popsat stav, kterého má být dosaženo. Je zde popsán proces zlepšování a vytvořen plán obsahující jednotlivé činnosti za účelem dosažení požadovaného stavu. Je nezbytné, aby zadání projektu bylo jasně a podrobně popsáno. Jeho rozsah by měl být takový, aby ho bylo možné řešit v rámci jednoho projektu. Jsou zformovány projektové týmy a vybráni jednotliví členové, kterým jsou určeny role a zodpovědnosti. Konečným výstupem této fáze je pak srozumitelné zadání a jasně definované cíle. (Svozilová, 2011, s. 91)

Pro zaznamenávání jednotlivých náležitostí projektu je často využíván projektový list, jinak řečeno tzv. Project Charter. Jde o dokument, do kterého jsou shromažďovány všechny nezbytné informace pro realizaci projektu a jeho úspěšné dokončení. Jeho obsahem mohou být následující části (Swinney, 2013):

- **Název projektu** – projekt má být pojmenován správným popisným názvem, aby ho bylo možné jasně identifikovat a rychle se zorientovat na základě klíčových slov a frází.
- **Vedoucí projektu** – je to osoba, která za celý projekt zodpovídá a koordinuje ho. Management i ostatní pracovníci pak přesně vědí, za kým mají přijít v případě dotazů, nejasností nebo problémů.
- **Mentor/Master** – obvykle se jedná o osobu, která má v dané oblasti značné zkušenosti. Je důležitá v případě, kdy ani vedoucí projektu není schopen vyřešit nastalou situaci. Úkolem této osoby je zabezpečit funkčnost projektu.
- **Datum zahájení projektu** – využívá se především pro účely dokumentace. Jde o konkrétní datum, kdy se formálně začalo na projektu pracovat.
- **Předpokládaný konec projektu** – trvání projektu by mělo všem zúčastněným poskytnout dostatečný čas pro jeho realizaci a úspěšné dokončení s ohledem na aktuální situaci, pracovní zátěž, plány dovolené a podobně.
- **Popis problému** – jde o popsání problému, který je v rámci projektu řešen a je tedy vynakládána snaha na jeho eliminaci a na zlepšení současného stavu. Je zapotřebí sepsat přesné důvody, které vedou k realizaci projektu.
- **Cíle projektu** – jsou zde popsána očekávání od projektu. Pro správné nastavení cíle je vhodné například využít metodu SMART.
- **Stanovení metrik měření** – jakým způsobem bude měřeno plnění jednotlivých cílů a celková efektivita.
- **Členové týmu** – sepsání všech členů, kteří na projektu spolupracují a definování každému jeho roli v týmu.

Měř (Measure)

Primárním cílem v této fázi je získat informace o současném stavu. Před samotným sbíráním dat je nejprve nutné stanovit si způsob, jakým budou data sbírána. Hned v úvodu je zapotřebí si říci, zda zvolený způsob měření je schopný poskytnout požadované údaje s odpovídající přesností a je za shodných podmínek opakovatelný. V případě, že některá z podmínek nebude splněna, musí se zjistit, jestli a jakým způsobem bude ovlivněna kvalita měření a zda

to ovlivní jeho kvalitu nebo proveditelnost projektu. Je žádoucí vytvořit plán jednotlivých aktivit, kdy a za jakých okolností bude měření probíhat. Výsledkem této fáze by měl být zmapovaný proces a získání potřebných údajů o problému. (Svozilová, 2011, s. 93)

Nepostradatelnou částí v této fázi je taky potřeba ověření, jestli výstup ze zkoumaného procesu vyhovuje požadavkům zákazníka, případně jako měrou jsou požadavky splněny. (Bertels, 2003, s. 204)

Pro lepší znázornění a pochopení celého procesu je vhodné využít například procesní mapu. Jde o vizuální znázornění jednotlivých kroků v procesu. Umožňuje jasně znázornit smysl celého procesu, a tak částečně pomáhá zabránit časovým ztrátám a zbytečnému úsilí. (Andersen a Galloway, 2008, s. 3)

Průběh fáze je možné sepsat do několika následujících bodů (Bertels, 2003, s. 204):

- Kontrola systému měření s cílem získání relevantních dat
- Definice metrik a shromáždění potřebných dat
- Zjištění vzniku všech možných variant v rámci měřeného procesu
- Stanovení schopnosti uspokojovat potřebu zákazníka

Analyzuj (Analyze)

Tato fáze je v praxi nejvíce náchylná na zbytečné urychlení, jinak řečeno podnik jí nevěnuje dostatečnou pozornost. V některých případech ji mají projektové týmy dokonce přeskočit, což může zabránit zjištění skutečných příčin problémů. K jejich odhalení se využívá například metoda brainstorming. (GoLeanSixSigma, ©2017)

Dochází k podrobnější analýze dat získaných v minulé fázi. Je klíčové, aby došlo ke zjištění hlavních příčin problémů a byla navržena a schválena nápravná opatření k jejich eliminaci bez možnosti opakování. (Svozilová, 2011, s. 96-97)

Pro zjištění nejzávažnějších příčin problémů bývá využívána tzv. analýza příčin a následků, zkráceně FMEA. Jde o specifikaci možných chyb vzhledem k jejich významu, pravděpodobnosti a odhalitelnosti. (Burieta, 2007)

Metoda je obvykle realizována ve čtyřech fázích (Burieta, 2017):

1. Analýza současného stavu
2. Hodnocení současného stavu
 - a. Význam – stanovuje se podle toho, jak vada ovlivňuje celý proces
 - b. Výskyt – s jakou pravděpodobností se vada objevuje
 - c. Odhalitelnost – v jaké míře vedou kontrolní opatření k odhalení
 - d. MRP – rizikové číslo získané součinem
3. Návrh preventivních opatření
4. Hodnocení stavu po preventivních opatřeních

Zlepšuj (Improve)

Opět je zde využívána metoda brainstormingu, kdy na samém začátku je nejprve zapotřebí stanovit to řešení, které nejlépe eliminuje hlavní problémy. Před zahájením implementace v plném rozsahu je vybrané řešení následně testováno ve zkušebním provozu a jsou hodnoceny jeho výsledky. Zkušební provoz je prováděn především z důvodu vyhledání nejvhodnějšího nastavení, které musí být současně zohledněno ve zdrojích a zásadách společnosti. (WhatIsSixSigma, ©2017)

Kontroluj (Control)

Cílem fáze je zajistit, aby zlepšení zrealizovaném v předchozím kroku byly dlouhodobě udržovány. Je zapotřebí zvolené řešení standardizovat a dostatečně proškolit všechny zaměstnance, kterých se zlepšení týká. Součástí musí být dostatečná dokumentace a zvolení správných metrik pro soustavnou kontrolu a plán aktivit, které budou realizovány v případě, že nebude dosahováno odpovídajících výsledků. (Wiesenfelder, 2013)

Součástí standardizace by měla být vytvořena nebo v případě menších změn alespoň aktualizována procesní mapa pro zohlednění implementovaných změn. Může být využita jako podklad pro školení zaměstnanců, které může probíhat nejen teoretickou formou, ale také přímo na pracovišti, což může urychlit pochopení změn. (Wiesenfelder, 2013)

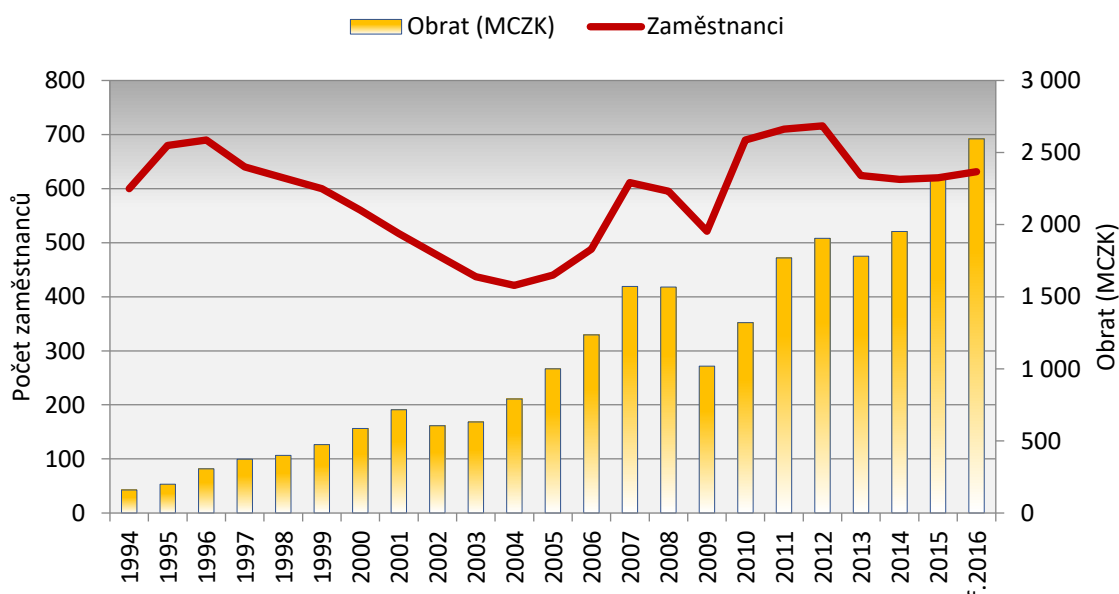
II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PŘEDSTAVENBÍ SPOLEČNOSTI

Název společnosti, jak je znám dnes, vzniknul spojením dvou značek, Dormer Tools a Pramet Tools. První jmenovaná se zabývá výrobou monolitních rotačních nástrojů a druhá je specialistou na destičkové nástroje. Ke spojení těchto značek došlo v roce 2014. Spojením tedy vznikla společnost s jednotnou platformou, která je schopná svým zákazníkům nabídnout vysoce kvalitní monolitní i destičkové nástroje. Pod prodejní značkou je Dormer Pramet je možné nalézt širokou škálu produktových řad pod jednotlivými produktovými značkami.

Tato diplomová práce bude realizována ve společnosti s původním názvem Pramet Tools se sídlem v Šumperku. Dřívější název byl odvozen od technologie, která je ve společnosti využívána – PRÁšková METalurgie. K založení došlo již v roce 1951. Jak již bylo řečeno, společnost se specializuje na vývoj a výrobu destičkových nástrojů za využití slinutých karbidů.

V oblasti vyměnitelných břitových destiček má Dormer Pramet svou působnost především ve střední a východní Evropě. V Šumperku má společnost k dispozici přibližně 13500 m² výrobní plochy a zaměstnává zhruba 600 zaměstnanců a průměrně je schopen vyrobit více než 20 milionů destiček ročně.



Obrázek 16 Vývoj ročního obrátu a počtu zaměstnanců v jednotlivých letech ve společnosti (interní zdroje)

Společnost, díky svému aktivnímu přístupu k inovacím, neustále přichází s novými produkty. To dokazují produktové novinky, které společnost uvádí na trh dvakrát ročně.

5.1 Produktové portfolio

Jednotlivé produkty je možné rozčlenit do následujících oblastí:

Soustružení

V oblasti soustružení společnosti nabízí vyměnitelné břitové destičky, držáky pro vnitřní i vnější soustružení a také soustružnické nástroje pro těžké hrubování, zapichování, upichování a kopírování.

Frézování

Nabízený sortiment zahrnuje frézy s vyměnitelnými břitovými destičkami pro běžné operace, kterými jsou drážkování, závitování nebo boční i čelní frézování. V případě operací s velkým úběrem materiálu společnosti nabízí sortiment monolitních karbidových fréz.



Obrázek 17 Vyměnitelné břitové destičky (interní zdroje)

Obrábění otvorů

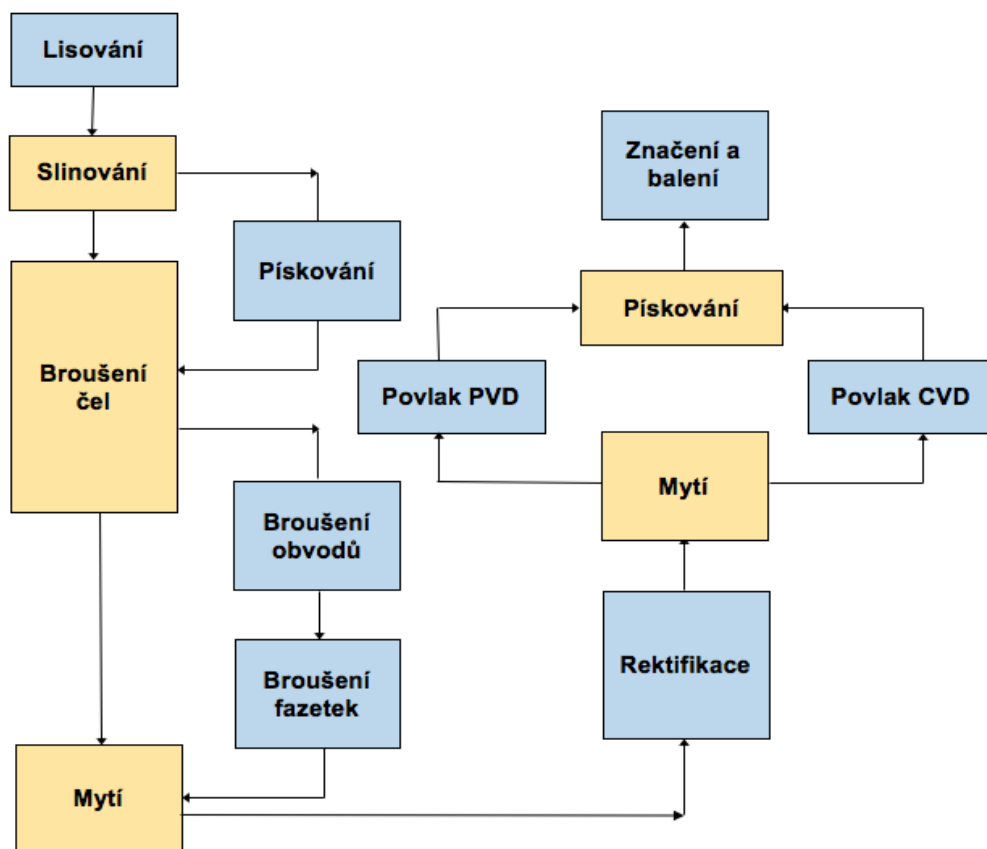
Oblast zahrnuje nejen nástroje pro samotné vyvrtávání, ale také nástroje pro dokončovací operace za účelem zvýšení kvality otvorů.

Upínací nástroje

Do sortimentu společností patří nejrůznější druhy upínacích systémů, které slouží pro výše jmenované skupiny nástrojů, tedy frézování, soustružení a obrábění otvorů.

Speciální nástroje

Společnost také zaměstnává tým designérů, jehož úkolem je vytvářet nástroje na míru, a to od návrhu až po ostré finální nasazení.



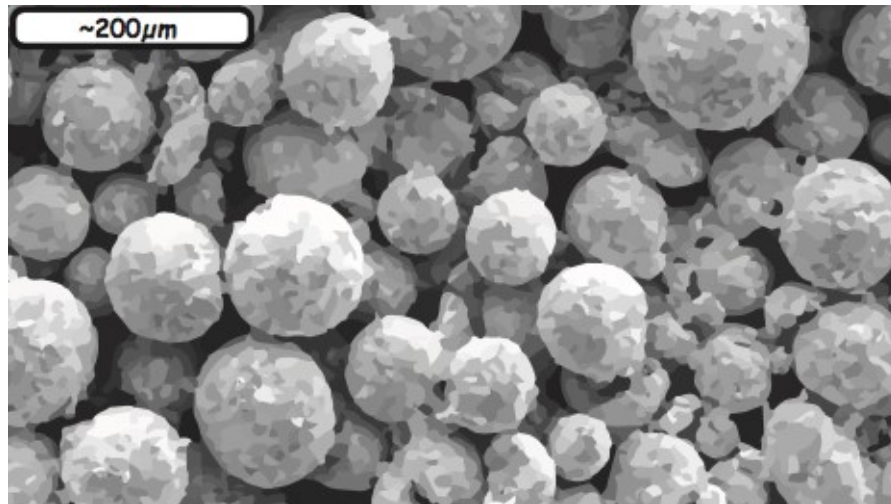
Obrázek 18 Proces výroby vyměnitelné břitové destičky (vlastní zpracování)

5.2 Popis pracoviště lisovny

Místo realizace diplomové práce je právě pracoviště lisovny. Lisování je první výrobní operací při výrobě vyměnitelných břitových destiček ze slinutého karbidu.

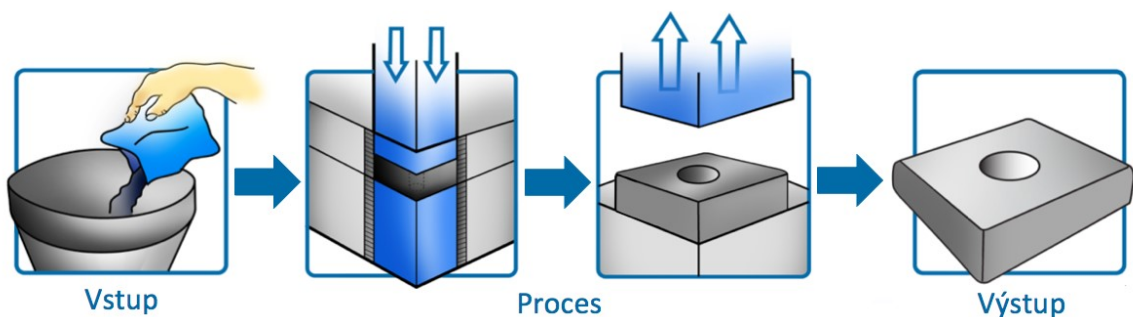
5.2.1 Výrobní proces lisování

Vstupem do procesu je tvrdokovový prášek, který se převážně skládá z karbidu, wolframu, kobaltu a pojících plastifikátorů, které jsou v průběhu lisování vypařovány, díky zvyšující se teplotě.



Obrázek 19 Tvrdokovový prášek pod mikroskopem (interní zdroje)

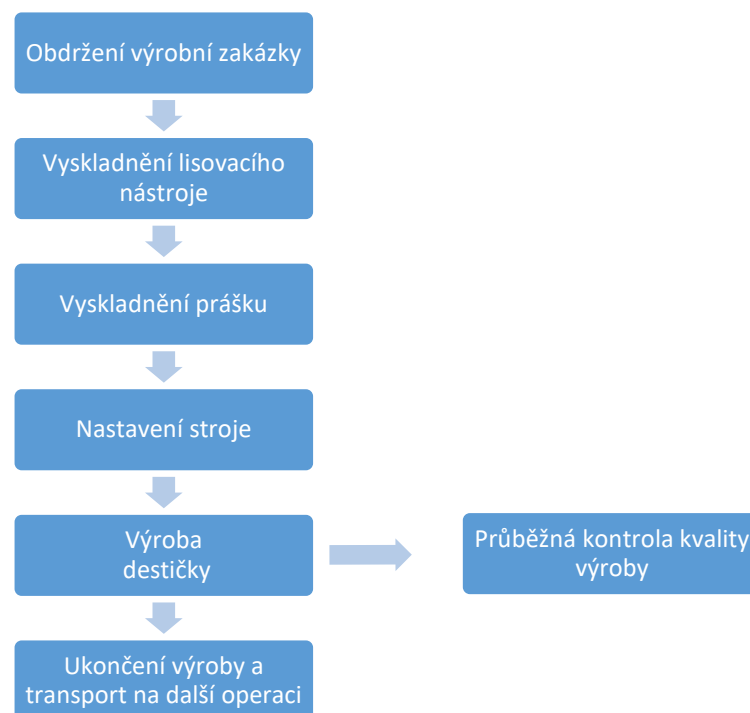
Při procesu lisování je prášek plněn do násypky, ze které je následně nasypán do komory matrice a poté stlačen horním a spodním razníkem. Při tomto procesu nedochází žádným způsobem k chemickým či organickým reakcím, přesto kvůli přítomnosti kobaltu, probíhá přísná kontrola, kdy podnikové normy jsou nastaveny daleko pod hranicí hygienických norem České republiky.



Obrázek 20 Proces lisování (interní zdroje)

Lisování je prováděno na elektrických lisech operátory. Celý výrobní proces začíná tím, že operátor obdrží výrobní zakázku, kde jsou uvedeny všechny požadované kvalitativní a rozměrové parametry výrobku a stroje, na kterých má být daný výrobek vyráběn, včetně všech pomocných výrobních přípravků a také údaje o typu prášku, který má být pro výrobu použit. Následně si operátor vyskladní potřebné lisovací nástroje ze skladu lisovacích nástrojů a pak vyskladní materiál ze skladu prášků. Dalším krokem je seřízení stroje pro daný typ výrobku, kde operátor nastavuje stroj a také se uskuteční ověření, pomocí předepsaných kontrolních metod, že výrobek splňuje všechny předepsané parametry. Po ukončení nastavení stroje následně dochází již k samotnému procesu lisování. Po jeho ukončení je celá

vyrobená zakázka transportována přímo operátorem na další výrobní operaci. Při tomto úkonu musí operátor také provést administrativní kroky, kdy je potřeba nahlásit do firemního informačního systému, že vyskladnil razník a prášek ze skladu, začal pracovat na vybrané zakázce a také nahlásit začátek a konec času seřizování. Zároveň zadává zahájení výroby, respektive strojního času, jež je ukončen po vyrobení celé dávky zakázky. Operátor také v průběhu výroby kontroluje průběžně předepsané požadavky na kvalitu, podle interních pravidel společnosti pro měření kvality.



Obrázek 21 Schéma postupu při procesu lisování (vlastní zpracování)

Procesem lisování prochází všechny výrobky a je tudíž klíčovým vstupem pro navazující výrobní procesy.

5.2.2 Výrobní zařízení

Výrobky jsou vyráběny na elektrických lisech od švýcarského dodavatele, značky Osterwalder. Na pracovišti se nachází celkem šest identických lisů od tohoto výrobce, na kterých jsou výrobky lisovány. Obsluha je prováděna operátory. Údržba strojů je rozdělena na autonomní

(prováděnou operátory) a profesní, která se dělí dále na mechanickou a elektro údržbu (prováděna oddělením centrální údržby). Stroje dokáží pracovat v automatickém režimu, jelikož jsou osazeny robotem pro manipulaci s odlisovanými výrobky, který je ukládá na paletky a zároveň obsahuje i dva zásobníky na prázdné paletky a paletky s vyrobenými kusy. Obsluha operátora je však nezbytná pro seřízení stroje při jeho přetypování na jinou výrobní zakázku, doplňování prázdných a odebírání plných paletek ze zásobníku stroje a také pro průběžnou kontrolu kvality vyrobených kusů. Při zjištění nedostatků s kvalitou výrobku, zejména nevyhovující rozměrové parametry, je zapotřebí okamžitá korekce a doladění parametrů výrobního programu ve stroji, tak aby došlo k neodkladnému zamezení výroby neshodných výrobků. Průběžná kontrola kvality výroby je prováděna operátory podle interního předpisu společnosti. Stroje umožňují vícestrojovou obsluhu, kdy jeden operátor může obsluhovat dva stroje, což je dáno interním technologickým předpisem.

