

Optimalizace procesu seřizování obráběcího centra

Bc. Machalík Šimon

Diplomová práce



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: 2023/2024

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Šimon Machalík
Osobní číslo: M220222
Studijní program: N0488P050002 Průmyslové inženýrství
Forma studia: Kombinovaná
Téma práce: Optimalizace procesu seřízení obráběcího centra

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte dostupnou literaturu vztahující se k danému tématu a metodám průmyslového inženýrství.

II. Praktická část

- Provedte analýzu přestavby stroje za současného stavu.
- Z výsledků analýzy navrhňte opatření pro zvýšení efektivity přestavby.
- Návrhňte opatření na základě prováděných analýz.
- Zhodnotte navržená opatření.

Závěr

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

Seznam doporučené literatury:

ALTMAN, Harry. *Lean: The Bible: 7 Manuscripts – Lean Startup, Lean Six Sigma, Lean Analytics, Lean Enterprise, Kanban, Scrum, Agile Projects Management*. Createspace Independent Publishing Platform, 2017. ISBN 978-19-783-4868-4.
CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů*. Žilina: Georg, 2013. ISBN 978-80-8154-058-5.
PASCAL, Denis. *Lean Production Simplified*. Routledge, CRC Press, 2015. ISBN 978-14-987-0887-6.
RICH, Charron; HARRINGTON, James; VOEHL, Frank a WIGGINI, Hal. *Lean Management Systems Handbook*. CRC Press: Taylor & Francis Group, 2014. ISBN 978-14-6656-435-0.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání diplomové práce: **5. února 2024**
Termín odevzdání diplomové práce: **19. dubna 2024**

L.S.

prof. Ing. David Tuček, Ph.D.
děkan

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

Ve Zlíně dne 5. února 2024

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 připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/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, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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 15.4.2024

Jméno a příjmení: Šimon Machalík Bc.

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na optimalizaci procesu seřizování obráběcího centra ve vybrané společnosti. Základní strukturou je rozdělení celé práce na dvě části, a to část teoretickou a praktickou.

V teoretické části je zpracována dostupná literatura týkající se konceptu Lean. Následně se zabývá SMED analýzou a dále ukazateli výkonosti a vybranými technologiemi obrábění.

Praktická část je nejprve zaměřena na představení společnosti, a popsáním řešeného procesu. Poté následuje samotná analytická část, jež se zabývá nejprve sběrem dat, následně provedením SMED analýzy doplněné o Spaghetti diagram.

Projektová část identifikuje opatření ke zlepšení procesu SMED na vybraném pracovišti a navrhuje možná řešení optimalizace procesu.

Na závěr je zhodnocení provedených analýz a navrhovaných nápravných opatření doplněných rovněž o plán jejich implementace, což je rovněž výstupem diplomové práce.

Klíčová slova: SMED, Lean, Spaghetti diagram, Průmyslové inženýrství, Obrábění

ABSTRACT

The diploma thesis focuses on optimizing the setup process of a machining center within a selected company. The basic structure divides the entire thesis into two parts: theoretical and practical.

The theoretical part encompasses a review of available literature concerning the Lean concept. Subsequently, it delves into SMED analysis, performance indicators, and selected machining technologies.

The practical part begins with an introduction to the company and a description of the process under consideration. This is followed by the analytical section, which involves data collection, SMED analysis, and the use of a Spaghetti diagram.

The project part identifies measures to improve the SMED process at the selected workplace and proposes possible solutions for optimizing the process.

In conclusion, there is an evaluation of the conducted analyses and proposed corrective measures, along with a plan for their implementation, which constitutes the output of the diploma thesis.

Keywords: SMED,Lean, Spaghetti diagram, Industrial engineering, Machining

Touhle formou bych chtěl vřele poděkovat vedoucí této práce prof. Ing. Felicitě Chromjakové, PhD. za její nápomoc a čas strávený konzultacemi a cennými radami.

Dále bych chtěl touto cestou poděkovat společnosti, která mi u nich umožnila práci zpracovávat.

Poděkování za podporu při studiu patří rovněž mé rodině a přítelkyni.

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

OBSAH

ÚVOD	10
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	13
1.1 VYBRANÉ METODY PI PRO ŘEŠENÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE	13
1.2 LEAN MANAGEMENT.....	15
2 METODA SMED	22
2.1 POPIS METODY SMED.....	22
2.2 PŘEDPOKLADY A PŘÍNOSY ZAVEDENÍ METODY SMED PRO VÝROBNÍ PRACOVIŠTĚ	24
3 STANDARDIZACE PROCESU A PRÁCE	25
3.1 STANDARDIZOVANÝ PROCES	25
3.2 STANDARDIZOVANÁ PRÁCE.....	25
3.3 EFEKTIVITA A PRODUKTIVITA PRÁCE	26
3.4 POPIS PRINCIPU ZÁKLADNÍCH OBRÁBĚCÍCH TECHNOLOGIÍ.....	28
3.4.1 Konvenční a nekonvenční technologie obrábění	28
4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI	34
4.1 HISTORIE SPOLEČNOSTI	34
4.2 PRODUKTOVÉ PORTFOLIO.....	35
5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	36
5.1 VÝBĚR PŘEDSTAVITELE PRO MAPOVÁNÍ PROCESU.....	36
5.2 TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY NA VYBRANÝCH PRACOVIŠTÍCH	37
5.3 POPIS ŘEŠENÉHO PRACOVIŠTĚ	38
5.4 LAYOUT PRACOVIŠTĚ	39
5.5 VÝROBKOVÝ PŘEDSTAVITEL PRO ANALÝZU	40
5.6 POPIS VÝROBNÍ OPERACE	41
5.7 POPIS PROCESU SEŘÍZENÍ STROJE.....	42
5.7.1 Typ seřízení I – malé seřízení (MS)	43
5.7.2 Typ seřízení II-střední seřízení (SS)	43
5.7.3 Typ seřízení III-velké seřízení (VS).....	43
6 IDENTIFIKACE ČASŮ SEŘIZOVÁNÍ	44
6.1 SKUPINY ČASŮ PROCESU SEŘIZOVÁNÍ.....	45
6.2 MONITORING SEŘIZOVACÍCH ČASŮ	45
7 ANALÝZA PROCESU	49

7.1	SMED ANALÝZA PŘESTAVEB	50
7.1.1	Rozbor seřízení.....	51
7.1.2	První krok-rozdělení činností na interní a externí.....	52
7.1.3	Druhý krok-převod interních činností na externí	53
7.1.4	Třetí krok-zlepšení procesu.....	56
8	SPAGHETTI DIAGRAM.....	58
9	SHRnutí VÝSLEDKŮ PROVEDENÝCH ANALÝZ	59
10	VYMEZENÍ PROJEKTU	60
10.1	PROJEKTOVÁ LISTINA	60
10.2	LOGICKÝ RÁMEC	61
10.3	ANALÝZA RIZIK.....	62
10.4	ČASOVÝ HARMONOGRAM PROJEKTU	65
11	NÁVRH IMPLEMENTACE ZMĚN VYCHÁZEJÍCÍCH Z ANALÝZ	67
11.1	VIZUALIZACE SEKVENCÍ SEŘIZOVÁNÍ:.....	67
11.2	SEŘIZOVACÍ VOZÍK	68
11.3	STANDARDIZACE PROCESU SEŘIZOVÁNÍ	69
12	PLÁN IMPLEMENTACE.....	71
12.1	AKČNÍ PLÁN	71
13	ZHODNOCENÍ PROJEKTU A NAVRHOVANÝCH ZMĚN	72
13.1	NÁKLADY PROJEKTU	72
14	ZÁVĚR.....	79
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	80
	SEZNAM OBRÁZKŮ	83
	SEZNAM TABULEK.....	85

ÚVOD

Současná doba je velmi dynamická, a to stejné platí i pro průmyslové podniky. Neustále rostoucí konkurence a současně zvyšující se nároky zákazníků ať už na kvalitu, cenu produktu či dodací termíny nutí firmy zaměřit se na své procesy a maximálně je optimalizovat. Pod takovým nátlakem, pokud chtějí firmy své postavení na trhu udržet, musí se zaměřit na eliminaci slabých stránek svých procesů, především v oblasti plýtvání, čímž dokážou své náklady snížit a potenciálně si šáhnout na vyšší zisky. V konečném důsledku je cílem takovéto úspěšné firmy provádět pouze takové činnosti, za které je zákazník ochoten zaplatit.

Tato diplomová práce se zaměřuje na oblast optimalizace procesu seřizování obráběcího centra a eliminaci ztrát z pohledu plýtvání. Právě této problematice se věnuje v první kapitole teoretické části koncepce Lean a její nástroje, prostřednictvím kterých lze proces optimalizovat.

Jednou z metod štíhlé výroby zabývající se problematikou přetypování stroje použitou v této práci je SMED analýza, které je věnována druhá kapitola. Nejprve bude tato metoda obecně představena z pohledu základní definice, poté bude popsán postup použití této analýzy a na závěr budou zmíněny předpoklady a přínosy jejího použití.

Třetí kapitola je věnována standardizaci a měření produktivity a efektivity práce. V druhé části této kapitoly jsou rovněž popsány základní obráběcí technologie a jejich rozdělení.

Smyslem a očekávaným přínosem této práce je snížení seřizovacího času na tomto pracovišti o 15 %, což je pozitivním přínosem mimo jiné z hlediska úspory financí, ergonomie či produktivity.

Pro realizaci takové analýzy je nezbytné nejprve dostatečně pochopit a zmapovat daný výrobní proces. Této problematice je věnována první segment praktické části, kde je proces detailně popsán. Následovat bude samotná analytická část, která bude nejprve věnována sběru dat a jejich následnému zpracování prostřednictvím SMED analýzy, jež je stěžejním stavebním kamenem této práce a následně doplněna Spaghetti diagramem.

Následovat bude zasazení všech aktivit do projektového formátu, kdy bude vypracována základní projektová listina a následně zpracována analýza rizik, logický rámec a harmonogram projektu.

Na samotný konec této práce budou veškeré aktivity a navržená nápravná opatření vycházející z analýzy SMED zhodnoceny.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Diplomová práce se zaměřuje na optimalizaci procesu seřizování obráběcího centra a prostřednictvím provedených analýz identifikovat potenciál pro zlepšení a eliminovat plýtvání v procesu.

Následně na základě metodiky SMED analýzy provést optimalizaci procesu a navrhnout nápravná opatření zvyšující efektivitu tohoto procesu.

Hlavním cílem diplomové práce je zkrácení průměrné doby seřizování stroje o 15 %.

Jelikož bylo konkrétní pracoviště pro řešení zadáno vedením podniku, počáteční analýza pro výběr vhodného představitele spočívala v prověření klíčových procesních parametrů s ohledem na zvolený proces SMED.

Počáteční sběr dat pro následnou analýzu bude použito především pořízení audiovizuálního záznamu a jeho následný detailní rozbor doplněn o rozhovory se zkušenými kompetentními pracovníky z různých profesních skupin.

Před samotným zahájením mapování procesu budou skrze velké množství druhů přestaveb jednotlivá seřizování rozdělena do 3 základních skupin. Následně proběhne samotná SMED analýza doplněná o analýzu pohybu pracovníka prostřednictvím Spaghetti diagramu. Současně bude od samotného začátku zahájen monitoring seřizovacích časů na daném pracovišti.

Celý tento projekt bude řízen dle cyklu PDCA, tedy od analýzy současného stavu počínaje, přes popsání hlavního cíle projektu následného úspěšného plnění vycházejících opatření řízených prostřednictvím akčního plánu projektu.

Posledním krokem bude ověření a zhodnocení splnění či nesplnění zadání projektu, které by mělo být dle PDCA opětovně ověřeno v časovém odstupu, což již součástí této práce nebude, jelikož samotné předání projektu bude probíhat až po termínu odevzdání diplomové práce.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Podle Chromjakové (2013) lze průmyslové inženýrství charakterizovat jako oblast, která se soustředí na nalezení metod k minimalizaci ztrát, tedy hodnotu nepřidávajících činností v různých typech procesů, nejen v oblasti výroby či managementu, ale také například logistiky.

Lidé, hledající tyto potenciály ke zlepšení daných výrobních či nevýrobních procesů pracují nejčastěji přímo na pozicích průmyslových či procesních inženýrů, rovněž jsou ale čím dál více zapojováni rovněž mistři, předáci či samotné vedení společností.

1.1 Vybrané metody PI pro řešení diplomové práce

Metod průmyslového inženýrství je nespočet, v následující kapitole jsou zpracovány vybrané metody průmyslového inženýrství v návaznosti na jejich ať už přímé či nepřímé využití při projektu v praktické části práce.

- **TPM**

Total Productive Maintenance, česky tedy totálně produktivní údržba je metodou, zaměřenou na maximálně efektivní využívání strojního zařízení včetně procesu jeho údržby. Hlavním tématem, kterým se TPM zabývá je eliminace prostojů daného zařízení, které snižují jeho disponibilní kapacitu. (Brau,2016)

Definicí metody TPM je několik, Chromjaková (2013) definuje TPM: *„Totálně produktivní údržba se vztahuje zejména k zlepšení parametru celkové efektivnosti strojního zařízení, které disponuje určitou strojní produkční kapacitou, tzv. disponibilním časovým fondem“*.

- **Ergonomie**

Pojem ergonomie nachází své kořeny v anglickém překladu „ergonomics“ Jedná se o obor, který se zabývá optimalizací potřeb člověka a jeho vztahem a chováním vůči ostatním částem systému. Jeho cílem je optimalizace podmínek ze strany člověka a tím maximalizovat výkonnost a efektivnost daného procesu (Tosi, 2020)

- **5S**

Jednou ze základních metod průmyslového inženýrství je metoda 5S. Její kořeny sahají do Japonska a cílem této metody vytvoření ideálního pracovního prostředí jak z hlediska ergonomie, tak i uspořádání a následné standardizace. (How 5S Works)

Metoda 5S se skládá, jak již název napovídá z 5 činností pojmenovaných podle japonských slov a to:

- **Seiri**-Vytřídění a odstranění nepotřebných věcí
- **Seiso**-Vyčištění pracoviště
- **Seiton**-Uspořádání pracoviště
- **Seiketus**-Standardizace
- **Shitshuku**-Kontrola

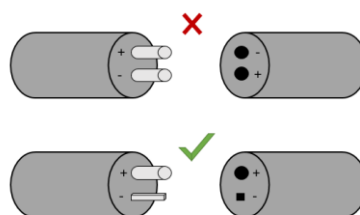
- **Just in time**

Tato metoda, jež byla poprvé použita v japonské Toyotě. Podstatou této metody, nebo spíše přístupu je navrhnout veškeré procesy spojené jak s plánováním, výrobou či logistikou tak, aby byly veškeré díly vyráběny pouze na základě žádosti zákazníka. Jinými slovy se jedná o princip, kdy je vše od plánování, přes výrobu a logistiku až po skladování nastaveno tak, že budou plánovány a vyráběny pouze díly na základě poptávky v daném množství a ceně, budou umístovány na správné místo a ve správný čas. Dochází zde ke klíčové změně z hlediska plánování výroby a to, že místo tlakového systému je užíván tahový mechanismus. (Mašín, Vytlačil, 2000)

Klíčovým předpokladem, který bývá často opomenut je, že do této filozofie musí být zapojena celá společnost.

- **Poka-yoke**

Pojem Poka-yoke je doslovně z japonštiny překládán jako neúmyslná chyba a zamyšlení.



Obrázek 1 Poka-yoke (Lean Six Sigma, © 2024)

Jedná se tedy o metodu eliminace případných defektů ještě před jejich potenciálním výskytem. Tato metoda spočívá v implementaci různých mechanismů, které nepřipustí, respektive zamezí vzniku chyby a tím eliminuje vznik zmetkových kusů a jejich šíření do procesu. (Svozilová,2011)



Obrázek 2 Nástroje PI (vlastní zpracování)

1.2 LEAN MANAGEMENT

Jako přístup Lean je považováno cílené vědomé jednání vedoucí k řešení existujících problémů v podniku či našem okolí. Tento přístup vyžaduje nejen technický přístup, ale především přístup myšlenkový.

Předpokladem pro úspěch podniku v době 21. století je nezbytné, aby byla celá společnost podniku tomuto cíli nakloněna a společně o něj usilovala. Kromě přístupu zaměřeného na procesy, který spočívá v synergickém spojení uspokojování potřeb zákazníka a dosažení efektivity podniku, je důležité, aby moderní podnik splňoval požadavky štíhlého provozu. Toto lze chápat jako nutnost vytvářet všechny podnikové procesy a funkce v dobře organizovaných, ideálních a flexibilních strukturách. (Tomek a Vávrová, 2017)

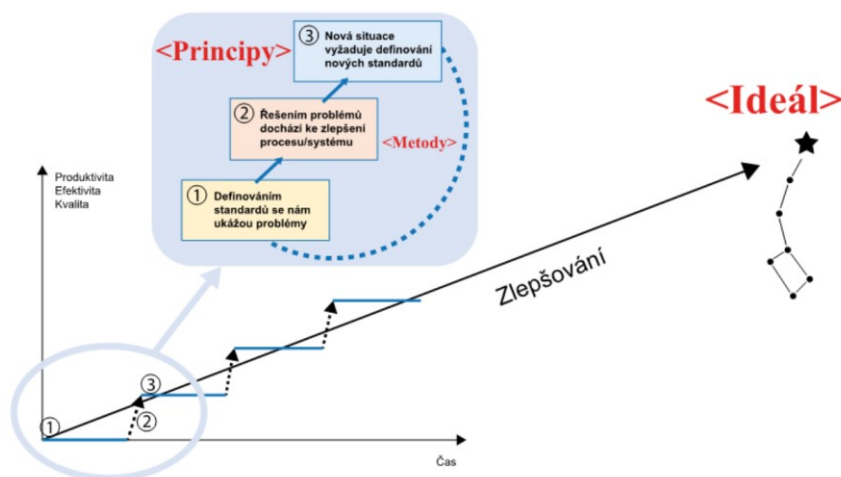
V minulosti měli cenotvorbu podniky kompletně ve své režii. Obecně platil vzorec, že se k nákladům na daný produkt přičetla výše marže, a to tvořilo konečnou cenu pro zákazníka. Dnes již nastal jiný scénář a to takový, že cena produktu je pevně stanovena, nebo dokonce v některých případech klesající a od ní se odečtou odpovídající náklady. Z toho plyne, že pokud chce podnik generovat maximální zisk, musí se především zaměřit na snížení celkových nákladů.

(Pascal, 2015)

Zmíněné myšlení Lean je definováno jako schopnost či umění vidět a popsat problém a následně přejít k postupnému odstraňování překážek a omezení procesu vedoucí k vytiženému ideálnímu stavu, který se často v daném momentu zdá buďto vůbec, nebo těžko dosažitelný. Návazností na Lean myšlení je celkový štíhlý přístup. Ten s ohledem na jedinečnost každého z nás a obecně na složení společnosti je definován jako chtíč každého člověka udělat svět lepší, nejen za pomoci metod průmyslového inženýrství.

Veškeré aktivity vedoucí. (Patermann, 2022)

Základním stavebním kamenem této filozofie je koncepce nikdy nekončícího procesu zlepšování „kaizen“. Tento koncept má za cíl eliminovat maximum hodnotu nepřidávajících činností a plýtvání prostřednictvím gemba obchůzek a hledání těchto míst v procesu, kde je potenciál implementovat tuto myšlenku. (What is lean, 2017)



Obrázek 3 Syntéza Lean ideálů (Patermann, ©2022,)

Jak je známo, koncepce Lean má své kořeny v Japonsku, konkrétně pochází ze společnosti Toyota, kde se poprvé objevila ve 20. století a je inspirována kulturou a tradicí bojového umění Japonského císařského dvora. Z tohoto přístupu vyplývá, že jako všechno, i přístup Lean má své nežádoucí protivníky, v tomto případě často označovány jako 3M. (Patermann, 2022)

Základem této filozofie je pomocí určitých nástrojů identifikovat a následně odstraňovat plýtvání a ztráty, které daná společnost činí při výrobních i nevýrobních procesech. Tíženým přínosem takto implementované filozofie je zvýšení kvality produktu, snížení výrobního času a rovněž s tím spojených nákladů. Pochopitelně nějaký odpad a ztráty k procesu patří a

nedá se jich zcela zbavit, ale za použití vhodných nástrojů můžeme ztráty v co nejvyšší míře snížit. (Altman, 2017)

- **Muda**

První z těchto zmíněných protivníků označuje všechny druhy plýtvání a obecně činností nepřidávající hodnotu pro zákazníka za které by byl ochoten zaplatit. Muda je rovněž rozdělena na dva typy podle možnosti eliminace:

- **Typ 1:** Prvním typem jsou činnosti označované rovněž jako NVA, tedy činnosti sice přidanou hodnotu nepřinášející, ale zároveň pro proces a zákazníka nezbytné. Těmito činnostmi bývá často například certifikace nebo měření.
- **Typ 2:** Druhým typem jsou činnosti či operace, které naopak zákazníkovi žádnou přidanou hodnotu nepřinášejí a není ochoten je hradit. Tyto činnosti bývají rovněž označovány jako nechtěné a nežádoucí činnosti VE a tyto činnosti by tak měly být z procesu odstraněny.

- **Mura**

Jinými slovy taky nevyváženost či nejednota. V procesech složených z více operací, se tento zmíněný protivník projevuje nejvýrazněji. Typickým příkladem Mura je nevybalancovaná montážní linka, kdy každé z obsažených pracovišť má jiný cyklový čas či kapacitu. V tomto případě se začne projevovat ona nevyváženost a v podobě plýtvání časem či nadprodukcí. Cílem z pohledu štíhlého procesu je tedy Mura procesy odstranit, a to rovnoměrným rozložením zátěže mezi všechny části procesu.

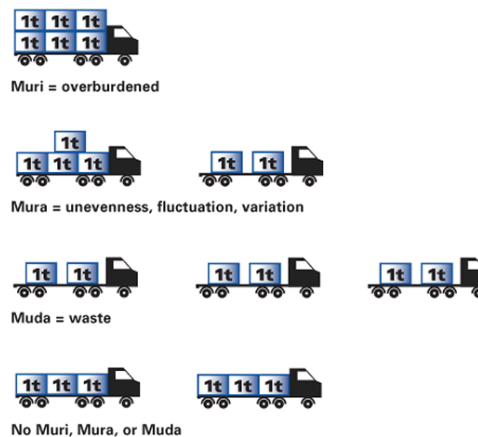
Nástroji pro zmíněné optimalizace procesu a rozložení zátěže mohou být například systémy Kanban či systém dodávání materiálu v předepsaném množství a čase Just-in-time.

