

Zefektivnění strojního seřizování s důrazem na zvýšení spolehlivosti a udržitelnost dosaženého standardu

Bc. Ludmila Bittnerová

Diplomová práce
2022



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav krizového řízení

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Ludmila Bittnerová
Osobní číslo: L20424
Studijní program: N1032A020002 Bezpečnost společnosti
Specializace: Rizikové inženýrství
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Zefektivnění strojního seřizování s důrazem na zvýšení spolehlivosti a udržitelnosti dosaženého standardu

Zásady pro vypracování

1. Zpracujte z dostupných domácích i zahraničních zdrojů teoretickou část diplomové práce.
2. Analyzujte současný stav v procesu strojní přestavby / přeřizování na konkrétním pracovišti.
3. Na základě výsledků analýzy vypracujte projekt standardizace procesu strojní přestavby s cílem zefektivnění postupu a dlouhodobě stabilního zkrácení doby trvání přeřizování.
4. Zhodnoťte projekt a nově stanovený standard strojního přeřizování včetně jeho dlouhodobé udržitelnosti a dalších možností zlepšování.

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. BRAU, Sebastian J. *Lean manufacturing 4.0: the technological evolution of lean: practical guide on the correct use of technology in lean projects Kanban, 5S, TPM, Kaizen, VSM, 6Sigma, SMED OEE, Hoshin Kanri, Gemba, JIT, TPS, PDCA...* Boca Raton: American Lean SD, 2016. ISBN 978-15-393-2294-8.
2. CHROMJAKOVÁ, Felicita. *Průmyslové inženýrství: trendy zvyšování výkonnosti štihlým řízením procesů.* Žilina: Georg, 2013. ISBN: 978-80-8154-058-5.
3. SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů.* Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3938-0.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Petr Mikulec, Ph.D.**
Ústav krizového řízení

Datum zadání diplomové práce: **1. prosince 2021**

Termín odevzdání diplomové práce: **6. května 2022**

L.S.

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

Ing. et Ing. Jiří Konečný, Ph.D.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 1. prosince 2021

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

Prohlašuji,

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

V Uherském Hradišti, dne: 4. 8. 2022

Jméno a příjmení studenta: Bc. Ludmila Bittnerová

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá zefektivněním strojního seřízení pomocí metod průmyslového inženýrství. Teoretická část práce proto nejprve popisuje průmyslové inženýrství obecně a tento popis doplňuje o principy, na kterých je průmyslové inženýrství postaveno. Následně jsou podrobněji rozebrány vybrané metody průmyslového inženýrství, které jsou pro zpracovávanou tematiku předmětné, jako jsou snímek pracovního dne, spaghetti diagram, 5S, vizuální management a metoda SMED. V závěru teoretické části je shrnuto téma lean managementu, který je vrcholnou skladbou principů a metod průmyslového inženýrství. Praktická část je zpracována jako projekt ve společnosti THERMACUT, k. s.. Na vybraném pracovišti je nejprve vypracována analýza původního stavu seřizování v podobě snímků pracovního dne, resp. snímku procesů seřizování / přeseřizování, jejichž součástí jsou vždy i spaghetti diagramy. Řešení jsou navržena na základě obecné logiky s využitím metody 5S, vizuálního managementu a metody SMED. V závěru projektu je popsána realizovaná změna procesu seřizování po nastavených změnách. Na základě pozitivních výsledků byl sestaven standard (pracovní postup seřizování). Projektové řešení je doplněno o další návrhy ke zlepšení a možná vznik následných projektů.

Klíčová slova: průmyslové inženýrství, seřizování CNC strojů, snímek pracovního dne, spaghetti diagram, 5S, SMED

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the optimization of machine adjustment using industrial engineering methods. Therefore, the theoretical part of the work first describes industrial engineering in general and supplements this description with the principles on which industrial engineering is built. Subsequently, selected methods of industrial engineering, which are relevant for the subject matter, such as snapshot of the working day, spaghetti diagram, 5S, visual management and the SMED method, are analysed in more detail. At the end of the theoretical part, the topic of lean management is summarized, which is the ultimate composition of principles and methods of industrial engineering. The practical part is processed as a project at the company THERMACUT, k. s.. At the selected workplace, an analysis of the original state of adjustment is first prepared in the form of images of the working day, or a snapshot of the adjustment / re-adjustment processes, which always include spaghetti diagrams. Solutions are designed based on general logic using the 5S method, visual management and the SMED method. At the end of the project, the realized change of the adjustment process after the set changes is described. Based on the positive results, a standard (adjustment workflow) was drawn up. The project solution is supplemented with other suggestions for improvement and the possible creation of subsequent projects.