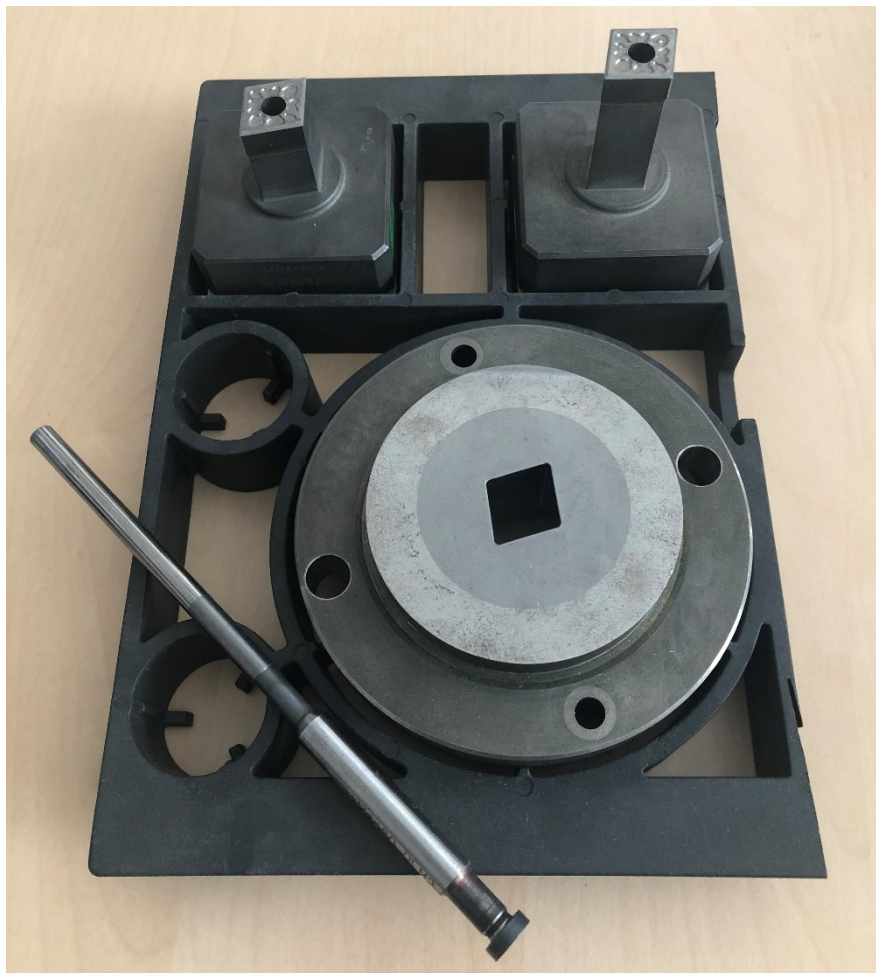


Obrázek 22 Lis Osterwalder (vlastní zpracování)

K samotné výrobě se používají pomocné výrobní přípravky, respektive lisovací nástroje, kterými je stroj před samotným zahájením výroby nutno osadit. Lisovací nástroj se skládá z:

- Spodní razník
- Horní razník
- Matrice
- Trn

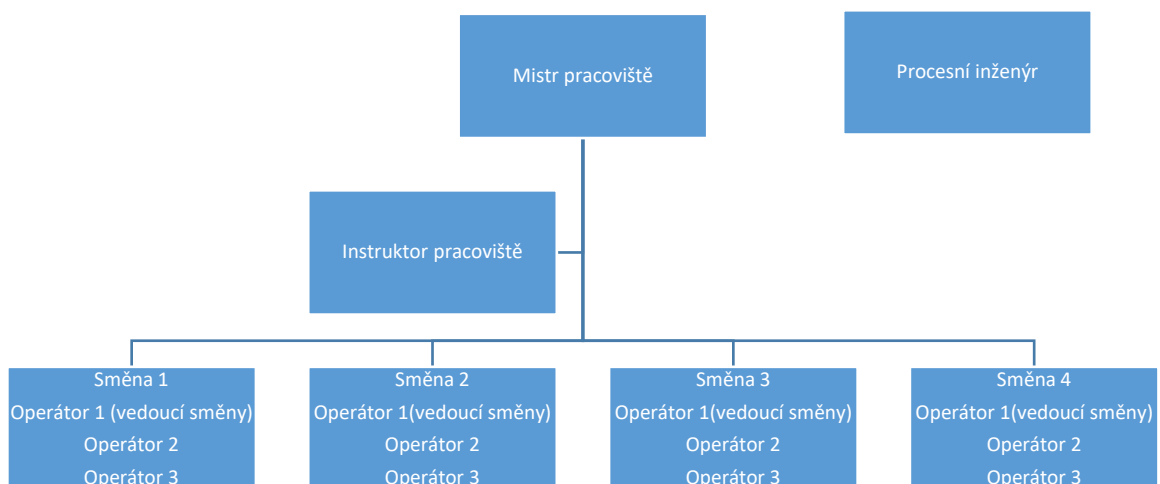
Lisovací nástroje jsou pak vždy specifické pro každý typ výrobku a jsou vyráběny interně přímo ve společnosti oddělením nástrojárny, kde probíhá také jejich obnova v případě poškození. Pro výrobu jsou vždy dostupné dva sady lisovacích nástrojů pro všechny typy výrobků tak, aby se zamezilo neplánované odstávce výroby, v případě poškození některé z částí lisovacího nástroje.



Obrázek 23 Lisovací nástroj (vlastní zpracování)

5.2.3 Lidské zdroje

Lisovna je zařazena do nepřetržitého směnového režimu, kdy na pracovišti se pracuje dvacet čtyři hodin, sedm dní v týdnu. Pracoviště Lisovny je řízeno mistrem, který podléhá přímo výrobnímu manažerovi společnosti. Mistr je přítomen na pracovišti po dobu pracovního týdne na ranní směně. Jeho hlavní činností je organizace práce na pracovišti, zajištění spotřebního materiálu a také další činnosti, zejména administrativní, například při komunikaci s oddělením výrobního plánování nebo personálním oddělením. Na pracovišti je také zřízena pozice instruktora, jehož hlavní náplní práce je seřizování lisů, seřizování problematických tvarů, průběžné prohlubování znalostí pracovníků, spolupráce s oddělením procesních inženýrů při lisování nových výrobků nebo zkouškách nových nástrojů, spolupráce při řešení technologických problémů a podpora kontroly dodržování technologie a kvality. Instruktor je přítomen vždy na ranní směně v pracovním týdnu.



Obrázek 24 Schéma organizace pracoviště (vlastní zpracování)

Na lisovně je celkem dvanáct operátorů, kteří pracují v nepřetržitém směnovém režimu. Tedy vždy tři operátoři na jedné směně. Každý operátor obsluhuje vždy dva lisy. Mezi jejich hlavní náplň práce patří výběr zakázek dle platného plánu, kontrola správnosti použitého lisovacího nástroje a prášku dle výrobního příkazu, autonomní údržba a čištění lisu, seřízení stroje, ukládání požadovaných hodnot a parametrů do informačního systému společnosti, kontrola kvality dle definovaných předpisů, dodržování pravidel BOZP a zejména pak zvýšená opatrnost při manipulaci s práškem. Na každé směně je určen vedoucí směny, jeden

z operátorů, který zajišťuje plynulý chod směny a dodržování výrobního plánu na nočních směnách a o víkendech.

Nepřetržitý provoz je zajištěn čtyřmi směnami. Každá ze směn pak pracuje v cyklu čtyř pracovních dní a čtyř dní volna, z nichž první dva dny jsou směny ranní, další dva dny směny noční, pak následují čtyři dny volna. Výše zmíněné platí pro všechny směny, které se na pracovišti střídají. Každá z pracovních směn trvá dvanáct hodin. Ranní směna začíná v šest hodin ráno a končí v šest hodin odpoledne a noční směna začíná v šest hodin odpoledne a končí v šest hodin ráno.

Tabulka 5 Ukázka směnového kalendáře (interní zdroj)

ÚNOR 2019	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Směna 1	R	R	N	N					R	R	N	N					R	R	N	N					R	R	N	N
Směna 2	N	N					R	R	N	N					R	R	N	N					R	R	N	N		
Směna 3					R	R	N	N					R	R	N	N					R	R	N	N				
Směna 4			R	R	N	N					R	R	N	N					R	R	N	N					R	R

Za proces lisování jako takový pak zodpovídá procesní inženýr, mezi jehož hlavní náplň práce patří zejména vytváření nových lisovacích programů pro stroje, spolupráce s oddělením výzkumu a vývoje při testování a zavádění nových výrobků a nových lisovacích nástrojů, tvorba technologických předpisů pro lisování, podpora při jejich zavádění a kontrola dodržování. Procesní inženýr také úzce spolupracuje s oddělením kvality.

5.3 Projektové zadání

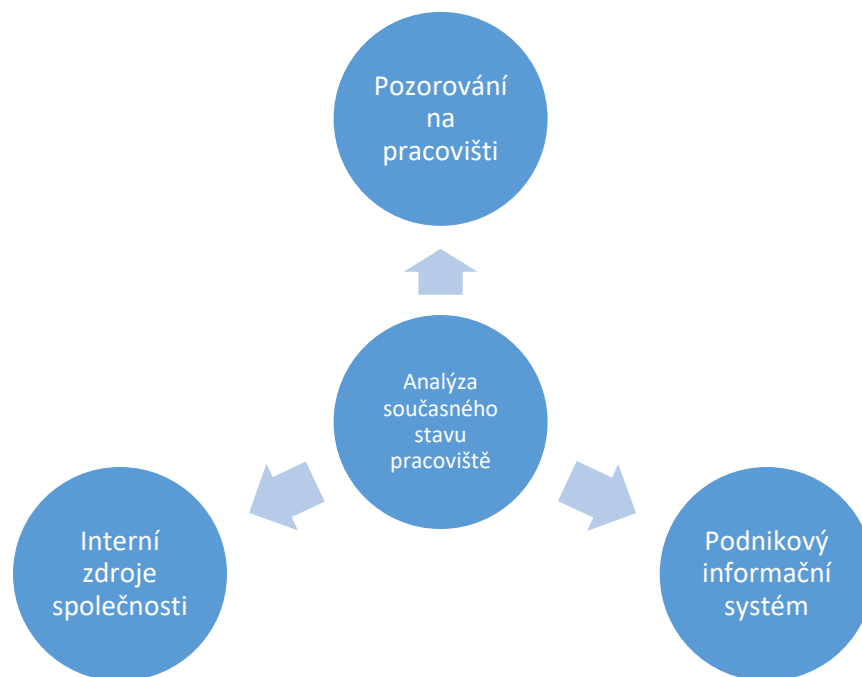
Požadavkem společnosti je zvýšení výrobního výstupu na lisovně o dvacet pět tisíc kusů týdně. Zároveň však společnost chce plně využít současných výrobních kapacit pracoviště bez investice do dalšího strojního zařízení nebo náborem dalších pracovníků.

Z tohoto požadavku vychází i tato diplomová práce, kdy její analytická a projektová část bude věnována řešení požadavku společností za pomoci analýzy současného stavu a návrhu konkrétních řešení a opatření pro zajištění zvýšení objemu týdenního výstupu na pracovišti. Analytická část diplomové práce vytvoří ucelený výchozí pohled na současný stav na pracovišti a definuje předpoklady pro zahájení projektu. Projektová část bude věnována návrhům a realizaci aktivit, vedoucích k eliminaci možného plýtvání a dosažení požadovaného výstupu.

6 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU PRACOVIŠTĚ

Tato část diplomové práce je zaměřena na analýzu současného stavu na pracovišti. Její výsledky poslouží jako podkladové materiály pro následnou projektovou část a projekt samotný tak, aby byl splněn požadavek společnosti na zvýšení výstupu pracoviště.

Cílem bude zajistit pomocí vybraných metod adekvátní data potřebná pro vytvoření uceleného a komplexního pohledu na stav, ve kterém se pracoviště nyní nachází. Vstupní informace pro analýzu budou získány z interních zdrojů společnosti, zejména půjde o výrobní technologické předpisy a standardy, dále informace z podnikového informačního systému a z vlastního pozorování na pracovišti. Následně budou takto získaná data prezentována všem zainteresovaným osobám, se kterými budou také diskutována.



Obrázek 25 Schéma analýzy současného stavu (vlastní zpracování)

Pro analytickou část a její vyhodnocení bude nezbytné získat zejména data z těchto oblastí:

- Současná kapacita pracoviště
- Instalovaná kapacita pracoviště
- Efektivita strojního zařízení
- Identifikace prostojů

Po získání, zpracování a vyhodnocení těchto dat budou navrženy jednotlivé konkrétní kroky pro zvýšení kapacity pracoviště.

6.1 Současná kapacita pracoviště

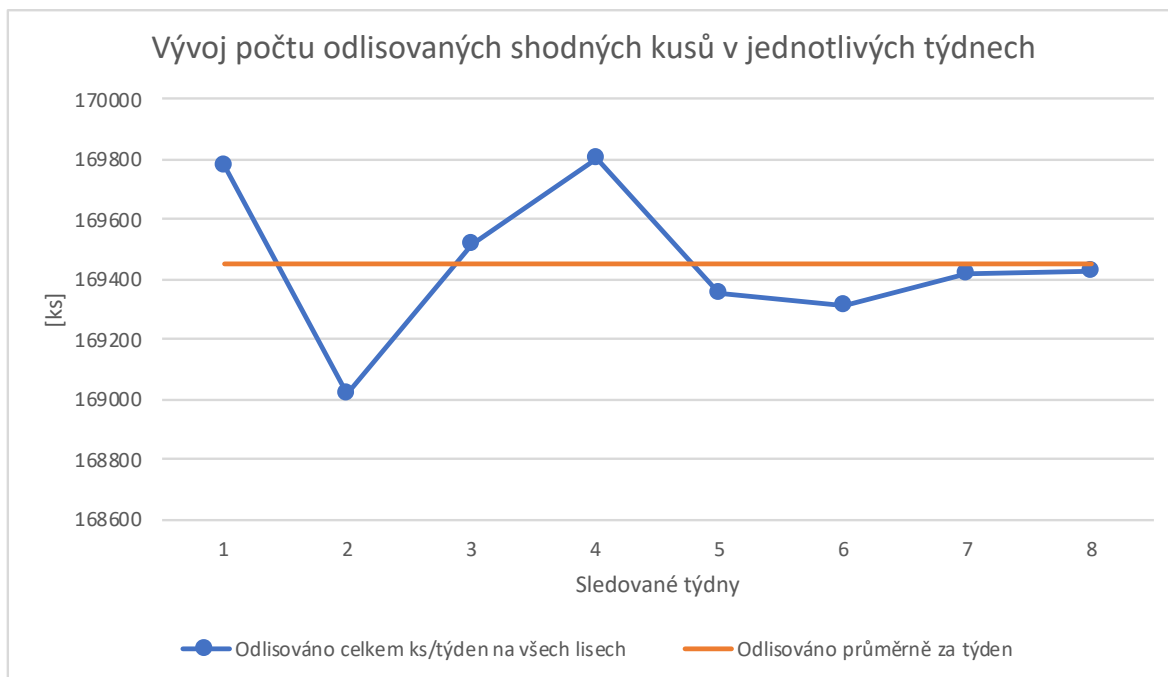
V této části je zapotřebí detailněji identifikovat skutečný výstup pracoviště a podrobit jej rozboru. Úkolem je zjistit, jaký je skutečný výstup u každého stroje za určité časové období. Tato data budou získána z podnikového informačního systému, kde je evidována veškerá odvedená výroba a je možné potřebná data, pomocí aplikace filtrů, získat přímo na konkrétní stroj. Jelikož v požadavku společnosti je zvýšit výstup za definované časové období, kterým je kalendářní týden, budou data zobrazena vždy po jednotlivých týdnech a přiřazena k jednotlivým strojům. Následně bude vytvořen i ucelený přehled za pracoviště.

Následující tabulka zobrazuje přehled o vyrobených kusech za týden na jednotlivých lisech Osterwalder za dobu osmi kalendářních týdnů. Je zde také znázorněno množství vyrobených zmetků, kdy při přepočtu vychází množství vyrobených zmetků na dvě celá sedm procenta z celkového objemu výroby.

Tabulka 6 Počet vyrobených kusů destiček na lisech (vlastní zpracování)

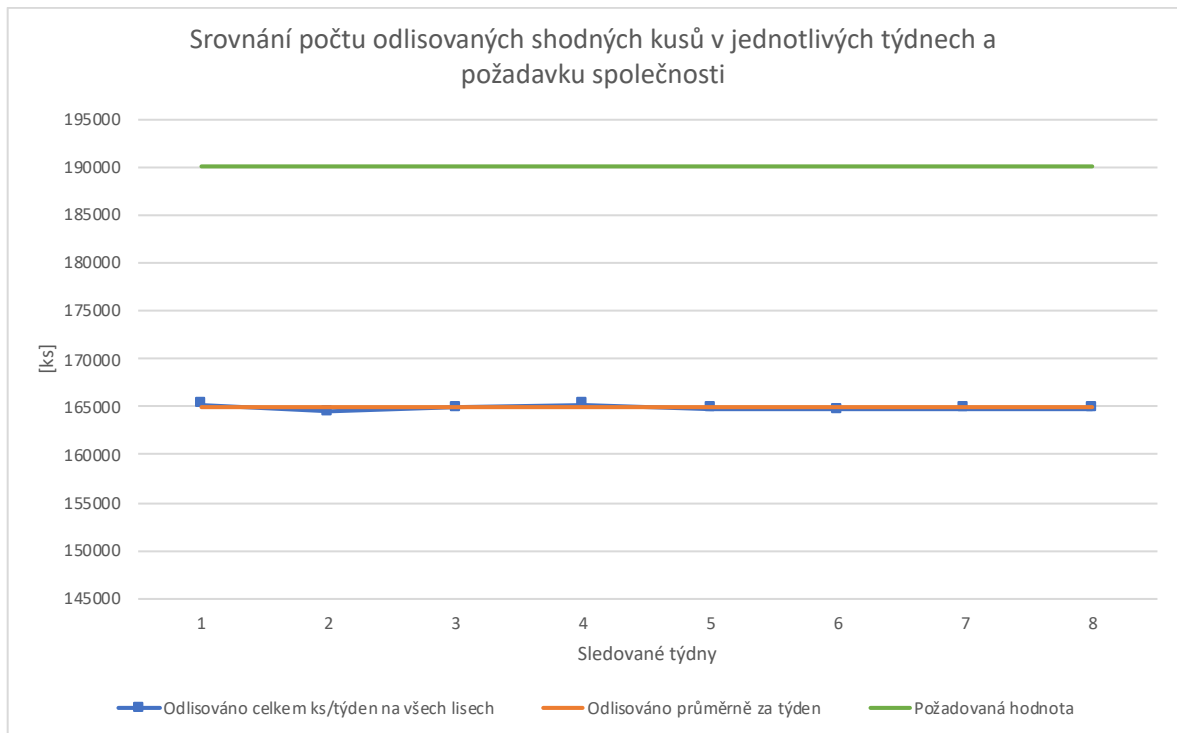
Stroj	Průměrný výstup jednotlivých strojů v ks/týden	Průměrný počet zmetků na stroji v ks/týden	Průměrný výstup jednotlivých strojů bez zmetků v ks/týden
Osterwalder 1	28092	758	27334
Osterwalder 2	28282	764	27518
Osterwalder 3	28199	761	27438
Osterwalder 4	28211	762	27449
Osterwalder 5	28366	766	27600
Osterwalder 6	28304	764	27540
Průměr	28242	763	27480

Graf níže obsahuje celkové množství shodných kusů destiček, které bylo vyrobeno v jednotlivých týdnech za analyzované období. Rovněž je znázorněna průměrná hodnota vyrobených kusů napříč všemi zkoumanými týdny.



Obrázek 26 Vývoj počtu odlisovaných shodných kusů v jednotlivých týdnech (vlastní zpracování)

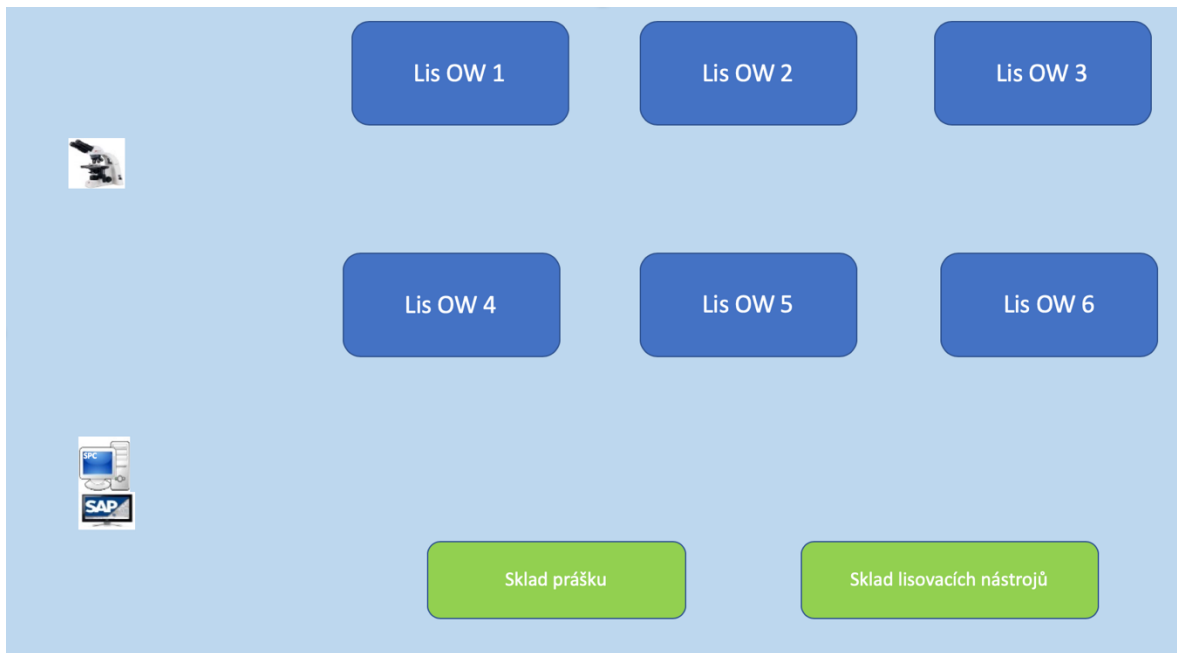
Z předchozí tabulky a grafu, které byly vytvořeny na základě dat z podnikového informačního systému, můžeme konstatovat, že týdenní výstup z lisovny dosahuje v jednotlivých týdnech podobného hodnoty. Úkolem je zajistit, aby se tento výstup za všechny stroje zvýšil v průměru o dvacet pět tisíc kusů týdně, což je dáno požadavkem společnosti. Po diskuzi s odpovědnými pracovníky, která byla vedena k tématu současného týdenního výstupu z pracoviště lisovny a po prezentaci získaných dat, bylo vedením společnosti odsouhlaseno, že požadovaný týdenní výstup bude navýšen na sto devadesát tisíc kusů. Hlavní cílem tedy bude naplnění tohoto požadavku, který je zanesen již do grafu níže.



Obrázek 27 Srovnání počtu odlisovaných shodných kusů v jednotlivých týdnech s požadavkem společnosti (vlastní zpracování)

6.2 Instalovaná kapacita pracoviště

Pro zjištění instalované kapacity pracoviště lisovny využijeme normu na kus pro výrobek, kterou stanovuje procesní inženýr pracoviště, na základě svých měření, kdy stanoví jejich průměr a připočítá směrodatnou odchylku tak, aby pokryl v případě potřeby technické zastarávání stroje. Tato norma nám definuje strojní čas a následně tak můžeme vypočítat potenciální možný výstup stroje, potažmo celého pracoviště za námi definované období, kterým je kalendářní týden. Od celkové času je nezbytné odečíst všechny plánované prostoje. Správnost normy bude ověřena pozorováním. Vypočítané hodnoty je pak možné porovnat se současnou kapacitou, respektive výstupem, který pracoviště lisovny produkuje.



Obrázek 28 Layout pracoviště lisovny (vlastní zpracování)

Norma je stanovena ve výši pět kusů za minutu. Její správnost byla ověřena pozorováním přímo na pracovišti u stroje pomocí stopek, kdy proběhlo měření výrobního cyklu na třech strojích, celkem na šesti různých výrobních zakázkách, kde na každé z nich bylo změřeno celkem po pěti kusech. Výrobní cyklus destičky ve stroji začíná vsypáním prášku do matrice, následuje stlačení prášku pomocí horního a spodního razníku, čímž se vytvoří výlisek, který je následně robotem umístěn na slinovací podložku. Jedná se o uzavřený výrobní cyklus, kdy ukončení jednoho cyklu znamená zároveň zahájení cyklu nového. Měrným bodem bylo odložení destičky na slinovací podložku.