(What is lean, 2017)

- **Muri**

Význam skrývající se za slovem Muri je přílišná obtížnost a nadměrné přetěžování, a to nejen z pohledu lidské práce, ale rovněž strojů či celé organizace. Příklady takového přetěžování může být například nerovnoměrné zatěžování částí lidského těla, nereálné pracovní normy či nesplnitelné cíle pro celou organizaci. Při řešení

těchto příkladů přetížení bývá často cíleno na 5S, ergonomii pracoviště či standardizaci procesů. (Roser, 2015)



Obrázek 4 Muri, Mura, Muda (Lean Enterprise Institute, ©2000-2024)

Myšlenka koncepce lean není omezena pouze na výrobní proces. Nabízí koncepční filozofii zacílenou na celý podnik. Tento koncept nachází své uplatnění jak ve vývojové či výrobní sféře, rovněž se ale zaměřuje i na oblast logistiky nebo administrativní nevýrobní procesy společnosti. Ve všech těchto odvětvích je tedy zacíleno na hledání a identifikaci nejen úzkých či kritických míst, ale rovněž potenciál na inovace a prostřednictvím neustálého zlepšování dochází k optimalizaci těchto procesů. (Chromjaková,2013)



Obrázek 5 Štíhlý podnik (API, ©2024)

Počátek štíhlého procesu má svůj základ již v předvýrobní fázi procesu, kdy v rámci vývoje a technické přípravy výroby samotní vývojáři a celý technický úsek při vývoji pracují a implementují principy lean, a to tak, aby se již před samotnou výrobou vyhnuli případným komplikacím. Mezi klíčové nástroje, použitelné pro štíhlý vývoj je například metoda zamezující výskyt potenciálních chyb POKA-YOKE, či JIDOKA, tedy nástroj autonomní

kontroly výrobních defektů, aby se nikdy nemohly tyto defekty dostat do výrobního procesu. (Košťuriak a Frolík,2006)

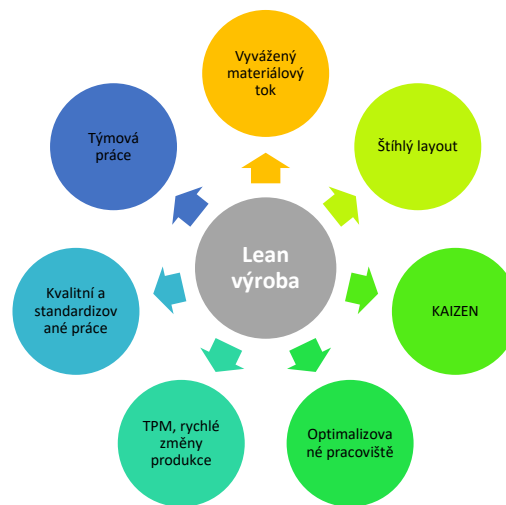
Nejen v oblastech průmyslových firem, ale rovněž ve velké většině ostatních odvětvích si technologie nacházejí své čím dál silnější postavení a důležitost. Je ovšem důležité doplnit, že se stále najdou specifická odvětví bez významnějších technologických pokroků, což samozřejmě použití metod lean brzdí. (Brau,2016)

Nejnámější techniky štíhlé výroby byly původně vyvinuty japonským výrobním podnikem Toyota. Nicméně principy této efektivní výrobní metody byly rovněž položeny Henrym Fordem s jeho inovativním konceptem produkční montážní linky. Svou ruku k pomyslnému dílu přiložil taky Taichi Ohne, který se zaměřil na eliminaci zbytečného plýtvání v procesu výroby. Mezi další významné osobnosti, které přispěly k rozvoji štíhlé výroby patří i jeden z úspěšných českých podnikatelů, Tomáš Baťa. (Charron, 2014)

Koncept štíhlé výroby zahrnuje řadu metod a nástrojů zaměřených na optimalizaci všech výrobních procesů. Hlavními cíli Lean Manufacturing je dosažení kvality produktu, zkrácení doby potřebné k výrobě a snížení nákladů v souladu s požadavky a očekáváními zákazníků. Cílem tohoto přístupu je dosažení nejlepšího vztahu mezi kvalitou, časem a náklady, které jsou hlavními faktory konkurenceschopnosti firmy. Štíhlá výroba se zaměřuje na snižování plýtvání a zlepšování procesů s cílem zlepšit výkon. Zaměřujeme se na neustálé zkoumání způsobů, jak se zlepšovat a inovovat, abychom splnili potřeby a očekávání našich zákazníků. Koncept je založen na principu flexibility a schopnosti rychle reagovat na podmínky trhu. (Dennis, 2016)

Štíhlá výroba, známá pod zkratkou TPS nebo Toyota Production System, představuje efektivní způsob výroby, který se soustředí na maximalizaci výstupu při minimalizaci spotřeby času, prostoru, lidské práce, strojů a materiálu. Jeho cílem je zajistit, že zákazníci obdrží za své vynaložené prostředky přesně to, co požadují, s minimálním plýtváním zdroji. (Pascal, 2015)

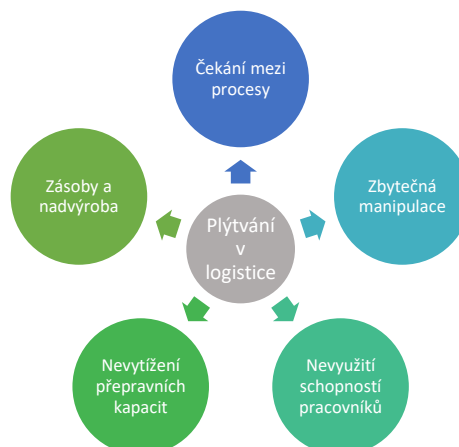
Mezi nejčastější znaky, kdy se podnik řídí principy štíhlé výroby neboli jsou:



Obrázek 6 Znaky štíhlé výroby (Košturiak a Frolík, ©2006, vlastní zpracování)

Velmi důležitou součástí zavádění kompletního štíhlého procesu je logistika. Právě optimalizace kompletních dodavatelských řetězců a obecně toku materiálu procesem z pohledu přesunů mezi pracovišti či skladováním je žhavým tématem dnešní doby. Tohoto požadovaného stavu lze dosáhnout především za předpokladu plynulosti celého procesu a rovněž zacílením na produktivitu výrobního toku, což pro podnik poskytuje výraznou konkurenční výhodu.

Stejně jako u štíhlé výroby je čím dál četněji kladen důraz na štíhlost daných procesů, jež jsou základním stavebním kamenem pro zmíněnou štíhlou výrobu celkově štíhlý podnik. Z pohledu Lean v logistice rovněž jako u jiných zmíněných druhů procesů rozlišujeme několik základních druhů plýtvání, jejichž odstraňování vede k optimalizaci těchto procesů. (Chromjaková, 2013)



Obrázek 7 Druhy plýtvání v logistice (Košturiak a Frolík, ©2006- vlastní zpracování)

Poslední částí kompletního lean podniku je štíhlá administrativa. Rovněž i v tomto nevýrobním odvětví je důležité procesy optimalizovat a odstranit plýtvání v těchto procesech. Typickými příklady administrativních oddělení vyžadující optimalizaci jsou plánování výroby, nákup či oddělení řízení kvality. Často se vyskytující úskalím, na které se při optimalizaci administrativních procesů naráží je, že na rozdíl od výrobních procesů se zde zlepšení realizuje složitěji a je zapotřebí velmi detailního pochopení těchto procesů. (Chromjaková, 2013)

Dle Altman (2017) je pro správné využití filozofie Lean klíčové, nezaměřovat se pouze na určitý proces, ale rozšířit ji globálně na celé podnikání. Takto správně zavedená filozofie má v podniku za následek efektivní, hladký a vybalancovaný proces.

2 METODA SMED

Zkratka SMED, jež vychází z anglického názvu Singel Minute Exchange of Die, označuje systém rychlých změn při seřizování. Tento systém umožňuje provést jakoukoliv změnu v co nejkratším čase a byl vyvinut slavným a uznávaným průmyslovým inženýrem Shigeo Shingo. Ten popisuje metodu jako rychlé přenastavení stroje z mezi dvěma výrobními procesy, které by nemělo trvat více než 10 minut. (Tuček a Bobák, 2006)

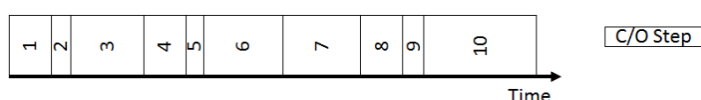
Kvalitní použití této metody je postaveno na získání kvalitních vstupních dat získaných z procesu přetypování, které se provádí přímo na pracovišti. Tento sběr dat se nejčastěji provádí pozorováním a následným podrobným rozbohem.

2.1 Popis metody SMED

Profesor Roser (2014) popisuje průběh metody SMED následovně:

1) Příprava a sběr dat

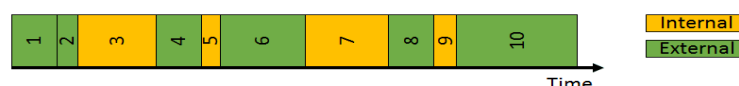
Základem pro správné vytvoření SMED analýzy je vytvoření týmu kompetentních osob, které mají s daným procesem zkušenosti. Následně je nutné informovat daného pracovníka, který bude monitorován. Pro sběr dat a jejich následnou analýzu a rozbor činností je vhodným prostředkem pořízení videozáznamu, neboť je případně možné se při analýze vrátet v časové ose a tím získat kvalitní data. Obecně se doporučuje se daný proces monitorovat vícekrát pro relevantnost dat.



Obrázek 8 Časy během přetypování (Ondra, ©2020)

2) Rozdělení činností na interní a externí

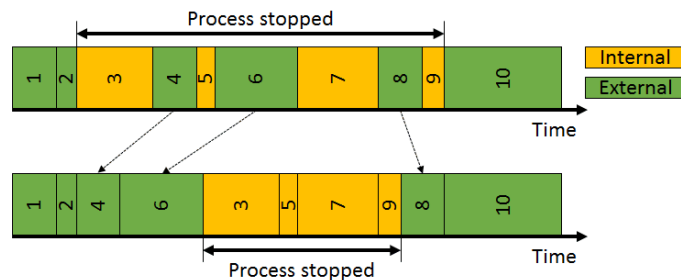
Rozčlenění jednotlivých činností dle toho, zda jsou prováděny za chodu stroje či nikoli je prvním zásadním krokem samotné analýzy. Je nutné pro další kroky SMED přiřadit každé činnosti status „interní“, což je činnost prováděna za chodu stroje či na aktivity vykonávané při zastaveném stroji, tedy činnosti označované jako „externí“.



Obrázek 9 Rozdělení činností (Ondra, ©2020)

3) Převod maxima činností na externí

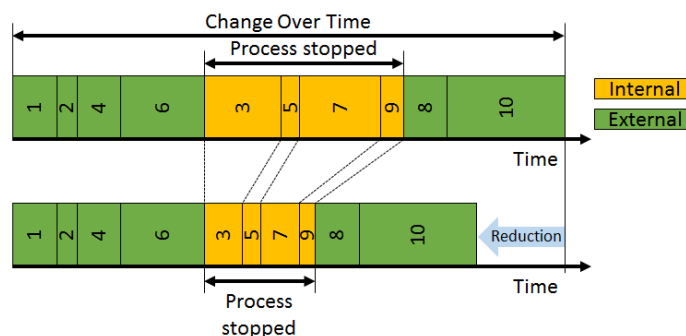
Třetím krokem je transformace nejvyššího možného podílu interních činností na externí. Jedná se tedy o převod co největšího možného množství činností, které jsou prováděny až po zastavení stroje do překrytého času, kdy je stroj v chodu. Jedná se například o činnosti jako příprava či chůze pro nástroje, které může být prováděny ve zmíněném překrytém čase.



Obrázek 10 Převod interních činností na externí (Ondra, ©2020)

4) Zkrácení interních i externích činností

Dalším krokem po rozdělení činností a jejich následném převodu je zkrácení samotných interních činností, které se nepovedlo převést. Toto zkrácení může být uskutečněno například pomocí přípravků, jiných nástrojů či jiným typem zlepšení a optimalizace.



Obrázek 11 Zkrácení interních činností (Ondra, ©2020)

5) Standardizace a udržování nového postupu

Posledním a často taky nejnáročnějším a nejčastěji opomíjeným krokem je proces udržení implementovaných změn. To je nutné realizovat prostřednictvím standardizace a následného proškolení všech pracovníků.

(Roser, 2014)

2.2 Předpoklady a přínosy zavedení metody SMED pro výrobní pracoviště

Ondra (2017) vidí v použití metody SMED velké množství přínosu především z pohledu zvýšení efektivity zařízení. Dalšími přínosy je snížení nákladů v důsledku eliminace plýtvání při přestavbách, s tím spojené zkrácení průběžné doby výroby dílů. Z pohledu standardizace je potenciál především ve zvýšení bezpečnosti pracovníků při přestavbě, nebo například snížení možné chybovosti.

Samozřejmě jako každý proces i implementace metody SMED sebou nese určitá úskalí, těmi mohou být např.:

- Nevhodný výběr představitele pro analýzu
- Neudržení zavedených změn po skončení projektu
- Překročení technických či jiných limitů u strojních zařízení
- Nedostatek financí pro realizaci
- Riziko neztotožnění pracovníků s navrhovanými změnami

(Košturiak a Frolík, 2006)

3 STANDARDIZACE PROCESU A PRÁCE

S ohledem na dynamickou dobu a stále rostoucí nároky ze strany zákazníků, ať už z hlediska kvality, ceny produktů či rychlosti dodání a rovněž vysoké fluktuace pracovníků je velmi důležité z pohledu udržení konkurenceschopnosti podniku procesy a práci standardizovat. Tento nástroj umožňuje vytvářet nejen produkty ve shodné kvalitě, času a ceně. Rovněž umožňuje snadnější zaškolování nových pracovníků a zamezení defektů či zranění.

3.1 Standardizovaný proces

Pojem standardizace bývá často úzce propojen s blízce souvisejícím pojmem vizualizace. U obou případů se jedná o jednu ze základních metod, jak lze jednoznačně popsat nejen výrobní procesy, ale rovněž například procesy administrativní či logistické. Podstatou této metody je popsat proces tak, aby byl vykonáván stále stejně s ohledem na požadovaný výstup. Základem takového standardizovaného, a tedy stabilního procesu je, rozložení celé operace na dílčí úkony, jež jsou propojeny s příslušnou technickou dokumentací a vytvořeny jak s ohledem na pracovníka v podobě ergonomicky vyhovujícího a komfortního pracovištěm, tak i s ohledem na produktivitu. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

Základními kritérii, s ohledem, na které je obecně standardizace vytvářena a přímo ji tak ovlivňují jsou:

Tabulka 1 Aspekty vstupující do standardizace (Chromjaková a Rajnoha, ©2011- vlastní zpracování)

Bezpečnost při práci
Kvalita vytvářeného produktu
Celková efektivita lidí, strojů a spotřeby a využití materiálu
Příjemné prostředí pro pracovníka a spokojenost ze strany zákazníka

3.2 Standardizovaná práce

Základním a důležitým krokem při implementaci standardizace jako takové je standardizovaná práce. Jejím výstupem je provádění dané práce tím nejideálnějším způsobem. Tohoto způsobu je dosaženo prostřednictvím standardizovaného pracovního postupu s optimálním popisem daných činností, jež je vytvářen na základě historických zkušeností a praxe s ohledem na zmíněné aspekty v tabulce 1 výše.

Cílem při implementaci standardizace práce je především redukce variability jednotlivých operací, čímž současně dochází k snížení možnosti výskytu chyby či zranění, neboť jsou operace prováděny dle vytvořeného standardního postupu, kde je každý z kroků detailně popsán a doplněn o technologické údaje a často taky o vizuál. (Chromjaková a Rajnoha,2011)

Právě zmíněný vizuální doprovod je velmi důležitý, neboť prostřednictvím něj může být prakticky zobrazeno či upozorněno na možnou chybu, grif nebo potenciální zranění.

3.3 Efektivita a produktivita práce

Rostoucí a sílící konkurence, zvyšující se požadavky zákazníků, to jsou faktory, se kterými se musí v současné době podniky potýkat za předpokladu, že chtějí být na trhu úspěšné a ziskové. S tím je spojená především ekonomika a nutnost využívat zdrojů ať už pracovní síly, nebo materiálních na maximum. Proto je u podniků chtějících uspět klíčovým ukazatelem efektivita a produktivita. Právě vysoké nároky a požadavky na kvalitu jsou klíčové ukazatele pro zvyšování produktivity při nejnižších možných vynaložených nákladech. (Mašín a Vytlačil, 2000)

Není tedy divu, že efektivita a produktivita je dnešní hlavní strategií moderních podniků.



Obrázek 12 Efektivita vs. Produktivita (Efektivita vs. Produktivita, ©)

Základním rozdílem mezi efektivitou a produktivitou je ten, že efektivita se zaměřuje na kvalitu prováděné práce a na druhé straně produktivita bere v úvahu kvantitativní stránku věci, tedy je obecně zaměřena na množství.

• **Efektivita**

Efektivita práce znamená dosahování stanovených cílů s minimálními ztrátami zdrojů. To se týká jak kvality vykonaných úkolů, tak i efektivního využívání všech dostupných prostředků, jako jsou čas či energie. Zvýšený důraz je kladen především na účinnost splnění pracovních úkolů podmíněných kvalitou provedené práce. Maximalizace efektivity práce je klíčová pro dosažení optimálních výsledků a minimalizaci ztrát. Společnost, která se zaměřuje na efektivitu, obvykle dosahuje vyšší úrovně kvality ve vykonaných úkolech.

Míra efektivit se hodnotí porovnáním času potřebného k provedení určité činnosti mezi jednotlivými zaměstnanci. (Efektivita vs. Produktivita práce)

• **Produktivita**

Mašín a Vytlačil (2000) definují produktivitu jako poměr, který objektivně ukazuje, jak kvalitně jsou využity a zhodnoceny vstupující zdroje při tvorbě daného produktu. Nejčastěji je produktivita odvozována dle obecného vzorce kde produktivita **P=výstup/vstup.**

Z pohledu zvyšování produktivity z pozice průmyslového inženýra se ovšem tento základní vzorec příliš nevyužívá, neboť v dané situaci musí být zohledněny faktory, které produktivitu ovlivňují. Proto se tento základní vzorec upravuje do v praxi použitelnějších forem, jakými nejčastěji jsou:

- ✚ Parciální produktivita
- ✚ Totální produktivita
- ✚ Index produktivity

(Mašín a Vytlačil, 2000)

Tabulka 2 Výpočet produktivity (Mašín a Vytlačil, ©2000- vlastní zpracování)

Parciální produktivita- PP	PP=	$\frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{\text{1. třída měřitelného výstupu}}$	=	$\frac{(HV \cdot PC) + (RV \cdot PR \cdot PC) + OST}{\text{1. třída měřitelného výstupu}}$
Totální produktivita- TP	TP=	$\frac{\text{celkový měřitelný výstup}}{\text{celkový měřitelný vstup}}$	=	$\frac{(HV \cdot PC) + (RV \cdot PR \cdot PC) + OST}{PS + M + K + E + Tch + V + Ad + T + Q}$
Index produktivity- IP	IP=	$\frac{\text{aktuální produktivita}}{\text{standard produktivity}}$	x	100

Kde:	
HV = hotové výrobky PC = prodejní cena RV = rozpracované výrobky PR = % rozpracovanosti OST = ostatní příjmy PS = náklady na pracovní sílu M = náklady na materiál	K = fixní pracovní kapitál E = spotřeba energií Tch = náklady na technologie V = náklady na vývoj Ad = administrativní náklady T = náklady na trénink Q = náklady na jakost

3.4 Popis principu základních obráběcích technologií

Jelikož se tato práce zabývá problematikou optimalizace procesu seřízení obráběcího centra, tak jsou v této kapitole vybrány a následně popsány základní technologie obrábění včetně jejich základního rozdělení.

3.4.1 Konvenční a nekonvenční technologie obrábění

✚ Konvenční technologie obrábění

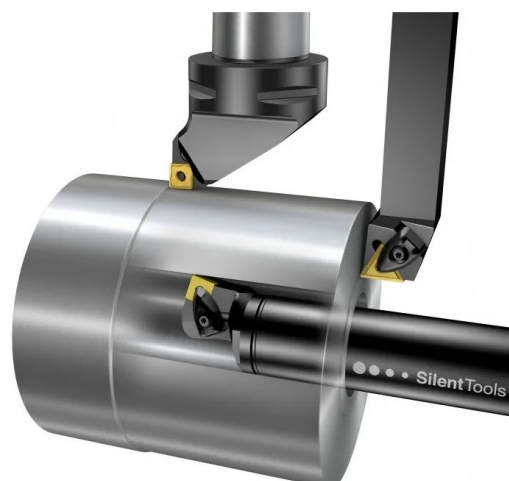
Konvenční technologie obrábění, často taky nazývané klasické, jsou takové, u nichž dochází k samotnému procesu obrábění prostřednictvím nástroje jako například vrtáku, soustružnického nože či frézy.

Soustružení

Jednou z nejčastěji se vyskytujících technologií v oboru obrábění nejen kovových součástí je soustružení. Jedná se o technologii, kde je obrobek upnut do osy vřetena např. prostřednictvím univerzálního sklíčidla a otáčí se kolem své osy. Nástroj je dle charakteru použitého nástroje upnut nejčastěji do nožové hlavy či koníka a jeho pohyb je nejčastěji kolmo k ose obrobku či jeho rovině.

Co se pohybů týče, u této technologie dochází k hlavnímu rotačnímu pohybu obrobku a vedlejšímu pohybu nástroje, ten je přímočarý. U moderních CNC strojů se ovšem vyskytují taky poháněné rotační nástroje, v takovém případě musí být stroj osazen navíc osou C.

(Štulpa,2022)



Obrázek 13 Princip soustružení (SANDVIK, ©2024)

Při soustružení dochází nejčastěji k obrábění vnějších či vnitřních válcových a kuželových ploch, zapichování a upichování a rovněž se na soustruhu dá osově vrtat či řezat závity. (SANDVIK,2024)

Strojem pro soustružení je soustruh, nástrojem je nejčastěji soustružnický nůž, rovněž může být ale taky vrták, výstružník či závitník.

Frézování

Štulpa (2022) definuje technologii frézování jako metodu obrábění, při níž dochází k odstraňování třísky pomocí rotujícího nástroje, kterým je fréza. Hlavním pohybem při frézování je rotace, kterou provádí prostřednictvím svého vřetene samotný nástroj. Vedlejším pohybem je posun, který obvykle provádí obrobek a bývá zpravidla rovinný.

Moderní stroje umožňují plynulé změny posuvu a mohou provádět posuvy ve více směrech současně například moderní víceosá CNC obráběcí centra. Samotný rezný proces je přerušovaný, protože každý zub odřezává krátké třísky různé tloušťky. Z technologického hlediska se frézování dělí na válcové, kdy nástroj obrábí polotovary zuby na svém obvodu, a čelní, kdy dochází k obrábění čelní, tedy spodní plochou nástroje.

Strojem pro frézování je frézka, nástrojem je fréza.

(Štulpa,2022)



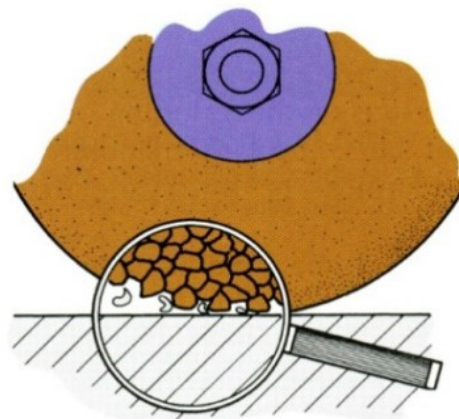
Obrázek 14 Princip frézování (SANDVIK, ©2024)

Mimo tradiční použití nabízí technologie frézování často velice účinnou alternativu pro výrobu děr, závitů, dutin a dalších povrchů, které se obvykle zpracovávají soustružením, vrtáním nebo tradičními metodami pro vytváření závitů. (SANDVIK, 2024)

Broušení

Jednou z nejstarších technologií obrábění je broušení. Jedná se o metodu úběru velmi malého množství materiálu pomocí rotačního mnohobřitého brusného kotouče, jež má nedefinovanou řeznou geometrii břitu. Jedná se o jednu z nejčastějších dokončovacích operací používanou nejen ve strojírenství, prostřednictvím jíž lze dosáhnout vysoké přesnosti a jakosti obráběných ploch.

Dle charakteru obrábění a požadované přesnosti se volí brusné kotouče v závislosti na jejich hrubosti a materiálu zrna v kombinaci s typem pojiva.



Obrázek 15 Princip broušení (Čep a Petrů, ©2013)

Z pohledu kinematiky se většinou jedná o kombinaci hlavního rotačního pohybu nástroje, tedy brusného kotouče a vedlejšího přímočarého pohybu obrobku.