Keywords: industrial engineering, adjusting CNC machines, snapshot of the working day, spaghetti diagram, 5S, SMED

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Petru Mikulcovi, PhD., který mi poskytl cenné rady v oblasti průmyslového inženýrství. Byl mi nápomocný při psaní práce a za jeho čas strávený nad touto prací. Dále bych chtěla poděkovat Antonínu Maczskovi za čas strávený na projektu, za trpělivost a odborné rady v oblasti CNC strojů a jejich seřizování. Nemalý dík patří také celému pracovnímu týmu společnosti THERMACUT, k. s. za jejich trpělivost při provádění analýz a vstřícnost v poskytování informací a zkušeností.

Také bych chtěla poděkovat odborné konzultantce diplomové práce Ing. Kateřině Víchové, PhD., za poskytnutí užitečných rad a informací, za její pomoc a podporu při psaní diplomové práce.

V neposlední řadě patří velké poděkování celé mojí rodině a blízkým, za trpělivost a za velkou podporu po celou dobu studia.

Motto:

„Japonští dělníci umí stejně dobře používat své mozky jako své ruce.“ (Eiji Toyoda)

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

OBSAH

ÚVOD.....	11
CÍLE A METODY PRÁCE	12
I TEORETICKÁ ČÁST	13
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	14
1.1 Co je průmyslové inženýrství	14
1.2 Významné osobnosti průmyslového inženýrství	15
1.3 Klasické průmyslové inženýrství.....	17
1.4 Moderní průmyslové inženýrství	18
2 ZÁKLADNÍ PRINCIPY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ	22
2.1 PDCA CYKLUS	22
2.2 PROCESNÍ ANALÝZA	23
2.3 VÝVOJOVÝ DIAGRAM	24
2.4 MUDA HUNTING – DRUHY PLÝTVÁNÍ.....	24
3 VYBRANÉ METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ.....	27
3.1 KAIZEN	27
3.2 ČASOVÉ STUDIE.....	28
3.3 METODY STUDIA PRÁCE	30
3.4 STANDARDIZACE	31
3.5 METODA 5S.....	32
3.6 VIZUALIZACE	35
3.7 SMED – METODA RYCHLÉHO SEŘÍZENÍ.....	35
3.7.1 Plýtvání při seřizování.....	36
3.7.2 Systém SMED	37
4 ŠTÍHLÝ MANAGEMENT.....	40
4.1 STRATEGIE KONCEPTU ŠTÍHLÉHO MANAGEMENTU	40
4.2 ŠTÍHLÝ PODNIK	42
4.2.1 Štíhlá výroba	43
4.2.2 Lean Layout – „štíhlé pracoviště“	43
4.2.3 Štíhlá administrativa.....	43
4.2.4 Štíhlá logistika.....	44
5 DÍLČÍ ZÁVĚR	45
II PRAKTICKÁ ČÁST	47
6 SPOLEČNOST THERMACUT, K. S.	48
6.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O SPOLEČNOSTI	48
6.2 HISTORIE SPOLEČNOSTI	49