Výsledné naměřené hodnoty byly zapsány do formuláře a následně byla vypočítána, kromě aritmetického průměru, také střední hodnota a směrodatná odchylka, jejíž hodnota ukazuje, že výrobní proces nevykazuje významné odchýlení a můžeme jej považovat za stabilní. Hodnoty zobrazuje tabulka níže a zároveň tímto můžeme potvrdit, že stanovená norma strojního času se dá považovat za shodnou s realitou.

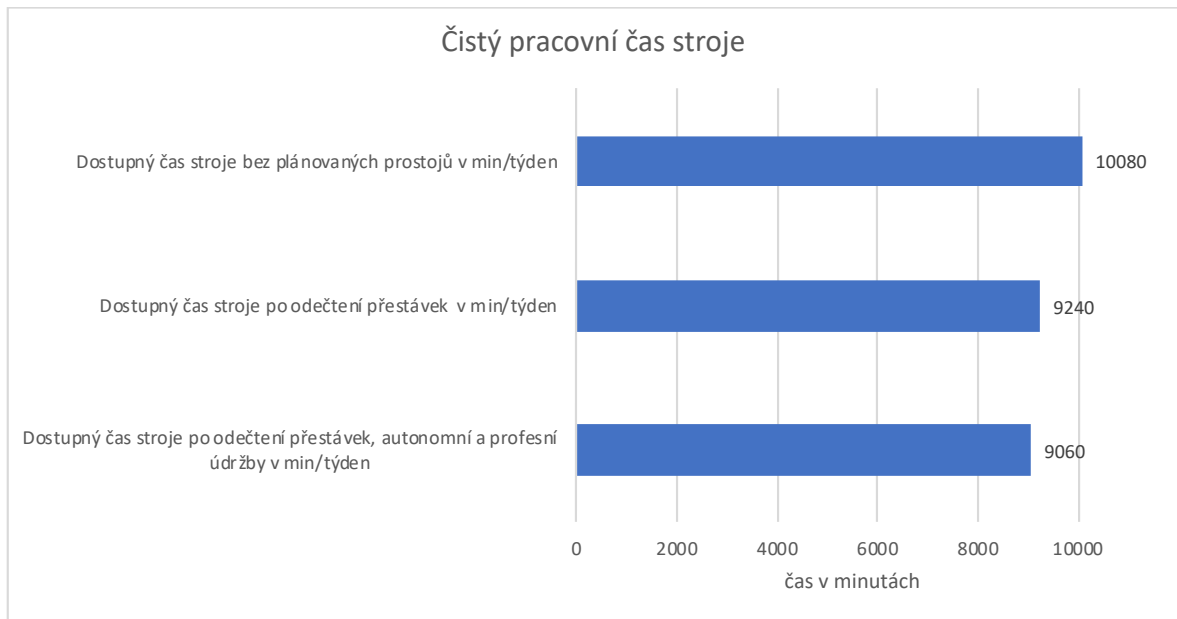
Tabulka 7 Měření strojního času (vlastní zpracování)

Pozorování		Osterwalder 1		Osterwalder 2		Osterwalder 3	
		zakázka 1	zakázka 2	zakázka 3	zakázka 4	zakázka 5	zakázka 6
vzorek	č. 1 (vteřina/kus)	11,89	11,86	11,97	11,89	11,9	11,78
	č. 2 (vteřina/kus)	12,09	11,8	11,95	11,92	11,98	12,03
	č. 3 (vteřina/kus)	11,88	11,85	11,78	11,9	11,8	11,95
	č. 4 (vteřina/kus)	11,95	11,92	12,11	12,08	12,09	11,85
	č. 5 (vteřina/kus)	11,91	12,06	11,97	11,88	11,81	11,91
Střední hodnota		11,91		Průměr naměřených hodnot		11,9253	
Směrodatná odchylka		0,0915					

Po ověření správnosti stanovené normy na kus je dalším krokem pro výpočet instalované kapacity pracoviště výpočet čistého výrobního času, který je k dispozici pro pracoviště lisovny. Výpočet vychází z toho, že na pracovišti je zaveden nepřetržitý provoz a z toho vyplývá, že teoreticky jsou stroje schopny pracovat dvacet čtyři hodin denně, sedm dní v týdnu. Od tohoto času je nezbytné však odečíst plánované prostoje, kterými jsou přestávky na oběd a autonomní a preventivní údržba stroje.

Po dobu přestávky na oběd jsou stroje vypnuty, což je dáno technologickým pokynem procesního inženýra pracoviště. Celkový dostupný výrobní čas pro jednu směnu je dvanáct hodin, ale každá směna má nárok na dvě přestávky v časovém rozsahu třiceti minut. Proto se směnový dostupný čas stroje pro jednu směnu sníží na jedenáct z původních dvanácti hodin. Z týdenního dostupného času stroje pak přestávky odeberou celkem čtrnáct hodin, respektive osm set čtyřicet minut.

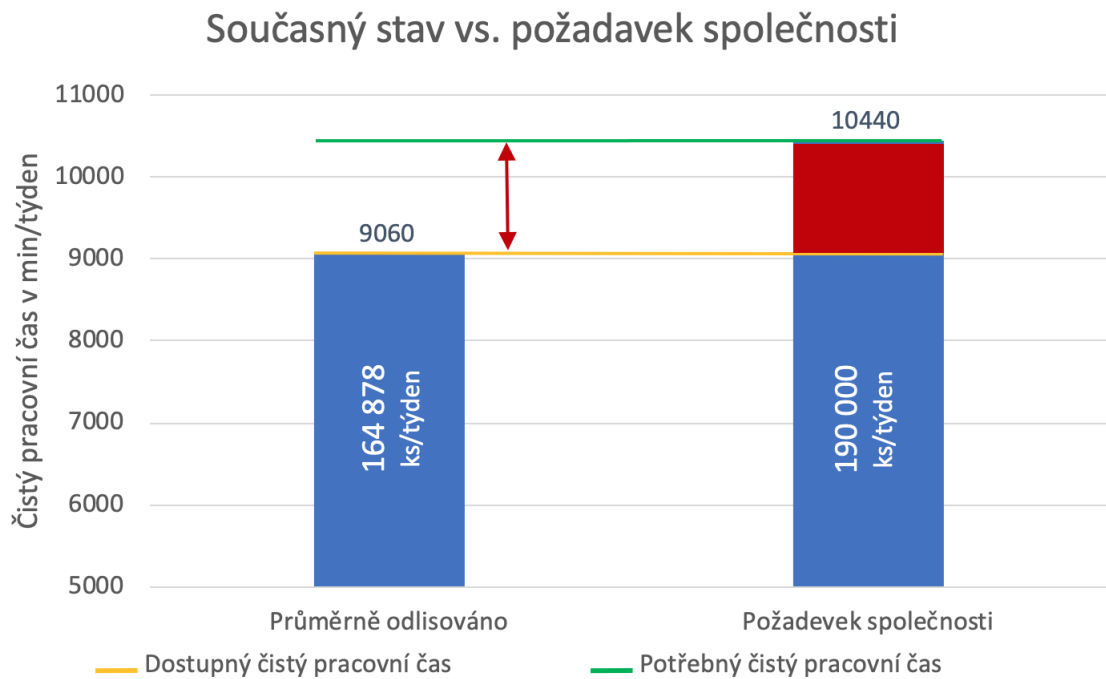
Na strojích je také prováděna pravidelná autonomní a profesní údržba, vždy v rozsahu šedesáti minut. Autonomní údržba stroje je prováděna třikrát týdně, a to vždy v pondělí, středu a pátek na ranní směně a trvá jednu hodinu, od šesté do sedmé hodiny. Z týdenního dostupného času stroje je tedy nezbytné odečíst další tři hodiny, respektive sto osmdesát minut. Profesní údržba, kterou provádí pracovníci centrální údržby, je prováděna vždy jednou týdně, a to v pondělí na ranní směně od šesti do sedmi hodin. Probíhá v době, kdy na stroji zároveň operátoři provádí autonomní údržbu, a tudíž se nejedná o další ztrátový čas z dostupnosti výrobního zařízení, protože autonomní a profesní údržba probíhají v jednu a tu samou dobu.



Obrázek 29 Čistý pracovní čas stroje (vlastní zpracování)

Čistý pracovní čas pro jeden stroj za týden se snížil o tisíc dvacet minut, pro všechny stroje to je pak šest tisíc sto dvacet minut. Výsledný čistý pracovní čas je tedy devět tisíc šedesát minut, což je také hodnota, která je společností stanovena pro následný výpočet efektivity strojního zařízení.

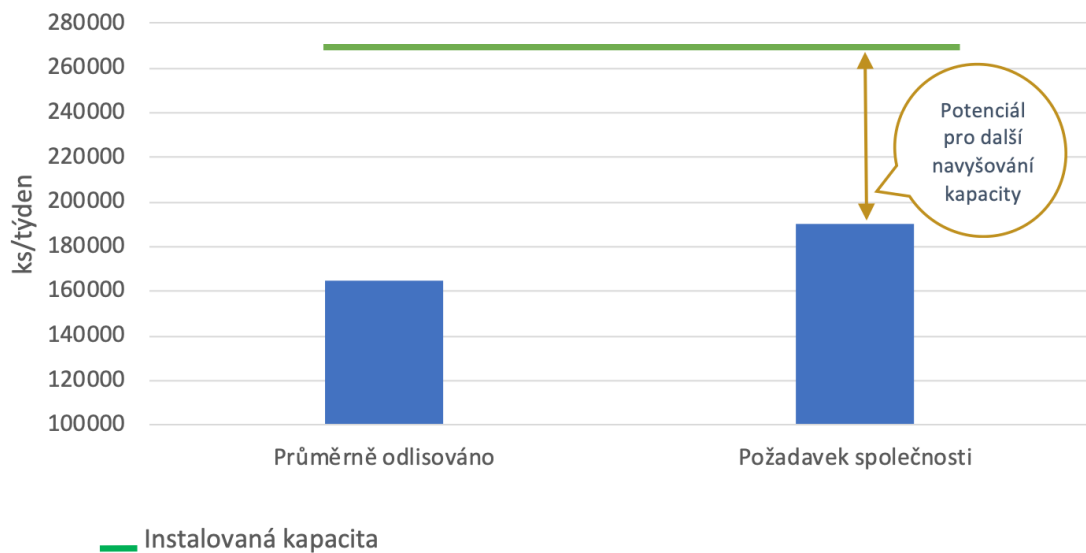
Na základě ověření správnosti stanovené výrobní normy na jeden kus a zjištění dostupného čistého pracovního času stroje, respektive všech strojů na pracovišti, můžeme vypočítat instalovanou týdenní kapacitu pracoviště, kdy čistý pracovní čas stroje podělíme cyklovým časem stroje, tedy normou na jeden kus. Výsledná instalovaná kapacita pro pracoviště lisovny, tedy pro všechny stroje na pracovišti, činí dvě sta sedmdesát jedna tisíc osm set kusů za týden.



Obrázek 30 Současná stav vs. požadavek společnosti (vlastní zpracování)

Graf výše znázorňuje průměrný týdenní výstup za současného stavu ve srovnání s požadovaným výstupem za stejných podmínek. Čistý pracovní čas potřebný pro naplnění požadavku společnosti není za těchto okolností dostačující, což je také důvodem pro realizaci této diplomové práce.

Porovnání aktuálně vyráběného počtu kusů s požadavkem společnosti a instalovanou kapacitou



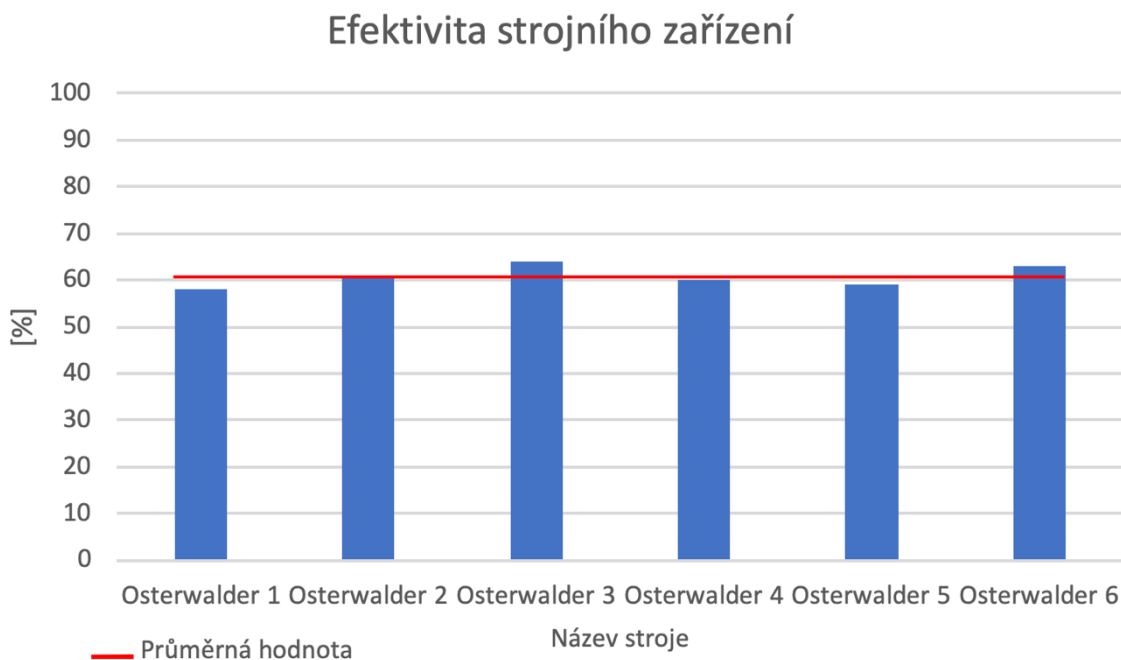
Obrázek 31 Porovnání aktuálně vyráběného počtu kusů s požadavkem společnosti a instalovanou kapacitou (vlastní zpracování)

V porovnání skutečného výstupu za týden ze všech lisů na pracovišti s instalovanou týdenní kapacitou pracoviště je zřejmé, že instalovaná kapacita převyšuje skutečný výstup o více než sto tisíc kusů. Požadavek společnosti na zvýšení týdenního výstupu z lisovny o dvacet pět tisíc kusů týdně, aniž by byla nutná investice do nového výrobního zařízení, je relevantní.

6.3 Efektivita strojního zařízení

Při výpočtu efektivity strojního zařízení budeme vycházet z ukazatele, který firma ve výrobě využívá. Tento ukazatel vyjadřuje efektivitu zařízení v procentech a jedná se o podíl shodných kusů a instalované kapacity. Takto budou získána data za každý stroj pro definované časové období, tedy týdenní efektivita stroje. Tento ukazatel nám pomůže odhalit, jestli některý ze strojů není využíván méně efektivně než ostatní nebo jestli není problém v efektivitě u všech strojů.

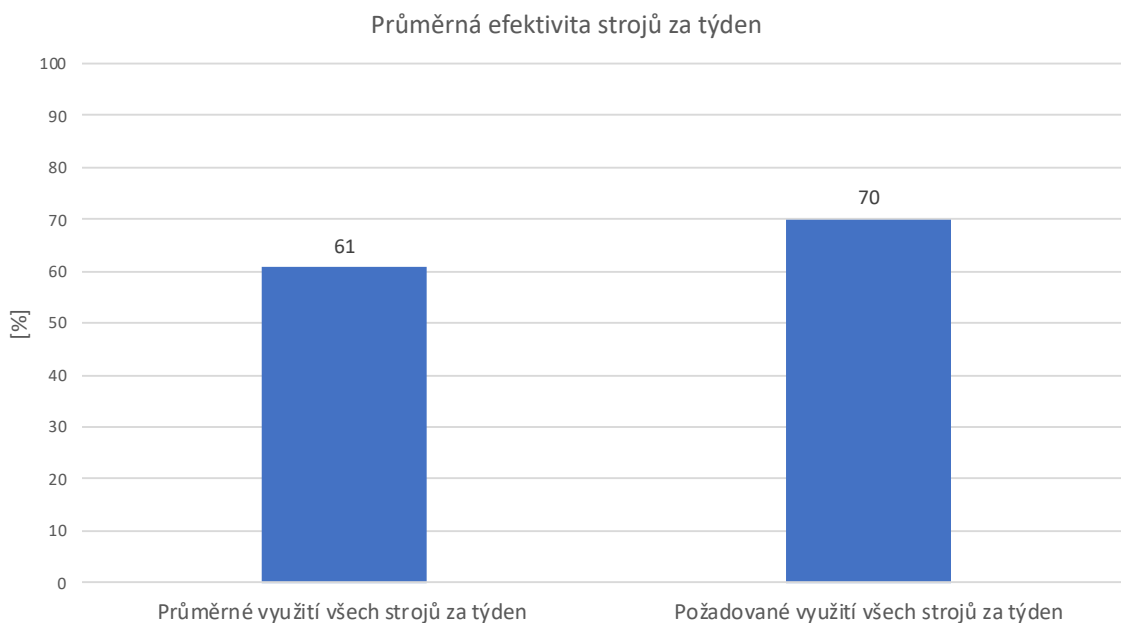
Ze získaných dat je patrné, že žádný z lisů není výrazně méně efektivnější, respektive všechny stroje dosahují v rámci své efektivity využívání velmi podobných hodnot.



Obrázek 32 Efektivita strojního zařízení (vlastní zpracování)

Následně je vypočítáno, jaká má být cílová hodnota efektivity strojního zařízení tak, aby bylo dosaženo požadovaného zvýšení výstupu pracoviště.

V grafu je možné vidět, že současná efektivita strojního zařízení dosahuje šedesáti jedna procent a zbývající část jsou prostoje. Aby bylo možné splnit požadavek společnosti na zvýšení výstupu pracoviště, bude zapotřebí navýšit efektivitu strojního zařízení na sedmdesát procent, respektive snížit jeho prostoje.



Obrázek 33 Průměrná efektivita strojů za týden (vlastní zpracování)

Abychom mohli zjistit příčiny, proč jejich využití v současnosti nedosahuje požadované hodnoty, je nutné uskutečnit pozorování přímo na pracovišti. Při tomto pozorování bude využito spolupráce přímo s operátory. Každý operátor na každé ze všech čtyř směn obdrží formulář pro směnový záznam průběhu výroby, kde bude zapisovat jednotlivé činnosti, které se od začátku směny do konce směny na stroji udály. Celkem délka trvání pozorování bude jeden týden, kdy zahájení proběhne v pondělí na ranní směně a bude ukončeno v neděli na noční směně. Všichni operátoři budou před zahájením pozorování s formulářem pro denní záznam činností seznámeni a proškoleni v oblasti jeho vyplňování.

Do formuláře pro denní záznam výroby budou zapisovány následující údaje, které budou zobrazovat informace o průběhu směny vždy na konkrétním stroji a také události, které se na stroji udály:

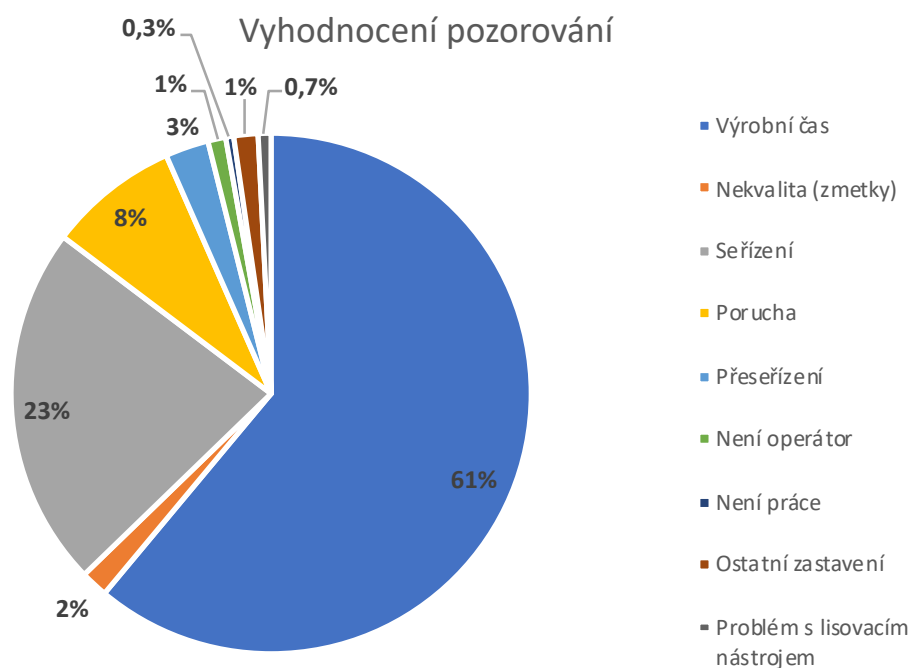
- Datum
- Směna – ranní nebo noční směna
- Operátor – jméno operátora
- Stroj – číslo stroje, na kterém byl záznam pořízen
- Číslo zakázky
- Čas zahájení činnosti
- Čas ukončení činnosti
- Prováděná činnost – stručný popis činnosti
- Stav stroje – vyrábí nebo nevyrábí

Tabulka 8 Směnový záznam výroby (vlastní zpracování)

Směnový záznam výroby				
Datum	Směna	Operátor	Stroj	
zakázka č.	čas od	čas do	činnost	stav stroje

Po ukončení pozorování a sběru dat byl zpracován výstup z vyplněných formulářů a došlo k sumarizaci všech činností, které se objevily v průběhu pozorování. Ty byly posléze rozděleny do jednotlivých kategorií, které byly definovány na základě konzultace s procesním inženýrem a mistrem pracoviště. Kategorie činností byly rozděleny na následující oblasti:

- Stroj vyrábí – stroj v chodu, vyrábí
- Přestávka – stroj nevyrábí, protože operátor čerpá přestávku
- Autonomní, profesní údržba stroje – stroj nevyrábí z důvodu autonomní nebo profesní údržby, která na něm probíhá
- Seřízení – nastavení stroje při přechodu na jiný typ výrobku
- Přeseřízení stroje – činnost, kdy dojde v průběhu výroby k zastavení stroje z důvodu potřeby úpravy některých parametrů nastavení
- Porucha – stroj není schopen vyrábět z důvodu jeho nefunkčnosti
- Není operátor – stroj není v chodu z důvodu nepřítomnosti operátora
- Není práce – není zakázka pro výrobu
- Problém s lisovacím nástrojem – dochází k zastavení stroje z důvodu poškození lisovacího nástroje
- Ostatní zastavení – činnosti, které se vyskytly ojediněle a nespádají do žádné z výše uvedených kategorií.



Obrázek 34 Vyhodnocení pozorování (vlastní zpracování)

Pozorováním bylo potvrzeno, že efektivita strojního zařízení odpovídá šedesáti jedna procentům celkového dostupného času pro výrobní zařízení. Zároveň ukázalo, že dominantními prostoji jsou seřízení stroje a také poruchy. Další z prostojů si již takto výrazný podíl nepřipisují. V případě redukce těchto prostojů je možné zvýšit efektivitu strojního zařízení a naplnit tak požadavek společnosti, kterým je zvýšení týdenního výstupu pracoviště.

Takto zpracovaný výstup poskytuje detailní přehled o prostojích, což bude sloužit jako podklad pro navržení nápravných opatření a pro projekt samotný.

V grafu je možné vidět rozdělení prostojů po vyhodnocení pozorování do jednotlivých kategorií, včetně procentuálního rozložení. Znázorňuje, kolik času jednotlivé prostoje z celkové sumy zabírají.