(Čep a Petrů, 2013)

Vrtání

Vrtání je technologickou operací, při níž dochází k vytváření děr buďto do plného materiálu, nebo např. do předvrtaných či předlisovaných polotovarů. Ve většině případů se jedná o zhotovení otvoru kolmo k rovině obrobku, ale za určitých podmínek lze vrtat i v jiném úhlu než kolmo. Zde však dochází ke změně nástroje, a především řezných podmínek. (Štulpa,2022)

Operace vrtání bývá často prováděna v pokročilém stádiu výrobku, jež předchozím opracováním získal určitou hodnotu, a proto není radno zdánlivě jednoduchý proces vrtání podceňovat a pečlivě se zaměřit především na volbu vhodného nástroje a jeho řezných podmínek. V opačném případě může dojít k přetížení vrtáku a tím jeho destrukci a s tím spojeným poškozením obrobku.

Obecně se vrtání dělí na vrtání průchozích děr a děr slepých, tedy neprůchozích.

Základními parametry při vrtání děr jsou:

- Délka díry
- Průměr díry
- Kvalita povrchu díry

(SANDVIK,2024)



Obrázek 16 Schéma vrtání (SANDVIK, ©2024)

Nekonvenční technologie obrábění

Na rozdíl od výše zmíněných konvenčních metod obrábění, kdy u nich dochází k opracovávání obrobku prostřednictvím nástroje, u nekonvenčních technologií dochází k opracovávání materiálu bez použití nástroje, a to na základě fyzicko-chemických principů jako je nejčastěji vodní paprsek, nebo laser.

Tyto technologie bývají často nazývány moderními technologiemi obrábění, i když jimi ještě nelze zcela nahradit klasické konvenční druhy obrábění.

Laser

Laserové řezání je v dnešní době jednou z nejefektivnějších a nejčastěji využívanou technologií používaných pro řezání kovů. Jeho hlavními výhodami jsou preciznost řezu, vysoká kvalita a rychlost provedení. Díky těmto vlastnostem je zakázkové řezání laserem možné provádět v krátkých dodacích lhůtách a současně za konkurenceschopné ceny.

Obráběny laserem nemusí být ovšem pouze kovové materiály, nýbrž široká škála materiálů.

Obecným principem laserového řezání je proces přeměny elektrické energie na energii světelnou, kdy dochází k oddělování materiálu na kovové či nekovové bázi prostřednictvím soustředění laserového paprsku do jednoho malého bodu.

(Řezání laserem, 2022)

Vodní paprsek

Jedná se o metodu obrábění, kde je místo rezného nástroje jako u konvenčních strojů použita voda buď samotná, nebo obohacena o abraziva. Principem tohoto obrábění je stlačení rezného média prostřednictvím vysokotlakého čerpadla a pod tlakem až 4550 barů, které je následně vháněno do rezné hlavy, kde je proud prostřednictvím trysky koncentrován do tenkého vodního paprsku. V závislosti na charakteru a tloušťce materiálu je případně médium obohaceno v rezné hlavě o abraziva, čímž se stává účinnějším.

Obecně se paprskem čisté vody řezou pouze měkké materiály jako dřevo, či PVC. Pro řezání tvrdých materiálů, jako je například ocel, nerez, mramor či sklo je zapotřebí vodní paprsek doplnit o abrazivní složku.

Velkou výhodou oproti řezání laserovým paprskem je minimální zahřívání okolí řezu, nenarušení povrchové úpravy či vyšší přesnost řezu.

(Řezání vodním paprskem, 2024)

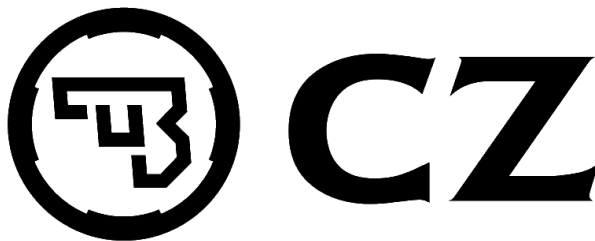
II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Česká zbrojovka a.s. (ČZUB) je tuzemská zbrojní společnost se sídlem v Uherském Brodě. Hlavní náplní této společnosti je především produkce ručních palných zbraní, a to jak pro sportovní či loveckou střelbu, tak rovněž pro ozbrojené složky. (CZUB)

Od roku 2022 je Česká zbrojovka a.s. součástí holdingu Colt CZ Group SE, kterého členy jsou mimo zmíněné ČZUB například COLT, COLT CZ Hungary, 4M, Dan Wesson, Spuhr a další. Generálním ředitelem České zbrojovky a.s. je Ing. Jan Zajíc. (CZUB)

V současné době své zaměstnání v ČZUB nachází cca 1400 zaměstnanců, čímž se společnost řadí na přední příčky na trhu práce v regionu. Celkově společnost uspokojuje poptávku zákazníků z téměř 100 zemí světa.



Obrázek 17 Logo společnosti ČZUB (CZUB)

4.1 Historie společnosti

Česká zbrojovka je na trhu palných zbraní považována za dlouholetou stálici. Počátky této společnosti sahají již do 40. let 20. století, kdy byl roku 1936 závod v Uherském Brodě založen.










Významné historické milníky:

- **1936-** Založení továrny v Uherském Brodě
- **1959-** Světlo světa spatřil legendární samopal CZ vz. 58 v ráži 7,62x39 mm
- **1975-** Začátek výroby pistole CZ 75
- **1992-** Privatizace státního podniku-vznik Česká zbrojovka a.s.
- **1997-** Založení dceřiné společnosti CZ USA
- **2016-** Zahájení výroby útočné pušky BREN 2
- **2018-** Česká zbrojovka a.s. se stala součástí holdingu CZ Group SE
- **2021-** Akvizice legendární americké značky COLT
- **2022-** Změna názvu mateřského holdingu na Colt CZ Group SE

(CZUB)

4.2 Produktové portfolio

Jak již bylo zmíněno, Česká zbrojovka a.s. se zabývá výrobou ručních palných zbraní, a to jak pro civilní trh, tak pro trh ozbrojených složek.

Produktové portfolio CZ		
Produkt	Název	Foto
PISTOLE	CZ P 7/9	
	CZ P 10	
	CZ 75	
	CZ SHADOW 1/2	
	CZ TS 2	
MALORÁŽKY	CZ 457	
KULOVNICE	CZ 600	
PUŠKY	CZ BREN 2	
KARABINY	CZ SCORPION EVO 3	

Obrázek 18 Produktové portfolio (CZUB, ©- vlastní zpracování)

5 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Prvotním krokem pro detailní pochopení řešeného procesu a jeho následnou optimalizaci je nezbytná počáteční analýza a zmapování současného stavu procesu seřízení obráběcího stroje. Právě tento krok nám umožní rozpoznat potenciál ke zlepšení a odhalí případná plýtvání. Z toho důvodu je důležité nejprve provést, již zmíněnou, detailní analýzu současného stavu, a to konkrétním představiteli, tedy operaci či pracovišti, které se chystáme zefektivnit.

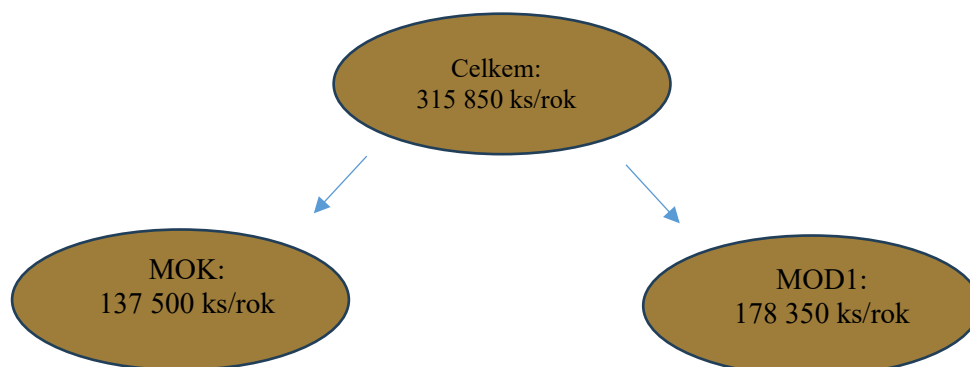
5.1 Výběr představitele pro mapování procesu

Pro optimalizaci procesu bylo vybráno pracoviště MOD1 a konkrétně se bude jednat o optimalizaci procesu seřizování na tomto pracovišti. Toto pracoviště se k analýze a optimalizaci nabízelo, jelikož se jedná o tzv. úzké místo procesu a přes toto pracoviště protéká valná část produkce. Výběru napomohla rovněž zkušenost z minulosti, která ukázala výrazně rozdílné časy seřizování i napříč jednotlivými seřizovači. Nejdůležitějším kritériem pro výběr představitele však byla výrazně se zvyšující produkce procházejících produktů tímto pracovištěm. Nestandardizovaný proces, který nemá jasně definovanou délku, proto v tomto případě nepřipadal v úvahu a je potřeba se na něj zaměřit a proces standardizovat.

Pro demonstraci průtoku kusů daným pracovištěm poslouží následující schéma, které zobrazuje množství produkce procházející pracovišti MOK a MOD1.

Jedná se o dvojici výrobních uzlů, skrz které prochází všechny produkty a jsou rozdělovány dle charakteru a rozměrů.

Právě pracoviště MOD1 bylo vybráno pro optimalizaci, jelikož přes něj prochází největší množství produktů, a výhledově se počítá s ještě výraznějším navýšením jejich produkce.



Obrázek 19 Rozdělení produkce na uzly MOK a MOD1

5.2 Technologický postup výroby na vybraných pracovištích

Pro představu a zasazení do kontextu výroby dobře poslouží sled jednotlivých operací.

Řešeným pracovištěm je pracoviště Mori Seiki (MOD1) a na něm jsou prováděny operace „Obrábět na CNC povrch 1. upnutí“ a „Obrábět na CNC povrch 2. upnutí“.

Toto pracoviště je dlouhodobě považováno za klíčové pracoviště celého výrobního procesu, jelikož přes něj, respektive 3 shodná hnízda, prochází veškerá produkce dlouhých zbraní viz obrázek 19.

Na tohle pracoviště jsou tak vznášeny nejpřísnější měřítka. Rovněž je tento výrobní uzel pod drobnohledem vedení společnosti, jelikož jde o klíčové pracoviště procesu.

Oper	Popis	Dĺna
0100	UPICHNOUT, ZAROVNAT	3320
0200	SOUSTRUZIT Ø26	3320
0300	UPICHNOUT, ZAROVNAT NA DELKU L	3320
0400	KONTROLA ROVINNOSTI VÝVRTU	3320
0500	SOUSTRUZIT OSAZENÍ Ø16	3320
0600	BROUSIT POD LUNETU pro HLAVNE 14"≤	3320
0700	@KONTROLNÍ OPERACE-1	3320
0830	OBRABET NA CNC MORI SEIKI I.I.P-6504(14")	3320
1000	POPIS LASER	3320
1100	TRIDIT PRED KALENIM	3320
1200	KONZERVACE	3320
1300	ODMASTIT (PERO#12)	3630
1400	VYTRIT GAZOU	3630
1500	VAKUOVE KALIT,POPUSTIT	3630
1600	KONTROLOVAT TVRDOST	3630
1700	KONZERVOVAT	3630
1800	CISTIT,ROVNAT DLE STINU	3320
1900	KONTROLA, ÚPRAVA DO ROZMĚRŮ PO TZ	3320
2020	CNC BROUSIT DANOBAT - Ø15,5, Ø16, Ø21,8	3320
2100	@KONTROLNÍ OPERACE-2	3320
2200	VYSTRUŽIT KOMORU	3320
2400	LESTIT KOMORU	3320
2600	@KONTROLNÍ OPERACE-3	3320
2930	OBRABET NA CNC MORI SEIKI II.I.P-6504(14")	3320
3100	OBRABET NA CNC DRAZKY -6503; -6504; -6505	3320
3200	RUCNI UPRAVA PO CNC	3320
3300	KONTROLA ROVINNOSTI VÝVRTU	3320
3330	TRIDIT PO KALENI PRED KALIBRACI	3320
3360	KALIBRACE VÝVRTU	3320
3400	VYTRÍT POVRCH DO SUCHA	3320
3500	KONTROLOVAT TRHLINY	3320
3600	OCISTIT	3320
3700	PROCISTIT VYVRT	3320
3800	TRIDIT NA VYVRT PRED CHROMEM A POVRCHOVÝ	3320
3900	OPRAVA USTÍ, VYVRTU, KOMORY A POVRCHU	3320
4000	ZÁPIS DAT DO RODNÉHO LISTU	3320
4100	KONZERVOVAT	3320
4200	ODMAGNETOVAT	3650
4300	MORIT F#20 ZA STU020067.1	3650
4400	PRIPRAVIT NA CHROMOVANI	3640
4500	CHROMOVAT DLE N 1746	3640
4600	ODVODIKOVAT	3640
4700	CISTIT VYVRT STROJNE	3640
4800	TRIDIT VYVRT PO STROJNIM VYCISTENI	3640
4900	LAPOVAT KOMORU PO CHROMOVANI	3640
5000	VYSTUPNI ROZTRIDENI PO CHROMOVANI A KART	3640
5100	@KONTROLNÍ OPERACE-4	9336
5200	ZÁPIS DAT DO RODNÉHO LISTU	3640
5300	KONZERVOVAT	3640
5400	VRTAT KANÁLEK	3320
5500	PROČISTIT KANÁLEK - KARTÁČOVAT	3320
5600	KONZERVACE	3320

Obrázek 20 Sled operací-vlastní zpracování

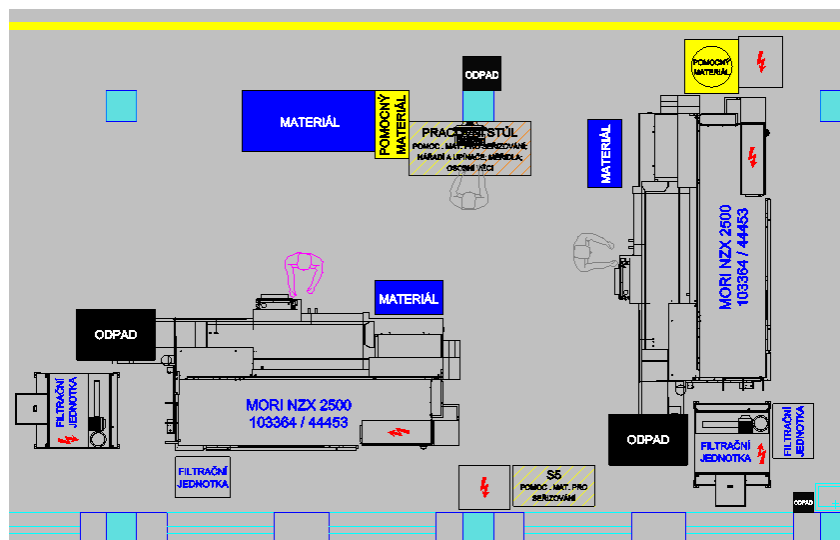
5.3 Popis řešeného pracoviště

Jak již bylo zmíněno, diplomová práce je zaměřena na proces seřízení obráběcího stroje. Konkrétně se jedná o pěti-osé CNC soustružnické centrum. Přesněji tedy výrobní hnízdo se 2 totožnými stroji obsluhované jedním operátorem. Na těchto CNC strojích jsou obráběny polotovary dlouhých hlavních, konkrétně tedy kulovnic CZ600, malorážek a útočných pušek Bren2. Průměrný cyklový čas jedné operace je v rozmezí cca 6-9 min. v závislosti na typu produktu. Jelikož jsou výrobní příkazy ve většině případů po 100ks, znamená to, že jeden výrobní příkaz při průměrné délce cyklu 8 min. zabere cca 13,5hod. Z toho vyplývá, že seřizování zaujímá relativně vysoký podíl z celkového dostupného časového fondu zařízení.

Co se konkrétního pracoviště týče, jedná se o dvě shodná CNC centra, která jsou nabíjena manuálně operátorem, nikoli robotem. Centra jsou na pracovišti postavena do tvaru L a náleží k nim pracovní stůl

5.4 Layout pracoviště

Co se jedná pracoviště, jedná se o dvojici konvenčních CNC soustružnických center. Tato centra jsou obsluhována jedním operátorem. Pracoviště jako takové je z pohledu nastavení strojového layoutu nastavené odpovídajícím způsobem, jednotlivé stroje nejsou ve vzájemné kolizi výrobního toku a zároveň jsou z pohledu realizace operace operátorem nastavené dle pracovního postupu. Pracoviště jako takové je uspořádáno v rámci rozložení strojů v layoutu do tvaru písmene L, tudíž má operátor od pracovního stolu dobrý přehled nad oběma stroji a rovněž z pohledu ergonomie je tohle rozložení výhodnější než umístění strojů naproti sebe, kdy by operátor musel neustále opakovat rotační pohyb.



Obrázek 21 Layout pracoviště

Na přiložené fotografii lze vidět reálný stav pracoviště, a to za doby zpracovávání této práce. Pracoviště je poměrně dobře zařízeno jak z pohledu ergonomie, tak i z pohledu PI. Pozice na materiál jsou vyznačeny dle standardu a jsou poměrně dobře dostupné z pozice obsluhy stroje. Jediným zdánlivým nedostatkem může být nerozdělení vstupního a výstupního materiálu, nicméně toto řešení má svoje opodstatnění. Tímto důvodem je, že kusy válcového tvaru jsou ukládány a převáženy mezi pracovišti na vozících vertikálně. Tyto vozíky jsou, jak je z obrázku patrné, poměrně velké, i jejich množství na provozu je značné. Z tohoto důvodu jsme přešli k systému opětovného ukládání kusů do stejného vozíku. Rovněž se nabízí otázka ohledně potenciální záměny opracovaných a neopracovaných kusů, což si

uvědomujeme, nicméně charakter této operace nám to umožňuje, jelikož je na první pohled zjevné, který kus opracovaný byl a který nikoliv.



Obrázek 22 Reálný stav pracoviště

5.5 Výrobní představitel pro analýzu

Vybraný proces, respektive pracoviště, jímž se zabývá tato práce je hlavně dlouhé palné zbraně, konkrétně se jedná o útočnou pušku BREN2, kulovnice CZ600, a malorážku CZ457.

Hlaveň je válcová část zbraně s vnitřní dírou, v níž dochází k přeměně tlakové energie plynů na kinetickou energii střely. Dalším účelem hlavně je udávání směru střely a prostřednictvím vývrty taky rotaci.

Z legislativního pohledu se jedná o hlavní díl zbraně a musí tak splňovat přísná kritéria.

Základními parametry, které u hlavní rozlišujeme je ráže neboli průměr střely, vývrt a délka.



Obrázek 23 Bren 2 (CZUB, ©)



Obrázek 24 hotový hlavňový svazek (vlastní zpracování)

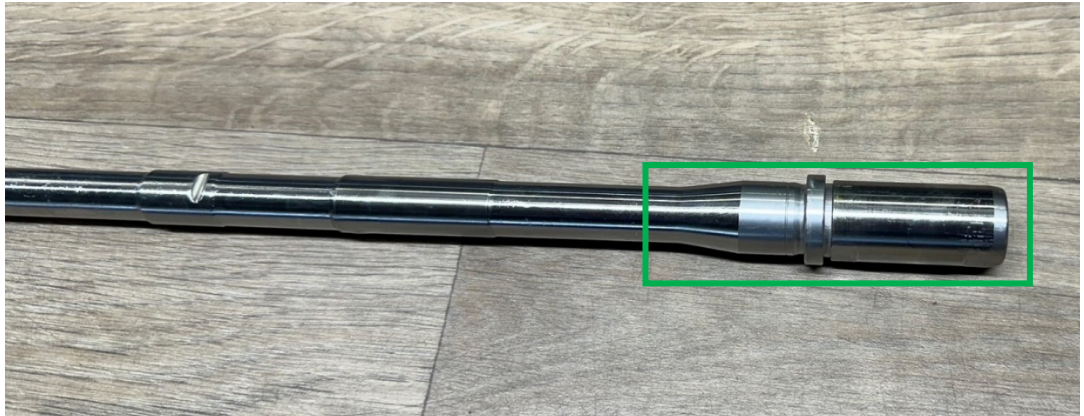
5.6 Popis výrobní operace

Řešená výrobní operace je prováděna na pěti-osém CNC soustružnicko-frézovacím centru DMG Mori Seiki a operace je rozdělena na 2 dílčí operace a to 1. upnutí a 2. upnutí viz sled operací na obrázku 20 výše.

1. Upnutí komory

Při této operaci je nejprve obrobek uchycen do upínače za část ústí a podepřen lunetou. Následně je obrobena komora včetně vnitřních rozměrů. Obrábění vnějších tvarů komory probíhá kombinací soustružení a frézování. Po dokončení venkovních tvarů komory dochází k opracování vnitřních částí komory pomocí speciálního výstružníku, který svým tvarem vytvoří v komoře vnitřní kuželový tvar, a především v komoře odebere část vývrtu.

Po dokončení všech úkonů na komoře nakonec dochází k obrobení celého válcového těla dle provedení.



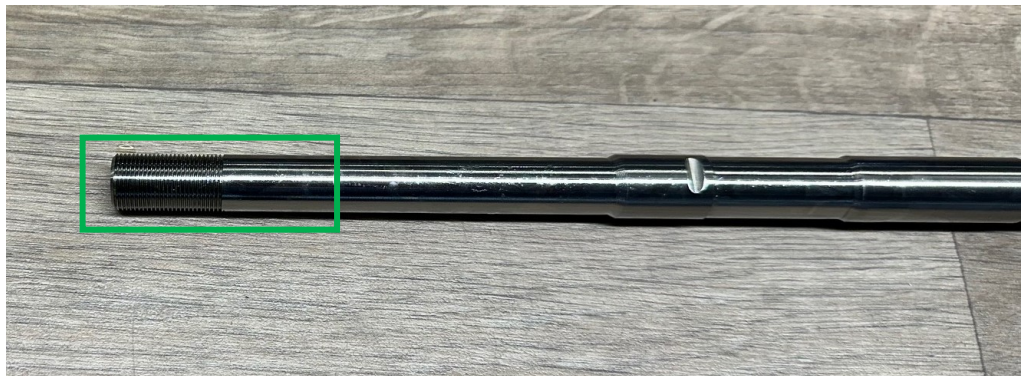
Obrázek 25 Kus před a po 1. upnutí (vlastní zpracování)

2. Upnutí ústí

Hned na začátek je třeba zmínit, že se nejedná o přímo navazující operaci, ale mezi těmito operacemi jsou ještě další úkony viz technologický postup viz kapitola 5.2.

Při této operaci dochází k upnutí kusu opačným směrem, tedy již obrobenu komorou do upínače a rovněž jako v předchozí operaci je kus podepřen lunetou.

Operace v sobě obsahuje soustružení ústí na předepsaný průměr, poté je v toto místě vyřezán závit, a nakonec jsou vnitřní hrany ústí soustružnický sraženy.



Obrázek 26 Kus po operaci 2. upnutí (vlastní zpracování)

5.7 Popis procesu seřízení stroje

Proces seřízení stroje je klíčovým krokem před zahájením výroby a zajišťuje správnou funkci a přesnost stroje pro dané úkoly.

Tento proces nelze jednotně podrobně popsat, jelikož se zásadně liší dle typu provedení, z jakého na jaké seřizování probíhá. Nicméně se dá alespoň rozdělit do skupin dle jejich charakteru a náročnosti, a to na malá, střední a velká seřízení.

5.7.1 Typ seřízení I – malé seřízení (MS)

Malé seřízení obráběcího stroje by mělo být relativně rychlé a jednoduché, ale stále je důležité věnovat pozornost každému kroku, aby se zajistila správná funkce stroje a bezpečnost provozu.

Toto seřízení se obvykle provádí před každou změnou výrobní operace nebo v případě potřeby úpravy stroje z hlediska změny programu či výměny malého množství nástrojů či přípravků.