6.3	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA SPOLEČNOSTI.....	50
6.4	PRODUKTOVÉ PORTFOLIO.....	51
7	ZADÁNÍ PROJEKTU	53
7.1	ČASOVÝ HARMONOGRAM PROJEKTU	54
7.2	LOGICKÝ RÁMEC PROJEKTU	54
7.3	RIPRAN - RIZIKOVÁ ANALÝZA	56
8	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	58
8.1	POPIS PRACOVIŠTĚ	58
8.2	PRACOVNÍ POSTUP PRO SEŘÍZENÍ STROJE.....	60
8.3	ANALÝZA PRACOVNÍHO POSTUPU SEŘIZOVÁNÍ.....	64
8.3.1	Snímek pracovního dne.....	64
8.3.2	Spaghetti diagram.....	66
8.4	VÝSLEDKY PROVEDENÉ ANALÝZY.....	68
9	NAVRHOVANÉ PROJEKTOVÉ ŘEŠENÍ	70
9.1	NÁVRH Č. 1 - NÁKUP NÁŘADOVÉ STĚNY, NÁDOBY NA CHEMICKÉ ČISTĚNÍ A SOUPRAVY NÁŘADÍ.....	70
9.2	NÁVRH Č. 2 - REORGANIZACE PRACOVNÍHO POSTUPU SEŘÍZENÍ.....	73
9.3	NÁVRH Č. 3 - PŘEDCHYSTÁNÍ NÁSTROJŮ DO NÁSTROJOVÉ BEDNY.....	74
9.4	NÁVRH Č. 4 - PŘEDSEŘÍZENÍ (NÁKUP NOVÝCH SAD NÁSTROJŮ A PŘEDSEŘÍZENÍ NA STROJI ZOLLER)	75
9.5	NÁVRH Č. 5 - SKŘÍŇ NA NÁSTROJE	76
9.6	NÁVRH Č. 6 - SEŘIZOVACÍ VOZÍK (VOZÍK PRO CNC NÁSTROJE).....	77
9.7	NÁVRH Č. 7 - SEZNAM NÁSTROJŮ – SOUČÁST TECHNOLOGICKÉHO LISTU	78
9.8	NÁVRH Č. 8 – AKUŠROUBOVÁK.....	78
9.9	NÁVRH Č. 9 - TABLETY A SBĚR DAT	78
9.10	NÁVRH Č. 10 - SEŘIZOVACÍ POSTUP V MES SYSTÉMU.....	78
9.11	SOUHRN REALIZOVANÝCH NÁVRHŮ	79
10	ZHODNOCENÍ PROJEKTOVÉHO ŘEŠENÍ.....	81
10.1	OVĚŘENÍ DOSAŽENÝCH ZMĚN V PROCESU STROJNÍHO SEŘIZOVÁNÍ	81
10.1.1	Snímek pracovního dne.....	81
10.1.2	Spaghetti diagram.....	83
10.1.3	Zhodnocení výsledků	84
10.2	STANDARD - PRACOVNÍ POSTUP SEŘIZOVÁNÍ CNC STROJŮ	86
10.3	SHRnutí NÁVRHŮ A DOPORUČENÍ	88
10.4	SHRnutí A NAPLNĚNÍ CÍLŮ PROJEKTU	88
	ZÁVĚR	91
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	93

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	97
SEZNAM OBRÁZKŮ	98
SEZNAM TABULEK.....	100
SEZNAM PŘÍLOH.....	101

ÚVOD

Průmyslové inženýrství je relativně mladý inženýrský obor. V mnoha podnicích je velmi podceňován. Ve spoustě výrobních podniků není v současnosti tento obor vůbec zastoupen. A nevyužívají mnohdy ani služeb externích pracovníků. Na druhou stranu průmyslové inženýrství není pouze výsadou výrobního sektoru. Metody průmyslového inženýrství jsou velmi rozmanité a jsou nastaveny i pro sektor služeb. Lze je využívat ve zdravotnictví, bankovníctví a dalších službách. Mezi hlavní cíle průmyslového inženýrství patří zefektivnění, optimalizace a standardizace procesů. V oblasti výrobních procesů dochází k identifikaci a eliminaci plýtvání, k navrhování nových, zlepšených pracovních postupů, ke zvyšování bezpečnosti pracovních postupů a v neposlední řadě k minimalizování finančních ztrát při výrobních procesech. A právě zbytečné plýtvání finančními prostředky je pro výrobní i nevýrobní podniky v současnosti velmi aktuální téma, a to zvyšuje atraktivitu tohoto oboru.

Hlavním principem je nikdy nekončící postup neustálého zlepšování procesů. Vychází z Demingova cyklu (známého jako PDCA cyklus), jehož základem jsou čtyři kroky, které se neustále opakují. Procesní analýza umožňuje snadné pochopení výrobního postupu. Z tohoto důvodu by měla být prvotní analýzou, která bude provedena na začátku jakéhokoli procesu, který má být podroben dalším metodám průmyslového inženýrství. Velmi důležitý je i MUDA hunting, který umožňuje identifikovat plýtvání.

Jelikož existuje celá řada metod průmyslového inženýrství, je důležité pracovat vždy s konkrétním balíčkem metod. Je vhodné, aby metody byly zaváděny komplexně a společně. Řada metod na sebe navazuje nebo se navzájem doplňují. Pro zvýšení efektivnosti výrobního procesu, a to konkrétně procesu seřizování CNC strojů, jsou využity metody časové studie – snímek pracovního dne, metody studie práce – spaghetti diagram, metoda 5S spolu s vizuálním managementem a metoda SMED – metoda rychlého seřízení. Z dosažených výsledků metod se navrhnou možná řešení pro úpravu procesu.