Tabulka 9 Prostoje výrobního zařízení (vlastní zpracování)

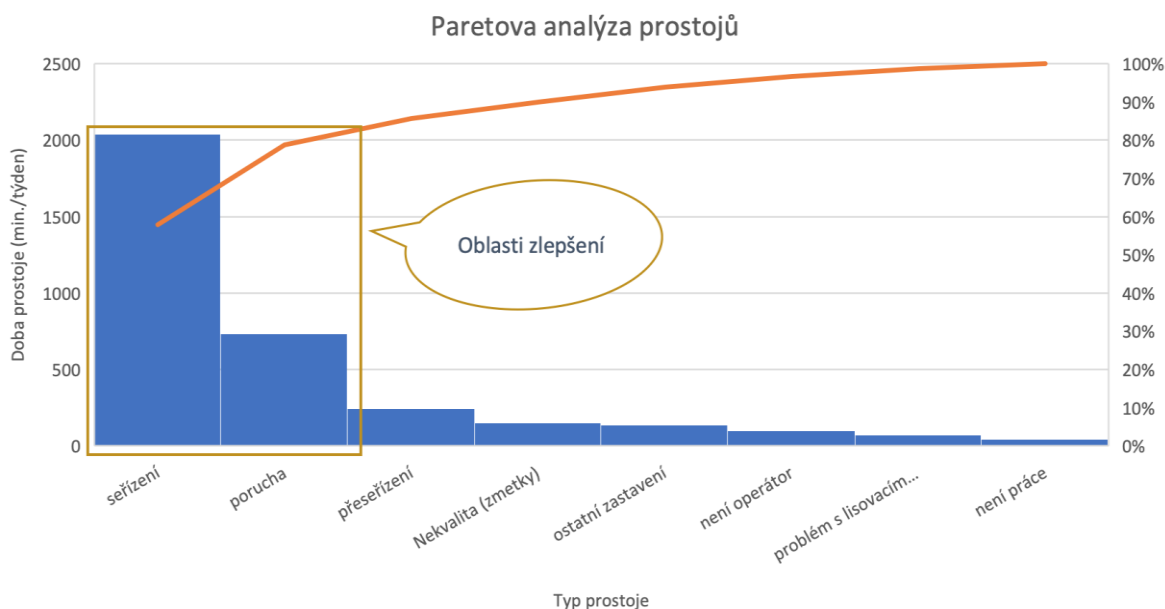
Seřízení	58 %
Porucha	21 %
Přeseřízení	7 %
Nekvalita (zmetky)	4 %
Ostatní zastavení	4 %
Není operátor	3 %
Problém s lisovacím nástrojem	2 %
Není práce	1 %

Více než padesát procent všech prostojů tvoří seřízení stroje. Druhým významným prostojem je zastavení stroje z důvodu poruchy, kdy poruchy jsou s téměř čtvrtinovým podílem druhým nejvýznamnějším prostojem. Jako třetí prostoj, který se sedmiprocentním podílem podílí na celku, je přeseřízení, když stroj stojí z důvodu toho, že je zapotřebí upravit lisovací parametry operátorem a následně stroj opětovně spustit, aby mohl znovu začít vyrábět. Další kategorie prostojů svým výskytem nejsou již tak významné, z pohledu podílu na celkových prostojích.

6.4 Identifikace prostojů

Pro identifikaci prostojů byly vytvořeny kategorie, do kterých byly jednotlivé prostoje, na základě pozorování, zařazeny v předchozí části práce. Nyní je zapotřebí zjistit a definovat jejich procentuální poměr z celkového souboru prostojů, a hlavně jejich závažnost, se kterou ovlivňují produktivitu strojních zařízení na pracovišti. K tomu bude využita Paretova ana-

lýza a její grafické znázornění. To napomůže ve výběru prostojů, které bude zapotřebí eliminovat tak, aby bylo dosaženo naplnění požadavku společnosti. Díky této analýze je možné ověřit správnost zaměření dalších aktivit, kterým bude věnována následná projektová část práce.



Obrázek 35 Paretova analýza prostojů (vlastní zpracování)

Provedením Paretovy analýzy bylo přibližně potvrzeno, že dvacet procent jmenovaných prostojů, ve výsledku znamená osmdesát procent všech prostojů. Jde konkrétně o seřízení stroje, které probíhá vždy před zahájením nové zakázky a zároveň má nejvyšší podíl. Druhým nejvýznamnějším prostojem je porucha stroje, kdy stroj v důsledku zastavení poruchou nevrábí. Další kategorie prostojů svou významností nespádají do oblasti významných problémů na pracovišti.

Výsledky analýzy ukazují oblasti, na které je nutné se zaměřit při dalším zpracování této práce a zároveň se jedná o největší příležitosti ke zlepšení, kdy eliminace těchto vybraných prostojů může mít pozitivní vliv na zvýšení celkové efektivity strojů a také požadovaného zvýšení výstupu pracoviště.

6.5 Shrnutí analýzy a návrh doporučení

Tato kapitola je věnována shrnutí analýzy, která proběhla na pracovišti lisovny a zároveň na základě jednotlivých jejích výstupů budou navržena konkrétní doporučení, na jaké oblasti se zaměřit v projektové části diplomové práce tak, aby došlo ke zlepšení současného stavu

pracoviště, s cílem naplnit požadavek společnosti, kterým je navýšení týdenního výstupu pracoviště o dvacet pět tisíc kusů, bez nutnosti investice do nového strojního zařízení.



Obrázek 36 Schéma analýzy pracoviště (vlastní zpracování)

Při analýze současné kapacity pracoviště, bylo na základě dat, které poskytla společnost za celkem osm kalendářních týdnů, zjištěno, že současný výstup z lisovny je v průměru sto šedesát pět tisíc kusů za týden pro celkem šest strojů. Požadavek zní navýšit kapacitu o dalších dvacet pět tisíc kusů. Proto po dohodě s výrobním managementem společnosti bylo stanoveno, že požadovaný týdenní výstup z pracoviště bude sto devadesát tisíc kusů.

V dalším kroku bylo nutné zjistit instalovanou kapacitu, tedy zda je možné tento požadavek společnosti splnit bez toho, aniž by muselo být přistoupeno k investici do nového lisu. Nejdříve bylo nutné ověřit správnost výrobní normy na jeden kus, kterou stanovuje procesní inženýr lisovny. Samotné ověření proběhlo za pomoci pozorování přímo na pracovišti, kdy jsem provedl celkem třicet měření přímo u lisu, po jehož vyhodnocení bylo možné konstatovat, že norma je stanovena správně. Následně bylo vypočítáno, že instalovaná kapacita pracoviště je více než dvě sta sedmdesát tisíc kusů, což významně převyšuje novou cílovou hodnotu pro výstup z lisovny a je možné konstatovat, že lze splnit požadavek společnosti, aniž by musela být provedena investice do nového lisu. Předpokladem pro toto tvrzení bylo však zjistit, jaká je efektivita strojního zařízení, která má na výstup z pracoviště velký vliv.

V první fázi analýzy efektivity strojního zařízení jsem vycházel z dat, která mi poskytla společnost. Po jejich vyhodnocení bylo zjištěno, že stroje dosahují v průměru šedesáti jedna procentní efektivity. Pro potvrzení správnosti údajů bylo provedeno v další fázi ještě pozorování přímo na pracovišti. Za pomoci formuláře pro sledování výkonu směny, který byl vyplňován po dobu jednoho kalendářního týdne operátory, bylo zjištěno, že efektivita strojního zařízení se shoduje s daty, které poskytla společnost v první fázi této analýzy. Dalším podstatným výstupem bylo však zjištění prostojů a jejich kategorizace.

Paretova analýza poté odhalila, že osmdesát procent všech prostojů na pracovišti je způsobeno dvěma typy prostojů. Prvním z nich je seřízení stroje, kdy před každou novou výrobní zakázkou je nutné, aby operátor seřídil stroj dle definovaných parametrů. Tento prostoj tvoří více než polovinu celkových prostojů. Druhým nejčastěji vyskytujícím se typem prostoje jsou poruchy výrobních zařízení, kdy stroj je z tohoto důvodu zastaven a nevyrobí. Další kategorie prostojů, které se vyskytly na pracovišti již svou významností netvoří oblasti, kterými se budu v projektové části práce zabývat, z důvodu jejich nízkého podílu na celkových prostojích.

Po shrnutí analýzy, která na pracovišti proběhla, vidím jako nutné pro zlepšení současného stavu na pracovišti, zaměřit se v následující projektové části na tyto oblasti:

- Standardizace seřízení a snížení seřizovacích časů
- Autonomní a profesní údržba prováděná na lisech a její standardizace
- Standardizace pracoviště a pořádku na pracovišti

6.6 Oblasti zlepšení

Výstup z analytické části byl představen na schůzce vedení společnosti, abychom si společně odsouhlasili a definovali si jednotlivé oblasti, na které se zaměřím v projektové části a stanovili si aktivity a metody, které použijeme v souladu s dosažením požadavku společnosti. Zároveň jsme si definovali i cíle pro jednotlivé oblasti zlepšení, kterých musí být dosaženo, aby se zvýšil požadovaný výstup z pracoviště. Na schůzce bylo dohodnuto, že projekt bude zaměřen na snížení seřizovacích časů, respektive snížení prostoje seřízení stroje a také na poruchy a jejich snížení.

V analýze bylo zjištěno, jaká je současná hodnota efektivity strojního zařízení a také byla vypočítána jeho hodnota tak, aby bylo dosaženo požadovaného navýšení objemu ze strany společnosti. Dále jsou známy také hodnoty prostojů z celkového dostupného času, na které

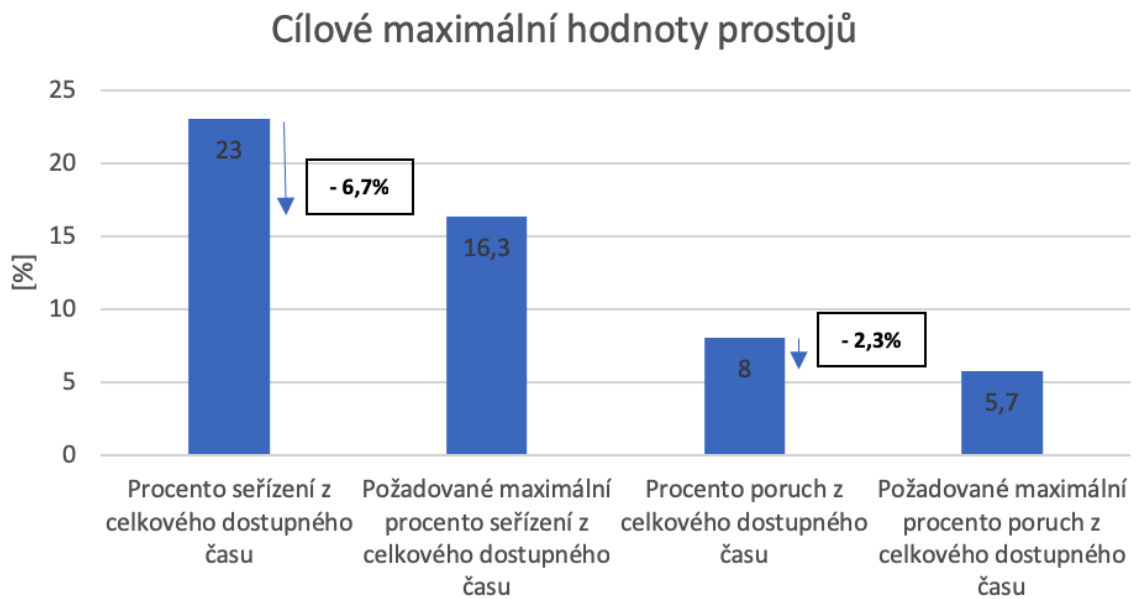
bude zaměřena projektová část, tedy seřízení a poruchy. Tyto dva vybrané prostoje je zapotřebí eliminovat, abychom zvýšili efektivitu strojního zařízení.

Pro splnění požadavku společnosti je tedy zapotřebí ušetřit devět procent z dostupného času snížením dvou hlavních prostojů, které dohromady činí třicet jedna procent z dostupného času. Pro stanovení maximální cílové hodnoty jednotlivých prostojů bylo využito vah, které pomohou mezi ně adekvátně rozdělit zmiňovaných devět procent. Váhy byly určeny pomocí procentuálního podílu na celkovém čase. Výsledkem je, že sedmdesát čtyři procent z celkového času, který je zapotřebí ušetřit bude přiřazen seřízení a zbylých dvacet šest procent času poruchám.

Tabulka 10 Váhy pro stanovení cílových hodnot vybraných prostojů (vlastní zpracování)

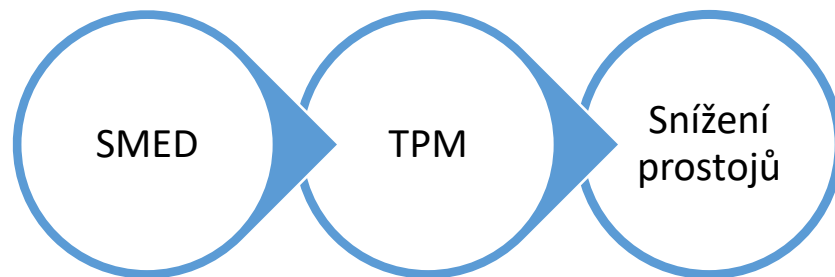
		Váha
Suma vybraných prostojů z dostupného času	31%	1
Seřízení	23%	0,74
Poruchy	8%	0,26

Pro dosažení požadovaného výstupu musí být prostoje seřízení snížen nejméně o šest celé sedm desetin procenta a prostoje poruchy nejméně o dvě celé a tři desetiny procenta. Také byly vypočítány i nové maximální hodnoty vybraných prostojů, které nesmí být překročeny při zachování předpokladu neměnnosti ostatních prostojů, které byly zjištěny při pozorování. Zároveň je možné kombinovat tento poměr snížení prostoje seřízení a poruch tak, aby celková jejich výše nepřekročila ve výsledku dvacet dva procent z celkových prostojů, tedy bylo dosaženo zvýšení efektivity zařízení o devět a více procent. V grafu jsou zachyceny cílové maximální hodnoty vybraných prostojů.



Obrázek 37 Cílové maximální hodnoty prostorů (vlastní zpracování)

Projektová část práce bude zaměřena tedy na snížení seřizovacích časů a jejich standardizaci, kde využijeme po dohodě se zástupci společnosti metodu SMED a také na poruchy, kde se zaměřím na oblast TPM a její implementaci na pracoviště.



Obrázek 38 Metody pro snížení prostojů (vlastní zpracování)

7 PROJEKTOVÁ ČÁST

Následující část diplomové práce se bude zabývat realizací projektu pro splnění požadavku společnosti.

7.1 Popis projektu

Hlavním cílem projektu je zvýšení týdenního výstupu pracoviště lisovny o dvacet pět tisíc kusů, bez nutnosti investice do nového stroje. Tento cíl vychází z požadavku společnosti. Jednotlivé aktivity a činnosti, v rámci projektu, jsou navrženy na základě výstupů z analytické části. Analýza slouží zároveň i jako podklad pro stanovení dílčích cílů, které je nutné splnit, aby bylo dosaženo definovaného požadavku. Projektový tým bude vytvořen za účelem práce na projektu a bude složen z vybraných zástupců společnosti a jeho hlavní náplní bude dosažení všech stanovených cílů, podle vytvořeného časového harmonogramu projektu.

7.1.1 Cíle projektu

Tabulka 11 Cíle projektu (vlastní zpracování)

Hlavní cíl projektu	
Zvýšení výstupu pracoviště o 25 000 kusů týdně	
Současný stav:	165 000 ks/týden
Cíl:	190 000 ks/týden
Podpůrné cíle projektu	
Efektivita strojního zařízení	
Současný stav:	61%
Cíl:	≥ 70%
Prostoj - seřízení stroje	
Současný stav:	23%
Cíl:	≤ 16,3%
Prostoj - porucha	
Současný stav:	8%
Cíl:	≤ 5,7%

7.1.2 Projektový tým

Projektový tým tvoří zástupci vybraných útvarů společnosti. Vedoucím projektu je autor této diplomové práce. V případě potřeby je možno přizvat na schůzku i další zaměstnance společnosti.

Jednotliví členové projektového týmu jsou následující:

- Autor práce – vedoucí projektu
- Průmyslový inženýr
- Procesní inženýr pracoviště
- Mistr pracoviště
- Vedoucí údržby
- Instruktor pracoviště

7.2 Logický rámec

Tabulka 12 Logický rámec (vlastní zpracování)

	Hierarchie cílů	Objektivně měřitelné ukazatele	Prostředky ověření	Rizika a předpoklady
Obecný cíl	Zvýšení výstupu výroby	Zvýšení produktivity a standardizace výroby	Výrobní KPI	Nízká podpora ze strany vedení společnosti
Účel	1. Zvýšení výrobní kapacity	Zvýšení výrobní kapacity vybraného pracoviště o 15,2 %	Ukazatel výstupu výrobního pracoviště	Nedostatečné zapojení projektového týmu
Výstupy	1.1. Sběr dat a analýza současného stavu 1.2. Navržena změna seřízení stroje 1.3. Navržena změna pro preventivní a autonomní údržbu stroje 1.4. Návrh dalších nápravných opatření 1.5. Vyhodnocení projektu	1.1. Výsledky analýzy současného stavu pracoviště 1.2. Standard pro seřízení stroje 1.3. Standard pro preventivní a autonomní údržbu stroje 1.4. Standard navržených nápravných opatření 1.5. Stanovené cíle projektu	1.1. Prezentace výsledků a jejich schválení vedením společnosti 1.2. Záznam o provedené preventivní a autonomní údržbě 1.3. Porovnání plán vs. skutečnosti 1.4. Audit navržených nápravných opatření 1.5. Porovnání dosažených výsledků s plánem	Nesprávná interpretace získaných dat Nepochopení realizovaných nápravných opatření ze strany jeho uživatele Nedodržování realizovaných nápravných opatření ze strany jeho uživatele
Klíčové aktivity	1.1.1. Analýza a vyhodnocení získaných dat 1.2.1. Pozorování seřízení na pracovišti 1.2.2. Moderovaný workshop z pracovníky k tématu seřízení strojů 1.2.3. Stanovení nápravných opatření na základě získaných dat a workshopu 1.2.4. Realizace nápravných opatření týkající se seřízení 1.3.1. Sběr dat o poruchách strojního zařízení 1.3.2. Analýza a vyhodnocení získaných dat o poruchách strojního zařízení 1.3.3. Moderovaný workshop z pracovníky k tématu poruch strojů 1.3.4. Stanovení nápravných opatření na základě získaných dat a workshopu 1.3.5. Realizace nápravných opatření týkající se poruch 1.4.1. Sběr dalších potřebných dat, jejich analýza, vyhodnocení a stanovení nápravných opatření a realizace 1.5.1. Zhodnocení projektu	Potřebné zdroje: Interní dokumentace Podnikový informační systém Projektový tým Formulář pro pozorování seřízení stroje Technické vybavení - počítač, fotoaparát, stopky Layout pracoviště	Časový rámec aktivit: 1.1. 44 KT 2018 - 46 KT 2018 1.2. 47 KT 2018 - 2 KT 2019 1.3. 2 KT 2019 - 9 KT 2019 1.4. 9 KT 2019 - 10 KT 2019 1.5. 11 KT 2019 - 13 KT 2019	Nízká spolupráce ze strany operátorů Nedodržení časového rámce projektu Nedostatečná informovanost o realizovaných nápravných opatřeních Nedostatečná znalost řešení problematiky ze strany projektového týmu Nedostatečná kontrola plnění definovaných projektových cílů (plán vs. skutečnost)

7.4 Riziková analýza

Na základě logického rámce, který obsahuje definovaná rizika, byla zpracována riziková analýza pomocí metody zvané RIPRAN, kdy projektový tým, pomocí řízené diskuze, nejprve určil scénáře, jakým způsobem se mohou daná rizika projevit a následně přiřadil jednotlivým rizikům pravděpodobnost vzniku a také jaký by byl dopad na projekt v případě, že by daná situace nastala. Na základě udělení těchto parametrů, byla stanovena celková hodnota rizika a navržena nápravná opatření pro jejich eliminaci.

Tabulka 14 RIPRAN analýza (vlastní zpracování)

Číslo	Hrozba	Scénář	Pravděpodobnost	Dopad na projekt	Hodnota rizika	Opatření
1	Nízká podpora ze strany vedení společnosti	Ohrožení realizace projektu	0,1	VD	SHR	Pravidelná účast vedení společnosti na schůzkách projektového týmu
2	Nedostatečné zapojení členů projektového týmu	Neplnění zadaných úkolů	0,6	SD	SHR	Stanovení rolí projektového týmu a jejich vzájemné odsouhlasení
3	Nesprávná interpretace získaných dat	Nesprávná interpretace analýzy a jejich výsledků	0,4	VD	VHR	Průběžná validace vyhodnocených výsledků z analýzy
4	Nepochopení realizovaných nápravných opatření ze strany jeho uživatele	Nesprávné používání realizovaných nápravných opatření v praxi	0,5	SD	SHR	Seznámení pracovníků s opatřeními a jejich proškolení
5	Nedodržování realizovaných nápravných opatření ze strany jeho uživatele	Neplnění stanovených cílů	0,4	SD	SHR	Kontrola dodržování realizovaných nápravných opatření
6	Nízká spolupráce ze strany operátorů	Možnost ohrožení časového harmonogramu projektu	0,8	MD	SHR	Seznámení pracovníků s projektem, jeho cíly a přínosy
7	Nedodržení časového rámce projektu	Nepoužití požadovaných výstupů projektu ve stanoveném čase	0,4	MD	NHR	Pravidelná revize plnění dílčích aktivit projektu
8	Nedostatečná informovanost pracovníků o realizovaných nápravných opatřeních	Nepoužívání realizovaných nápravných opatření	0,4	SD	SHR	Vizualizace navržených nápravných opatření na pracovišti
9	Nedostatečná znalost řešené problematiky ze strany projektového týmu	Možnost vytvoření nesprávného nápravného opatření	0,3	SD	SHR	Proškolení všech zainteresovaných pracovníků z použitých metod PI
10	Nedostatečná kontrola plnění definovaných projektových cílů (plán vs. skutečnost)	Hrozba nenaplnění cíle projektu	0,5	VD	VHR	Pravidelné schůzky projektového týmu a průběžná kontrola plnění plánu projektu

	VD	SD	MD
VP	vysoká hodnota rizika VHR	vysoká hodnota rizika VHR	střední hodnota rizika SHR
SP	vysoká hodnota rizika VHR	střední hodnota rizika SHR	nízká hodnota rizika NHR
NP	střední hodnota rizika SHR	nízká hodnota rizika NHR	nízká hodnota rizika NHR

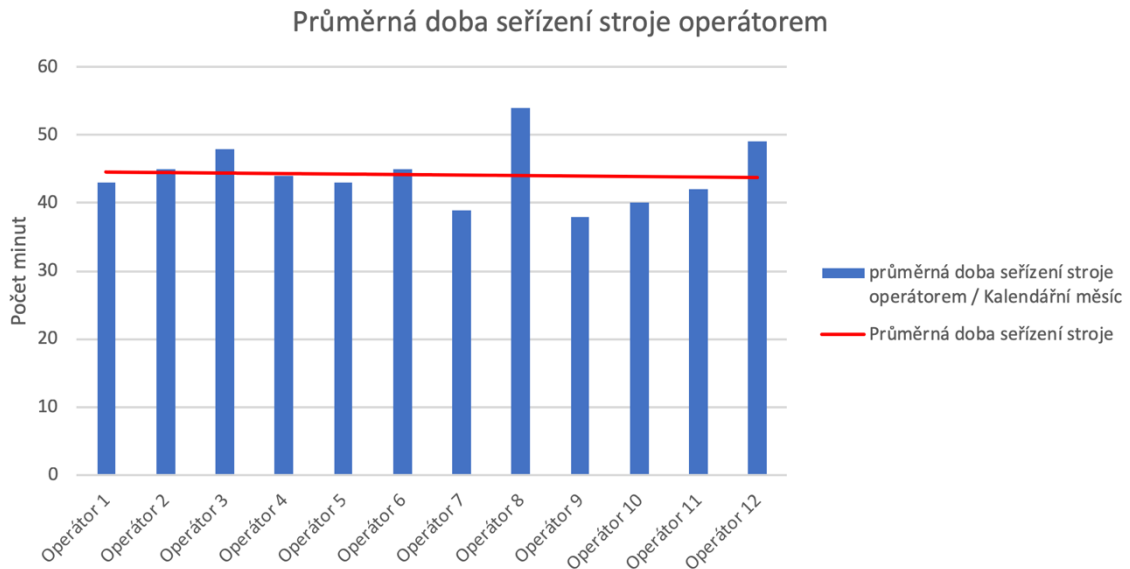
Vysoká pravděpodobnost VP	Nad 66%
Střední pravděpodobnost SP	33 až 66 %
Nízká pravděpodobnost NP	Pod 33 %

7.5 Seřízení stroje

Při analýze bylo zjištěno, že největšího podílu na všech prostojích strojního zařízení dosahuje seřízení stroje. Před každou výrobní zakázkou musí být nastaveny lisovací parametry v lisovacím programu stroje tak, aby výrobek splňoval všechny kvalitativní parametry. Zároveň bylo odhaleno, že čtvrtým největším prostojem bývá přeseřízení stroje, kdy je zapotřebí stroj zastavit a upravit některý z parametrů. I když dle Paretovy analýzy nepatří tento prostoje mezi nejvýznamnější, tak při diskusi s procesním inženýrem bylo zjištěno, že toto bývá většinou způsobeno již při prvotním nastavení stroje, před samotným zahájením výroby dané výrobní zakázky. Příčinou, dle procesního inženýra je to, že operátor se spokojí s tím, že výrobek dosahuje kvalitativních hodnot v toleranční rozměrové hranici a nechá stroj výrobek vyrábět například při horní nebo spodní toleranční rozměrové mezi. I když proces lisování vypadá jako velmi jednoduchý na pohled, tak při nastavování parametrů výrobku, se pohybujeme v tisícinách. A často se stává, že když výrobek je na své horní nebo spodní hranici tolerance, může tuto hranici překročit i když byť je to například jen o jednu tisícinu, je zapotřebí zastavit stroj a provést úpravu lisovacích hodnot v programu. Na základě toho zjištění, bylo po dohodě s procesním inženýrem zahrnuto přeseřízení stroje k samotnému seřízení, protože pokud je stroj špatně seřízen již na začátku, je to příčina pro jeho pozdější přeseřízení, a tedy i vznik tohoto prostoje. Pro redukci seřízení a potažmo i následného přeseřizování stroje jsem se rozhodl na pracovišti aplikovat metodu SMED.