Za malé seřizování je považováno takové, které trvá do 1 hodiny.

Jedná se o nejčastější typ seřizování, jelikož i z historických zkušeností jsou jednotlivé stroje preferovány pro konkrétní provedení, aby se, pokud možno maximálně eliminovalo množství středních a velkých přestaveb.

Tento typ seřízení se provádí téměř na denní bázi a často jej zvládne i zkušený operátor.

5.7.2 Typ seřízení II-střední seřízení (SS)

Co se střední přestavby týká, mluvíme o přestavbě v délce trvání 1-3 hodiny. Ve většině případů se jedná o výměnu většího množství obráběcích nástrojů, případně kompletně nové osazení revolverových hlav. Rovněž poměrně častou aktivitou při tomto druhu přestavby je i výměna univerzálního sklíčidla či dorazů a přípravků. Samozřejmostí je i výměna programu a následné odladění prvního kusu.

Tento druh přestavby se provádí při sortimentní výměně, přestavba stroje na jiné provedení výrobku.

5.7.3 Typ seřízení III-velké seřízení (VS)

Velká přestavba obráběcího stroje je komplexnější proces než malá a střední přestavba a zahrnuje podrobnější nastavení a kontrolu většího množství parametrů stroje a řídicího programu. Tento typ přestavby si žádá pečlivou přípravu a velmi dobré technické znalosti a zkušenosti.

Tento typ často zahrnuje i významné změny v pracovním prostoru stroje, jako například výměnu lunety, případně otočného hrotu na koníku stroje plus samozřejmě činnosti malých a středních přestaveb viz. výše. Často se jedná i zavádění a nastavování úplně nové výroby. Přestavba tohoto charakteru není příliš časté a časově se pohybuje v rozmezí 3-8 hodin, v krajních případech i déle. Tento typ přestavby si žádá pečlivou přípravu a velmi dobré technické znalosti a zkušenosti a bývá prováděn nejzkušenějšími seřizovači často za přítomnosti technologů a jiných pracovníků podpůrných týmů.

6 IDENTIFIKACE ČASŮ SEŘIZOVÁNÍ

Základem pro zavedení a udržování každého procesu je jeho standardizace. Bez standardu je velmi složité provádět práci stále stejně efektivně a s minimálními odchylkami v procesním čase a požadované kvalitě.

Již před začátkem samotného pozorování jsme si byli vědomi, že část problému, co se různosti seřizovacích časů týká je i díky skutečnosti, že se seřizovač mnohdy nesoustředí pouze na danou práci, ale často z pracoviště odchází a dělá jinou práci, případně do sledovacího systému ASD zadává jiné činnosti než seřizování, což seřizování stroje značně prodlužuje a data zkresluje pro další analýzy.

Aby bylo možné tento proces standardizovat a relativně rychle a efektivně začít kontrolovat a vyhodnocovat práci seřizovačů, proběhlo pozorování jednotlivých základních druhů seřizování stroje zkušeným seřizovačem. Toto pozorování probíhalo formou natočení a následného vyhodnocování natočených záznamů. Na základě získaných časů byla vytvořena tabulka, ze které je jednoznačně patrné, jaké typy seřizování se ve vybraném procesu využívají. Je potřeba si však uvědomit, že kontrolované seřizování probíhalo se zkušeným seřizovačem, a ne všichni jsou na stejné výkonnostní úrovni. Z tohoto důvodu bylo stejné seřízení provedeno ještě jednou průměrně zkušeným seřizovačem a dle zjištěného rozdílu byl získaný čas zkušeného seřizovače násoben projednaným koeficientem, který by měl přiblížit časy reality, nikoli ji však zkreslit.

Neznamená to však, že by byly všechny druhy přestaveb jednotlivě analyzovány. Taková detailní analýza by zabrala nesmírnou množství času a přínos by nebyl úměrný vynaložené práci. Proto byly jednotlivá seřízení roztržena do skupin, které jsou časovou náročností a charakterem podobná.

Tahle akce byla provedena za účasti zástupce technického úseku, zkušených seřizovačů, zástupců provozu a průmyslového inženýra. Po tomto rozřazení byly analyzovány pouze zástupci jednotlivých skupin.

6.1 Skupiny časů procesu seřizování

Takto vyt vořená tabulka byla představena prostřednictvím Team leaderů všem pracovníkům a byla vyvěšena na tabulích týmu, aby byla volně k nahlédnutí a mohli podle ní případně seřizovač vypsat odůvodnění prodloužení seřízení.

Tabulka 3 Rozdělení seřizovacích časů (vlastní zpracování)

NA CO z ČEHO	scorpion dlouhý	modulárka jednořadá	modulárka dvouřadá	maloražka LR	maloražka WMR	maloražka HMR	maloražka match	maloražka LR nerez	maloražka S120/S150 WMR	maloražka S120/S150 LR	bren I. upnutí - malá ráže	bren I. upnutí - velká ráže	bren II. upnutí - malá ráže	bren II. upnutí - velká ráže
scorpion dlouhý	60 min	7 hod	7 hod	4 hod	4 hod	4 hod	4 hod	4 hod	4 hod	4 hod	4 hod	4 hod	4 hod	4 hod
modulárka jednořadá	7 hod	60 min	2 hod	3,5 hod	3,5 hod	3,5 hod	3,5 hod	3,5 hod	4 hod	4 hod	4 hod	4 hod	3 hod	3 hod
modulárka dvouřadá	7 hod	2 hod	60 min	3,5 hod	3,5 hod	3,5 hod	3,5 hod	3,5 hod	3,5 hod	4 hod	4 hod	4 hod	3 hod	3 hod
maloražka LR	4,5 hod	6 hod	6 hod	60 min	1,5 hod	1,5 hod	60 min	1,5 hod	1,5 hod	2 hod	4 hod	4 hod	2 hod	2 hod
maloražka WMR	4,5 hod	6 hod	6 hod	1,5 hod	60 min	1,5 hod	1,5 hod	1,5 hod	1,5 hod	2 hod	4 hod	4 hod	2 hod	2 hod
maloražka HMR	4,5 hod	6 hod	6 hod	1,5 hod	1,5 hod	60 min	1,5 hod	1,5 hod	1,5 hod	2 hod	4 hod	4 hod	2 hod	2 hod
maloražka match	4,5 hod	6 hod	6 hod	1,5 hod	1,5 hod	1,5 hod	60 min	1,5 hod	1,5 hod	2 hod	4 hod	4 hod	2 hod	2 hod
maloražka LR nerez	4,5 hod	6 hod	6 hod	1,5 hod	1,5 hod	1,5 hod	60 min	x	1,5 hod	2 hod	4 hod	4 hod	2 hod	2 hod
maloražka S120/S150 WMR	4,5 hod	6 hod	6 hod	1,5 hod	60 min	1,5 hod	1,5 hod	1,5 hod	60 min	2 hod	4 hod	4 hod	2 hod	2 hod
maloražka S120/S150 LR	4,5 hod	6 hod	6 hod	1,5 hod	1,5 hod	1,5 hod	1,5 hod	1,5 hod	1,5 hod	60 min	4 hod	4 hod	2 hod	2 hod
bren I. upnutí - malá ráže 5,56	4,5 hod	6 hod	6 hod	4 hod	4 hod	4 hod	4 hod	4 hod	4 hod	4 hod	60 min	1 hod	60 min	60 min
bren I. upnutí - velká ráže 7,62	4,5 hod	6 hod	6 hod	4 hod	4 hod	4 hod	4 hod	4 hod	4 hod	4 hod	1 hod	60 min	60 min	60 min
bren II. upnutí - malá ráže 5,56	4,5 hod	6 hod	6 hod	2 hod	2 hod	2 hod	2 hod	2 hod	2 hod	2 hod	60 min	60 min	60 min	60 min
bren II. upnutí - velká ráže 7,62	4,5 hod	6 hod	6 hod	2 hod	2 hod	2 hod	2 hod	2 hod	2 hod	2 hod	60 min	60 min	60 min	60 min

6.2 Monitoring seřizovacích časů

Na základě vytvořeného časového standardu ve spojení se sledováním výroby prostřednictvím Power BI jsme měli konečně šanci kontrolovat a vyhodnocovat jednotlivá seřizování a s těmito informacemi dále nakládat.

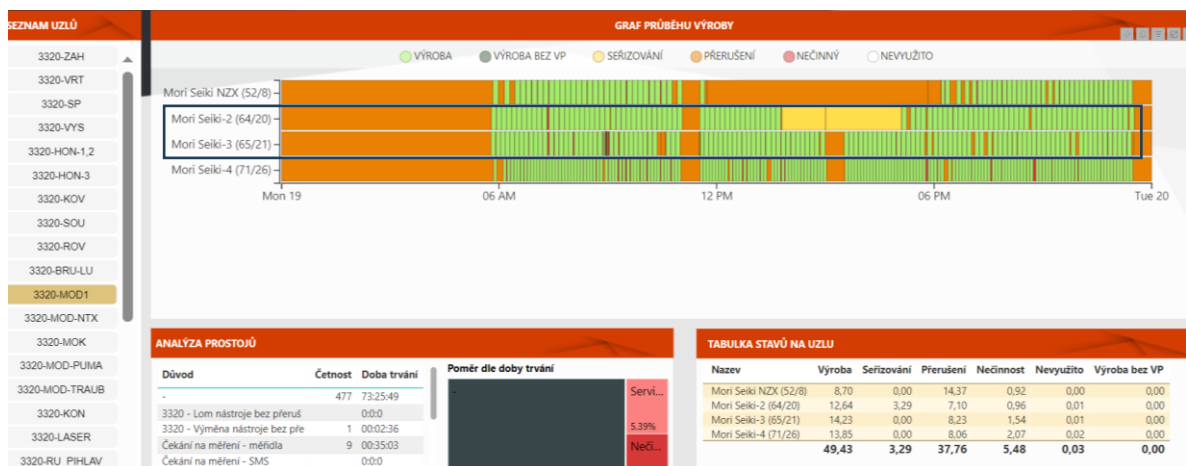
Není možné postihovat paušálně každého seřizovače, kterému se čas seřizování prodloužil, proto byl vytvořen protokol „Důvod prodloužení seřizovacích časů“ viz tabulka 4, který byl umístěn na pracoviště a v případě, že se seřizování prodlouží oproti standardu o více než 20 % provede seřizovač záznam s odůvodněním tohoto prodloužení. Hodnota 20 % byla projednána s vedením provozu a po vzájemné domluvě byla stanovena na základě statistické analýzy a pozorování procesu v rámci intervalu přípustných hodnot času seřizování tak, aby uvedená hodnota zásadně neovlivnila reální realizaci plánovaného výrobního programu.

Tabulka 4 Vykazování delších seřizovacích časů seřizovačů (vlastní zpracování)

Monitoring seřizovacích časů										Poslední aktualizace: 15.01.2024	
Datum:	stroj:	Operátor:	Přestavba z:	Přestavba na:	Stanovený čas:	Reálný čas:	Rozdíl:	Důvod prodloužení času:	Poznámka:	Návrh řešení:	
17.10.	mor12	Tašár	5080-Ust	6000-2024-69117	1:30:00	2:15:00	150%	Spjatný program na KMS			
18.10.	mor11	Uher	5080-0090-84	5080-0096-8591	1:00:00	4:20:00	420%	problém o odhlášení seřizování v IS	samotné seřízení trvalo 45min.	Proveřuji, zda dokážeme zjistit, kolik padlo kusů a jak bylo seřízení opravdu dlouhé	
20.10.	mor12	Uher	5080-Ust	6000-2024-64111	1:30:00	3:04:00	204%	Nezadány prostoj na měření KMS / slouží se čas seřízení a měření	nemá vliv na počet vyrobených ks		
20.10.	mor13	kandrnál	6000-2016-78122-4	6000-2018-73114-EDNOŘÁDA	1:00:00	3:59:00	399%	tvorba nového programu (oprava dílů) v rámci G8D reportu			
21.10.	mor13	Tašár	6000-2018-73114-4	6000-2016-78122-EDNOŘÁDA	1:00:00	1:32:00	153%	Operátor zaspal a seřizovač šel obsluhovat jeho stroj			
22.10.	mor11	Tašár	5080-0090-91 (LR)	5080-0090-82 (LR)	1:00:00	1:47:00	178%	regulace zvlutu			
24.10.	mor14	kandrnál	3720-0200-4504	3720-0200-7382	1:00:00	3:30:33	351%	tvorba nového programu			
26.10.	mor12	Tašár	6000-2018-69117	6000-2016-78122	1:00:00	2:30	250%	45 min hledání klíčtiny- měření KMS 13 min/ks			
28.10.	mor13	Černík	6000-2020-53117	6000-2016-73122	1:00:00	3:30:00	350%	Čekání na měření KMS-> špatně-> znovu seřizování		Vychystání veškerého nářadí a pomocného mat. před seřizováním	
6.11.	mor12	Tašár	5080-0090-02	5080-0090-8562	1:00:00	1:30:00	150%	seřizování 2 strojů		V případě seřizování se věnovat pouze seřizování a až poté řešit ostatní problémy	
8.11.	mor13	Seřiga	modulár.	modulár.	2:00:00	3:13:00	157%	současné seřizování 2 a 3 -> první 2 pak 3		V případě seřizování se věnovat pouze seřizování a až poté řešit ostatní problémy a seřizování	
11.11.	mor12	se	5080-Ust	5080-LR	2:00:00	3:18:00	159%	směna bez seřizovače-> zkušený operátor			
12.11.	mor11	kandrnál	mal. Match	mal. nerez	1:30:00	2:07:00	147%	problém s komovou			
7.11.	mor12	se	5080-Ust	5080-Ust	1:00:00	1:48:00	188%	směna bez seřizovače-> zkušený operátor			
7.11.	mor14	se	3720-1.up.	3720-2.up.	1:00:00	1:22:00	127%	směna bez seřizovače-> zkušený operátor			
20.11.	mor12		maloražka WMR	Kulovnice Creedmoor	6:00:00	7:51:00	131%	Dlouhou nejezo-> odhlázení programu-> chyby povrchu			

Po dohodě s vedením provozu bylo na denní bázi zahájeno sledování a vyhodnocování těchto dat.

Pro účel toho vyhodnocování byl vytvořen soubor, do kterého jsme prostřednictvím sestavy “Průběh výroby” v aplikaci Power BI mohli vkládat objektivní data získaná prostřednictvím zadávání aktivit operátorů prostřednictvím ASD terminálů a získávat tak přehled o jednotlivých časech.



Obrázek 27 Průběh výroby z PBI (vlastní zpracování)

Takto zpracovaná data jsou následně na týdenních schůzkách vedení provozu se zástupci Lean managementu komunikována a využívána jako podklad pro další řešení těchto ztrát.

Téměř ihned po zavedení tohoto pozorování a kontrolování jsme zaznamenali významné zlepšení co se výkyvů od standardních časů týče a možná pouze stačilo, že si operátoři a seřizovači uvědomili, že je jejich doposud nekontrolovaná práce v povědomí jejich nadřízených.

Následně, jak již bylo zmíněno na denní bázi probíhá monitoring seřizovacích časů, který je doplněn rovněž o veškeré ostatní prostoje ve výrobě a poté jsou tato data uložena do sestavy v MS Excel, viz níže

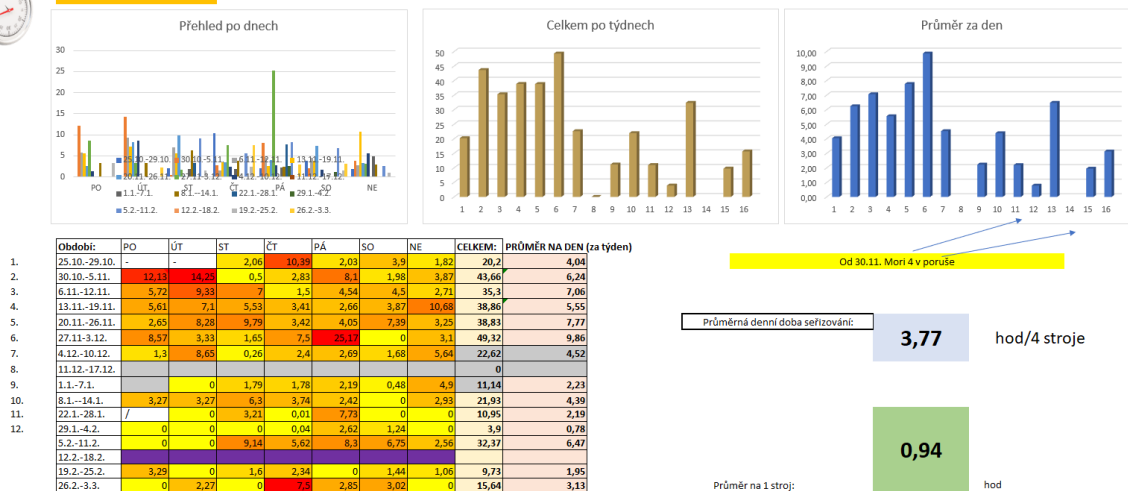
Tato sestava se skládá konkrétně z podsestav Grafického přehledu seřizovacích časů, Grafického přehledu nečinností a v poslední sestavě Nečinnost strojů celkem je vyobrazeno celkové využití stroje, respektive jsou zde sečteny podstavy Grafický přehled seřizovacích časů a Grafický přehled nečinností.

Zde jsou zapsané hodnoty automaticky vybarvovány podle jejich hodnoty, aby byly na první pohled lehce identifikovatelné především extrémní hodnoty. Následně jsou tyto data zobrazena prostřednictvím přiložených grafů pro snadné sledování trendu vývoje časů.



MORI 1-4

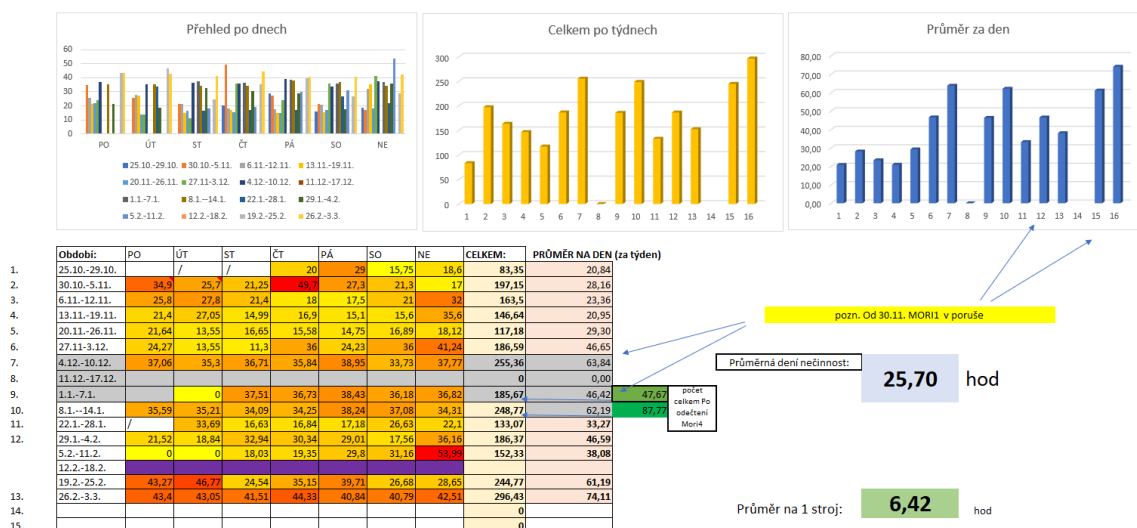
Grafické přehledy seřizovacích časů



Obrázek 28 Grafický přehled seřizovacích časů (vlastní zpracování)

Tabulka výše obsahuje přehled seřizovacích časů na celém uzlu, tedy na 4 strojích. Zde probíhá průběžné zapisování seřizovacích časů a poté jsou z těchto časů tvořeny grafy, které zobrazují trend doby seřizování a rovněž můžou poukazovat na výkyvy od získaného vyhodnoceného průměru ze všech časů seřizování.

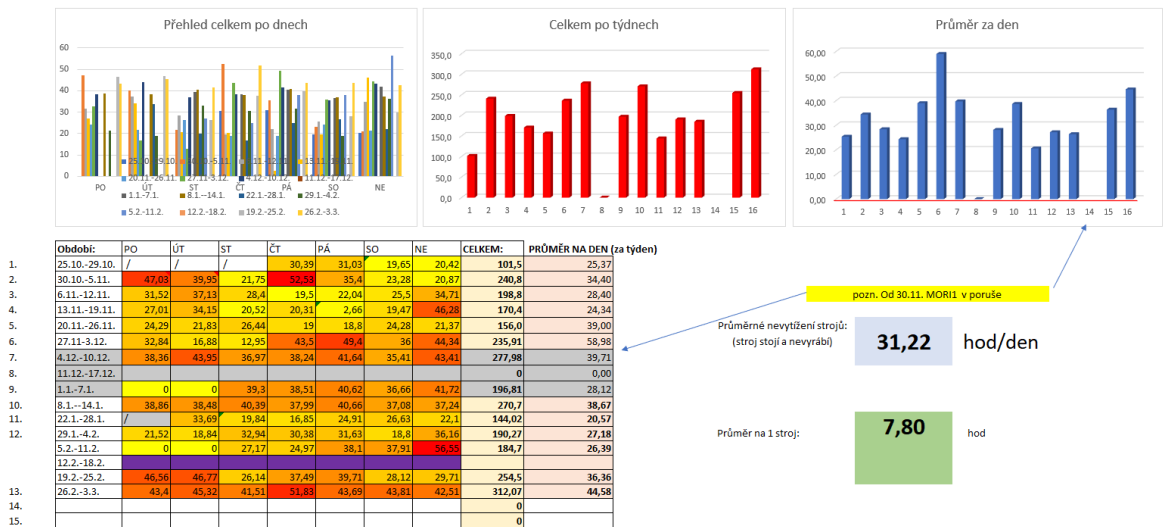
Grafické přehledy nečinností (nečinnost, přerušení, nevyužití)



Obrázek 29 Grafický přehled nečinností (vlastní zpracování)

Sestava Grafický přehled nečinností znázorňuje přehled všech ostatních časů snižující celkovou dostupnost zařízení. Zde probíhá sledování především nečinností, což v našem případě znamená součet všech časů překračující standardní dobu výměny kusu či může poukazovat na četnost poruch stroje.

Nečinnost strojů celkem (seřizování+nečinnosti)



Obrázek 30 Celková nečinnost strojů (vlastní zpracování)

Tato poslední tabulka, jak již bylo zmíněno, znázorňuje celkový čas nevyužití stroje. Tedy čas, o který se krátí celková dostupnost zařízení. Tato tabulka je používána spíše jako informativní a slouží často k identifikaci možných příčin extrémních hodnot.

7 ANALÝZA PROCESU

Po analýze procesu a domluvě s provozem jsme se rozhodli, že z důvodu zvýšení efektivity výrobního procesu se zaměříme na procesy seřizování a detailní analýzu jejich průběhu.

Nebylo by v našich kapacitách provést SMED na všechny druhy přetypování, rozhodli jsme se tedy logicky zaměřit na malé přestavby, které jak již bylo zmíněno, jsou nejčastějšími a jsou prováděny na denní bázi.

Sběr dat pro zmíněnou analýzu probíhal formou natáčení videí jednotlivých seřizování.

V První fázi, na kterou je tahle diplomová práce zaměřena jsme se rozhodli řešit 3 základní druhy přestaveb u vybraných produktů, a to konkrétně:

- **Bren2 5,56 (14") => Bren2 7,62 (11")**
- **Malorážka 525mm Varmint Match => Malorážka 525 mm Varmint**
- **Kulovnice CZ600 308Win => Kulovnice CZ600 6,6 Creedmoor**

Jak lze na první pohled podle názvů poznat, jedná se o přestavbu vždy stejného výrobku, pouze v rozlišném provedení.