Téma této práce je vypracováno ve spolupráci s firmou THERMACUT, k. s.. To ovšem neznamená, že navržené řešení nemůže být v podobném duchu aplikováno i v jiných podobných výrobních podnicích.

CÍLE A METODY PRÁCE

Hlavním cíle práce je zefektivnění strojního seřízení, a to pomocí aplikace správných metod průmyslového inženýrství ve spolupráci se společností THERMACUT, k. s.. K dosažení hlavního cíle je nutné splnit následující dílčí cíle:

1. Vypracovat teoretickou část zabývající se průmyslovým inženýrstvím, metodami PI a lean managementem.
2. Vypracovat projekt na redukci doby seřizování, tj. redukci doby nečinnosti stroje v důsledku seřizování (přeseřizování) a redukci času celého procesu seřízení (přeseřízení). Na základě dosažených výsledků stanovení nového standardu seřízení (přeseřízení), pro zajištění stabilní spolehlivosti a udržitelnosti dosaženého standardu.
3. Analyzovat současný stav seřizování na pracovišti Plasmy společnosti THERMACUT, k. s. vybranými metodami PI.
4. Na základě výsledků z dílčího cíle 3 navrhnout řešení.
5. Po zavedení změn provést kontrolní analýzu procesu a zhodnotit provedené změny.

Ke splnění hlavního a dílčích cílů byly použity následující metody:

1. Analýza – rozbor jednotlivých pracovních činností, vztahů mezi nimi a zjištění úzkých míst procesu.
2. Pozorování – vizuální zhodnocení pracoviště.
3. Metody průmyslového inženýrství – pro detailní analýzu pracovního postupu seřizování, použity metody PI (snímek pracovního dne, spaghetti diagram a SMED).
4. Komparace – porovnání výsledků metod PI předchozího a nově nastoleného pracovního postupu seřizování.

Omezení práce

Na základě požadavků od vedení společnosti THERMACUT, k. s. nemůže být součástí praktické části práce ekonomické vyčíslení projektu. Společnost si nepřeje tato data zveřejňovat.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

První kapitola diplomové práce se zabývá průmyslovým inženýrstvím obecně. Jedná se o relativně mladý inženýrský obor. Hlavní náplní práce průmyslového inženýra je zlepšování výrobních procesů, zefektivňování pracovních činností, zvýšení spolehlivosti systémů a zefektivnění výroby, což koresponduje s tématem této práce. Proto v následujících řádcích bude představen samotný obor, jeho náplň a přínos pro společnost a dvě hlavní odvětví průmyslového inženýrství.

1.1 Co je průmyslové inženýrství

Průmyslové inženýrství (PI) je v České republice mladý inženýrský obor. Mnoho z nás si mylně myslí, že se jedná o obor zabývající se především průmyslovou výrobou, ovšem skutečnost je opačná. Průmysloví inženýři by měli být přítomni i v oborech zdravotnictví, peněžních ústavech či službách. Termín „průmyslové inženýrství“ se zrodil v USA. Do českého jazyka byl přeložen z anglického termínu „industrial engineering“. Tento obor byl v Evropě potřebný pro růst produktivity průmyslové výroby. Oficiální využívání tohoto termínu se v České republice datuje až po roce 1989, přestože základní principy tohoto oboru byly v průmyslu využívány i dříve. Základní principy průmyslového inženýrství se v různých zemích liší. Proto se rozlišují tři základní školy, a to americká, německá a japonská. (Mašín, 2017)

Mašín (2000) definuje termín průmyslové inženýrství následovně: *„Interdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity.“*

Dlabač a Pavelka (2015) pro termín průmyslové inženýrství používá následující definici: *„Průmyslové inženýrství je poměrně mladý multidisciplinární obor, který kombinuje technické znalosti inženýrských oborů s poznatky z podnikového řízení. Průmyslové inženýrství se snaží o co nejefektivnější využívání firemních zdrojů (finanční zdroje, lidská práce, informace, znalosti a dovednosti samotných lidí...),“*