Při dotazu, zda existuje podrobný standardizovaný postup pro seřízení, který vznikl na základě videosnímku či přímého pozorování a zápisu jednotlivých činností, jsem dostal zápornou odpověď. Na pracovišti neexistuje detailní standardizovaný postup provádění seřízení stroje. Když přijde na pracoviště nový operátor a je prováděno jeho seznámení se strojem a zaškolení, tak seřizovat stroj se učí od kolegy na směně, na kterou je přiřazen a který je považován za služebně staršího a zkušenějšího. Již tady je vidět první problém, kdy ve výsledku může provádět každý seřizovač svou činnost odlišně než jiný. Za následek to může mít i rozdílné časy v případě jednotlivých operátorů. V tomto případě je zapotřebí připravit společně s procesním inženýrem standardizovaný postup pro seřízení stroje, který by detailně popisoval jednotlivé kroky, které má operátor provádět, seznámit s ním všechny operátory, proškolit je a celý proces tak standardizovat. Následující graf zobrazuje průměrnou dobu seřizování jednotlivých operátorů na pracovišti za jeden kalendářní měsíc. Abych zjis-

til rozdíly mezi operátory, zejména v tom, jak dlouho jim průměrně trvá nastavit stroj, rozhodl jsem se využít data z informačního systému společnosti, kdy každý z operátorů si do něj eviduje jednotlivé činnosti a jednou z nich je právě začátek a konec seřízení stroje.



Obrázek 39 Průměrná doba seřízení stroje operátorem za kalendářní měsíc (vlastní zpracování)

Výše zobrazený graf ukazuje rozdílné časy na seřízení jednotlivých operátorů a je zde vidět určitá nevyrovnanost výkonů. Potvrzuje to fakt, že neexistence standardu seřízení ovlivňuje délku trvání nastavení stroje jednotlivými operátory a jeho tvorba je tedy žádoucí pro zajištění stabilního a efektivního výkonu pracovníků při této činnosti.

Při tvorbě standardu seřízení budu postupovat v následujících krocích. Nejdříve pořídím videozáznam seřízení přímo na pracovišti, tím identifikujeme jeho časové trvání. V další fázi do připraveného formuláře zapíší všechny činnosti a délky jejich trvání, které následně zhodnotíme s procesním inženýrem pracoviště a rozdělíme je na interní a externí činnosti. Následně uskutečním moderovaný workshop s operátory, jehož cílem bude představení výsledků analýzy a také získání podnětů přímo od nich, jaké aktivity a opatření by jim pomohly při seřízení samotném. Na základě analýzy a výstupů z tohoto workshopu pak bude vytvořen standard seřízení stroje, se kterým budou všichni operátoři seznámeni a zároveň proběhne jejich proškolení.



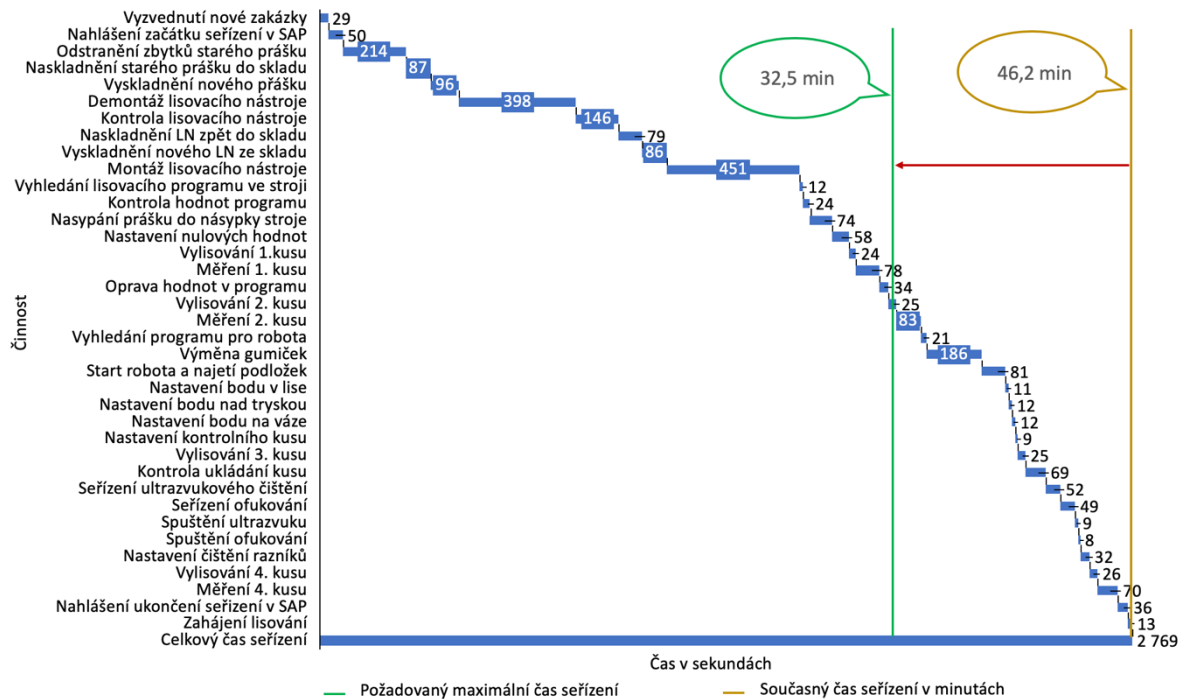
Obrázek 40 Kroky pro tvorbu standardu seřízení (vlastní zpracování)

7.5.1 Monitoring seřízení

Prvním krokem při standardizaci seřízení bylo pořízení jeho videozáznamu na pracovišti, což jsem provedl přímo na lisovně, kde jsem s kamerou nahrál celý proces seřízení lisu tak, jak jej operátor prováděl. Po dokončení pořizování videozáznamu jsme jej shlédli společně s procesním inženýrem, který mi potvrdil, že operátor postupoval správně a nevynechal žádnou činnost, kterou je nutné při seřízení vykonat.

Následně jsem znovu shlédnul videozáznam a všechny jednotlivé činnosti jsem zapsal do předem připraveného formuláře tak, abych ke každé z činností vždy přiřadil i délku jejího trvání a následně i příznak toho, zda jde o interní nebo externí činnost.

V následujícím grafu je vidět průběh seřízení, který byl zpracován na základě pořízeného videozáznamu. U jednotlivých činností je pak následně vidět i časová délka jejich trvání, potažmo v závěru pak celá délka seřízení stroje a cílová hodnota, které je zapotřebí dosáhnout.



Obrázek 41 Kroky pro seřízení stroje vyjádřené v čase (vlastní zpracování)

Seřízení začíná vyzvednutím výrobní zakázky z plánovacího boxu a následným nahlášením zahájení seřízení do podnikového informačního systému. Poté přichází operátor k lise, aby odstranil zbytky starého prášku, který byl použit na výrobu předchozí zakázky a vyčistil násypku stroje. Tento prášek pak odnáší ke skladu prášků, kam jej naskladní a zároveň si z něj vezme nový prášek, který potřebuje dle výrobního příkazu a s tím odchází ke stroji. Poté operátor demontuje starý lisovací nástroj a odchází s ním ke skladu lisovacích nástrojů, kde provádí kontrolu, jestli není poškozen a naskladní jej na jeho místo ve skladu. Následně si vyskladní lisovací nástroj, dle potřeby zakázky a odchází s ním ke stroji, kde jej namontuje. Pak se operátor přesouvá k ovládacímu panelu lise a vyhledá příslušný lisovací program, dle typu výrobku a provede kontrolu hodnot v tomto programu. Pak vsype prášek do násypky stroje. Po nastavení nulových hodnot odlisuje první kus a odchází jej změřit k mikroskopu, kde po zjištění rozměrů upraví ještě některé hodnoty v programu a vylisuje druhý kus, který jde opět změřit. Pak je zapotřebí vyhledat příslušný program i pro robota, který kusy odebírá na slinovací podložku, vyměnit manipulační gumičky a nastavit požadované hodnoty. Následně je vylisován třetí kus a provedena kontrola ukládání kusu robotem na slinovací podložku. Po seřízení a spuštění ultrazvukového čištění, ofukování a čištění horního a spodního razníku dochází k odlisování čtvrtého kusu, který je pod mikroskopem zkontrolován. Operátor odchází k počítači ukončit seřízení v informačním systému společnosti a vrací se ke stroji zahájit lisování a spustit stroj.

Z informačního systému společnosti víme, že průměrně probíhá na pracovišti lisovny čtyřicet čtyři seřízení týdně. Abychom mohli naplnit cíl, který vyplývá z analytické části práce, tedy snížení prostoje seřízení o šest celých sedm desetiny procenta, stanovili jsme si cílovou hodnotu maximální doby trvání seřízení. Do grafu výše je zahrnuta, kromě jednotlivých činností a jejich délky trvání, také současná hodnota seřízení a požadovaná hodnota, pro naplnění stanoveného cíle.

Dalším krokem bylo rozdělení činností na interní a externí, aby mohl být identifikován potenciál pro zlepšení, který přinese převedení některých činností, které jsou doposud vykonávány interně při seřízení a je tedy nezbytné, aby byl stroj vypnutý, na činnosti externí, tedy takové, které lze vykonávat, aniž by bylo nutné, aby byl stroj vypnutý a nevyráběl. Tabulka zobrazuje přehled rozdělených činností.

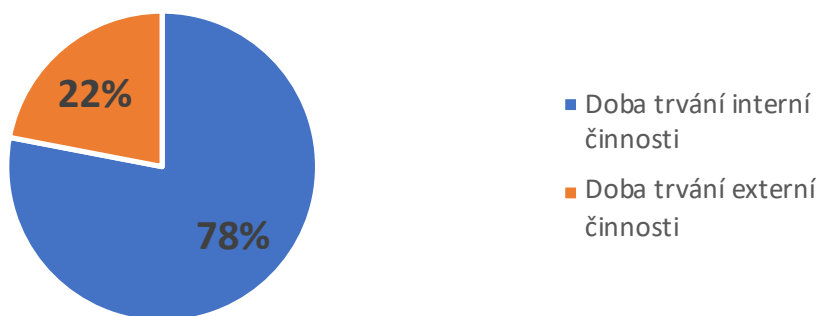
Tabulka 15 Rozdělení činností na externí a interní (vlastní zpracování)

č.	Činnost	Doba trvání (vteřiny)	Interní činnost	Externí činnost
1.	Vyzvednutí nové zakázky	29		X
2.	Nahlášení začátku seřízení v SAP	50		X
3.	Odstranění zbytků starého prášku	214	X	
4.	Naskladnění starého prášku do skladu	87		X
5.	Vyskladnění nového prášku	96		X
6.	Demontáž lisovacího nástroje	398	X	
7.	Kontrola lisovacího nástroje	146		X
8.	Naskladnění LN zpět do skladu	79		X
9.	Vyskladnění nového LN ze skladu	86		X
10.	Montáž lisovacího nástroje	451	X	
11.	Vyhledání lisovacího programu ve stroji	12	X	
12.	Kontrola hodnot programu	24	X	
13.	Nasypání prášku do násypky stroje	74	X	
14.	Nastavení nulových hodnot	58	X	
15.	Vylisování 1.kusu	24	X	
16.	Měření 1. kusu	78	X	
17.	Oprava hodnot v programu	34	X	
18.	Vylisování 2. kusu	25	X	
19.	Měření 2. kusu	83	X	
20.	Vyhledání programu pro robota	21	X	
21.	Výměna gumiček	186	X	
22.	Start robota a najetí podložek	81	X	
23.	Nastavení bodu v lise	11	X	
24.	Nastavení bodu na tryskou	12	X	
25.	Nastavení bodu na váze	12	X	
26.	Nastavení kontrolního kusu	9	X	
27.	Vylisování 3. kusu	25	X	
28.	Kontrola ukládání kusu	69	X	
29.	Seřízení ultrazvukového čištění	52	X	
30.	Seřízení ofukování	49	X	
31.	Spuštění ultrazvuku	9	X	
32.	Spuštění ofukování	8	X	
33.	Nastavení čištění razníků	32	X	
34.	Vylisování 4. kusu	26	X	
35.	Měření 4. kusu	70	X	
36.	Nahlášení ukončení seřízení v SAP	36		X
37.	Zahájení lisování	13	X	
Celková doba seřízení (vteřiny)		2769		
Celková doba seřízení (minuty)		46,2		

Z celkem třiceti sedmi činností, ze kterých se seřízení skládá, lze osm z nich převést na externí. Na první pohled je zřejmé, že tyto činnosti lze provádět před zahájením samotného

seřízení nebo po jeho ukončení a není nezbytně nutné, aby při jejich výkonu byl stroj zastaven a nevyráběl. Následující graf zachycuje procentuální poměr interních a externích činností na celkovém seřízení stroje vyjádřeném v čase.

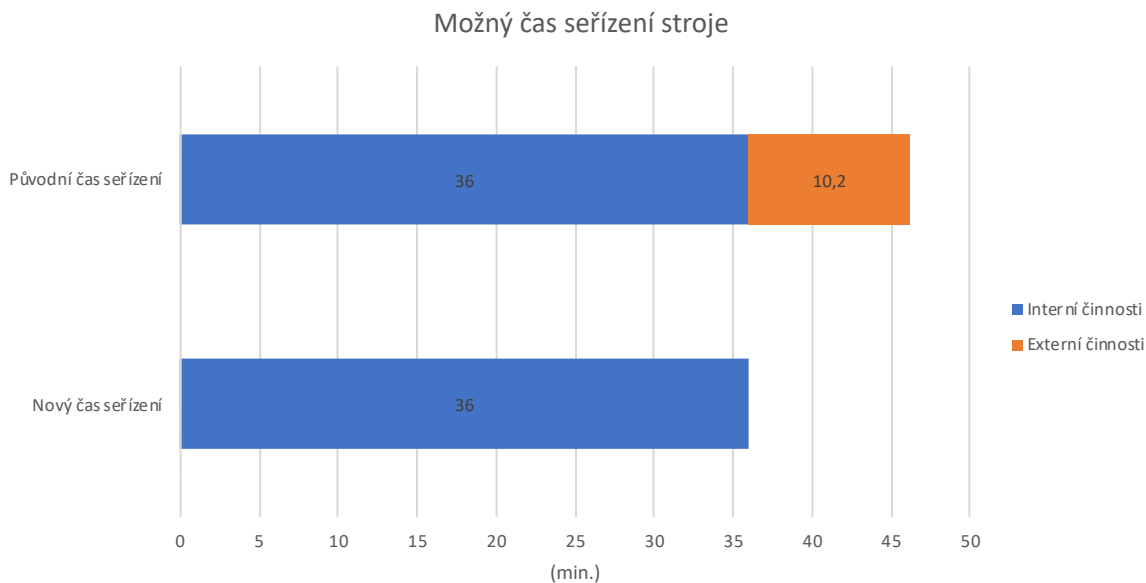
Interní a externí činnosti při seřízení (%)



Obrázek 42 Poměr interních a externích činností (vlastní zpracování)

Externí činnosti zabírají téměř čtvrtinu ze všech činností, které operátor při seřízení lisu vykonává. Vyjádříme-li poměr v čase, získáme potenciál pro zlepšení, respektive pro snížení seřizovacího času stroje.

Původní čas seřízení byl čtyřicet šest celých a dvě desetiny minuty, z čehož externí činnosti trvaly deset celých dvě desetiny minuty. Po převedení některých činností na externí, můžeme tedy dosáhnout nové hodnoty seřizovacího času ve výši třicet šest minut a redukovat tak prostoje v podobě seřízení.



Obrázek 43 Možný čas seřízení stroje (vlastní zpracování)

7.5.2 Moderovaný workshop s pracovníky

Po shrnutí výstupů z monitoringu seřízení, byl proveden moderovaný workshop, kterého se účastnil procesní a průmyslový inženýr, mistr, instruktor pracoviště a také operátoři, aby jim byly představeny výsledky pozorování a zároveň, aby za pomoci brainstormingu mohli podat sami jednotlivé náměty na zlepšení podle toho, co oni sami vnímají jako příležitost ke zlepšení současného stavu, respektive co by dle jejich názoru pomohlo snížit seřizovací čas stroje. Snahou bylo získat co nejvíce nápadů, které byly následně rozděleny do kategorií, podle jejich přínosu a nutné doby na realizaci. Jelikož se na pracovišti střídají čtyři směny, byl tento workshop uskutečněn s každou směnou. Tyto workshopy byly uskutečněny ještě před tvorbou nového návrhu standardu na seřízení stroje, aby případné relevantní připomínky od operátorů byly zahrnuty do tohoto standardu. Po zpracování výstupu z workshopu bylo na schůzce s procesním inženýrem, mistrem a instruktorem pracoviště dohodnuto, že pozornost bude zaměřena hlavně na návrhy, které je možné realizovat v krátké době a mají vysoký přínos.

Tabulka 16 Náměty z workshopu a návrhy opatření (vlastní zpracování)

Náměty pro zlepšení	Navržené opatření
Nedostatek mikroskopů	Prověření dostupnosti volných mikroskopů ve společnosti a jejich instalace na pracoviště
Vzdálenost k počítači	Přemístění počítače s informačním systémem blíže k lisům
Vzdálenost k mikroskopu	Přemístění měřicího pracoviště s mikroskopem blíže k lisům
Nedostatek nářadí	Evidence současného stavu nářadí - dokoupení chybějícího
Špatná organizace uložení nářadí (časté hledání)	Vytvoření standardu uložení nářadí
Nedostatek šroubů a matic u stroje	Zakoupení boxů pro uložení šroubů a matic a jejich umístění ke každému stroji
Nedostatek gumiček u stroje	Zakoupení boxů pro uložení gumiček a jejich umístění ke každému stroji
Nedostatek měřících indikátorů	Zakoupení měřicího indikátoru ke každému stroji.

Následným krokem byla realizace navržených opatření. Projektový tým si rozdělil jednotlivé úkoly, byl vytvořen akční plán plnění úkolů a stanoveny termíny. Úkoly byly plněny paralelně, aby se dosáhlo co nejrychlejší realizace tak, aby mohl být v následném kroku vytvořen standard seřízení stroje.

Nedostatek mikroskopů a vzdálenost k mikroskopu

Tyto dva úkoly byly spojeny v jeden. Odpovědnou osobou za jejich realizaci byl procesní inženýr, společně s mistrem pracoviště. Aktuálně se na pracovišti nacházel pouze jeden mikroskop, který byl navíc nevhodně umístěn v layoutu pracoviště na jeho okraji a vzdálenost k některým lisům byla nevyhovující. Rovněž bylo problematické, když probíhalo na pracovišti více seřízení zároveň a bylo potřeba tedy více opticky kontrolovat. Tím pádem se u mikroskopu tvořily fronty, což prodlužovalo seřízení stroje. Na oddělení metrologie byl vznesen požadavek, zda se nenachází ve společnosti dva nevyužité mikroskopy, které by mohly být převedeny na lisovnu. Tento požadavek byl naplněn a došlo k instalaci celkem dvou nových a přemístění jednoho původního mikroskopu tak, že vždy ke dvou strojům náležel jeden mikroskop a při dvoustrojové obsluze to znamená, že operátor jej má vždy k dispozici jen pro sebe. Eliminováno se tak plýtvání v podobě chůze k mikroskopu a zpět a čekání na mikroskop v případě, že na něm prováděl kontrolu jiný operátor.



Obrázek 44 Přesunutí mikroskopů, včetně indikátorů blíže ke strojům (vlastní zpracování)

Nedostatek indikátorů

Procesním inženýrem bylo rozhodnuto, že budeme realizovat instalaci indikátorů ke všem strojům, abychom eliminovali plýtvání v podobě jejich hledání po pracovišti a zbytečnou chůzi při jejich hledání. Celkový počet indikátorů byl tedy navýšen ze dvou na šest, kdy nové indikátory na pracovišti byly získány z oddělení metrologie.

Vzdálenost k počítači

Úkol si vzal na svou zodpovědnost mistr pracoviště, který ve spolupráci s oddělením informatiky zajistil přemístění počítače s informačním systémem blíže ke strojům, protože původně byl tento počítač nevhodně umístěn v okrajovém rohu pracoviště a chůze k němu a zpět znamenala další plýtvání.



Obrázek 45 Nové umístění PC (vlastní zpracování)

Nedostatek šroubků, maticek a gumiček u stroje

Jelikož se jedná o běžný spotřební materiál, který je při seřízení potřebný, mistr pracoviště zakoupil plastové boxy na tento materiál tak, aby nebylo zapotřebí plýtvání v podobě jeho hledání při seřízení stroje. Pravidelnou kontrolu jeho dostupnosti v úložných boxech a jeho průběžným doplňováním a objednáváním byl pověřen instruktor pracoviště.



Obrázek 46 Nové uložení spotřebního materiálu (vlastní zpracování)

Nedostatek nářadí a nestandardizovaný způsob uložení

Posledním námětem z workshopu byl nedostatek potřebného nářadí pro seřízení a jeho nestructurované a nestandardizované uložení, což způsobuje dle názorů operátorů jeho časté hledání a z tohoto důvodu to i prodlužuje seřizovací čas stroje. Realizace nápravného opatření se ujal mistr ve spolupráci s instruktorem pracoviště, kteří provedli inventuru veškerého nářadí na pracovišti a následně po diskuzi s operátory provedli doplnění chybějícího nářadí.

V dalším kroku pak bylo řešeno jeho uložení tak, aby bylo standardizované a bylo eliminováno plýtvání, respektive jeho hledání. Nejčastěji používané nářadí bylo umístěno přímo na každý stroj na magnetickou lištu.