Tyhle přestavby jsou velmi obdobné, liší se pouze druhem nástrojů a nastaveným programem stroje. Z toho důvodu bude tříkroková SMED analýza provedena pro všechny tyhle přestavby najednou.

Sběr dat probíhal formou pořízení videozáznamu daného procesu. Tato metoda sběru dat se nám osvědčil více, než sběr dat stylem „stopky, papír, tužka“, jelikož se lze při vyhodnocování videozáznamu vracet v časové ose a tím se zaměřit na mnohem větší detail. Mimo to lze poté pořízený soubor použít i při dalších analýzách

Po natočení přestavby bylo video zpracováváno do vytvořeného rozboru v MS Excel souboru, který je nastaven a modifikován tak, aby práci co nejvíce ulehčil a zpracování videozáznamu bylo rychlé a efektivní.

POZOROVACÍ LIST PRO SEŘÍZENÍ												
Datum:		Přestavba z (VP):						SE		Seřizování		
Pracoviště:		Přestavba na (VP):						PP		Pomocné práce		
								ME		Měření		
								ČE		Čekání		
								CH		Chůze		
								HL		Hledání		
Čas		aktivita						ČINNOST		ZLEPŠENÍ		POZNÁMKA
od:	do:	SEŘ.	PP	MĚŘ.	ČEK.	CHŮ.	HLED.	INTER.	EXTER.	ANO	NE	

Obrázek 31 Formulář pro SMED analýzu (vlastní zpracování)

7.1 SMED ANALÝZA PŘESTAVEB

Pro SMED analýzu byly vybráni 3 výrobní představitelé, a to konkrétně zástupci malých přestaveb:

Původní provedení:	Nové provedení:
BREN	BREN
MALORÁŽKA	MALORÁŽKA
KULOVNICE	KULOVNICE

Obrázek 32 Skupiny seřizování (vlastní zpracování)

Dle videozáznamu byly provedeny detailní rozbory činností seřizovače při těchto přestavbách a tato data byla zpracována do následující šablony pro SMED analýzu.

7.1.1 Rozbor seřízení

V tabulkách níže je zpracován detailní rozbor jednotlivých činností při daných typech přestaveb opatření o poznámky k danému kroku pro lepší zpětnou orientaci při rozboru. Dále je analýza opatření o rozdělení činností z hlediska přidané hodnoty na VA/VE/NVA činnosti, a nakonec z pohledu stavu stroje, zda se jedná o činnost interní, tedy při zastaveném stroji, nebo činnost externí, tedy činnost prováděná za chodu stroje.

- **Přestavba produktu BREN-BREN**

Stávající stav																	
OD	DO	DOBA TRVÁNÍ	Činnost	POZNÁMKA	VA/VE/NVA	KATEGORIE	DOBA TRVÁNÍ	Pracovník	1	2	3	4	5	6	VA	VE	NVA
0:00:00	0:01:05	0:01:05	1	výb. Programu	VE	Interní činnost	0:01:05	Pracovník 1	0:01:05							0:01:05	
0:01:05	0:01:40	0:00:35	2	zadání prostroje	VE	Interní činnost	0:00:35	Pracovník 1		0:00:35						0:00:35	
0:01:40	0:02:06	0:00:26	1	nast. Programu	VA	Externí činnost	0:00:26	Pracovník 1	0:00:26								
0:02:06	0:03:05	0:00:59	1	najetí do nul. Bodu	VA	Externí činnost	0:00:59	Pracovník 1	0:00:59								
0:03:05	0:03:40	0:00:35	5	Odchod pro nářadí	NVA	Interní činnost	0:00:35	Pracovník 1					0:00:35				0:00:35
0:03:40	0:03:55	0:00:15	2	přemístění nářadí na stole	NVA	Interní činnost	0:00:15	Pracovník 1									0:00:15
0:03:55	0:05:15	0:01:20	1	vým. Nástroje	VA	Externí činnost	0:01:20	Pracovník 1	0:01:20						0:01:20		
0:05:15	0:05:35	0:00:20	2	vyndávání nástrojů z krabičky	NVA	Interní činnost	0:00:20	Pracovník 1					0:00:20				0:00:20
0:05:35	0:07:24	0:01:49	1	vým. nástroje	VA	Externí činnost	0:01:49	Pracovník 1	0:01:49						0:01:49		
0:07:24	0:07:40	0:00:16	5	vylezení ze stroje pro nástroj	NVA	Interní činnost	0:00:16	Pracovník 1					0:00:16				0:00:16
0:07:40	0:08:25	0:00:45	2	Připrava měřidla	NVA	Interní činnost	0:00:45	Pracovník 1					0:00:45				0:00:45
0:08:25	0:09:15	0:00:50	1	vým. Nástroje	NVA	Interní činnost	0:00:50	Pracovník 1	0:00:50						0:00:50		
0:09:15	0:09:37	0:00:22	3	měření ve stroji	VE	Externí činnost	0:00:22	Pracovník 1				0:00:22				0:00:22	
0:09:37	0:10:06	0:00:29	2	připrava nástroje	NVA	Interní činnost	0:00:29	Pracovník 1				0:00:29					0:00:29
0:10:06	0:10:45	0:00:39	5	odchod pro kleštiny	NVA	Interní činnost	0:00:39	Pracovník 1					0:00:39				0:00:39
0:10:45	0:11:00	0:00:15	6	Hledání nářadí	NVA	Interní činnost	0:00:15	Pracovník 1					0:00:15				0:00:15
0:11:00	0:11:35	0:00:35	2	odk.	VE	Externí činnost	0:00:35	Pracovník 1						0:00:35			
0:11:35	0:12:23	0:00:48	2	Připrava nástroje na stole	NVA	Interní činnost	0:00:48	Pracovník 1						0:00:48			0:00:48
0:12:23	0:13:13	0:00:50	1	vým. Nástroje	VA	Externí činnost	0:00:50	Pracovník 1	0:00:50						0:00:50		
0:13:13	0:14:08	0:00:55	3	měření ve stroji	VE	Externí činnost	0:00:55	Pracovník 1				0:00:55				0:00:55	
0:14:08	0:16:03	0:01:55	1	nastavení nástroje	VA	Externí činnost	0:01:55	Pracovník 1	0:01:55						0:01:55		
0:16:03	0:16:33	0:00:30	1	nastavení parametrů	VA	Externí činnost	0:00:30	Pracovník 1	0:00:30						0:00:30		
0:16:33	0:18:08	0:01:35	3	měření a odkl. ve stroji	VA	Externí činnost	0:01:35	Pracovník 1				0:01:35				0:01:35	
0:18:08	0:19:28	0:01:20	1	výměna nástroje	VA	Externí činnost	0:01:20	Pracovník 1	0:01:20						0:01:20		
0:19:28	0:20:53	0:01:25	1	nastavení stroje	VA	Externí činnost	0:01:25	Pracovník 1	0:01:25						0:01:25		
0:20:53	0:21:23	0:00:30	1	Vložení kusu	VA	Externí činnost	0:00:30	Pracovník 1	0:00:30						0:00:30		
0:21:23	0:22:05	0:00:42	6	Hledání v TGP	NVA	Interní činnost	0:00:42	Pracovník 1					0:00:42				0:00:42
0:22:05	0:23:14	0:01:09	1	nastavení parametr. Stroje	VA	Externí činnost	0:01:09	Pracovník 1	0:01:09						0:01:09		
0:23:14	0:24:55	0:01:41	1	najždění	VA	Externí činnost	0:01:41	Pracovník 1	0:01:41						0:01:41		
0:24:55	0:25:35	0:00:40	3	měření ve stroji	VE	Externí činnost	0:00:40	Pracovník 1				0:00:40				0:00:40	
0:25:35	0:26:10	0:00:35	1	najždění	VA	Externí činnost	0:00:35	Pracovník 1	0:00:35						0:00:35		
0:26:10	0:28:05	0:01:55	1	najždění	VA	Externí činnost	0:01:55	Pracovník 1	0:01:55						0:01:55		
0:28:05	0:28:50	0:00:45	1	korekce	VE	Externí činnost	0:00:45	Pracovník 1	0:00:45						0:00:45		
0:28:50	0:33:20	0:04:30	1	najždění	VA	Externí činnost	0:04:30	Pracovník 1	0:04:30						0:04:30		
0:33:20	0:33:55	0:00:35	3	měření ve stroji	VE	Externí činnost	0:00:35	Pracovník 1				0:00:35				0:00:35	
0:33:55	0:36:50	0:02:55	1	najždění	VA	Externí činnost	0:02:55	Pracovník 1	0:02:55						0:02:55		
0:36:50	0:37:40	0:00:50	1	Hledání a příprava měřidla	NVA	Interní činnost	0:00:50	Pracovník 1	0:00:50								0:00:50
0:37:40	0:38:50	0:01:10	3	měření ve stroji	VE	Externí činnost	0:01:10	Pracovník 1				0:01:10				0:01:10	
0:38:50	0:39:25	0:00:35	1	korekce	VE	Externí činnost	0:00:35	Pracovník 1	0:00:35						0:00:35		
0:39:25	0:40:05	0:00:40	1	najždění	VA	Externí činnost	0:00:40	Pracovník 1	0:00:40						0:00:40		
0:40:05	0:40:42	0:00:37	3	měření ve stroji	VE	Externí činnost	0:00:37	Pracovník 1				0:00:37				0:00:37	
0:40:42	0:41:10	0:00:28	1	korekce	VE	Externí činnost	0:00:28	Pracovník 1	0:00:28						0:00:28		
0:41:10	0:43:25	0:02:15	1	najždění	VA	Externí činnost	0:02:15	Pracovník 1	0:02:15						0:02:15		
0:43:25	0:43:59	0:00:34	5	Chůze pro přípravek	NVA	Interní činnost	0:00:34	Pracovník 1				0:00:34					0:00:34
0:43:59	0:44:59	0:01:00	1	měření ve stroji	VE	Externí činnost	0:01:00	Pracovník 1				0:01:00				0:01:00	
0:44:59	0:45:34	0:00:35	1	korekce	VE	Externí činnost	0:00:35	Pracovník 1	0:00:35						0:00:35		
0:45:34	0:47:34	0:02:00	1	najždění	VA	Externí činnost	0:02:00	Pracovník 1	0:02:00						0:02:00		
0:47:34	0:47:59	0:00:25	3	měření ve stroji	VE	Externí činnost	0:00:25	Pracovník 1				0:00:25				0:00:25	
0:47:59	0:48:59	0:01:00	1	korekce	VE	Externí činnost	0:01:00	Pracovník 1	0:01:00						0:01:00		
0:48:59	0:49:59	0:01:00	6	hledání v tgp	NVA	Interní činnost	0:01:00	Pracovník 1					0:01:00				0:01:00
0:49:59	0:50:29	0:00:30	1	úprava parametru	NVA	Interní činnost	0:00:30	Pracovník 1	0:00:30						0:00:30		
0:50:29	0:52:04	0:01:35	1	najždění	VA	Externí činnost	0:01:35	Pracovník 1	0:01:35						0:01:35		
0:52:04	0:52:44	0:00:40	2	vyndání kusu	VE	Externí činnost	0:00:40	Pracovník 1				0:00:40				0:00:40	

Obrázek 33 Rozbor seřízení BREN-BREN (vlastní zpracování)

- **Přestavba produktu KUL-KUL**
- **Přestavba produktu MAL-MAL**

Stávající stav																	
OD	DO	DOBA TRVÁNÍ	Činnost	POZNÁMKA	VA/VE/NVA	KATEGORIE	DOBA TRVÁNÍ	Pracovník	1	2	3	4	5	6	VA	VE	NVA
0:00:00	0:06:22	0:06:22	1	výměna nástrojů	VA	Interní činnost	0:06:22	Pracovník 1	0:06:22						0:06:22		
0:06:22	0:07:15	0:00:53	1	najždění do 0 bodu	VA	Externí činnost	0:00:53	Pracovník 1	0:00:53						0:00:53		
0:07:15	0:12:38	0:05:23	1	manuální najždění na sondu	VA	Externí činnost	0:05:23	Pracovník 1	0:05:23						0:05:23		
0:12:38	0:13:55	0:01:17	4	řešení problému u druhého stroje	NVA	Interní činnost	0:01:17	Pracovník 1				0:01:17					0:01:17
0:13:55	0:20:52	0:06:57	1	korekce	VE	Externí činnost	0:06:57	Pracovník 1	0:06:57						0:06:57		
0:20:52	0:21:15	0:00:23	3	měření ve stroji	VE	Externí činnost	0:00:23	Pracovník 1				0:00:23				0:00:23	
0:21:15	0:21:25	0:00:10	1	korekce	VE	Externí činnost	0:00:10	Pracovník 1	0:00:10						0:00:10		
0:21:25	0:23:30	0:02:05	1	najždění	VA	Externí činnost	0:02:05	Pracovník 1	0:02:05						0:02:05		
0:23:30	0:23:50	0:00:20	6	hledání roztavení v tgp	NVA	Interní činnost	0:00:20	Pracovník 1					0:00:20				0:00:20
0:23:50	0:24:40	0:00:50	3	úprava nástroje	NVA	Interní činnost	0:00:50	Pracovník 1				0:00:50					0:00:50
0:24:40	0:25:20	0:00:40	1	najždění	VA	Externí činnost	0:00:40	Pracovník 1	0:00:40						0:00:40		
0:25:20	0:25:44	0:00:24	3	měření ve stroji	VE	Externí činnost	0:00:24	Pracovník 1				0:00:24				0:00:24	
0:25:44	0:25:57	0:00:13	1	korekce	VE	Externí činnost	0:00:13	Pracovník 1	0:00:13						0:00:13		
0:25:57	0:26:50	0:00:53	1	najždění	VA	Externí činnost	0:00:53	Pracovník 1	0:00:53						0:00:53		
0:26:50	0:27:30	0:00:40	3	měření ve stroji	VE	Externí činnost	0:00:40	Pracovník 1				0:00:40				0:00:40	
0:27:30	0:27:45	0:00:15	1	korekce	VE	Externí činnost	0:00:15	Pracovník 1	0:00:15						0:00:15		
0:27:45	0:28:10	0:00:25	1	najždění	VA	Externí činnost	0:00:25	Pracovník 1	0:00:25						0:00:25		
0:28:10	0:28:25	0:00:15	3	měření	VE	Externí činnost	0:00:15	Pracovník 1				0:00:15				0:00:15	
0:28:25	0:28:40	0:00:15	1	korekce	VE	Externí činnost	0:00:15	Pracovník 1	0:00:15						0:00:15		
0:28:40	0:32:00	0:03:20	1	najždění	VA	Externí činnost	0:03:20	Pracovník 1	0:03:20						0:03:20		
0:32:00	0:32:50	0:00:50	3	měření ve stroji	VE	Externí činnost	0:00:50	Pracovník 1				0:00:50				0:00:50	
0:32:50	0:33:05	0:00:15	1	korekce	VE	Externí činnost	0:00:15	Pracovník 1	0:00:15						0:00:15		
0:33:05	0:33:50	0:00:45	1	najždění	VA	Externí činnost	0:00:45	Pracovník 1	0:00:45						0:00:45		
0:33:50	0:34:55	0:01:05	3	finální měření na prac. stole	VE	Externí činnost	0:01:05	Pracovník 1				0:01:05				0:01:05	

Obrázek 34 Rozbor seřízení KUL-KUL (vlastní zpracování)

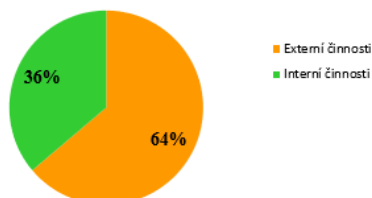
Po vypracování této základní analýzy byla provedena tříkroková analýza SMED, která

Stávající stav		DO	DOBA TRVÁNÍ	Činnost	POZNÁMKA	VAŘEVA	KATEGORIE	DOBA TRVÁNÍ	Pracovník	1	2	3	4	5	6	VA	VE	NVA
0:00:00	0:00:51	0:00:51	1	nastavování parametrů na stroji	VA	Interní činnost	0:00:51	Pracovník 1	0:00:51							0:00:51		
0:00:51	0:03:41	0:02:50	2	příprava nářadí	NVA	Externí činnost	0:02:50	Pracovník 1		0:02:50								0:02:50
0:03:41	0:04:47	0:01:06	1	vynášení výstružníků	VA	Interní činnost	0:01:06	Pracovník 1	0:01:06							0:01:06		
0:04:47	0:04:58	0:00:11	1	vynášení objímky výstružníku	VA	Interní činnost	0:00:11	Pracovník 1	0:00:11							0:00:11		
0:04:58	0:05:09	0:00:11	1	vyfouknutí kleštin a objímky	VE	Interní činnost	0:00:11	Pracovník 1	0:00:11									0:00:11
0:05:09	0:05:33	0:00:24	5	chůze pro háč na vytření kleštiny (20K)	NVA	Externí činnost	0:00:24	Pracovník 1				0:00:24						0:00:24
0:05:33	0:05:45	0:00:12	2	vytření kleštin	VA	Interní činnost	0:00:12	Pracovník 1		0:00:12						0:00:12		
0:05:45	0:06:08	0:00:23	1	vložení objímky a výstružníku 1	VA	Interní činnost	0:00:23	Pracovník 1	0:00:23							0:00:23		
0:06:08	0:06:17	0:00:09	1	dotáčení objímky-výstružníku 1	VA	Interní činnost	0:00:09	Pracovník 1	0:00:09									0:00:09
0:06:17	0:06:30	0:00:13	1	vynášení objímky a výstružníku 2	VA	Interní činnost	0:00:13	Pracovník 1	0:00:13							0:00:13		
0:06:30	0:06:45	0:00:15	1	vyfouknutí kleštin a objímky	VE	Externí činnost	0:00:15	Pracovník 1	0:00:15									0:00:15
0:06:45	0:07:30	0:00:45	5	chůze pro nástroje	NVA	Externí činnost	0:00:45	Pracovník 1				0:00:45						0:00:45
0:07:30	0:07:39	0:00:09	2	příprava výstružníků	NVA	Externí činnost	0:00:09	Pracovník 1		0:00:09								0:00:09
0:07:39	0:07:52	0:00:13	1	vytření kleštin	VE	Externí činnost	0:00:13	Pracovník 1	0:00:13									0:00:13
0:07:52	0:08:11	0:00:19	1	vložení objímky a výstružníku 2 (spatný výstružník)	VA	Interní činnost	0:00:19	Pracovník 1								0:00:19		
0:08:11	0:08:37	0:00:26	1	vložení objímky a výstružníku (opakované)	NVA	Externí činnost	0:00:26	Pracovník 1	0:00:26									0:00:26
0:08:37	0:12:59	0:04:22	1	dotáčení objímky výstružníku	VA	Interní činnost	0:04:22	Pracovník 1	0:04:22							0:04:22		
0:12:59	0:15:01	0:02:02	1	nastavení nástroje do nulového bodu	VA	Externí činnost	0:02:02	Pracovník 1	0:02:02									0:02:02
0:15:01	0:15:05	0:00:04	1	uložení pozice mlového bodu	VA	Externí činnost	0:00:04	Pracovník 1	0:00:04									0:00:04
0:15:05	0:15:17	0:00:12	1	odjetí nástroje do výchozí pozice	VA	Externí činnost	0:00:12	Pracovník 1	0:00:12									0:00:12
0:15:17	0:16:09	0:00:52	1	najetí nástroje #1 na sondu	VA	Externí činnost	0:00:52	Pracovník 1	0:00:52									0:00:52
0:16:09	0:16:52	0:00:43	1	najetí nástroje #2 na sondu	VA	Externí činnost	0:00:43	Pracovník 1	0:00:43									0:00:43
0:16:52	0:18:04	0:01:12	6	hledání v tgp	NVA	Externí činnost	0:01:12	Pracovník 1				0:01:12						0:01:12
0:18:04	0:20:38	0:02:34	1	úprava parametrů v programu	VA	Interní činnost	0:02:34	Pracovník 1	0:02:34							0:02:34		
0:20:38	0:21:17	0:00:39	5	chůze pro kus	NVA	Externí činnost	0:00:39	Pracovník 1				0:00:39						0:00:39
0:21:17	0:21:30	0:00:13	1	vložení 1. kusu	VA	Interní činnost	0:00:13	Pracovník 1	0:00:13							0:00:13		
0:21:30	0:21:56	0:00:26	1	najetí a nastavení síly/teplota	VA	Externí činnost	0:00:26	Pracovník 1	0:00:26									0:00:26
0:21:56	0:23:06	0:01:10	1	výroba v režimu seřizování	VA	Externí činnost	0:01:10	Pracovník 1	0:01:10							0:01:10		
0:23:06	0:23:10	0:00:04	2	ofuk kusu	VE	Externí činnost	0:00:04	Pracovník 1		0:00:04								0:00:04
0:23:10	0:23:39	0:00:29	3	měření	VE	Externí činnost	0:00:29	Pracovník 1			0:00:29							0:00:29
0:23:39	0:23:52	0:00:13	1	kontrolce	VE	Externí činnost	0:00:13	Pracovník 1	0:00:13									0:00:13
0:23:52	0:24:31	0:00:39	1	výroba v režimu seřizování	VA	Externí činnost	0:00:39	Pracovník 1	0:00:39							0:00:39		
0:24:31	0:24:37	0:00:06	2	ofuk kusu	VE	Externí činnost	0:00:06	Pracovník 1		0:00:06								0:00:06
0:24:37	0:25:51	0:01:14	2	Příprava měřidla	NVA	Externí činnost	0:01:14	Pracovník 1	0:01:14									0:01:14
0:25:51	0:26:08	0:00:17	3	měření	VE	Externí činnost	0:00:17	Pracovník 1			0:00:17							0:00:17
0:26:08	0:28:50	0:02:42	1	kontrolce+výroba v režimu seřizování	VA	Externí činnost	0:02:42	Pracovník 1	0:02:42							0:02:42		
0:28:50	0:28:55	0:00:05	2	ofuk kusu	VE	Externí činnost	0:00:05	Pracovník 1		0:00:05								0:00:05
0:28:55	0:29:10	0:00:15	2	sražení hrany	VE	Externí činnost	0:00:15	Pracovník 1		0:00:15								0:00:15
0:29:10	0:29:21	0:00:11	6	hledání měřidla	NVA	Externí činnost	0:00:11	Pracovník 1				0:00:11						0:00:11
0:29:21	0:29:32	0:00:11	3	měření	VE	Externí činnost	0:00:11	Pracovník 1			0:00:11							0:00:11
0:29:32	0:31:13	0:01:41	1	kontrolce+výroba v režimu seřizování	VA	Externí činnost	0:01:41	Pracovník 1	0:01:41							0:01:41		
0:31:13	0:31:18	0:00:05	2	ofuk kusu	VE	Externí činnost	0:00:05	Pracovník 1		0:00:05								0:00:05
0:31:18	0:31:37	0:00:19	3	měření	VE	Externí činnost	0:00:19	Pracovník 1			0:00:19							0:00:19
0:31:37	0:32:02	0:00:25	1	kontrolce	VE	Externí činnost	0:00:25	Pracovník 1	0:00:25									0:00:25
0:32:02	0:33:26	0:01:24	1	výroba v režimu seřizování	VA	Externí činnost	0:01:24	Pracovník 1	0:01:24							0:01:24		
0:33:26	0:34:07	0:00:41	3	ofuk kusu+měření	VE	Externí činnost	0:00:41	Pracovník 1		0:00:41								0:00:41
0:34:07	0:35:08	0:01:01	1	výroba v režimu seřizování	VA	Externí činnost	0:01:01	Pracovník 1	0:01:01							0:01:01		
0:35:08	0:35:14	0:00:06	3	měření	VE	Externí činnost	0:00:06	Pracovník 1			0:00:06							0:00:06
0:35:14	0:37:08	0:01:54	1	výroba v režimu seřizování	VA	Externí činnost	0:01:54	Pracovník 1	0:01:54							0:01:54		
0:37:08	0:37:28	0:00:20	3	měření	VE	Externí činnost	0:00:20	Pracovník 1			0:00:20							0:00:20
0:37:28	0:38:02	0:00:34	1	kontrolce	VE	Externí činnost	0:00:34	Pracovník 1	0:00:34									0:00:34
0:38:02	0:39:20	0:01:18	1	výroba v režimu seřizování	VA	Externí činnost	0:01:18	Pracovník 1	0:01:18							0:01:18		
0:39:20	0:39:37	0:00:17	3	ofuk+měření	VE	Externí činnost	0:00:17	Pracovník 1			0:00:17							0:00:17
0:39:37	0:40:04	0:00:27	1	kontrolce	VE	Externí činnost	0:00:27	Pracovník 1	0:00:27									0:00:27
0:40:04	0:41:31	0:01:27	1	výroba v režimu seřizování	VA	Externí činnost	0:01:27	Pracovník 1	0:01:27							0:01:27		
0:41:31	0:42:08	0:00:37	3	ofuk+měření	VE	Externí činnost	0:00:37	Pracovník 1			0:00:37							0:00:37
0:42:08	0:43:22	0:01:14	1	výroba v režimu seřizování	VA	Externí činnost	0:01:14	Pracovník 1	0:01:14							0:01:14		
0:43:22	0:43:47	0:00:25	3	měření	VE	Externí činnost	0:00:25	Pracovník 1			0:00:25							0:00:25
0:43:47	0:43:58	0:00:11	1	kontrolce	VE	Externí činnost	0:00:11	Pracovník 1	0:00:11									0:00:11
0:43:58	0:46:37	0:02:39	1	výroba v režimu seřizování	VA	Externí činnost	0:02:39	Pracovník 1	0:02:39							0:02:39		
0:46:37	0:46:56	0:00:19	2	vytažení kusu	VE	Externí činnost	0:00:19	Pracovník 1		0:00:19								0:00:19
0:46:56	0:47:08	0:00:12	3	měření (na prac. stole)	VE	Externí činnost	0:00:12	Pracovník 1			0:00:12							0:00:12
0:47:08	0:47:27	0:00:19	5	odchod k jinému stroji SK	VE	Externí činnost	0:00:19	Pracovník 1			0:00:19							0:00:19
0:47:27	0:48:02	0:00:35	2	sražení hran (na prac. stole)	VE	Externí činnost	0:00:35	Pracovník 1		0:00:35								0:00:35
0:48:02	0:49:20	0:01:18	3	měření (na prac. stole)	VE	Externí činnost	0:01:18	Pracovník 1			0:01:18							0:01:18
0:49:20	0:49:39	0:00:19	5	chůze k měřidlu (MORI 2,3) 20K	NVA	Externí činnost	0:00:19	Pracovník 1			0:00:19							0:00:19
0:49:39	0:49:48	0:00:09	3	měření	VE	Externí činnost	0:00:09	Pracovník 1			0:00:09							0:00:09
0:49:48	0:49:57	0:00:09	5	chůze od měřidla (MORI 2,3) 20K	NVA	Externí činnost	0:00:09	Pracovník 1			0:00:09							0:00:09

spočívá nejprve v rozdělení jednotlivých činností na interní a externí, poté je nutné převést maximum interních činností na externí a v posledním kroku proběhne návrh vylepšení procesu.