Cíle a náplň průmyslového inženýrství

Mezi hlavní cíle PI patří optimalizace, zlepšování a racionalizace výrobních i nevýrobních procesů. (Dlabač a Pavelka, 2015) Dochází k zjednodušování, ke zrychlení a ke zlevnění výrobních kroků. K dosažení těchto cílů lze aplikací detailní analýzy úkolů s následným novým uspořádáním pracovního postupu pro efektivnější vykonávání

pracovních činností. Metody průmyslového inženýrství lze rozdělit do čtyř velkých skupin, a to:

- plánování, navrhování a řízení (např. měření práce nebo kapacitní výpočty);
- lidské rozměry (např. program zlepšování procesů, ergonomie nebo projektování servisních a výrobních týmů);
- technologické aspekty (např. projektování výrobních buněk nebo konstruování s ohledem na výrobu);
- kvantitativní metody pro rozhodování (např. simulace procesů či průmyslová moderace). (Mašín, 2017)

Dalšími hlavními prvky práce průmyslových inženýrů je odstraňování plýtvání, nepravidelností, nesystematické činnosti zaměstnanců a přetěžování pracoviště. Jednoduše může být činnost průmyslového inženýra popsána jako hledání nových pracovních postupů pro efektivnější provádění práce, což by mělo vést k vysoce kvalitním produktům a službám, a to co nejsnadněji, rychleji a levněji. Tvoří mezník mezi managery a liniovými pracovníky, kde usměrňuje obě strany. Řídí se pravidlem, že efektivnější práce je snadnější práce. Motivuje liniové pracovníky, aby si na rychlejší způsob provedení práce přišli sami, protože tím lze snadněji dosáhnout nově nastolených změn v pracovních postupech. (Dlabač a Pavelka, 2015)

Ze strany zaměstnanců činnosti průmyslového inženýra nejsou vždy brány pouze pozitivně. Jsou vnímány jako zvyšování norem, poučování dlouholetých praktiků, nebo snižování počtu přebytečných zaměstnanců. Z těchto a řady další důvodů nejsou průmysloví inženýři v mnoha průmyslových výrobních velmi oblíbeni (Mašín, 2017)

1.2 Významné osobnosti průmyslového inženýrství

K nejvýznamnějším osobnostem průmyslového inženýrství bezpochyby patří F. W. Taylor (Dvořák, 2010), jenž je považován za otce průmyslového inženýrství. Ten se již na přelomu 19. a 20. století zabýval zvyšováním produktivity práce a její promyšlenou organizací. Lidskou práci rozdělil na nejmenší možné prvky a uspořádal je maximálně efektivně a reorganizoval ji tak, aby ji bylo možné účinně řídit.

Jednoduše řečeno, aplikoval metody průmyslového inženýrství, a to následovně:

1. Určil konkrétní pracovní úkol.
2. Změřil spotřebu času na daný úkol a stanovil nejefektivnější pracovní metodu, která obsahuje co nejméně pohybu.
3. Zaškolil do nové metody pracovníky.
4. Stanovil odměnu za správné plnění úkolů. (Mašín, 2000)

Dalším historicky významným milníkem v průmyslovém inženýrství bylo využívání pohybových studií. Za zakladatele těchto pohybových studií jsou považováni manželé Frank a Lilian Gilbrethovi. Tato studie rozděluje lidskou práci na 17 základních pohybů. Ty označili za „therbligys“. Jednotlivé therbligys poté rozdělili na určité pohyby. Např. hledání, uchopení či odložení. Tyto pohyblivé studie doplnili Taylorovi časovými studiemi, a tím se hlavní pracovní pomůckou průmyslového inženýra staly stopky. Ty ovšem mnohdy uvádí sledované zaměstnance do rozpaků. (Mašín, 2000)

Pokud se přesuneme do Asie, nalezneme zde spoustu významných průmyslových inženýrů. Rozhodně jméno, které stojí za zmínku a zapamatování, je Shigeo Shingo. Je jedním z představitelů moderního průmyslového inženýrství. Formuloval „školu PI“, ze které se po celém světě vychází i dnes. (Dvořák, 2010) Je spojován s několika systémy. Např. SMED (metoda rychlého přeseřízení), JIT ve výrobním systému Toyota, metoda pokayoke (metoda eliminující chyby pracovníků), systém Zero Defect (systém nulových vad) a kanban (systém logistiky a bezskladového hospodářství). (Mašín, 2000)

Ani evropští průmysloví inženýři nezůstávají pozadu. V roce 1967 byl vyvinut nový systém měření práce, který je znám pod názvem MOST (efektivní systém měření práce). Ten byl vyvinut a nejprve používán ve firmě Maynard. (Mašín, 2000)