Obrázek 47 Nářadí potřebné pro seřízení (vlastní zpracování)

To méně používané do třech vozíků se šuplíky, které již na pracovišti byly, ale uložení nářadí v nich nepodléhalo žádnému standardu. Následující obrázky zobrazují vždy stav před a po realizaci této aktivity.



Obrázek 48 Nový způsob uložení nářadí (vlastní zpracování)

7.5.3 Standardizace postupu seřízení

Při tvorbě standardizovaného postupu seřízení bylo využito následujících kroků:

Návrh standardizovaného seřízení

Po ukončení realizace návrhů nápravných opatření, které vznikly při workshopu s operátory a měly za cíl jim co nejvíce usnadnit seřízení a eliminovat plýtvání, bylo přistoupeno k návrhu nového standardu pro seřízení. Tento návrh vznikl ve spolupráci s procesním inženýrem, mistrem a instruktorem pracoviště. Hlavním cílem bylo snížit výslednou hodnotu seřizovacího času tak, aby to přispělo ke snížení celkových prostojů strojních zařízení na li-sovně. Při tvorbě tohoto standardu jsem vycházel z videozáznamu, který byl pořízen na začátku seřízení. Činnosti, které nebylo nutné provádět interně, tedy v době, kdy je stroj vypnutý a probíhá na něm seřízení, byly převedeny na externí. Zbývající činnosti, které jsou

nutné pro seřízení a nelze je dělat při chodu lisu slouží jako podklad pro standard seřízení. Dalším podstatným důvodem, pro vytvoření tohoto standardizovaného postupu seřízení, bylo vyrovnat výkonnost operátorů při seřízení, protože jak bylo zjištěno v úvodu analýzy seřízení, existují mezi jejich výkony difference, které je potřeba odstranit a zajistit tak, že všichni budou seřizovat stroj stejným způsobem, na základě jednoho odsouhlaseného standardizovaného postupu, který bude ověřen v praxi a prokáže přínos v podobě snížení seřizovacího času stroje.

Tabulka 17 Návrh standardizovaného postupu seřízení stroje (vlastní zpracování)

Standardizovaný postup seřízení			
č.	Činnost	Interní činnost	Externí činnost
1.	Odstranění zbytků starého prášku	X	
2.	Demontáž lisovacího nástroje	X	
3.	Montáž lisovacího nástroje	X	
4.	Vyhledání lisovacího programu ve stroji	X	
5.	Kontrola hodnot programu	X	
6.	Nасыпání prášku do násypky stroje	X	
7.	Nastavení nulových hodnot	X	
8.	Vylisování 1. kusu	X	
9.	Měření 1. kusu	X	
10.	Oprava hodnot v programu	X	
11.	Vylisování 2. kusu	X	
12.	Měření 2. kusu	X	
13.	Vyhledání programu pro robota	X	
14.	Výměna gumiček	X	
15.	Start robota a najetí podložek	X	
16.	Nastavení bodu v lise	X	
17.	Nastavení bodu na tryskou	X	
18.	Nastavení bodu na váze	X	
19.	Nastavení kontrolního kusu	X	
20.	Vylisování 3. kusu	X	
21.	Kontrola ukládání kusu	X	
22.	Seřízení ultrazvukového čištění	X	
23.	Seřízení ofukování	X	
24.	Spuštění ultrazvuku	X	
25.	Spuštění ofukování	X	
26.	Nastavení čištění razníků	X	
27.	Vylisování 4. kusu	X	
28.	Měření 4. kusu	X	
29.	Zahájení lisování	X	

Bylo také dohodnuto, že procesní inženýr vydá technologické nařízení, které bude závazné pro všechny operátory, aby se veškeré činnosti, které byly identifikovány jako externí, vykonávaly před nebo po ukončení samotného seřízení, tedy v době, kdy stroj bude již v chodu a bude vyrábět. Vykonávání těchto činností bylo rozděleno podle toho, kdy je nejvhodnější je provádět a je zobrazeno v následující tabulce.

Tabulka 18 Pravidla výkonu externích činností (vlastní zpracování)

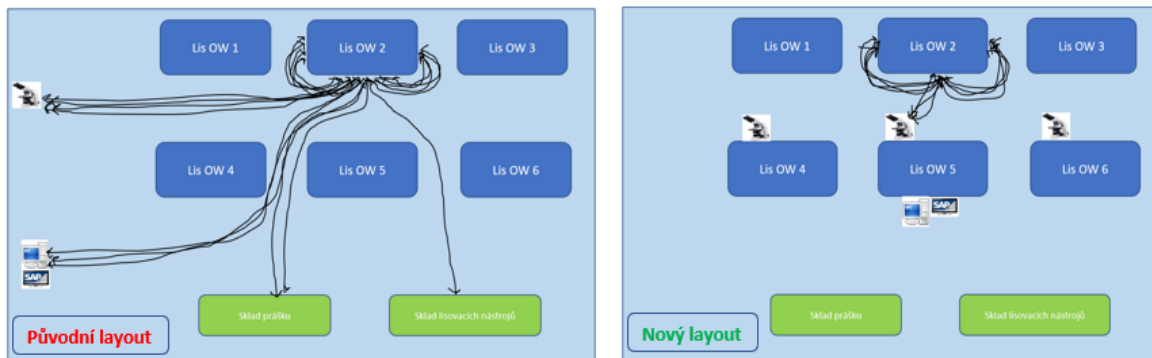
Pravidla výkonu externích činností		
č.	Činnost	Vykonání činnosti
1.	Vyzvednutí nové zakázky	Před zahájením seřízení
2.	Nahlášení začátku seřízení v SAP	Před zahájením seřízení
3.	Naskladnění starého prášku do skladu	Po ukončení seřízení
4.	Vyskladnění nového prášku	Před zahájením seřízení
5.	Kontrola lisovacího nástroje	Po ukončení seřízení
6.	Naskladnění LN zpět do skladu	Po ukončení seřízení
7.	Vyskladnění nového LN ze skladu	Před zahájením seřízení
8.	Nahlášení ukončení seřízení v SAP	Po ukončení seřízení

Ověření standardu v praxi

Pro ověření standardizovaného postupu seřízení v praxi bylo po domluvě s procesním inženýrem a instruktorem pracoviště provedeno zkušební seřízení lisu, které provedl právě instruktor pracoviště. Zároveň jsem u toho provedl opětovné pozorování seřízení. Výsledný čas byl třicet jedna minut a dvacet čtyři vteřin, což překonalo i odhadovaný čas při analýze, který byl třicet šest minut.

Výsledný čas seřízení je kratší než ten odhadovaný i z důvodu změny layoutu, kdy bylo eliminováno plýtvání v podobě chůze ke vzdálenému mikroskopu, kde probíhá měření kusu, kdy mikroskopy a zároveň i počítač s informačním systémem byly přemístěny blíže ke strojům a všechny externí činnosti byly vykonány v době chodu stroje. Přínosem bylo také doplnění spotřebního materiálu ke strojům a standardizace uložení náradí.

Při pozorování seřízení byl zároveň zpracován i špagetový diagram jak pro původní seřízení, tak i pro seřízení, realizované dle nového standardizovaného postupu seřízení. Diagram přínos v úpravě layoutu pracoviště potvrzuje. Díky návrhům z workshopu došlo na lisovně ke změně layoutu. Nešlo o výraznou změnu v podobě rozmístění strojů, nýbrž o doplnění a přesun mikroskopů a přemístění PC s informačním systémem. Ve Spaghetti diagramu je vidět rozdíl, zobrazující redukci plýtvání v podobě zbytečné chůze v průběhu seřízení, která byla zjištěna pozorováním na pracovišti po změně layoutu. V následujícím obrázku můžete vidět rozdíl původního a nového způsobu seřízení po změně layoutu.



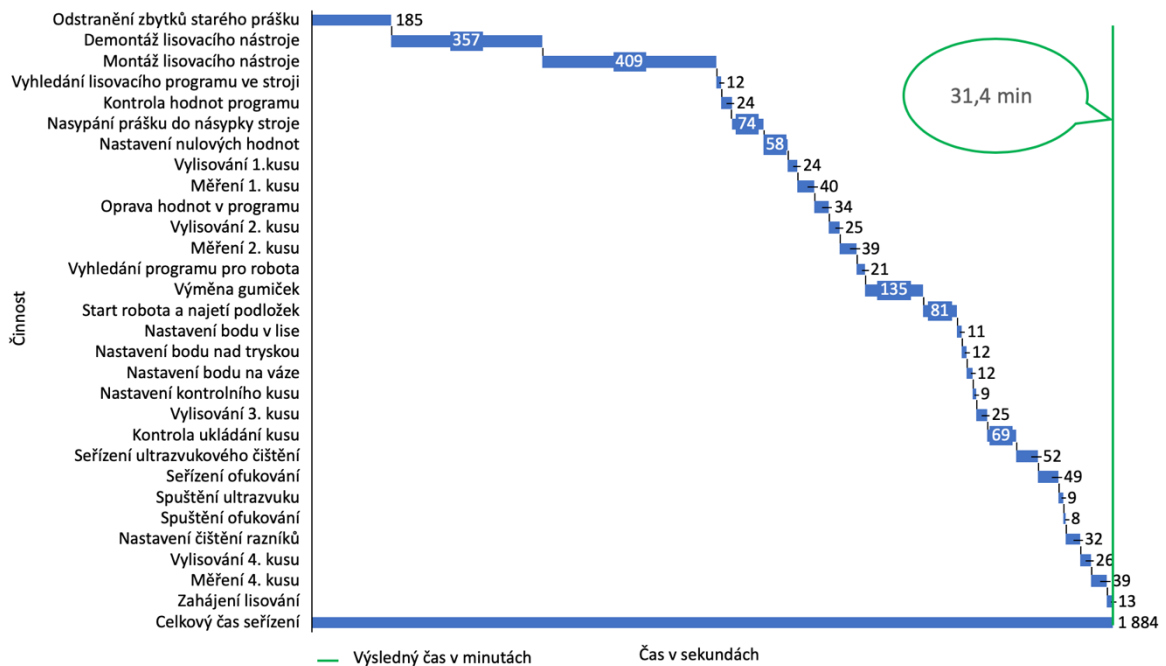
Obrázek 49 Porovnání seřízení při původním a novém layoutu pracoviště (vlastní zpracování)

Proškolení operátorů a uvedení do praxe

Finálním krokem pak bylo představení nového standardizovaného postupu seřízení operátorům a jejich proškolení. Školitelem byl instruktor pracoviště, který školil pracovníky postupně na všech směnách. Po ukončení tohoto školení vydal procesní inženýr technologický pokyn, kterým oficiálně zahájil platnost nového standardizovaného postupu seřízení stroje.

7.5.4 Vyhodnocení snižování seřizovacích časů

Po ukončení této části projektu jsem připravil vyhodnocení pro vedení společnosti a projektový tým, abychom si odsouhlasili dosažené výsledky, po zavedení nového standardu seřízení do praxe.



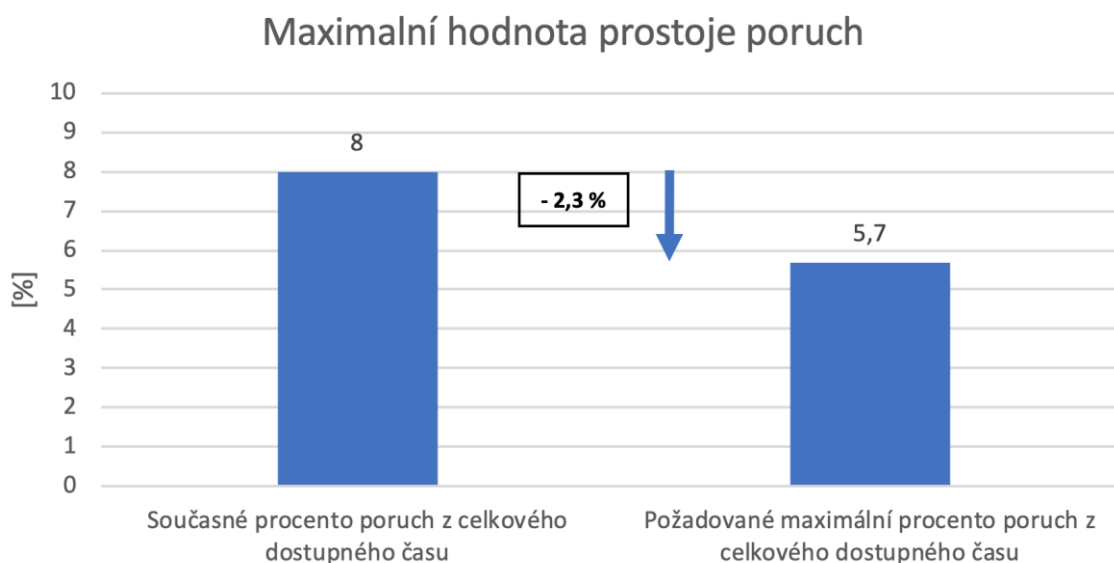
Obrázek 50 Vyhodnocení snížení seřizovacího času (vlastní zpracování)

Cílem bylo dosáhnout snížení seřizovacího času o třináct celých sedm desetin minuty, čehož se podařilo dosáhnout a v grafu výše můžeme vidět výsledné hodnoty, kdy se seřízení podařilo zkrátit o čtrnáct celé osm desetin minuty. Nejvyšší měrou pro docelení tohoto času přispělo převedení některých interních činností na externí, úprava layoutu a také implementace navrhovaných opatření z moderovaného workshopu.

7.6 Údržba strojního zařízení

Jelikož jako druhým nečastějším prostojem z analytické části práce vyšly poruchy strojů, bude tato část práce věnována údržbě strojního zařízení. Zaměřím se na identifikaci jednotlivých poruch z pohledu toho, kolik procent celkového času z tohoto typu prostoje zabírají a následně pomocí moderovaného workshopu stanovíme jednotlivé příčiny těchto poruch a možná nápravná opatření k jejich eliminaci.

Cíl pro snížení prostoje poruch byl v analytické části stanoven jako pokles o dvě celé a tři desetiny procenta oproti současnému stavu tak, aby bylo dosaženo požadované efektivity strojního zařízení, která zajistí navýšení výstupu pracoviště.



Obrázek 51 Cíl pro snížení prostoje poruch (vlastní zpracování)

7.6.1 Identifikace poruch na pracovišti

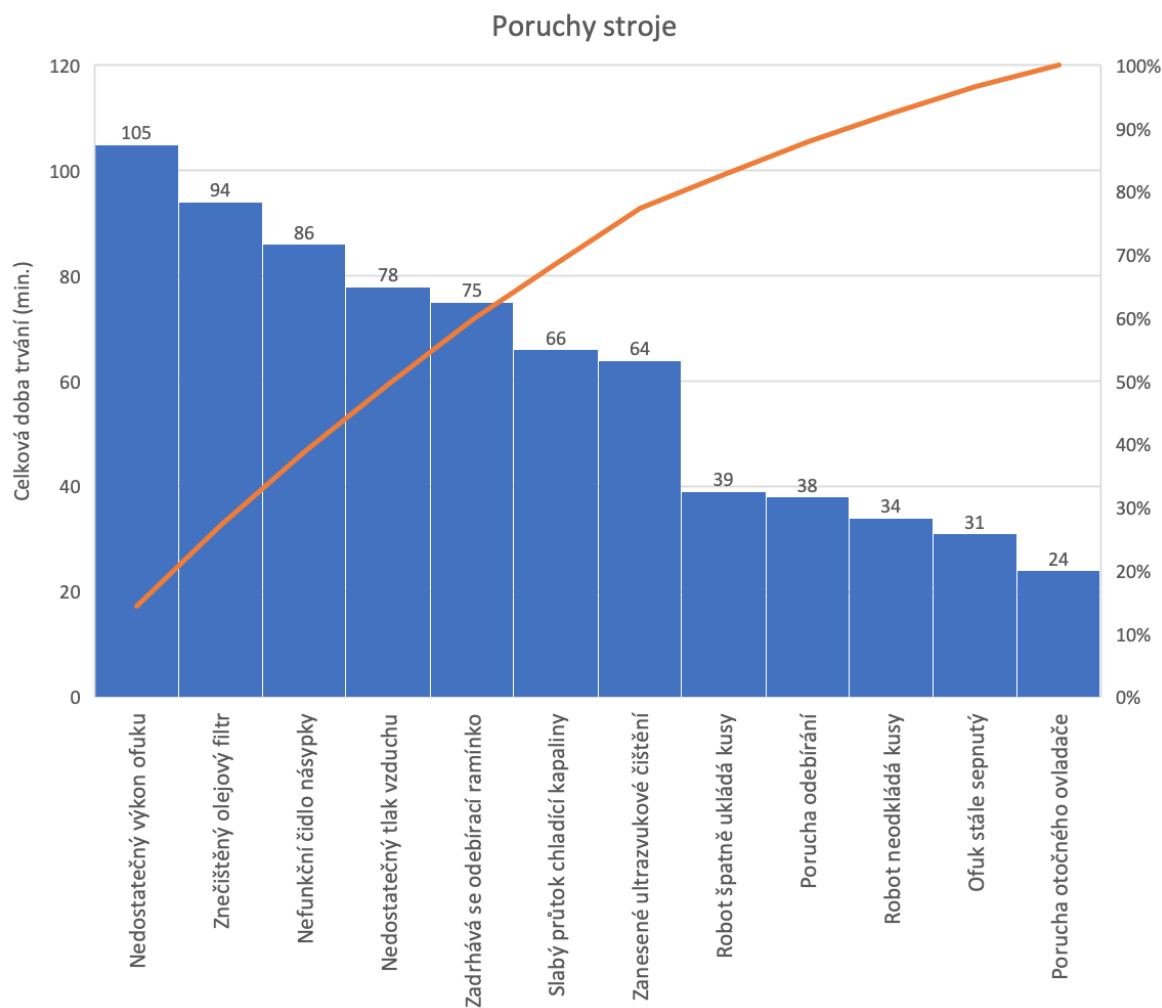
Pro identifikaci poruch a doby jejich trvání jsem využil výsledky pozorování, které jsem provedl v analytické části práce. V následující tabulce je vidět přehled všech poruch za definované období, kterým byl týden, kdy probíhalo na pracovišti, pozorování efektivity strojů za pomoci využití formuláře směnového záznamu výroby, kdy operátoři zapisovali jednotlivé události, které se na pracovišti odehrávají a poruchy byly jedny z nich. Máme tak k dispozici přesný přehled s uvedením konkrétní poruchy na stroji a délce jejího trvání a četnosti, s jakou poruchy nastaly. Tento výstup můžeme nyní využít.

Tabulka 19 Poruchy prostoje (vlastní zpracování)

Porucha	Celková doba trvání (min.)	Četnost výskytu
Nedostatečný výkon ofuku	105	4
Znečištěný olejový filtr	94	2
Nefunkční čidlo násypky	86	3
Nedostatečný tlak vzduchu	78	2
Zadrhává se odebírací ramínko	75	2
Slabý průtok chladicí kapaliny	66	2
Zanesené ultrazvukové čištění	64	2
Robot špatně ukládá kusy	39	1
Porucha odebírání	38	1
Robot neodkládá kusy	34	1
Ofuk stále sepnutý	31	1
Porucha otočného ovladače	24	1

Nejčastější poruchou z pohledu celkové doby trvání a zároveň také i četnosti výskytu byl nedostatečný výkon ofuku na stroji. Druhou nejdéle trvající poruchou, v poměru k celkovému času poruch, byl znečištěný olejový filtr. Tato porucha se vyskytla celkem dvakrát. Na třetím místě, v rámci celkové doby trvání, je nefunkční čidlo násypky, které se z pohledu četnosti stalo druhou nejvíce opakující se poruchou a vyskytla se celkem třikrát, po dobu pozorování.

V dalším kroku zjistím, pomocí využití Paretovy analýzy, které poruchy nám způsobují nejvíce problému a bude zapotřebí se na ně zaměřit a eliminovat je. Výstup této analýzy pak poslouží jako podklad pro moderovaný workshop, který bude zaměřen na definici nápravných opatření, vedoucích k odstranění, respektive i předcházení těmto poruchám. Výsledky jsou zobrazeny v následujícím grafu.



Obrázek 52 Paretova analýza poruch (vlastní zpracování)

Po definování poruch, které se vyskytly na pracovišti, jejich četností výskytu, délky trvání a provedení Paretovy analýzy, byly tyto výsledky představeny zástupcům údržby, procesnímu inženýrovi a mistrovi pracoviště. Vybráno bylo na základě shody přítomných, že pozornost se zaměří na prvních sedm poruch, podle Paretovy analýzy. Cílem bude nalézt nápravná opatření, která by zabránila opětovnému vzniku poruchy nebo ji odhalila se včasným předstihem tak, aby mohla být tato porucha odstraněna již preventivně a nezpůsobila zastavení stroje. Na této schůzce bylo zároveň dohodnuto, že se uskuteční celkem čtyři moderované workshopy, vždy jeden s každou směnou, kde budou přítomni operátoři, vedoucí údržby, údržbář pracoviště lisovny, procesní inženýr, mistr a instruktor pracoviště.

7.6.2 Moderovaný workshop – eliminace prostoje poruchy

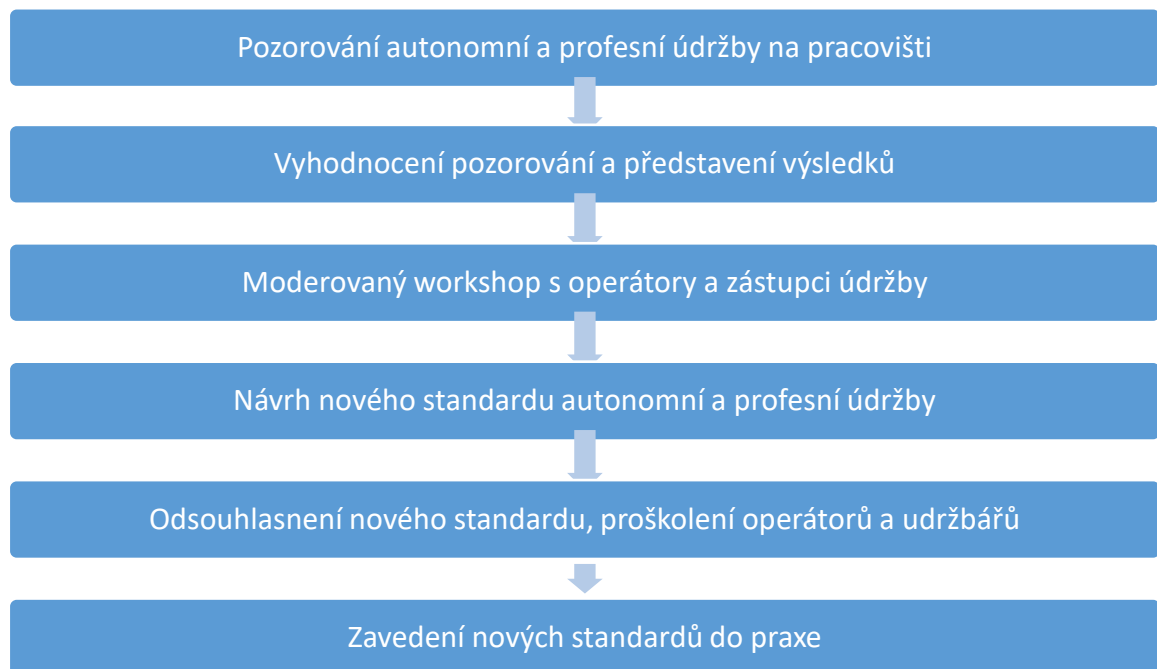
Na začátku workshopu byly představeny výsledky analýzy poruch na pracovišti a stanoven cíl workshopu, kterým je najít příčinu vybraných poruch a stanovit nápravné opatření, které pomůže předejít dalšímu výskytu této poruchy. Celkem byly takto realizovány čtyři workshopy a pro hledání opatření bylo využito brainstormingu, jehož výsledky sloužily pro stanovení příčiny poruchy a následného nápravného opatření. Každá z těchto poruch se řešila vždy samostatným brainstormingem a stejně tak i hodnocení jednotlivých návrhů po jeho ukončení. Výsledky workshopů jsou shrnuty v tabulce níže, kdy bylo řešeno celkem sedm vybraných poruch.