- BREN-BREN

Procentuální vyjádření INTERNÍCH/EXTERNÍCH činností při přestavbě



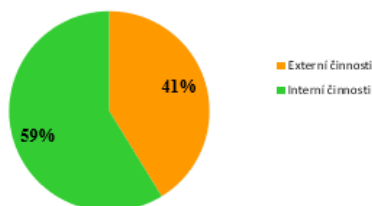
Tabulka vstupních údajů - interní/externí

Kategorie	Doba trvání	Procentuální vyjádření
Externí činnosti	0:33:39	64%
Interní činnosti	0:19:05	36%
Celkem	0:52:44	100%

Obrázek 36 Rozdělení činností seřizování BREN-BREN (vlastní zpracování)

- KULOVNICE-KULOVNICE

Procentuální vyjádření INTERNÍCH/EXTERNÍCH činností při přestavbě



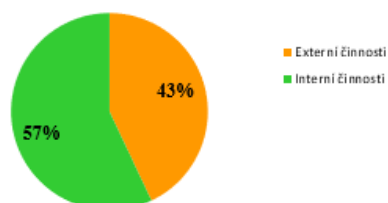
Tabulka vstupních údajů - interní/externí

Kategorie	Doba trvání	Procentuální vyjádření
Externí činnosti	0:14:24	41%
Interní činnosti	0:20:31	59%
Celkem	0:34:55	100%

Obrázek 37 Rozdělení činností seřizování KUL-KUL (vlastní zpracování)

- MALORÁŽKA-MALORÁŽKA

Procentuální vyjádření INTERNÍCH/EXTERNÍCH činností při přestavbě



Tabulka vstupních údajů - interní/externí

Kategorie	Doba trvání	Procentuální vyjádření
Externí činnosti	0:21:28	43%
Interní činnosti	0:28:29	57%
Celkem	0:49:57	100%

Obrázek 38 Rozdělení činností seřizování MAL-MAL (vlastní zpracování)

7.1.3 Druhý krok-převod interních činností na externí

Druhý krok SMED analýzy je zaměřen na převod interních činností na externí. Jak již bylo zmíněno v prvním kroku analýzy, větší polovina operací je prováděna interně, tedy mimo provoz stroje, a to u všech tří druhů přestaveb.

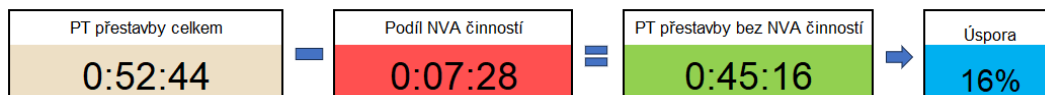
Tento krok jsem se rozhodl rozdělit na dvě etapy, a to nejprve úplné odstranění NVA interních činností a poté převod možných interních činností na činnosti externí.

1. Úplné odstranění NVA interních činností

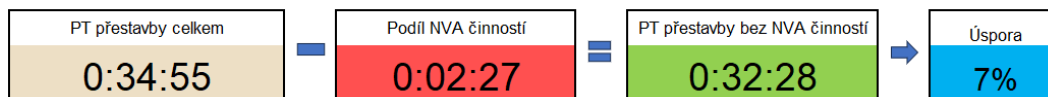
V tomto bodě, jak již bylo zmíněno došlo k úplnému odstranění NVA činností z procesu. Jako NVA činnosti byly vyhodnoceny takové, které nemají dopad na samotný proces a dají se proto odstranit rovnou, nebo za předpokladu určitého zlepšení či změny. V podstatě se jedná o činnosti charakteru hledání, chůze a přípravy.

Níže jsou zobrazeny výsledky odstranění NVA činností z procesu

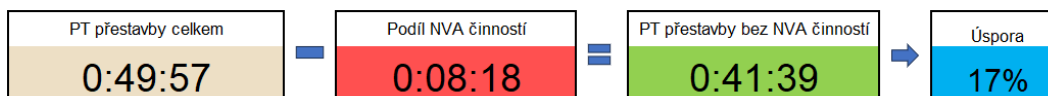
- BREN-BREN:



- KULOVNICE-KULOVNICE:



- MALORÁŽKA-MALORÁŽKA:



Jak je z následujících rozborů patrné, pouze odstraněním NVA činností jsme schopni ušetřit 7 % - 17 % seřizovacího času v závislosti na typu seřízení viz výše.

Obecně se dá říct, že se jedná především o činnosti přípravy nástrojů, hledání v TGP a chůze mimo pracoviště.

Jak je z rozboru činností v kapitole 8.1.1 „Rozbor seřízení“ patrné, v drtivé většině případů NVA činností by pomohla příprava na seřizování před jeho zahájením, což by nevyžadovalo ani zvláštní technická zlepšení. Nějaká zlepšení by tomu samozřejmě napomohla, ty jsou ale detailně popsány v třetím kroku SMED analýzy níže.

2. Převod interních činností na externí:

V druhé etapě druhého kroku SMED analýzy dochází k převodu interních činností na externí. Jak lze v rozboru jednotlivých seřízení vidět, většina interních činností se týká přímo seřizování, ať už výměna nástroje, měření ve stroji atd. Tyhle operace svým charakterem není možné provádět za chodu stroje, jelikož dochází k přímé manipulaci v pracovním prostoru stroje.

Velmi častým úkonem při seřizování je měření. Toto měření nelze zcela odstranit nebo omezit ve velké míře, jelikož se jedná o velmi přesnou operaci s obzvlášť vysokými nároky na kvalitu. Po konzultaci pracovníka kvality s technologem a seřizovačem byl vznesen nápad s uzpůsobením měřidel pro jednodušší a rychlejší měření. Tento krok by mohl dle předběžných odhadů z provedeného modelového příkladu zkrátit čas měření až o 30 %.

Další činností, která se hojně u všech provedení vyskytuje je několikanásobná korekce a manuálního najíždění včetně úprava nastavení stroje. Na tohle téma byl svolán tým v podobě zástupce PI, technologa, programátora a zkušeného seřizovače na krátký workshop, kde se řešilo, zda je opravdu zapotřebí téměř na každý jeden nástroj provádět i několik korekcí v rámci jednoho seřízení. Po překontrolování programu programátorem se dospělo k závěru, že je možné částečně tyto činnosti omezit za předpokladu, že všechny nástroje budou v pouzdrech umístěny v předepsaných mezích a rozměrech. S tímto krokem souvisí rovněž překontrolování a případná aktualizace řídicího programu stroje. Zajištěním těchto opatření bychom mohli ušetřit dle odhadu odborných pracovníků zhruba 10-20 % korekcí a najíždění.

Toto číslo bylo odhadnuto na základě proběhlé zkoušky přímo na pracovišti, kdy proběhla před reálným seřizováním příprava nástrojů dle předpisu a následovala zkouška za zpomaleného chodu stroje bez části korekcí.

Nicméně se tohle opatření dá těžce vyčíslit přesně, jelikož je velmi závislé rovněž na druhu nástroje, opotřebení či jeho často rozdílných rozměrech.

7.1.4 Třetí krok-zlepšení procesu

Tento poslední krok SMED analýzy je zaměřen na zlepšení, jednak samotného procesu, ale i jiných, proces ovlivňujících aspektů jako například pracoviště, či jeho vybavení a ergonomie.

- **Vizualizace sekvencí seřizování:**

Jelikož se na řešeném výrobním uzlu nachází 3 hnízda po 2 CNC strojích (konkrétně tedy stroje DMG MORI SEIKI) a na směně jsou nejčastěji přítomni 2 seřizovači, dává význam zaměřit se nejen na zmíněnou optimalizaci samotného procesu seřízení, ale rovněž neopomenout „time management“ a přípravu. V současné době to probíhá tak, že team leader má přehled o sekvencích plánování na jednotlivé stroje. Jakmile vidí, že výrobní příkaz bude končit, kontaktuje seřizovače a ten jde stroj seřídít. Navrhovaným řešením prospěšným pro tento proces a rovněž uvolnění kapacity tým lídra by mohlo být vizualizovaný průběh sekvencí, kdy by každý seřizovač měl přehled, kdy, jaký konkrétní stroj bude končit výrobní příkaz a tak si mohl práci rozvrhnout a s dostatečným předstihem se patřičně připravit na dané seřizování.

- **Seřizovací vozík:**

Opatřením přímo navazujícím na předchozí je příprava potřebných nástrojů, náradí, měřidel a jiných pomůcek, tak aby byly v dosahu seřizovače přímo u stroje a ten nemusel pro každý nástroj či jinou pomůcku chodit cca 4 m k pracovnímu stolu a zpět. Navrhovaným řešením je seřizovací vozík. Konkrétně se jedná o kompletně vybavený dílenský vozík se standardním náradím.

Tento vozík by měl každý ze seřizovačů svůj vlastní a zodpovídal by si za něj.

Jakmile by se prostřednictvím informačního systému dozvěděl, že se má připravit na seřízení, na vozíky by si nachystal vše potřebné včetně nástrojů z toolboxu a tento vozík by si poté přivezl přímo ke dveřím stroje, tak by měl vše pohodlně na dosah a nemusel se zdržovat odcházením od stroje.

- **Standardizace procesu seřizování**

Častým jevem, který byl vnímán již déle a při analýzách se opět projevil je, že se seřizovač při seřizování nevěnuje pouze danému stroji, ale různě odchází na jiná pracoviště či řeší jiné, se seřizováním nesouvisející, věci. Dalším z důvodů, proč jsme se rozhodli řešit i tento problém je, že zmíněná pracoviště jsou monitorována prostřednictvím DNC sítě a tyhle neřízeně prodlužovaná seřizování výrazně zkreslují následná výstupní data. Tyto poznatky nám otevřeli další možnost zefektivnění procesu jeho případnou standardizací. Je známo, že každý efektivní proces by měl být z důvodu opakovatelnosti a udržitelnosti standardizován, což by mohlo být i řešením našeho problému.

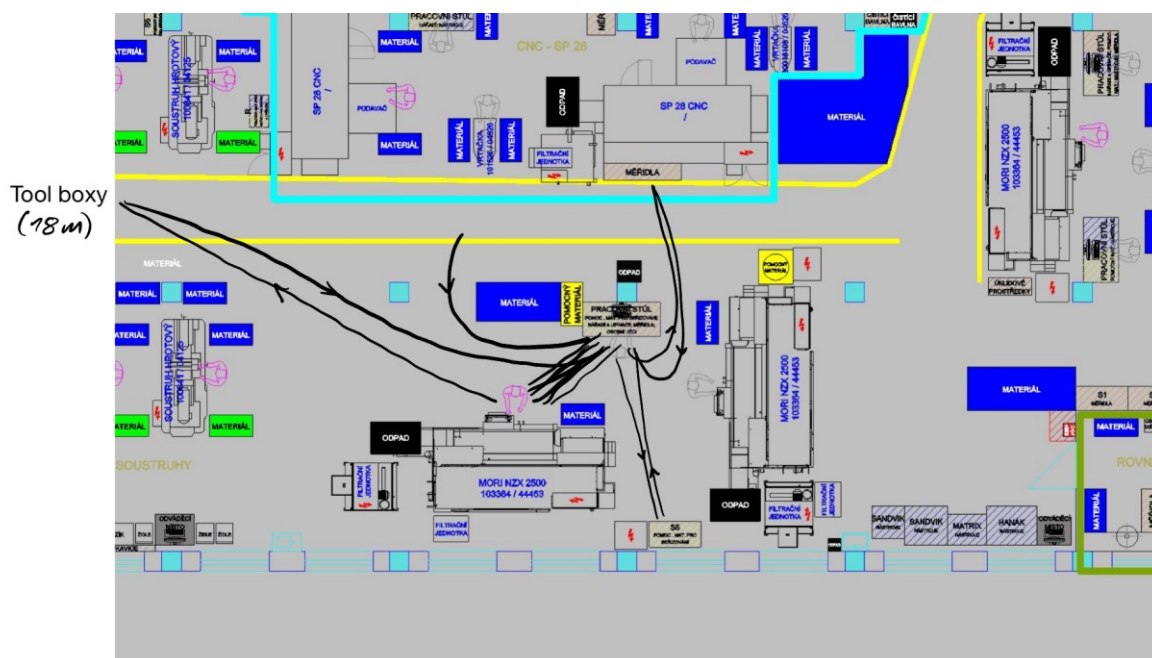
Všechny tyto návrhy na zlepšení jsou následně detailněji zpracovány a rozepsány v kapitole 12 Návrh implementace změn vycházejících z analýz.

8 SPAGHETTI DIAGRAM

Pro představu pohybů seřizovače po pracovišti byl zpracován Spaghetti diagram. Jako zástupce byl vybrán typ seřizování BREN-BREN. Uvedený zástupce byl vybrán z důvodu typové podobnosti s ostatními přestavbami.

Jak je z příloženého Spaghetti diagramu níže patrné, největší plýtvání pohybem je chůze mezi pracovištěm a místem, kde jsou umístěny tool-boxy s nástroji.

Dalším problematickým případem plýtvání pohybem je velmi často se opakující chůze mezi pracovním stolem a místem u stroje, kdy tyto místa jsou od sebe vzdálena 2,5m. Tato vzdálenost se nemusí na první pohled zdát velká, nicméně při velmi častém opakování a rovněž rotačním pohybu není tento pohyb ani z hlediska ergonomie vhodný.



Obrázek 39 Spaghetti diagram (vlastní zpracování)

V příložené tabulce je vyčíslený výstup analýzy pohybu pracovníka, z něhož vyplývá, že pracovník v daném případě plýtval pohybem a to konkrétně 86 metry chůze.

Tabulka 5 Analýza pohybů (vlastní zpracování)

Činnost:	Vzdálenost:	Četnost:	Vzdálenost celkem:
Chůze k tool boxu	18 m	2x	36 m
Pohyb mezi stolem a strojem	4 m	6x	24 m
Chůze pro měřidla	7 m	2x	14 m
Chůze pro pomocný materiál	6 m	2x	12 m
CELKEM:			86 m

9 SHRNUÍ VÝSLEDKŮ PROVEDENÝCH ANALÝZ

Na začátku praktické části této práce došlo nejprve k představení společnosti, ve které byl projekt následně realizován. Nejprve bylo tedy potřeba vybrat vhodného představitele pro tento projekt. Představitel byl zadán přímo od vedení společnosti, jelikož byl již značnou dobu vnímán jako úzké místo z hlediska výrobních kapacit a množství sortimentu jím procházejícím viz obrázek 19.

Následovalo obecné seznámení s pracovištěm a se samotným procesem, na což byl použit sled operací zobrazený prostřednictvím obrázku 20 a layout pracoviště, který je zobrazen na obrázku 21. Současně byl rovněž pro zasazení do kontextu představen produkt, který je prostřednictvím řešeného procesu vyráběn.

Pro rychlý přehled a počáteční standardizaci seřizovacích časů byla vytvořena na základě pozorování jednotlivých skupin seřizování tabulka seřizovacích časů viz tabulka 3, dle které jsme měli konečně alespoň hrubý odhad o jednotlivých délkách přestaveb a mohli tak i seřizovače začít kontrolovat. Na základě této tabulky bylo spuštěno monitorování seřizovacích časů (obrázky 27-30). Po dohodě následovalo rozšíření monitoringu na veškeré prostoje, i když ne všechny souvisely přímo se seřizováním, ale ukázali nám další příležitosti pro optimalizaci.

Dalším dílčím a pro projekt klíčovým krokem bylo provedení SMED analýzy na všechny druhy přestaveb. Ta proběhla pozorováním činností seřizovačů přímo na pracovišti a následně byla tato získaná data vyhodnocena prostřednictvím vytvořené sestavy v MS EXCEL. Po rozboru jednotlivých činností byla provedena samotná 3 kroková SMED analýza viz. kapitola 8.1. Zde se podařilo pouze odstraněním NVA činností snížit v závislosti na typu přestavby čas o 7 %-17 %. V druhém kroku SMED analýzy se nepodařilo nijak výrazně převést interní činnosti na externí, což je cílem tohoto kroku, jelikož to nedovoluje charakter výroby. Nicméně se alespoň některé operace podařilo zkrátit především za pomoci uzpůsobení měřidel a přípravků pro rychlejší měření. Posledním krokem SMED analýzy byl návrh nápravných opatření, které by proces zefektivnili, ty jsou detailně popsány v kap.12. Pro potvrzení navrhovaných nápravných opatření z pohledu plýtvání pohybem byl zpracován Spaghetti diagram viz obr., který je zaměřen na pohyby seřizovače při přestavbě, jehož výsledkem je, že seřizovač zbytečně nachodí 86 m.

10 VYMEZENÍ PROJEKTU

Projekt optimalizace procesu seřizení obráběcího centra byl započat s cílem zkrácení doby seřizování obráběcího stroje a narovnání dob seřizování mezi jednotlivými seřizovači. Tento projekt byl vybrán z důvodu stále rostoucí produkce a tím zvyšování průtoku produktů přes toto klíčové pracoviště.

Jak již bylo zmíněno v kapitolách výše, výrazným problémem u tohoto pracoviště je velmi rozdílná délka seřizovacích časů ať už v porovnání mezi operátory, tak i u stejného operátora se tyto časy v průběhu času výrazně liší.

Jelikož se jedná o pilotní projekt a podobných pracovišť je v naší firmě několik, počítá se do budoucna s rozšířením tohoto projektu i na další zmíněná pracoviště.

10.1 Projektová listina

Základní informace o projektu jsou zobrazena v následující tabulce:

Tabulka 6 Základní informace a data o projektu (vlastní zpracování)

Základní informace a data o projektu		
Projekt:	Optimalizace procesu seřizení obráběcího centra	
Projektový tým:	Autor práce- Lean coordinator	
	Vedoucí oddělení Průmyslového inženýrství	
	Zástupce vedení provozu	
	Tým lídr	
	Technolog	
HL. cíl projektu:	Zkrácení doby seřizování o 15% a eliminace rozptylu seřizovacích časů	
Cíl dle SMART:	Specifický	Zkrácení doby seřizování a snížení rozptylu seřizovacích časů
	Měřitelný	Zkrácení seřizovací doby o 15%
	Akceptovatelný	
	Realistický	Projekt podporován vedením podniku
	Termínovaný	říjen 2023-květen 2024
Dílčí cíle projektu:	Sběr dat z procesu za současného stavu	
	Analýza současného stavu	
	Provedení 3 krokové SMED analýzy	
	Vypracování návrhů na nápravná opatření	
	Zhodnocení opatření	
	Návrh implementace nápravných opatření	
Přínosy projektu:	Zkrácení doby seřizování o 15% a eliminace rozptylu seřizovacích časů	
	Zvýšení výrobní kapacity stroje	
	Standardizace procesu	
Zadavatel:	Vedení výroby a vedoucí PI	

10.2 Logický rámec

Aby bylo možné celkově projekt popsat a popsat jednotlivé kroky vedoucí v dosažení daných cílů projektu, byl zpracován logický rámec. Součástí logického rámce jsou rovněž zmíněny ukazatele, které jsou objektivně měřitelné a prokazatelné.

Hlavními cíli projektu bylo zkrácení seřizovacích časů na pracovišti MOD1 o 15 % a snížení jejich časového rozptylu. Výstupem z projektu by mělo být standardizace procesu a návrh optimalizace pracoviště, aby bylo docíleno eliminace maxima VE a NVA činností plynoucích z provedených analýz.

Tabulka 7 Logický rámec (vlastní zpracování)

	Hierarchie cílů	Objektivně měřitelné ukazatele	Prostředky ověření	Rizika a předpoklady
Definovaný cíl	Zkrácení seřizovacích časů o 15% a snížení jejich rozptylu	Seřizovací časy zkráceny o 15% a minimální rozptyl jednotlivých seřizování	Analýza seřizování	
Účel	1. Zkrácení seřizovacích časů na pracovišti MOD1	Snížení potřebného času na seřízení stroje o 15%	Analýza seřizování	Neochota spolupráce seřizovačů a členů týmu
Výstupy	1.1 Definice cílů projektu	Vytvoření projektové listiny a logického rámce	Projektová dokumentace	Chybně definovaný cíl
	1.2 Analýza současného stavu	Data z analýzy současného stavu	Pozorovací list seřizování	Pochybení při analýze dat
	1.3 Převod interních činností na externí a odstranění NVA činností	SMED analýza	Zkrácení času seřízení	Nesoulad s technologickými předpisy
	1.4 Návrh na zlepšení	3. krok SMED analýzy	Seznam navržených zlepšení	Neprokázaný předpokládaný přínos
	1.5 Zhodnocení projektu	Splnění cíle projektu	Úspěšné předání projektu	
Klíčové aktivity	Aktivity projektu	Potřebné zdroje	Časový rámec aktivit	
	1.1.1 Definování projektu+sestavení týmu	Jasně zadán+projektový tým	01.XII-02.XII 2023	
	1.2.1 Pořízení dat současného stavu	Kamera, spolupráce seřizovače	01.I-03.I 2024	Neumožnění natáčet
	1.2.2 Analýza dat současného stavu	Získaný videomateriál, Excel	01.I-04.I 2024	Neznalost metod
	1.3.1 Tvorba SMED analýzy	Zpracovaná analýza seřizování, Excel	03.II-04.II 2024	
	1.4.1 Vymyšlení návrhů na zlepšení	Spolupráce se všemi členy týmu	04.II-03.III 2024	Technická neznalost
	1.5.1 Vyhodnocení projektu		04.III 2024	Nesplnění očekávaných cílů

10.3 Analýza rizik

Analýza rizik je klíčovým prvkem efektivního řízení projektů, procesů a organizací. Analýza rizik poskytuje ucelený obraz o potenciálních hrozbách a příležitostech, které by mohly ovlivnit dosažení cílů. Použitým nástrojem pro provádění této analýzy je metoda RIPRAN. Tato metoda systematicky identifikuje, hodnotí a řídí rizika.