Tabulka 20 Výsledek moderovaného workshopu na téma snížení prostoje poruch (vlastní zpracování)

Porucha	Příčina poruchy	Nápravné opatření
Nedostatečný výkon ofuku	Nános prášku v prostorech výdechu ofuku	Pravidelné čištění výdechu ofuku operátorem
Nefunkční čidlo násypky	Čidlo zanešeno práškem z důvodu nevhodného umístění.	Přemístění čidla pracovníkem údržby na vhodné místo
Nedostatečný tlak vzduchu	Opotřebením vzduchových hadic na stroji	Pravidelná kontrola vizuální operátorem
Slabý průtok chladicí kapaliny	Chybějící kapalina v nádobce	Pravidelná kontrola stavu hladiny chladicí kapaliny operátorem a umístění kapaliny na pracoviště
Zadrhává se odebírací ramínko	Chybějící olej v maznici pro ramínko	Pravidelná kontrola stavu hladiny oleje operátorem a umístění vhodného oleje na pracoviště
Zanesené ultrazvukové čištění	Zanesený čistící výpusť	Pravidelná kontrola výpusti a její čištění operátorem
Znečištěný olejový filtr	Zanedbané čištění filtru a jeho výměna	Nastavení intervalu pravidelné výměny filtru a jeho pravidelná kontrola pracovníkem údržby

Po uskutečnění workshopu, kde byla navržena nápravná opatření, byly tyto výsledky představeny vedení společnosti. Jelikož většina poruch byla způsobena nedostatečnou autonomní a profesní údržbou, i když ta je pravidelně na pracovišti prováděna, bylo dohodnuto, že dojde k pozorování a vyhodnocení současného stavu jejího fungování na pracovišti. Pravidelnou prevencí je možné poruchám předcházet, například včasným odhalením poruchy a její opravou a tím předejít prostojům v podobě poruchy. Zároveň některá nápravná opatření budou realizovatelná ihned, kdy se jedná hlavně o přemístění čidel násypky na všech strojích. Další navrhnutá opatření budou zahrnuta do standardu autonomní a profesní údržby.

Prvním krokem bude pozorování průběhu autonomní a profesní údržby na pracovišti. V dalším kroku dojde pak k vyhodnocení tohoto pozorování a představení výsledků všem zainteresovaným stranám. Dojde také k porovnání současného stavu vykonávání profesní a autonomní údržby s pokyny výrobce stroje k tomuto tématu, zejména pravidelnou údržbou. Poté bude uspořádán moderovaný workshop s operátory, jehož cílem bude shromáždit náměty na zlepšení současného stavu přímo od nich. V poslední fázi dojde k vytvoření standardu pro autonomní a profesní údržbu, jeho odsouhlasení a proškolení všech pracovníků, kterých se týká jeho uvedení v praxi.

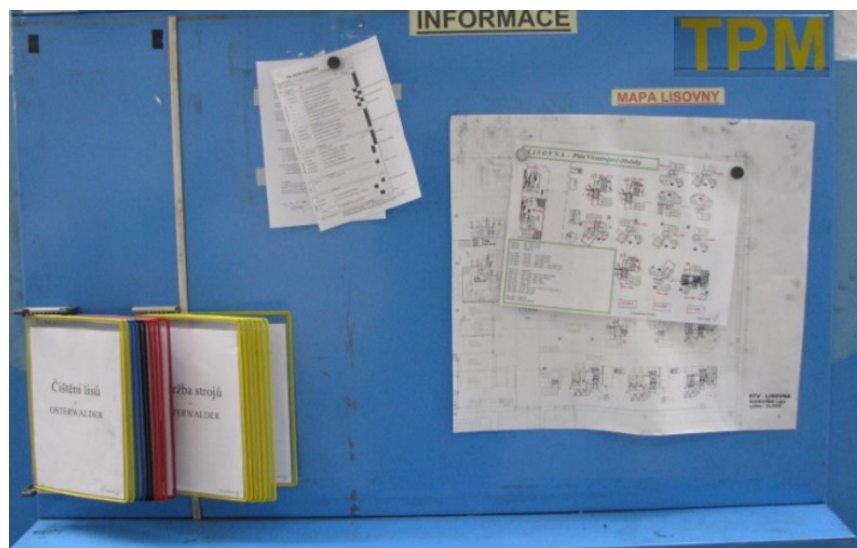


Obrázek 53 Postup při návrhu nového standardu autonomní a profesní údržby (vlastní zpracování)

7.6.3 Monitoring současného stavu autonomní a profesní údržby

Autonomní údržba probíhá v současnosti na pracovišti třikrát týdně, a to vždy v pondělí, středu a pátek na ranní směně od šesti do sedmi hodin a je prováděna operátory. Monitoring jsem rozdělil do dvou částí. V té první prověřím dostupnost standardů a informací pro vykonávání autonomní údržby a ve druhé části pak budu pozorovat samotné vykonávání autonomní údržby operátorem.

Při návštěvě pracoviště za účelem dostupnosti standardů a informací o autonomní údržbě jsem narazil na tabuli, kde sice bylo logo TPM, ale jinak byla skoro celá prázdná. Bylo na ní umístěno několik papírů, ale ani jeden se netýkal samotné autonomní údržby. Pouze zde byl umístěn layout pracoviště, který ale neodpovídal aktuálnímu stavu a ve spodní části byly návodky na úklid pracoviště, ale ne ve smyslu autonomní údržby, nýbrž jen úklidu kolem strojů a pracoviště.

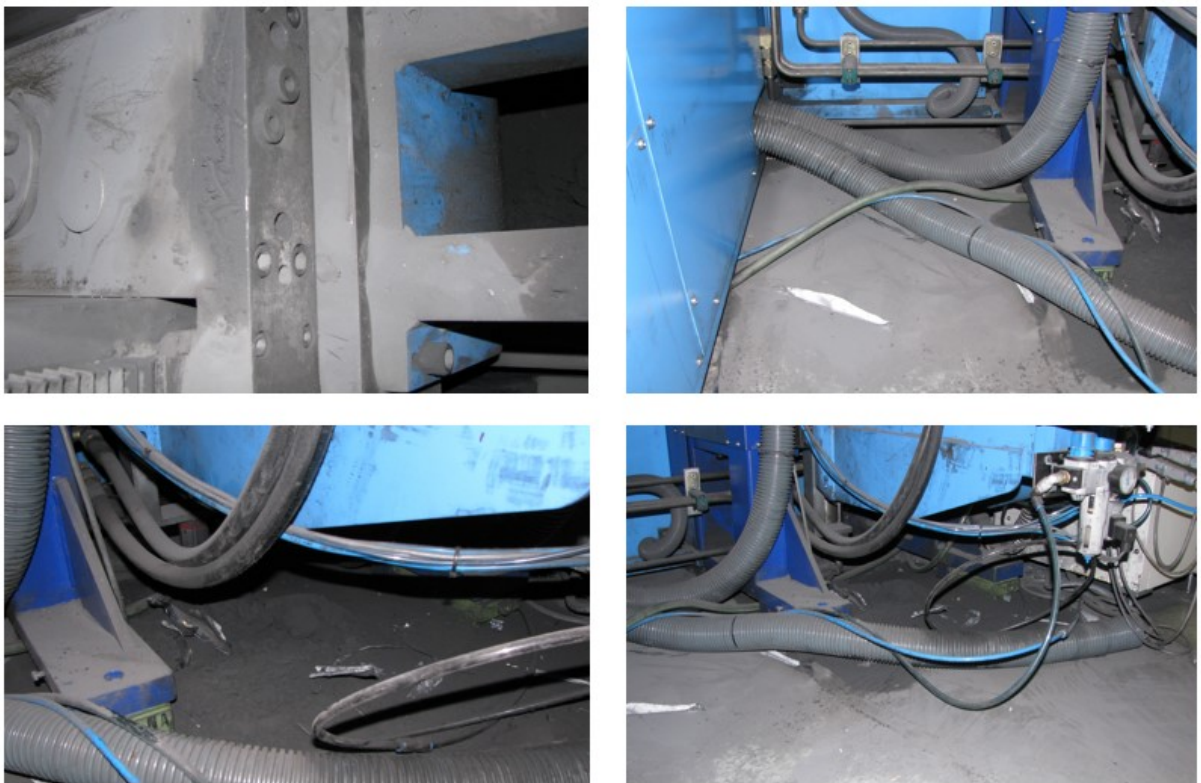


Obrázek 54 Stav TPM tabule při pozorování (vlastní zpracování)

Proto jsem se zeptal i několika operátorů na pracovišti, jak vykonávají autonomní údržbu stroje, abych zjistil jejich povědomí o tomto tématu. Zjistil jsem, že tento pojem není znám a že údržbu stroje, kterou provádějí, vnímají oni sami jako spíše čištění stroje a úklid pracoviště. Navíc jsem na pracovišti nenašel ani žádné záznamy o tom, kdo a kdy provedl naposledy tento úklid.

Při pozorování průběhu autonomní údržby, kdy jsem byl přítomen v průběhu celého jejího vykonávání operátorem, jsem si potvrdil zjištění z předchozího průzkumu o povědomí o au-

tonomní údržbě, tedy že se opravdu jedná spíše o běžný úklid stroje, kdy jsou pouze odstraněny zbytky starého prášku na vnějším povrchu stroje jeho utřením, dále je uklizena podlaha zametením a odstraněny viditelné úkapy oleje a maziv, které jsou na stroji nebo pod ním. Pracovník při této činnosti nepostupuje podle žádného standardu. Navíc, i když si operátor na tuto činnost v informačním systému zahlásil celou hodinu, ve skutečnosti se jednalo jen o čtyřicet minut. Zbylých dvacet minut pracovník nebyl přítomen na pracovišti. Po ukončení úklidu stroje pracovníkem jsem provedl ještě detailnější prohlídku stroje a našel nedostatky, ze kterých jsem pořídil fotodokumentaci. Ukazuje se v ní, že pracovník nevyužil plánovaný čas na údržbu stroje efektivně.



Obrázek 55 Stav stroje po provedení úklidu operátorem (vlastní zpracování)

Z výše přiložených fotografií, které jsem pořídil po provedení úklidu operátorem je zřejmé, že některá místa, která nejsou na první pohled viditelná, operátoři záměrně vynechávají. Mistr pracoviště, po shlédnutí fotografií, potvrdil, že se nejedná o nečistoty, které mohou vzniknout ve dvoudenním rozestupu mezi úklidem strojů, v rámci pravidelné plánované údržby. Je zapotřebí zavést při údržbě formulář pro záznam o provedení této údržby operátorem, aby bylo snáze dohledatelné, kdo za poslední aktuální stav zodpovídá při podobných zjištěních.

Při tvorbě standardu bude tak nezbytné ověřit i časovou náročnost jednotlivých navržených kroků tak, aby plánovaný čas na tuto činnost byl naplněn, případně pokud nebude zapotřebí celá hodina, aby byl tento čas aktualizován v plánovaných odstávkách strojního zařízení na nově definovanou hodnotu. Nezbytné bude do standardu zahrnout i činnosti, které vznikly jako nápravná opatření při workshopu.

Před provedením pozorování profesní údržby na pracovišti jsem si vyžádal manuál ke stroji, kde jsem našel doporučení výrobce, jaké kroky v rámci prevence a v jakých časových intervalech provádět. Ty porovnam se současným stavem při pozorování. Profesní údržba je rozdělena do dvou částí. Je prováděna členy oddělení údržby, kdy první z nich provádí elektrikář a druhou část mechanik. Při tvorbě standardu profesní údržby se postupovalo na základě doporučení výrobce manuálu. Tuto skutečnost jsem ověřil při pozorování provádění této údržby na stroji. Jediný bod, který na seznamu chyběl, byla kontrola olejového filtru. Po schůzce se zástupci centrální údržby bylo odsouhlaseno, že tento bod bude doplněn do standardu a bude prováděn jednou za čtrnáct dní mechanikem. Interval pro preventivní výměnu filtru byl stanoven jednou za půl roku. Další činnosti již odpovídají těm doporučeným výrobcem.

Z analýzy autonomní a profesní údržby a jejich výsledků vyplynulo, že bude důležité zaměřit se zejména na vytvoření nového standardu autonomní údržby lisů, která bude prováděna operátory v časech, který je v současné době věnován úklidu na pracovišti, a který není ani dostatečně efektivně využíván, jak ukázalo pozorování na pracovišti. Zároveň do něj musí být zahrnuta i nápravná opatření z workshopu.

7.6.4 Nový standard autonomní údržby

Při tvorbě standardu autonomní údržby jsem spolupracoval s procesním inženýrem, mistrem pracoviště a zástupci centrální údržby, kde jsme navrhli společně jednotlivé činnosti, které mají být v rámci autonomní údržby prováděny. Zároveň jsem k jednotlivým činnostem doplnil i časy trvání, které budou před jeho uvedením do praxe ověřeny přímo na pracovišti. Standard také obsahuje potřebné pracovní a čistící prostředky a také maziva, která mají být při jejich výkonu použita. Mistr pracoviště zajistí tyto prostředky a zároveň bude odpovědným pracovníkem za jejich pravidelné a včasné doplňování na základě minimální hladiny zásob, která byla definována tak, aby nedošlo k ohrožení výkonu těchto činností.

Tabulka 21 Standard autonomní údržby lisu (vlastní zpracování)

Autonomní údržba - Lis OW/1 Pracoviště - LISOVNA						
Čištění	č.	Úkon - čištění LIS	Pracovní prostředky	Čistící prostředky	Čas (min.)	Cyklus
	1.	Zkontrolovat stav lisu, krytů , vzduchového a olejového vedení, přezkoušet funkce ovládání lisu. Zkontrolovat šoupě - v rovině se stolem lisu.	X	X	5	Každé Pondělí, Středa, Pátek
	2.	Očistit všechna dostupná zaprášená místa. Zepředu, zezadu i pod lisem! (lis, násypku, šoupě, ofuk, ultrazvuk)	štetec, lopatka, hadr, vysavač	za sucha	15	Každé Pondělí, Středa, Pátek
	3.	Vysát a setřít podlahu pod odebrátkem a kolem lisu.	vysavač, hadr, smeták	mokvý hadr se saponátem	10	Každé Pondělí, Středa, Pátek
	4.	Utřít schody, plexiskla a rozvaděč.	hadr	mokvý hadr se saponátem, okená	5	Každé Pondělí, Středa, Pátek
	5.	Setřít nečistoty z pojezdu od robota (odebrajícího zařízení) i kryty (osy X, osy Z) s mazacími maticemi robota.	vysavač, hadr	za sucha	5	Každé Pondělí, Středa, Pátek
	6.	Zkontrolovat hladinu oleje a chladicí kapaliny a v případě potřeby doplnit maziva dle mazacího plánu.	X	X		viz. Mazací plán

Mazací plán	č.	Úkon - mazání LIS	Počet	Pracovní prostředky	Mazivo	Mazací interval	Čas (min.)
	1.	Místo za násypkou	1	Mazací lis	Plastické mazadlo LV2-3	Každé Pondělí, Středa, Pátek	2
	2.	Kloub šoupěte	1	Mazací lis	Plastické mazadlo LV2-3	Každé Pondělí, Středa, Pátek	2
	3.	Kolečko u vačky	1	Mazací lis	Plastické mazadlo LV2-3	Každé Pondělí, Středa, Pátek	2
	4.	Domazávání vzduchu	1	Kontrola množství	Hydraulický olej HLP-32	Každé Pondělí, Středa, Pátek	1
	5.	Olej hydrauliky (lisovací skříň)	1	Kontrola množství	Shell Omala 100	Každé Pondělí, Středa, Pátek	1
	6.	Místo za spodní infrazávoro	1	Mazací lis	Plastické mazadlo LV2-3	Každé Pondělí, Středa, Pátek	2
	č.	Úkon - mazání ROBOT	Počet	Pracovní prostředky	Mazivo	Mazací interval	Čas (min.)
	7.	Mazání body osy Z	2	Mazací lis (jeden zdvih)	Plastické mazadlo LV2-3	Každé Pondělí, Středa, Pátek	2
	8.	Hlavní pojezd odebrátka	2	Mazací lis (jeden zdvih)	Plastické mazadlo LV2-3	Každé Pondělí, Středa, Pátek	2
	9.	Prostor pod úložišťem desek	2	Mazací lis (jeden zdvih)	Plastické mazadlo LV2-3	Každé Pondělí, Středa, Pátek	2
10.	Mazací body osy X	2	Mazací lis (jeden zdvih)	Isoflex NBU 15	Každé Pondělí, Středa, Pátek	2	
11.	Mazací body osy Y	2	Mazací lis (jeden zdvih)	Isoflex NBU 15	Každé Pondělí, Středa, Pátek	2	

Jednotlivé činnosti standardu byly ověřeny pozorováním na pracovišti. Zejména šlo o pro-
 věření délky trvání jednotlivých činnosti tak, aby bylo možné autonomní údržbu vykonat
 v plánovaném čase šedesáti minut. Ve spolupráci s instruktorem pracoviště, který danou
 údržbu při tomto pozorování prováděl, dle navrženého standardu, bylo zjištěno, že lze tyto
 činnosti vykonat v definovaném čase.

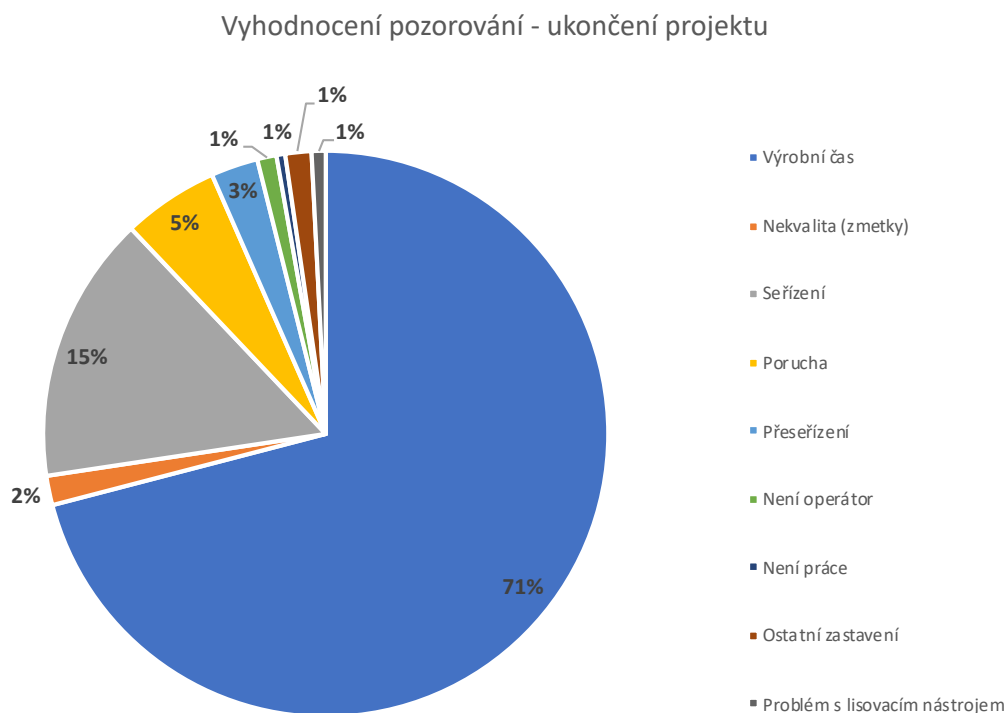
Pro snazší kontrolu provádění autonomní údržby na strojích jsem pak vytvořil formulář, kde
 operátor, který údržbu provedl, zapíše datum, kdy byla provedena a zároveň přiloží svůj
 podpis.

7.7 Vyhodnocení projektové části

Projektová část práce a aktivity v ní probíhající si kladla za cíl dosažení hlavního cíle společnosti, kterým bylo zvýšení týdenního výstupu výroby o dvacet pět tisíc kusů. V analytické části byl stanoven dílčí cíl, kterým je zvýšení efektivity strojního zařízení o devět procent. Jeho dosažením může být splněn požadavek vedení společnosti. Aby bylo možné zvýšit efektivitu strojního zařízení, je nezbytné redukovat významné prostoje, které vytváří seřízení stroje a druhým z nich pak je prostoj způsobený poruchou stroje. V obou těchto případech je stroj vypnutý a nevyrábí.

Ověření splnění cílů proběhlo ve dvou krocích. Prvním z nich je pozorování přímo na pracovišti stejným způsobem, jako bylo provedeno v analytické části. To nám pomůže zjistit naplnění dílčího cíle, zvýšení efektivity strojního zařízení. Druhým pak bude zjištění nového týdenního výstupu z pracoviště lisovny, které získám z informačního systému společnosti.

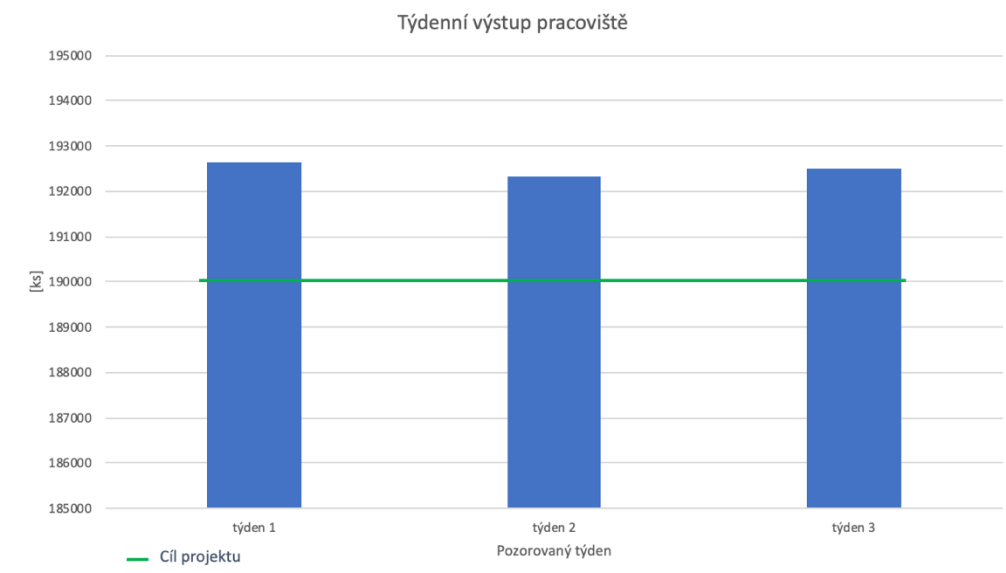
Pozorování trvalo jeden kalendářní týden, kdy operátoři vyplňovali směnový záznam průběhu výroby. Tyto formuláře jsem následně vyhodnotil, podle stejného principu, jako v analytické části, abych dostal srovnatelné porovnání. Následující graf zobrazuje výsledky tohoto pozorování, zejména změnu prostoje seřízení stroje a poruch, jejichž redukce byla klíčovou částí projektu, k dosažení požadovaného zvýšení efektivity strojního zařízení.



Obrázek 56 Vyhodnocení pozorování – ukončení projektu (vlastní zpracování)

Z pozorování vyplynulo, že se podařilo navýšit efektivitu strojního zařízení o deset procent, za pomoci snížení prostoje seřízení a poruch.

Celkový týdenní výstup z lisovny je pak znázorněn v grafu níže, kde jako vstupní data sloužily podklady o odvedené výrobě, za poslední tři týdny od ukončení projektové části. Zdrojem těchto dat byl podnikový informační systém.