Prvním krokem této metody bylo identifikovat a popsat všechna rizika, která se mohla v průběhu projektu vyskytnout a mít negativní dopad na jeho výsledek.

Dalším krokem je k těmto identifikovaným rizikům přiřadit pravděpodobnostní hodnotu výskytu.

Na tento krok navazuje sepsání potenciálních scénářů výskytu daných rizik a jim opět přiřazena pravděpodobnost jejich výskytu.

Nakonec byla vyhodnocena celková pravděpodobnost, a ta byla rozdělena do tří kategorií.

- **Nízká pravděpodobnost: <20 %**
- **Střední pravděpodobnost: 20 % - 35 %**
- **Vysoká pravděpodobnost: >35 %**

Tato ohodnocená rizika byla poté přiřazena k jednotlivým scénářům potenciálních hrozeb, které přímo ohrožující projekt. Na základě takto sestavených scénářů doplněných o hodnotu pravděpodobnosti jejich výskytu byla sestavena analýza rizik RIPRAN, která je zobrazena níže.

Tabulka 8 RIPRAN analýza (vlastní zpracování)

Č.	Hrozba	P-st. Hrozby	Scénář	P-st. Scénáře	Výsledn á p-st.	Dopad	Hodnota rizika	Opatření
1	Neochota společnosti spolupracovat na projektu	15%	Neposkytnutí nutných informací	35%	MP	VD	SHR	Specifikace přínosů pro firmu
			Neuvolnění kapacit (času)	40%	MP	VD	SHR	
			Nečekané ukončení projektu	20%	MP	VD	SHR	
2	Neochota členů týmu či pracovníků ve výrobě spolupracovat	50%	Poskytnutí nepravdivých informací	55%	SP	VD	VHR	Podpora projektu ze strany vedení firmy, motivace a uvolnění kapacit zainteresovaných osob
			Odmítnutí spolupracovat	10%	MP	SD	MHR	
			Sabotování navržených opatření	70%	SP	VD	VHR	
			Neúčast na workshopech/schůzkách	15%	MP	SD	MHR	
3	Chyby při sběru dat	40%	Nedostatečná či chybná data pro analýzy	35%	MP	VD	SHR	Důkladná příprava před sběrem dat
4	Chybné analýzy současného stavu	30%	Zvolení nevhodné analýzy	15%	MP	VD	MHR	Zvolení vhodných analýz, a pečlivé a zpracování
			Nesprávné vyhodnocení výsledků analýz	20%	MP	VD	SHR	
			Nevhodně zvolená opatření vyplývající z analýzy	35%	MP	VD	SHR	
5	Nedodržení časového harmonogramu	40%	Zpoždění realizace projektu	75%	SP	VD	VHR	Průběžná kontrola plnění časového plánu + časová rezerva v harmonogramu projektu
			Neuvolnění kapacit členů týmu	35%	MP	VD	SHR	
6	Nenaplnění projektových cílů	35%	Neúspěšnost projektu	25%	MP	VD	SHR	Průběžná kontrola naplňování cílů, dostatečná konzultace s kvalifikovanou osobou
			Plytvání s podnikovými zdroji	20%	MP	SD	MHR	

Jak z výsledků provedené analýzy vyplývá, největší rizika v projektu jsou spojeny s možnou neochotou pracovníků ve výrobě spolupracovat a podávat legitimní informace. Rovněž nedodržení časového harmonogramu v sobě ukrývá poměrně vysokou hrozbu.

Primárním rizikem, jak již bylo zmíněno je neochota pracovníků na provoze a členů týmu spolupracovat a předávat si pravdivé a úplné informace. Možným opatřením, které by pomohlo maximálně snížit stupeň rizika by mohl být obecně support ze strany vedení firmy či provozu, aby byli všichni zapojeni informováni a cítili podporu projektu ze strany jejich přímých nadřízených. Rovněž s tímto krokem spojený scénář ohledně neuvolnění kapacit by mohl probíhat formou informovanosti pracovníků ze strany nadřízených.

Druhým významným rizikem projektu je nedodržení termínu projektu. V případě prodloužení nějakého kroku hrozí narušení harmonogramu celého projektu a tím omezení jeho stoprocentního splnění.

Cestou, respektive opatřením, jak se těmto problémům vyhnout, nebo jejich výskyt maximálně snížit je průběžná kontrola dílčích činností projektu a při samotném vytváření časového harmonogramu projektu vytvořit časovou rezervu na několika místech a tím se pojistit proti neplnění časového plánu z důvodu lehčích zdržení.

10.4 Časový harmonogram projektu

Tento projekt byl naplánován celkem na 16 týdnů, a to konkrétně v období prosinec 2023 až duben 2024.

Tato doba se může zdát poněkud dlouhá, nicméně je zde zohledněno, že projekt je prováděn za plného provozu firmy a ani členové týmu se nemohli po celou dobu věnovat pouze tomuto projektu, ale museli plnit i své ostatní povinnosti a denní práci.

Projekt je byl rozdělen do 4 dílčích fází, jak je vyznačeno na grafickém zobrazení časového harmonogramu projektu níže.

Již v průběhu 2. fáze jsme zjistili, že plánovaný termín této fáze nestihneme dodržet a museli jsme ji o týden prodloužit. Tato akce však neprodloužila celkový čas projektu, protože mohla být prováděna současně s další fází.

- **1.fáze projektu: Definice projektu a příprava**

První fáze proběhla formou zadání projektu v podobě seznámení s představou společnosti o výsledku, detailní popis očekávaných přínosů a cílů projektu. Po tomto klíčovém kroku byl sestaven rovněž projektový tým z pracovníků s příslušnou kompetencí a specializací.

- **2.fáze projektu: Analytická část**

Tato fáze byla, troufnu si říct klíčová a nejnáročnější. Spočívala nejprve v pořízení videozáznamu jednotlivých přestaveb, což celkově zabralo relativně dost času, neboť jsme tento projekt prováděli za plného provozu a museli jsme dle sekvencí plánování výroby zachytit požadované typy přestaveb strojů. Poté proběhlo detailní zpracování dat a v návaznosti na to tvorba SMED analýzy.

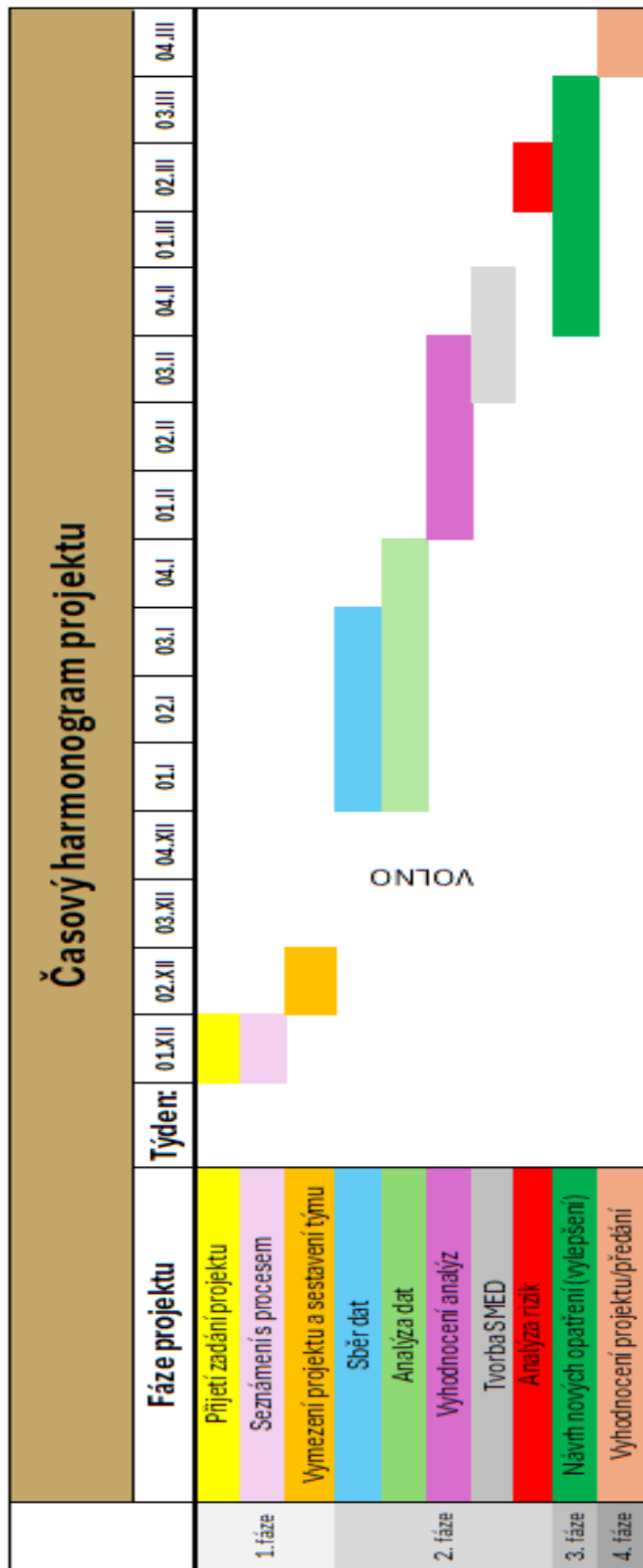
- **3.fáze projektu: Návrh zlepšení**

Třetí fáze navazuje přímo na poslední krok metody SMED a navržení zlepšení procesu, a to ať už technické, nebo jiné.

Konkrétní návrhy na zlepšení jsou detailně popsány v 3. kroku SMED analýzy.

- **4.fáze projektu: Předání**

Poslední fáze projektu spočívala v předání veškerých výstupů a návrhů na změnu zadavateli a tímto krokem byl projekt ukončen.



Obrázek 40 Časový harmonogram projektu (vlastní zpracování)

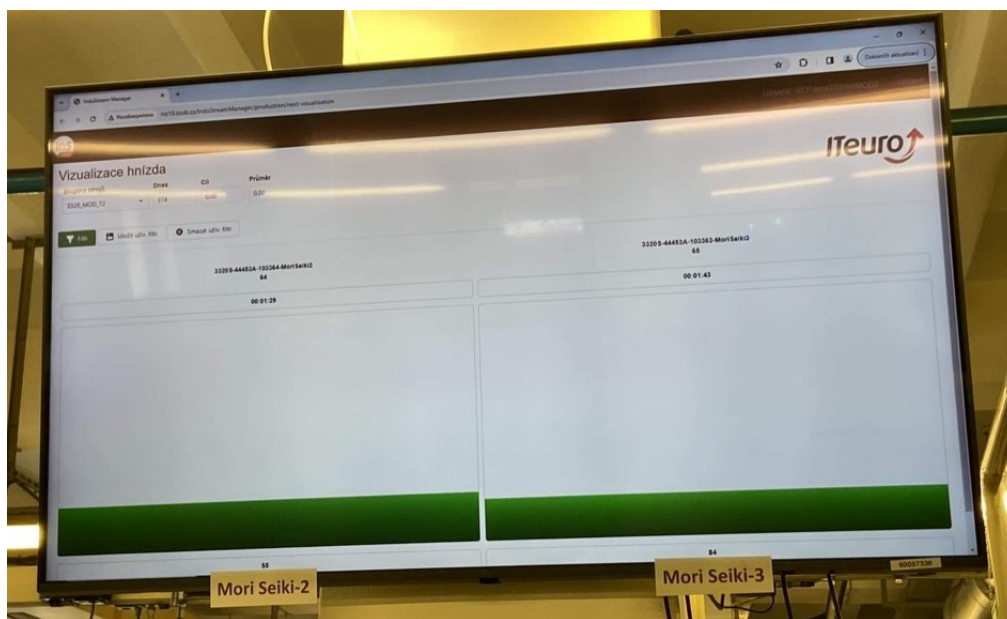
11 NÁVRH IMPLEMENTACE ZMĚN VYCHÁZEJÍCÍCH Z ANALÝZ

Na základě vykonaných analýz byly navržena následující opatření, které přispějí k optimalizaci řešeného procesu.

11.1 Vizualizace sekvencí seřizování:

Jak bylo zmíněno v kapitole 2 „SMED analýza“ opatřením, které by pomohlo zvýšit efektivitu procesu seřízení je zajištění přehledu seřizovačů o průběhu výroby na jednotlivých strojích. Toto zmíněné opatření by mohlo pomoci plánování seřizování na jednotlivých strojích a celkově být prospěšné z pohledu time-managementu seřizovačů.

Obdobnou funkcionalitu již využíváme pro operátory ve více strojové obsluze, kdy se jim na pracovišti na velkoplošné obrazovce zobrazuje odpočet času do konce cyklu, aby byli připraveni maximálně rychle reagovat na konec cyklu stroje a výměnu kusu.



Obrázek 41 Vizualizace průběhu výroby (vlastní zpracování)

Myšlenka je taková, že by bylo využito stávající připojení strojů na DNC monitorovací síť a tahle data by byla v grafické podobě zobrazována na televizích v seřizovně, obdobně jako výše zobrazený průběh výroby jen s rozdílem, že místo délky cyklu by bylo zobrazována délku celého výrobního příkazu. Tohle opatření by pomohlo, aby se seřizovač byl schopen v časovém předstihu patřičně připravit na dané seřizování a celkově si mohl práci rozvrhnout.

11.2 Seřizovací vozík

Dalším opatřením, které by mohlo pomoci zefektivnit proces seřizování obráběcího stroje, vyplývající z výsledků SMED analýzy a rovněž Spaghetti diagramu je eliminace pohybů seřizovače. V současné době nemá seřizovač v procesu zcela standardizovaný postup a často se stává, že si až v průběhu seřizování odchází pro různé pomůcky, nástroje či měřidla, což vyplývá z kapitoly 9 „Spaghetti diagram“.

Tohle plýtvání by mohlo být eliminováno pořízením seřizovacích vozíků, kdy by si seřizovač veškeré potřebné nástroje pro dané seřizování připravil a na vozíku si je převezl přímo ke stroji. Rovněž by zde mohl mít veškerá měřidla a přípravky, aby se eliminovaly zbytečné pohyby a seřízení se tím neprodužovalo a bylo maximálně efektivní.



Obrázek 42 Seřizovací vozík (vlastní zpracování)

11.3 Standardizace procesu seřizování



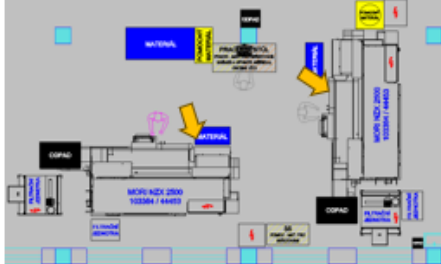





Posledním navrhovaným zlepšením řešeného procesu seřizování je standardizace postupu dané činnosti. Aby bylo možné proces provádět efektivně a opakovaně, měl by být standardizovaný.

Za tímto účelem byl vytvořen návrh standardního postupu seřizování viz obrázek 43. Navrhovaný standardní postup není nijak zaměřen na samotnou technickou stránku seřizování, ale zabývá se především organizační stránkou věci.

Zjištění plynoucí z provedené metody SMED poukazuje na hojně se vyskytující problémem, a to, že se seřizovač při procesu seřizování často nevěnuje pouze danému stroji, ale různě tuto činnost přerušuje, a to například odchodem pro předem nenachystané nástroje, měřidlo či přípravky, nebo dokonce odchází řešit problém spojený s jiným strojem.

Navrhovaným řešením, napomáhajícím tento nežádoucí jev vyřešit, by mohl být standard seřizování, na který by byl každý ze seřizovačů proškolen a bylo vyžadováno jeho dodržování.

Jak již bylo uvedeno ve zmíněné kapitole SMED, všechny stroje jsou monitorovány, a právě tyto nežádoucí činnosti výrazně ovlivňují relevantnost dat a jejich následné použití. Dalším důvodem je doposud nestandardizovaná délka jednotlivých druhů seřízení.

 Standardní postup Provoz, dílna, pracoviště: 3320																																																																														
Pro seřizovače																																																																														
<p>1 Příprava potřebných nástrojů a nářadí včetně měřidel na seřizovací vozík</p> <p>Jak: Dle provedení nachystat veškeré potřebné nástroje, měřidla a přípravky na seřizovací vozík</p> <p>Kdo: <input type="text" value="Seřizovač"/></p>																																																																														
<p>2 Přejetí seřizovacím vozíkem přímo ke stroji</p> <p>Jak: Připravený seřizovací vozík zavést přímo k pracovnímu prostoru stroje, aby byl pohodlně na dosah</p> <p>Kdo: <input type="text" value="Seřizovač"/></p>																																																																														
<p>3 Před zahájením seřizování nahlásit na ASD termínalu začátek prostoje seřízení</p> <p>Jak: Bezprostředně před začátkem seřízení vybat prostož seřízení</p> <p>Kdo: <input type="text" value="Seřizovač"/></p>																																																																														
<p>4 Provést efektivní seřízení</p> <p>Jak: Při seřízení se věnovat pouze danému stroji. V případě odchodu z adat důvod přerušení činnosti do ASD</p> <p>Kdo: <input type="text" value="Seřizovač"/></p>																																																																														
<p>5 Dokončení seřizování</p> <p>Jak: Po dokončení seřízení v ASD terminálu ukončit prostož seřizování</p> <p>Kdo: <input type="text" value="Seřizovač"/></p>																																																																														
<p>6 Vykázání delšího seřízení</p> <p>Jak: V případě prodloužení času seřízení vůči standardu provést zápis s odůvodněním</p> <p>Kdo: <input type="text" value="Seřizovač"/></p>	<div style="text-align: center;">  CZ Vykazování delšího seřízení  </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Datum:</th> <th>Čas:</th> <th>Seřizovač:</th> <th>Stroj:</th> <th>Přestávka z (VP)</th> <th>Přestávka na (VP)</th> <th>Důvod prodloužení přestávky:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>	Datum:	Čas:	Seřizovač:	Stroj:	Přestávka z (VP)	Přestávka na (VP)	Důvod prodloužení přestávky:																																																																						
Datum:	Čas:	Seřizovač:	Stroj:	Přestávka z (VP)	Přestávka na (VP)	Důvod prodloužení přestávky:																																																																								

Obrázek 43 Návrh standardního postupu seřizování (vlastní zpracování)

12 PLÁN IMPLEMENTACE

Aby bylo možné realizovat navrhovaná opatření, je zapotřebí vytvořit plán implementace těchto změn. Tento krok je z hlediska realizace nápravných opatření velice důležitý, neboť pouze předané návrhy by nemusely být úspěšně zrealizovány.

Tabulka 9 Tabulka navrhovaných opatření (vlastní zpracování)

Navrhované opatření	Hodnota přínosu	Náročnost realizace	Pořadí realizace
Vizualizace sekvencí seřizování	4+4+3=11	4+3+3=10	3
Seřizovací vozík	4+4+4=12	2+3+1=6	2
Standardizace procesu	2+3+2	1+1+1=3	1
Škála hodnocení 1-5 kdy 1 je nejnižší a 5 je nejvyšší			

12.1 Akční plán

Na společném workshopu celého týmu byl kvůli uskutečnitelnosti projektu vytvořen návrh akčního plánu navrhovaných opatření, který byl doplněn mimo jiné o přibližný termín implementace a zodpovědnou osobu.

Tabulka 10 Akční plán projektu (vlastní zpracování)

AKČNÍ PLÁN PROJEKTU				
	Aktivita	Možný termín zahájení	Plánovaný termín dokončení	Zodpovědná osoba
1.	Standardizace procesu	02.IV	04.IV	Lean
2.	Seřizovací vozík	02.IV	02.V	Lean+Tým lídr
3.	Vizualizace sekvencí seřizování	01.V	02.VI	Lean+ IT oddělení

13 ZHODNOCENÍ PROJEKTU A NAVRHOVANÝCH ZMĚN

Projekt Optimalizace procesu seřizování obráběcího centra na výrobním uzlu MOD1 byl z pohledu časového začlenění prováděn v rozmezí začátek října 2023 až konec března 2024. Po specifikaci projektu a sestavení projektového týmu byly provedeny analýzy na základně kterých došlo k určitým úpravám v procesu, dále byly navržena opatření, která by měla u procesu zvýšit efektivnost, a především napomoci ke splnění očekávaného přínosu projektu a to snížení čas seřizování o 15%.

Implementace navrhovaných opatření zmíněných v kapitole 12 bude vyžadovat značnou finanční investici ze strany podniku, nicméně se to netýká všech opatření. Některé budou moci být realizovány pouze s využitím zkušeností a úsilí interních pracovníků.

13.1 Náklady projektu

Jak již bylo zmíněno, projekt probíhal souběžně s běžnou denní pracovní náplní všech členů projektového týmu. V tabulce 11 jsou zobrazeny mzdové náklady členů projektového týmu. Z důvodu interních předpisů a požadavků společnosti jsou uvedeny pouze konečné hodnoty, které jsou násobeny koeficientem.

Jsou zde zohledněny pouze vynaložené mzdové náklady na samotný projekt. Lze tedy předpokládat, že celkové náklady mohou ještě vzrůst v případě zaškolování pracovníků na prováděné změny v procesu.

Tabulka 11 Mzdové náklady projektu (vlastní zpracování)

Mzdové náklady projektu		
Pracovník	Počet hodin	Mzdové náklady vč. koeficientu
Lean coordinator	96	28 800,-
Technolog	16	4 800,-
Tým lídr	30	7 800,-
Vedoucí Lean managementu	6	2 400,-
CELKEM		43 800,-

Náklady na navrhovaná opatření, vedoucí k zvýšení produktivity a ergonomie při práci, jsou vyčíslena níže v tabulce č.12.

Tabulka 12 Odhadované náklady navržených opatření (vlastní zpracování)

	Navrhované opatření	Očekávaný přínos	Nákladovost
1.	Vizualizace sekvencí seřizování	Snížení reakční doby seřizovačů Příprava v dostatečném předstihu Organizace práce Zvýšení pro Zvýšení produktivity seřizování	Vytvoření reportu vizualizace = 66 000,- nákup TV= 18 000,- nákup PC = 24 400,- Montáž a připojení= 3 600,- Cena celkem= 112 000,- bez DPH
2.	Nákup seřizovacího vozíku	Eliminace zbytečných pohybů Ergonomie - věci přímo u stroje Zvýšení produktivity seřizování	Pořízení 1ks seřizovacího vozíku Cena 20 261,- bez DPH
3.	Standardizace procesu seřizování	Standardizace práce Eliminace vzniku chyby Snížení možnosti zranění Zkrácení času přestavby	Mzdové náklady na tvorbu standardu započteny do mzdových nákladů projektového týmu. Zaškolení pracovníků nezaočteno.
CELKEM:			132 261,- bez DPH

Jelikož byly v kapitole vyčísleny náklady ať už mzdové, či náklady na financování navržených změn, je potřeba se rovněž zaměřit na stránku zhodnocení těchto nákladů a případných investic a kompletně přínos celého projektu.

Tabulka 13 Celkové náklady projektu (vlastní zpracování)

Náklady projektu celkem	
Druh nákladu	Výška nákladu
Náklady na navrhovaná opatření	166 261 Kč bez DPH
Mzdové náklady celkem	43 800 Kč bez DPH
CELKEM:	210 061 Kč bez DPH

Cílem projektu bylo snížení délky seřizování o 15 %. Tohoto cíle se v drtivé míře podařilo docílit již samotnou eliminací NVA činností při přestavbě. Pokud by byl z úspor na jednotlivých přestavbách proveden prostý aritmetický průměr, jen těmito změnami se dosáhlo snížení času přestaveb o 13,3 %. Tento ukazatel ale samozřejmě není zcela objektivní. Rovněž dílčím cílem bylo snížení variability jednotlivých časů přestaveb. Hodnota přínosu získaná prostřednictvím zkrácení doby seřizování vycházející z provedené 3 krokové SMED analýzy je zpracována v následujících tabulkách 14,15,16. Výpočet přínosu těchto opatření je počítán na základě interních historických dat a výhledu plánu výroby v celkové délce 18 měsíců.

Následující 3 tabulzobrazují finanční zhodnocení odstranění NVA činností z procesu. Jak již bylo zmíněno, sledované období je 18 měsíců, a to červenec 2023-prosinec 2024. Z výsledků vyplývá, že při započtení historických dat a výhledů by za zmíněné sledované období mohlo být ušetřeno celkem 39 864,1 Kč, což při výrobním mixu za dané období odpovídá celkem 290 ks výrobku.

Tabulka 14 Zhodnocení eliminace NVA činností BREN-BREN (vlastní zpracování)

PRESTAVBA: BREN-BREN	Historická data a výhledy v počtu seřizovaná																	
	2023						2024											
	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
	Historická data						Potvrzený výhled						Hrubý (nepotvrzený) výhled					
Četnost přestaveb	6	8	3	12	4	3	14	11	9	7	7	11	5	6	4	8	7	8
Původní čas seřízení	0:52:44																	
Úspora %	16%																	
Nový čas seřízení	0:44:16																	
Úspora v min.	44,76	59,68	22,38	89,52	29,84	22,38	104,44	82,06	67,14	52,22	52,22	82,06	37,3	44,76	29,84	59,68	52,22	59,68
Úspora v min celkem:	992,18																	
Úspora ks výrobku (CT 1ks=11,63min)	4,54	6,05	2,27	9,08	3,03	2,27	10,59	8,32	6,81	5,30	5,30	8,32	3,78	4,54	3,03	6,05	5,30	6,05
Celkem ks	100,6 ks																	
Úspora Kč (náklady/1ks=104,6 Kč)	474,84	633,12	237,42	949,67	316,56	237,42	1107,95	870,54	712,26	553,98	553,98	870,54	395,70	474,84	316,56	633,12	553,98	633,12
Celkem Kč:	10 525,5 Kč																	

Tabulka 15 Zhodnocení eliminace NVA činností KUL-KUL (vlastní zpracování)

PRESTAVBA: KUL-KUL	Historická data a výhledy v počtu seřizovaná																	
	2023						2024											
	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
	Historická data						Potvrzený výhled						Hrubý (nepotvrzený) výhled					
Četnost přestaveb	2	5	5	6	1	4	7	11	14	10	7	9	12	9	8	5	11	4
Původní čas seřízení	0:34:55																	
Úspora %	7%																	
Nový čas seřízení	0:32:28																	
Úspora v min.	4,9	12,25	12,25	14,7	2,45	9,8	17,15	26,95	133,56	24,5	17,15	85,86	29,4	22,05	19,6	12,25	26,95	9,8
Úspora v min celkem:	481,57																	
Úspora ks výrobku (CT 1ks=9,54 min)	0,51	1,28	1,28	1,54	0,26	1,03	1,80	2,82	14,00	2,57	1,80	9,00	3,08	2,31	2,05	1,28	2,82	1,03
Celkem ks	50,48																	
Úspora Kč (náklady/1ks=198,9Kč)	102,16	255,40	255,40	306,48	51,08	204,32	357,56	561,88	2784,60	510,80	357,56	1790,10	612,96	459,72	408,64	255,40	561,88	204,32
Celkem Kč:	10 040,2 Kč																	

Tabulka 16 Zhodnocení eliminace NVA činností MAL-MAL (vlastní zpracování)

PŘESTAVBA: MAL-MAL	Historická data a výhledy v počtu seřizováno																	
	2023						2024											
	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
	Historická data						Potvrzený výhled						Hrubý (nepotvrzený) výhled					
Četnost přestaveb	3	6	6	9	4	4	9	8	11	4	7	15	9	10	6	8	4	9
Původní čas seřizení	0:49:57																	
Úspora %	17%																	
Nový čas seřizení	0:41:39																	
Úspora v min.	24,9	49,8	49,8	74,7	33,2	33,2	74,7	66,4	85,14	33,2	58,1	116,1	74,7	83	49,8	66,4	33,2	74,7
Úspora v min celkem:	1081,04																	
Úspora ks výrobku (Ct 1ks=7,74 min)	3,22	6,43	6,43	9,65	4,29	4,29	9,65	8,58	11,00	4,29	7,51	15,00	9,65	10,72	6,43	8,58	4,29	9,65
Celkem ks	139,67																	
Úspora Kč (náklady/1ks= 146,2 Kč)	470,33	940,67	940,67	1411,00	627,11	627,11	1411,00	1254,22	1608,20	627,11	1097,44	2193,00	1411,00	1567,78	940,67	1254,22	627,11	1411,00
Celkem Kč:	19 298,4 Kč																	

Dalšími opatřeními, která by měla napomoci ke snížení průměrného času seřizování je optimalizace obráběcího programu a s tím spojené přípravy nástrojů a uzpůsobení měřidel. Na základě provedených modelových pokusů bylo odhadnuto zkušeným technologem a programátorem, že by mohla být v závislosti na typu přestavby zkrácena doba měření cca o 30 %.

V řeči čísel by to mohlo znamenat, že na základě provedených analýz jednotlivých druhů přestaveb by mohlo dojít k uspoření času viz 17.

Tabulka 17 Předpokládaná časová úspora zkrácením času měření (vlastní zpracování)

Předpokládaná časová úspora zkrácením času měření o 30%				
Druh přestavby	Původní čas	Nový čas	Úspora %	Úspora min./1 seřízení
BREN-BREN	0:07:19	0:05:07	30%	0:02:12
MAL-MAL	0:03:46	0:02:38	30%	0:01:08
KUL-KUL	0:03:37	0:02:32	30%	0:01:05

Třetím opatřením vycházejícím ze SMED analýzy je snížení počtu nadměrně se vyskytujících korekcí a najíždění. Řešení proběhlo obdobně jako u snížení četnosti měření výše. Opět za přítomnosti zkušeného technologa a programátora CNC bylo provedeno modelové seřízení, kdy byly použity veškeré nástroje a přípravky dle technické dokumentace. Za průběhu seřizování byly v programu provedeny úpravy, které vedly ke snížení času korekcí o cca 30 % a to za předpokladu osazení stroje správnými nástroji a tím nepotřebné následující korekce. Na základě toho bylo odhadnuto, že v závislosti na druhu přestavby by se úspora času z korekcí měla pohybovat mezi 10-20 %.

Na základě tohoto odhadu byla zpracována tabulka s potenciální úsporou seřizovacího času. Bylo počítáno se střídavějším scénářem úspory 15 %.

Tabulka 18 Předpokládaná časová úspora eliminací 15 % korekcí a najíždění (vlastní zpracování)

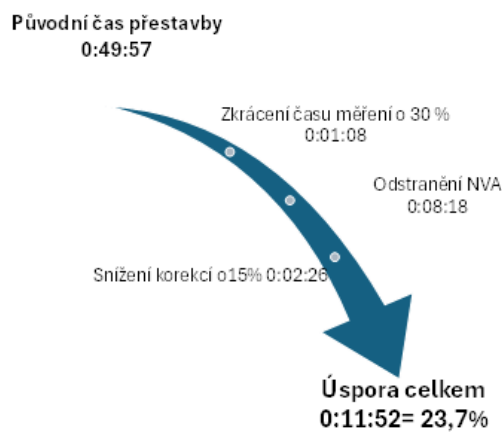
Předpokládaná časová úspora eliminací 15% korekcí a najíždění				
Druh přestavby	Původní čas	Nový čas	Úspora %	Úspora min./1 seřízení
BREN-BREN	0:19:34	0:16:38	15%	0:02:56
MAL-MAL	0:16:13	0:13:47	15%	0:02:26
KUL-KUL	0:15:26	0:13:07	15%	0:02:19

Je třeba uvést, že tyto vyčíslení proběhla pouze na základě modelových příkladů. Případné použití v praxi může tato čísla potvrdit nebo může dojít k problémům, na které nebylo při projektu myšleno a bude potřeba implementovat nějaká nápravná opatření či část měření vrátit zpět do postupu, což by se nejspolehlivěji ukázalo až při „ostrém“ provozu.

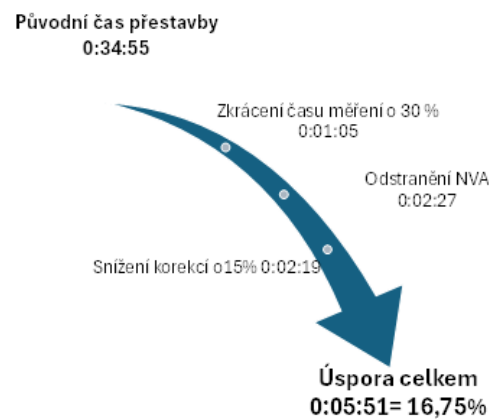
Na následujících schématech je zobrazen celkový výsledek potenciálních časových úspor vycházejících z tabulek č.14-18 výše.



Obrázek 44 Celková časová úspora BREN-BREN (vlastní zpracování)



Obrázek 45 Celková časová úspora MAL-MAL (vlastní zpracování)



Obrázek 46 Celková časová úspora KUL-KUL (vlastní zpracování)

Dalšími opatřeními, která by měla zvýšit efektivitu procesu jsou zmíněná integrace seřizovacího vozíku. Což by mělo mít především přínos z hlediska ergonomie, kdy by si operátor nemusel neustále chodit pro nástroje a přípravky, ale měl je k dispozici pohodlně přímo v místě seřizování. Četné pohyby pro měřidla a přípravky jsou zobrazeny ve Spaghetti diagramu na straně 58.

S výše zmíněným opatřením úzce souvisí rovněž použití vizualizace sekvencí seřizování. Toto opatření by mělo rovněž zefektivnit práci seřizovače z pohledu plánování práce a přípravy na jednotlivá seřízení v časovém předstihu.

Všechny tyto návrhy na zlepšení by mohly mít obzvlášť pozitivní význam při následném rozšíření do dalších 2 obdobných CNC hnízd a tím by se i počáteční investice především na nákladný vizualizační systém mohla v případě jejich přijetí ze strany firmy poměrně rychle vrátit.

14 ZÁVĚR

Vypracování této diplomové práce vnímám z pohledu obohacení o nové znalosti a dovednosti velmi pozitivně. Především propojení nabytých teoretických znalostí z oblasti nejen průmyslového inženýrství a jejich následnou praktickou implementaci přímo do reálného výrobního procesu ve firmě.

Mým velkým osobním přínosem bylo vedení projektu a moderování schůzek a workshopů, které obnášelo řešení zadaného projektu. Právě spolupráce s odborníky z různých oborů pro mě byla velmi přínosná a za to jsem velmi rád.

Cílem této diplomové práce, která se zabývala optimalizací procesu seřizování obráběcího centra, bylo především splnění zadání, a to snížení doby seřizování o 15 %. Tento cíl byl stanoven přímo vedením firmy.

Prvním krokem byl výběr představitele pro mapování. Následně bylo potřeba zvolený proces popsat a analyzovat. Proběhlo rozdělení seřizování do 3 základních skupin a následovalo mapování jednotlivých druhů přestaveb a jejich monitoring.

Následovalo snímkování jednotlivých druhů seřizování a takto získaná data byla zpracovávána do tří krokové SMED analýzy. Analýza byla doplněna o metodu mapování pohybu seřizovače prostřednictvím Spaghetti diagramu.

Z provedených analýz a navržených nápravných opatření vyplývá, že dosažená časová úspora se pohybuje mezi 16,75 % a 23,8 %. Zde nejsou ještě započteny další navrhovaná opatření, neboť ještě nedošlo k jejich implementaci. Především v návrhu vizualizace sekvencí seřizování a s tím spojených včasných příprav seřizovače očekávám další výrazné potenciální úspory nejen finanční, ale rovněž ergonomické.

Jelikož se jedná o pilotní projekt na vybraném pracovišti, je pravděpodobné, že by navrhovaná opatření při osvědčení v reálném provozu mohla být s odstupem času implementována na další pracoviště.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ALTMAN, Harry. Lean: The Bible: 7 Manuscripts-Lean Startup, Lean Six Sigma, Lean Analytics, Lean Enterprise, Kanban, Scrum, Agile Projects Management. Createspace Independent Publishing Platform, 2017. ISBN 978-19-783-4868-4.

API. Jednotlivé metody a nástroje: Štíhlý a inovovaný podnik. API: Academy of Productivity and Innovations. Online. Želečovice 5, 274 01 Slaný [cit. 2024-04-02]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24886-jednotlive-metody-a-nastroje>

BRAU, Sebastian J., 2016. Lean 4.0 Manufacturing: the technological evolution of lean : practical guide on the correct use of technology in lean projects Kanban, 5S, TPM, Kaizen, VSM, 6Sigma, SMED OEE, Hoshin Kanri, Gemba, JIT, TPS, PDCA. Boca Raton: American Lean SD. ISBN 978-15-393-2294-8

CZUB. Historie České zbrojovky a.s. CZUB: Česká zbrojovka a.s. Online. Uherský Brod. [cit. 2024-03-03]. Dostupné z: <https://www.czub.cz/o-firme-historie/>

CZUB. Produkty. CZUB: Česká zbrojovka Online Uherský Brod. [cit. 2024-04-03]. Dostupné z: <https://www.czub.cz/firearms-and-products/>

ČEP, Robert a PETRŮ, Jana, 2013. Technologie obrábění. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. ISBN 978-80-248-3012-4.

DENNIS, Pascal, 2016. Lean production simplified: A Plain - Language Guide to the World's Most Powerful Production System. 3rd edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-4987-0887-6.

Efektivita práce vs. produktivita práce: *V čem se liší* Online. Brno. rok neuveden [cit. 2024-03-30]. Dostupné z: <https://www.clockan.cz/efektivita-prace-vs-produktivita-prace/>

How 5S Works, AllAboutLean.com. Online. Deutschland: Christoph Roser [cit. 2024-03-03]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/5s-method/>

CHARRON, Rich, 2015. The Lean Management Systems Handbook. 1st Edition. Boca Raton, FL: CRC Press. ISBN 978-146-6564-350

CHROMJAKOVÁ, Felicita, 2013. Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štíhlým řízením procesů. Žilina: Georg. ISBN 978-80-8154-058-5.

CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA, 2011. Řízení a organizace výrobních procesů: kompendium průmyslového inženýra. 1. vyd. Žilina: Georg, ISBN 978-80-89401-26-0.

- IPA SLOVAKIA, 2017. SMED. Online. [cit. 2024-04-09] Dostupné z: <https://www.ipaslovakia.sk/clanok/smed>
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. Štíhlý a inovativní podnik. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, Management studium. ISBN 80-86851-38-9.
- LEAN ENTERPRICSE INSTITUTE. Muda, Mura, Muri. Online. [cit.2024-04-10] Dostupné z: <https://www.lean.org/lexicon-terms/muda-mura-muri/>.
- LEAN SIX SIGMA, 2024. Poka-Yoke. Online. [cit. 2024-04-10]. Dostupné z: <https://lean6sigma.cz/poka-yoke-vizualizace/>.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. TPM: management a praktické zavádění. 1. vydání. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 8090223559.
- MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL, 2000. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslovém inženýrství. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, ISBN 80-902235-6-7.
- ONDRA, Pavel, 2017. SMED (3): Single-Minute Exchange of Die. Průmyslové inženýrství Online. [cit. 2024-02-20]. Dostupné z: <http://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/smed-3-single-minute-exchange-of-die/>.
- PASCAL, Denis, 2015. Lean Production Simplified. Routledge, CRC Press. ISBN 978-14-987-0887-6.
- PATERMANN, Jiří, 2022, Lean dílenské řízení: *Je čas změnit vaši dílnu*. Grada. ISBN 978-80-271-3534-9.
- ROSER, Christoph, 2015. Muda, Mura, Muri: The Three Evils of Manufacturing. AllAboutLean.com: Organize your Industry. Online. [cit. 2024-03-20]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/muda-mura-muri/>.
- ROSER, Christoph, 2014. Quick Changeover Basics – SMED. Online. [cit. 2024-04-10]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/smed-theory/>.
- Řezání laserem, rok neuveden, 2022. Online. TOROTECH. Dostupné z: <https://torotech.cz/rezani-laserem/>. [cit. 2024-04-03].
- Řezání vodním paprskem, 2024. Online. [cit. 2024-04-03]. CncDelfin. Dostupné z: <https://www.cncdelfin.cz/cnc-technologie>.
- SVOZILOVÁ, Alena, 2011. Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-802-4739-380.

SANDVIK Coromant: Všeobecné soustružení Online. [cit. 2024-04-01]. Dostupné z: <https://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/knowledge/generalturning/pages/default.aspx>

ŠTULPA, Miloslav, 2022. Technologie obrábění: CNC soustružení, frézování, vrtání-pro praxi. Praha: Garda Publishing. ISBN 978-80-271-2883-9.

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2017. Průmysl 4.0, aneb, Nikdo sám nevyhraje. Průhonice: Professional Publishing, ISBN 978-80-906594-4-5.

TOSI, Francesca, 2023. Design for Ergonomics. Cham: Springer International Publishing. Springer Series in Design and Innovation ISBN 978-3-030-33561-8.

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

What is Lean .SKHMOT, Nawras. 2017. The Lean Way. Online. [cit. 2024-03-22]. Dostupné z: <https://theleanway.net/what-is-lean>.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Poka-yoke (Lean Six Sigma, © 2024).....	14
Obrázek 2 Nástroje PI (vlastní zpracování)	15
Obrázek 3 Syntéza Lean ideálů (Patermann, ©2022,).....	16
Obrázek 4 Muri, Mura, Muda (Lean Enterprise Institute, ©2000-2024)	18
Obrázek 5 Štíhlý podnik (API, ©2024)	18
Obrázek 6 Znak štíhlé výroby (Košturiak a Frolík,©2006, vlastní zpracování)	20
Obrázek 7 Druhy plýtvání v logistice (Košturiak a Frolík, ©2006- vlastní zpracování)	20
Obrázek 8 Časy během přetypování (Ondra, ©2020)	22
Obrázek 9 Rozdělení činností (Ondra, ©2020)	22
Obrázek 10 Převod interních činností na externí (Ondra, ©2020)	23
Obrázek 11 Zkrácení interních činností (Ondra, ©2020)	23
Obrázek 12 Efektivita vs. Produktivita (Efektivita vs. Produktivita, ©).....	26
Obrázek 13 Princip soustružení (SANDVIK, ©2024)	28
Obrázek 14 Princip frézování (SANDVIK, ©2024).....	29
Obrázek 15 Princip broušení (Čep a Petruš, ©2013)	30
Obrázek 16 Schéma vrtání (SANDVIK, ©2024)	31
Obrázek 17 Logo společnosti ČZUB (CZUB)	34
Obrázek 18 Produktové portfolio (CZUB, ©- vlastní zpracování).....	35
Obrázek 19 Rozdělení produkce na uzly MOK a MOD1	36
Obrázek 20 Sled operací-vlastní zpracování	38
Obrázek 21 Layout pracoviště	39
Obrázek 22 Reálný stav pracoviště.....	40
Obrázek 23 Bren 2 (CZUB, ©).....	41
Obrázek 24 hotový hlavňový svazek (vlastní zpracování)	41
Obrázek 25 Kus před a po 1. upnutí (vlastní zpracování)	42
Obrázek 26 Kus po operaci 2. upnutí (vlastní zpracování).....	42
Obrázek 27 Průběh výroby z PBI (vlastní zpracování)	46
Obrázek 28 Grafický přehled seřizovacích časů (vlastní zpracování).....	47
Obrázek 29 Grafický přehled nečinností (vlastní zpracování)	47
Obrázek 30 Celková nečinnost strojů (vlastní zpracování)	48
Obrázek 31 Formulář pro SMED analýzu (vlastní zpracování)	50
Obrázek 32 Skupiny seřizování (vlastní zpracování)	50
Obrázek 33 Rozbor seřízení BREN-BREN (vlastní zpracování)	51
Obrázek 34 Rozbor seřízení KUL-KUL (vlastní zpracování)	51
Obrázek 35 Rozbor seřízení MAL-MAL (vlastní zpracování).....	51

Obrázek 36 Rozdělení činností seřizování BREN-BREN (vlastní zpracování).....	53
Obrázek 37 Rozdělení činností seřizování KUL-KUL (vlastní zpracování).....	53
Obrázek 38 Rozdělení činností seřizování MAL-MAL (vlastní zpracování).....	53
Obrázek 39 Spaghetti diagram (vlastní zpracování).....	58
Obrázek 40 Časový harmonogram projektu (vlastní zpracování).....	66
Obrázek 41 Vizualizace průběhu výroby (vlastní zpracování).....	67
Obrázek 42 Seřizovací vozík (vlastní zpracování).....	68
Obrázek 43 Návrh standardního postupu seřizování (vlastní zpracování).....	70
Obrázek 44 Celková časová úspora BREN-BREN (vlastní zpracování).....	77
Obrázek 45 Celková časová úspora MAL-MAL (vlastní zpracování).....	77
Obrázek 46 Celková časová úspora KUL-KUL (vlastní zpracování).....	77

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Aspekty vstupující do standardizace (Chromjaková a Rajnoha, ©2011- vlastní zpracování).....	25
Tabulka 2 Výpočet produktivity (Mašín a Vytlačil, ©2000- vlastní zpracování)	27
Tabulka 3 Rozdělení seřizovacích časů (vlastní zpracování)	45
Tabulka 4 Vykazování delších seřizovacích časů seřizovačů (vlastní zpracování).....	45
Tabulka 5 Analýza pohybů (vlastní zpracování)	58
Tabulka 6 Základní informace a data o projektu (vlastní zpracování)	60
Tabulka 7 Logický rámec (vlastní zpracování)	61
Tabulka 8 RIPRAN analýza (vlastní zpracování).....	63
Tabulka 9 Tabulka navrhovaných opatření (vlastní zpracování).....	71
Tabulka 10 Akční plán projektu (vlastní zpracování)	71
Tabulka 11 Mzdové náklady projektu (vlastní zpracování)	72
Tabulka 12 Odhadované náklady navržených opatření (vlastní zpracování)	73
Tabulka 13 Celkové náklady projektu (vlastní zpracování)	73
Tabulka 14 Zhodnocení eliminace NVA činností BREN-BREN (vlastní zpracování).....	74
Tabulka 15 Zhodnocení eliminace NVA činností KUL-KUL (vlastní zpracování).....	74
Tabulka 16 Zhodnocení eliminace NVA činností MAL-MAL (vlastní zpracování)	75
Tabulka 17 Předpokládaná časová úspora zkrácením času měření (vlastní zpracování)	75
Tabulka 18 Předpokládaná časová úspora eliminací 15 % korekcí a najíždění (vlastní zpracování).....	76