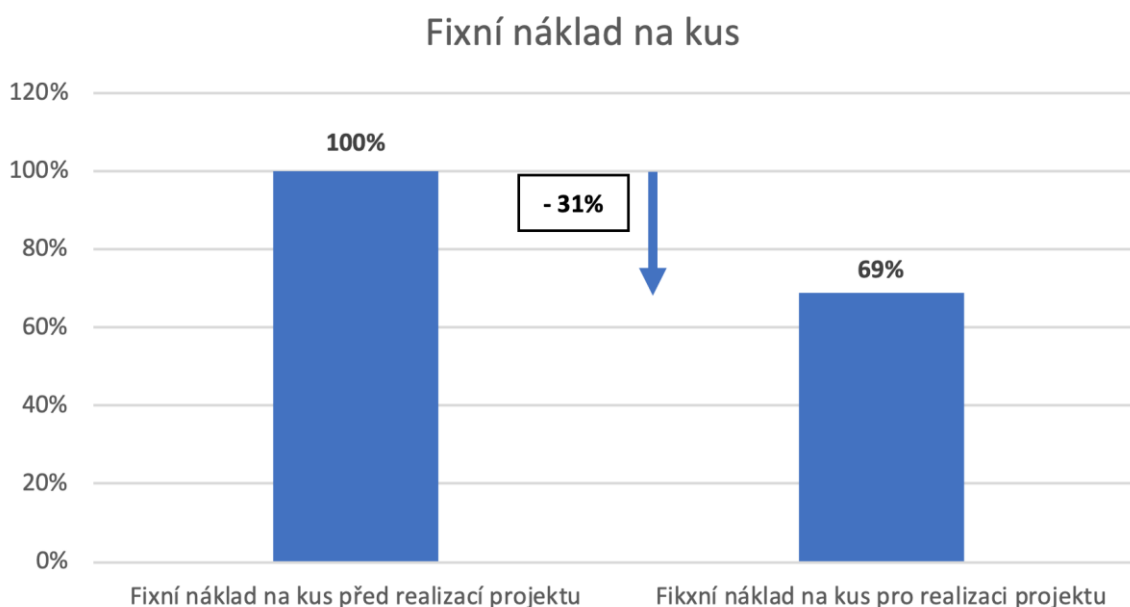


Obrázek 57 Nový týdenní výstup pracoviště lisovny (vlastní zpracování)

Výstup pracoviště dosahuje požadované hodnoty, která byla definována na začátku této diplomové práce. Byl tak naplněn požadavek společnosti, která požadovala zvýšení týdenního výstupu z pracoviště lisovny o dvacet pět tisíc kusů týdně. Výsledky své práce jsem společně s projektovým týmem prezentoval vedení společnosti, která je přijala, akceptovala a uzavřela projekt jako úspěšný s dosaženým cílem.

8 FINANČNÍ VYHODNOCENÍ PROJEKTU

Následující hodnocení projektu jsem vytvořil ve spolupráci s firemním oddělením controllingu. Na základě jejich rozhodnutí jsem úspěšnost projektu hodnotil pomocí procentuálního snížení fixního nákladu na kus. Jako výchozí stav byl brán původní výstup lisovny v kusech za týden, který tvořil hodnotu sto procent. Cílem bylo zjistit, jaká je výše jednotkových fixních nákladů po dosažení nového výstupu v kusech za týden, tedy o dvacet pět tisíc kusů týdně více. Jelikož má společnost ukazatel fixních nákladů jako jeden ze svých strategických, nebyl mi pro účel využití v této diplomové práci poskytnut. Controlling mi poskytl pro finanční vyhodnocení pouze celkový rozdíl mezi původním fixním nákladem na kus a novým fixním nákladem na kus, který vypočítal po ukončení projektu. Z obdržného výsledku je patrné, že se díky realizaci projektu podařilo snížit fixní náklad na jeden kus o třicet jedna procent, tedy téměř o třetinu.



Obrázek 58 Fixní náklad na kus před a po realizaci projektu (vlastní zpracování)

Po předložení těchto výsledků vedení společnosti, byl projekt uzavřen. Po dohodě s vedením společnosti a oddělením controllingu nebyly do projektu kalkulovány náklady na mzdy pracovníků projektového týmu, protože se jednalo o jejich standardní pracovní náplň.

Dále byly kladně hodnoceny další dvě skutečnosti a to, že společnost nemusí investovat do nového strojního zařízení částku více než dvanáct miliónů korun, a že společnost nepřišla díky tomu, že se podařilo navýšit výstup pracoviště o významnou zakázku.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo zvýšení výrobní kapacity vybraného pracoviště. Konkrétně se jednalo o pracoviště lisovny a požadavkem společnosti bylo zvýšení týdenního výstupu z tohoto pracoviště o dvacet pět tisíc kusů, aniž by společnost byla nucena investovat do nového strojního zařízení. Projekt byl realizován ve strojírenské společnosti, kde průmyslové inženýrství má dlouholetou tradici, a to již od konce devadesátých let dvacátého století, kdy tato firma spolupracovala při implementaci metod štíhlé výroby s pány Ivanem Mašínem a Milanem Vytlačilem, kteří jsou považováni za průkopníky tohoto oboru u nás. Průmyslové inženýrství se zde za tuto dobu pevně zakotvilo, což dokládá i fakt, že zde existuje specializované oddělení, které se zlepšováním zabývá, a právě při takovýchto projektech hraje jednu z klíčových rolí.

Samotný projekt byl nastaven na základě výsledků z prvotní analýzy, kde jsem zjistil současnou kapacitu pracoviště a následně za pomoci ověření správnosti normy i kapacitu instalovanou. Tím jsem si ověřil, že společnost má dostatečnou rezervu ve výrobní kapacitě a bude tedy možné projekt realizovat dle projektového zadání, které jsem od vedení společnosti obdržel. V další fázi analýzy jsem se zaměřil na současnou efektivitu strojního zařízení, zejména pak na identifikaci jednotlivých prostojů, což jsem provedl pozorováním přímo na pracovišti. Na základě tohoto přehledu a pomoci Paretovy analýzy jsem pak odhalil ty největší prostoje, které efektivitu strojů ovlivňují a spočítal o kolik je potřeba tyto vybrané prostoje snížit, respektive zvýšit efektivitu strojů tak, aby bylo dosaženo hlavního cíle projektu. Tyto výsledky analýzy mi pak poskytly jednotlivé dílčí cíle, které bylo zapotřebí v rámci projektu naplnit. Největší potenciál pro zlepšení efektivity stroje byl ve snížení seřizovacího času a standardizaci seřízení a také ve snížení poruchovosti strojů. Pro snížení seřizovacích časů jsem zvolil užití metody SMED, pomocí které jsme redukovali seřizovací čas o čtrnáct celých osm desetin minuty, čímž jsme překročili i požadovaný dílčí cíl. Pro analýzu poruch jsme vycházeli z výsledků pozorování na pracovišti provedeného v analytické části, kde opět pomocí Paretovy analýzy jsem odhalil ty nejzávažnější poruchy a na ty se zaměřil. Za pomoci moderovaného workshopu jsem stanovil nápravná opatření, která byla realizována. Velkým nedostatkem bylo také vykonávání autonomní údržby na pracovišti, kde jsem pro její zefektivnění vypracoval nový standard jejího vykonávání, který zároveň reflektoval i jednotlivé poruchy, které se nejčastěji vyskytovaly a byl zaměřen na jejich předcházení. Cílem bylo snížit prostoj poruch, což se podařilo. Po ukončení realizační fáze projektu přišlo na řadu vyhodnocení, kde jsem ověřil, že všechny dílčí cíle, i ten hlavní, byly

splněny a bylo dosaženo požadovaného výstupu. Finanční zhodnocení projektu probíhalo ve spolupráci s oddělením controllingu, kde jako ukazatel úspěšnosti projektu bylo definováno snížení fixního nákladu na vyrobený kus. Po porovnání původního stavu, před realizací projektu a nově dosaženého stavu, po ukončení projektu, mohu konstatovat, že se podařilo snížit fixní náklad na kus o třicet jedna procent. Zároveň není nutná investice do nového stroje, jelikož se firmě podařilo navýšit výstup z pracoviště. Vzhledem k tomuto navýšení nepřišla společnost o významnou zakázku, kterou by v případě neúspěchu projektu musela odřeknout.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Analyze – Phase 3 (of 5) of Lean Six Sigma, ©2017. GoLeanSixSigma [online]. Ewa Beach [cit. 2019-02-26]. Dostupné z: <https://goleansixsigma.com/analyze-phase-3-of-5-of-lean-six-sigma/>

ANDERSEN, Bjørn. a Dianne GALLOWAY, 2008. *Mapping work processes*. 2nd ed. Milwaukee, Wis.: ASQ Quality Press., 100 s. ISBN 9780873896870.

BAUER, Miroslav, 2012. *Kaizen: cesta ke štíhlé a flexibilní firmě*. Brno: BizBooks, 200 s. ISBN 9788026500292.

BERTELS, Thomas., 2003. *Rath & Strong's six sigma leadership handbook*. Hoboken, N.J.: J. Wiley., 592 s. ISBN 978-0-471-25124-8.

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

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

BURIETA, Ján, 2007. *FMEA Analýza príčin a dôsledků*. In: IPA [online]. Žilina [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: <https://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/fmea-analyza-pricin-a-dusledku>

DLABAČ, Jaroslav, 2015. *Cesta ke štíhlému podniku*. In: Akademie produktivity a inovací [online]. Slaný [cit. 2019-02-20]. Dostupné z: <http://www.e-api.cz/25793n-cesta-ke-stihlemu-podniku>

DLABAČ, Jaroslav, 2017. *Analýza a normování práce je pro velkou část českých firem stále aktuálnějším tématem*. In: Akademie produktivity a inovací [online]. Slaný [cit. 2019-03-06]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25840n-analyza-a-normovani-prace-je-pro-velkou-cast-ceskych-firem-stale-aktualnejsim-tematem>

DLABAČ, Jaroslav a Marcel Pavelka, 2018. *Komplexní pohled na efektivitu strojního zařízení*. In: Akademie produktivity a inovací [online]. Slaný [cit. 2019-03-08]. 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*. První vydání. Praha: Grada Publishing, 418 s. Expert (Grada). ISBN 9788024756202.

DOLEŽAL, Jan a Jiří KRÁTKÝ, 2017. *Projektový management v praxi: naučte se řídit projekty!*. První vydání. Praha: Grada, 171 s. ISBN 9788024756936.

GEORGE, Michael L., 2010. *Kapesní příručka Lean Six Sigma: rychlý průvodce téměř 100 nástroji na zlepšování kvality procesů, rychlosti a komplexity*. Brno: SC&C Partner., 280 s. ISBN 978-80-904099-2-7.

HAMEL, Mark R a Michael O'CONNOR, 2017. *Lean math: figuring to improve*. Dearborn, Michigan: Society of Manufacturing Engineers. 444 s. ISBN 0872638812.

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. *Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: GEORG, 138 s. ISBN 978-80-89401-26-0.

CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2013. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů*. 1. vyd. Žilina: Georg, 116 s. ISBN 9788081540585.

IMAI, Masaaki, 2004. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 272 s. ISBN 80-251-0461-3.

JUROVÁ, Marie, 2016. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. Praha: Grada Publishing, 254 s. Expert. ISBN 978-80-247-5717-9.

KORMANEC, Peter, Ľudovít Boledovič a Matúš Višňanský, 2008. *SMED*. 1. vyd. Žilina, 42 s.

KOŠTURIAK, Ján a Milan GREGOR, 2002. *Jak zvyšovat produktivitu firmy*. 1. vyd. Žilina: inFORM, 1 sv. ISBN 8096858319.

KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.

KOŠTURIAK, Ján, 2010. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 234 s. ISBN 978-80-251-2349-2.

KRIŠŤÁK, Jan, 2017. *Analýza a meranie práce*. In: IPA [online]. Žilina [cit. 2019-03-11]. Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovnik/analyza-a-meranie-prace>

LEGÁT, Václav, 2016. *Management a inženýrství údržby*. Druhé doplněné vydání. Praha: Kamil Mařík - Professional Publishing, iv strany obrazových příloh, 622 s. ISBN 978-80-7431-163-5.

MANN, David, 2015. *Creating a lean culture: tools to sustain lean conversions*. Third edition. Boca Raton: CRC Press, 367 s. ISBN 978-1-4822-4323-9.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 1996. *Cesty k vyšší produktivitě: strategie založená na průmyslovém inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 254 s. ISBN 8090223508.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: Metody průmyslového inženýrství*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. *TPM: management a praktické zavádění*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 246 s. ISBN 8090223559.

MAŠÍN, Ivan, 2004. *Výroba velkého sortimentu v malých sériích: principy výrobních systémů pro 21. století*. Liberec: Institut technologií a managementu, 101 s. ISBN 8090353304.

PIVODOVÁ, Pavlína, 2016. *Studium metod a měření práce* (Výukové materiály v rámci předmětu Studia metod měření práce). Zlín, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

ROBINSON, Charles J. a Andrew P. GINDER, 1995. *Implementing TPM: the North American experience*. Portland, Ore.: Productivity Press, 224 s. ISBN 1-56327-087-0.

ROSER Christoph, 2016. *Good nad Bad Way to Calculate the OEE*. In: All About Lean [online]. Offenbach [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: https://www.allaboutlean.com/bad-oeeformula/?fbclid=IwAR3rWrAaCGKkzwNY9KtLXOqRUUpniORO_ZedsRegP1V414rlUg-MeT3PxmMk

SAHA, Dipankar, Mahalakshmi SYAMSUNDER a Sumanta CHAKRABORTY, 2016. *Manufacturing Performance Management using SAP OEE: Implementing and Configuring Overall Equipment Effectiveness*. 1. vyd. New York: Apress, 335 s. ISBN 978-1-4842-1151-9.

Six Sigma DMAIC – Improve Phase, ©2017. WhatIsSixSigma [online]. [cit. 2019-02-27]. Dostupné z: <http://www.whatissixsigma.net/six-sigma-dmaic-improve-phase>

SMED, ©2017. IPA [online]. Žilina [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <https://www.ipaslovaquia.sk/sk/ipa-slovník/smed>

SMITH, Bernie, 2013. *KPI Checklists: Develop meaningful, trusted, KPIs and reports using step-by-step checklists*. First Edition. Sheffield: Metric Press, 192 s. ISBN 9781910047002.

STAMATIS, D. H., 2010. *The OEE primer: understanding overall equipment effectiveness, reliability, and maintainability*. Boca Raton, [FL]: CRC Press, 502 s. ISBN 978-1-4398-1406-2.

SVOZILOVÁ, Alena, 2011. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada. Expert (Grada), 232 s. ISBN 978-80-247-.

SWINNEY, Zack, 2013. *Six Sigma Project Charter (with teplate)*. In: iSixSigma [online]. Bainbridge Island [cit. 2019-02-27]. Dostupní z: <https://www.isixsigma.com/tools-templates/project-charter/six-sigma-project-charter/>

Totálně produktivní údržba, ©2016. *Escare* [online]. Slaný [cit. 2019-03-10]. Dostupné z: <https://www.escare.cz/blog/tpm-totalne-produktivni-udrzba/>

TÖPFER, Armin, 2008. *Six Sigma: koncepce a příklady pro řízení bez chyb*. 1. vyd. Brno: Computer Press, Business books (Computer Press), 508 s. ISBN 9788025117668.

TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy*. Vyd. 2. upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 8073183811.

VÍTEK, Václav, 2012. *Plytvání*. In: Svět produktivity [online]. Prostějov [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/clanek/metodika-plytvani.htm>

VÍTEK, Václav, 2012. *SMED*. In: Svět produktivity [online]. Prostějov [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/slovník/SMED.htm>

VYŠŇANSKÝ, Matúš, Jozef Krišťak a Marek Kysel', 2010. *Analýza, meranie a normovanie práce*. 1. vyd. Žilina, 46 s.

VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN, 1998. *Týmová společnost: podnik v globálním prostředí*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 413 s. ISBN 8090223524.

WIESENFELDER, Heidi, 2013. *DMAIC Phase 5: The Control Phase of Six Sigma and Its Tools Including Process Monitoring Plan, Control Charts, and Process*. In: *BrightHubPM* [online]. Grandville [cit. 2019-03-02]. Dostupné z: <https://www.brighthubpm.com/six-sigma/27134-dmaic-phase-five-the-control-phase/>

ZLÁMALOVÁ, Lenka, 2013. *Tomáš Bata: guru světových manažerů*. In: *Český a slovenský svět* [online]. Praha [cit. 2019-03-04]. Dostupné z: <http://www.czsk.net/svet/clanky/osobnosti/bata.html>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

OEE	Overall Equipment Effectiveness (celková efektivita zařízení)
RIPRAN	RIsk PRoject ANalysis (metoda pro analýzu projektových rizik)
SAP	Systeme, Anwendungen, Produkte in der Datenverarbeitung (podnikový informační systém)
SMED	Single Minute Exchange od Die (metoda zkracování časů přetypování výrobních zařízení)
TPM	Total Productive Maintenance (totálně produktivní údržba)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Rozdíly ve vnímání pracovních úloh v podniku (Košturiak a Gregor, 2002, s. E / 8-1)	14
Obrázek 2 Schéma výrobního procesu (vlastní zpracování)	14
Obrázek 3 Základní princip TPM (Escare, ©2016).....	17
Obrázek 4 Pilíře TPM (Escare, ©2016).....	18
Obrázek 5 Sedm kroků autonomní údržby (Escare, ©2016).....	19
Obrázek 6 Přetypování (IPA, ©2017)	22
Obrázek 7 Posloupnost kroků realizace metody SMED (Košturiak, 2010, s. 98).....	24
Obrázek 8 Příklad záznamového formuláře (Košturiak, 2010, s. 99).....	25
Obrázek 9 Příklad rozdělení interních a externích činností (Košturiak, 2010, s. 99).....	26
Obrázek 10 Realizace metody SMED (Košturiak, 2010, s. 200)	27
Obrázek 11 Schéma OEE (Dlabač a Pavelka, 2018)	28
Obrázek 12 Analýza a měření práce (Dlabač, 2017)	31
Obrázek 13 Týmová spolupráce (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 197)	34
Obrázek 14 Fáze řízení projektu (vlastní zpracování)	36
Obrázek 15 Cyklus PDCA a SDCA ve zlepšování procesů (Košturiak, 2010, s. 48).....	40
Obrázek 16 Vývoj ročního obrátu a počtu zaměstnanců v jednotlivých letech ve společnosti (interní zdroje)	46
Obrázek 17 Vyměnitelné břitové destičky (interní zdroje)	47
Obrázek 18 Proces výroby vyměnitelné břitové destičky (vlastní zpracování).....	48
Obrázek 19 Tvrdokovový prášek pod mikroskopem (interní zdroje).....	49
Obrázek 20 Proces lisování (interní zdroje)	49
Obrázek 21 Schéma postupu při procesu lisování (vlastní zpracování)	50
Obrázek 22 Lis Osterwalder (vlastní zpracování)	51
Obrázek 23 Lisovací nástroj (vlastní zpracování)	52
Obrázek 24 Schéma organizace pracoviště (vlastní zpracování).....	53
Obrázek 25 Schéma analýzy současného stavu (vlastní zpracování).....	55
Obrázek 26 Vývoj počtu odlisovaných shodných kusů v jednotlivých týdnech (vlastní zpracování)	57
Obrázek 27 Srovnání počtu odlisovaných shodných kusů v jednotlivých týdnech s požadavkem společnosti (vlastní zpracování).....	58
Obrázek 28 Layout pracoviště lisovny (vlastní zpracování)	59

Obrázek 29 Čistý pracovní čas stroje (vlastní zpracování).....	61
Obrázek 30 Současná stav vs. požadavek společnosti (vlastní zpracování).....	62
Obrázek 31 Porovnání aktuálně vyráběného počtu kusů s požadavkem společnosti a instalovanou kapacitou (vlastní zpracování)	63
Obrázek 32 Efektivita strojního zařízení (vlastní zpracování)	64
Obrázek 33 Průměrná efektivita strojů za týden (vlastní zpracování).....	64
Obrázek 34 Vyhodnocení pozorování (vlastní zpracování)	66
Obrázek 35 Paretova analýza prostojů (vlastní zpracování).....	68
Obrázek 36 Schéma analýzy pracoviště (vlastní zpracování)	69
Obrázek 37 Cílové maximální hodnoty prostorů (vlastní zpracování).....	72
Obrázek 38 Metody pro snížení prostojů (vlastní zpracování).....	72
Obrázek 39 Průměrná doba seřízení stroje operátorem za kalendářní měsíc (vlastní zpracování)	79
Obrázek 40 Kroky pro tvorbu standardu seřízení (vlastní zpracování)	80
Obrázek 41 Kroky pro seřízení stroje vyjádřené v čase (vlastní zpracování)	81
Obrázek 42 Poměr interních a externích činností (vlastní zpracování)	84
Obrázek 43 Možný čas seřízení stroje (vlastní zpracování)	85
Obrázek 44 Přesunutí mikroskopů, včetně indikátorů blíže ke strojům (vlastní zpracování)	87
Obrázek 45 Nové umístění PC (vlastní zpracování).....	88
Obrázek 46 Nové uložení spotřebního materiálu (vlastní zpracování).....	88
Obrázek 47 Nářadí potřebné pro seřízení (vlastní zpracování)	89
Obrázek 48 Nový způsob uložení nářadí (vlastní zpracování).....	90
Obrázek 49 Porovnání seřízení při původním a novém layoutu pracoviště (vlastní zpracování)	94
Obrázek 50 Vyhodnocení snížení seřizovacího času (vlastní zpracování).....	95
Obrázek 51 Cíl pro snížení prostoje poruch (vlastní zpracování)	96
Obrázek 52 Paretova analýza poruch (vlastní zpracování).....	97
Obrázek 53 Postup při návrhu nového standardu autonomní a profesní údržby (vlastní zpracování)	99
Obrázek 54 Stav TPM tabule při pozorování (vlastní zpracování)	100
Obrázek 55 Stav stroje po provedení úklidu operátorem (vlastní zpracování).....	101
Obrázek 56 Vyhodnocení pozorování – ukončení projektu (vlastní zpracování)	105

Obrázek 57 Nový týdenní výstup pracoviště lisovny (vlastní zpracování)106
Obrázek 58 Fixní náklad na kus před a po realizaci projektu (vlastní zpracování)..107

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Výpočet OEE (Saha, Syamsunder a Chakraborty, 2016, s. 6)	29
Tabulka 2 Štíhlý způsob výpočtu OEE (Roser, 2016).....	30
Tabulka 3 Základní projektové pojmy (Doležal a Krátký, 2017, s. 17)	33
Tabulka 4 Základní předpoklady pro vedení týmu (Chromjaková, 2013, s. 102).....	38
Tabulka 5 Ukázka směnového kalendáře (interní i zdroje)	54
Tabulka 6 Počet vyrobených kusů destiček na lisech (vlastní zpracování)	56
Tabulka 7 Měření strojního času (vlastní zpracování).....	60
Tabulka 8 Směnový záznam výroby (vlastní zpracování).....	65
Tabulka 9 Prostoje výrobního zařízení (vlastní zpracování)	67
Tabulka 10 Váhy pro stanovení cílových hodnot vybraných prostožů (vlastní zpracování)	71
Tabulka 11 Cíle projektu (vlastní zpracování)	73
Tabulka 12 Logický rámec (vlastní zpracování)	75
Tabulka 13 Časový harmonogram projektu (vlastní zpracování).....	76
Tabulka 14 RIPRAN analýza (vlastní zpracování).....	77
Tabulka 15 Rozdělení činností na externí a interní (vlastní zpracování)	83
Tabulka 16 Náměty z workshopu a návrhy opatření (vlastní zpracování)	86
Tabulka 17 Návrh standardizovaného postupu seřízení stroje (vlastní zpracování)...	92
Tabulka 18 Pravidla výkonu externích činností (vlastní zpracování).....	93
Tabulka 19 Poruchy prostoje (vlastní zpracování)	96
Tabulka 20 Výsledek moderovaného workshopu na téma snížení prostoje poruch (vlastní zpracování)	98
Tabulka 21 Standard autonomní údržby lisu (vlastní zpracování)	103
Tabulka 22 Formulář pro záznam o provedení autonomní údržby (vlastní zpracování)	104