Tento obor se začátkem nového století zaměřil na následující cíle: vysoký zisk, vysoká produktivita a vysoká jakost. Své cíle chce dosáhnout a udržet neustálým zlepšováním a odstraňováním plýtvání po celou dobu životního cyklu jednotlivých systémů výroby i služeb. K dosažení cílů je důležitá hlavně dobrá komunikace. (Mašín, 2000) Zároveň se v této době začal rozvíjet fenomén „smart factory“ („chytrá továrna“). Ty využívají digitalizaci a umělou inteligenci nejen pro zlepšování a zefektivňování pracovních procesů a celé výroby. (Dvořák, 2010)

1.3 Klasické průmyslové inženýrství

Průmyslové inženýrství se postupně vyvíjelo v čase a tradiční metody začaly nahrazovat nové, modernější metody, které jsou přizpůsobeny modernizaci jednotlivých průmyslových odvětví. Pro větší přehlednost mohou být metody průmyslového inženýrství rozděleny do dvou následujících skupin, a to:

- klasické průmyslové inženýrství,
- moderní průmyslové inženýrství. (Mašín, 2000)

V této podkapitole si představíme první skupinu – klasické průmyslové inženýrství. Jedná se spíše o exaktní metody, které od počátku do současnosti prošly výraznými změnami. Ty lze charakterizovat dvěma fázemi:

- studium práce,
- operační výzkum. (Mašín, 2000)

Cílem studie práce je optimalizace lidských a materiálních zdrojů v daném podniku. A to vše na získání informací pomocí této metody a následné využití těchto informací k nastavení vyšší produktivity. Jednoduše řečeno, pomocí této metody se „hledá pravda“ o pracovní vytiženosti jednotlivých zaměstnanců i strojů na daném pracovišti. Tato metoda využívá dvou technik:

- studium pracovních metod,
- měření práce. (Mašín, 2000)

Cílem techniky studie pracovních metod je zefektivnit využitelnosti materiálu, prostoru, strojů i zaměstnanců. Hodnotitel při použití této metody musí kriticky zhodnotit každý provedený úkon. (Mašín, 2000) Při hodnocení je kladena sada typických otázek 5 W 1 H – metoda 6 otázek (z anglického jazyka: What? (Co?), Where? (Kde?), When? (Kdy?), Why? (Proč?), Who? (Kdo?) and How? (Jak?)). (Voglová, 2022) Je také důležité zaměřit se na nutnost jednotlivých činností a ptát se, zda je to nutné. Zajímavé je zaměřit se na podnět, „Co vede zaměstnance ke konkrétní činnosti?“. Po zodpovězení otázek dochází k odborné diskuzi o možných alternativách a k následnému výběru neefektivnějšího postupu a činnosti. (Mašín, 2000)

Cílem techniky měření práce je zlepšit plánování a řízení jednotlivých procesů a také může být použita jako základ pro systémy odměňování. Jedná se o techniku, která pomáhá určit

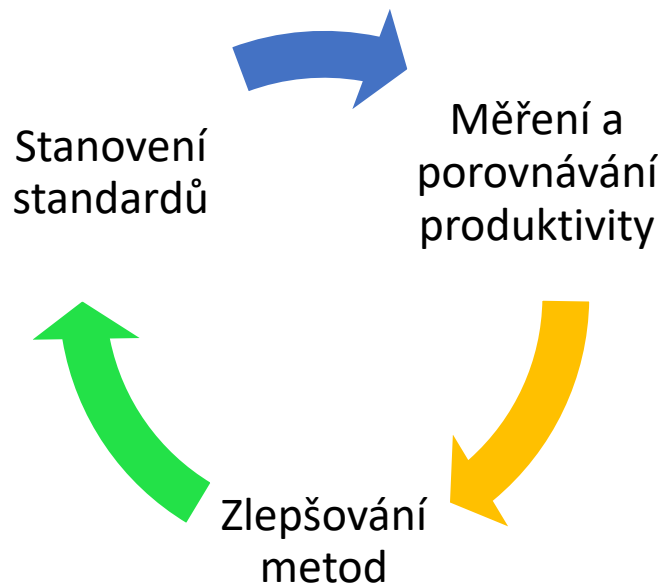
potřebný čas na vykonání specifické činnosti zaměstnancem. Při použití této techniky dochází k výraznému zvýšení produktivity a naopak ke snížení nákladů. Výsledkem jsou normy spotřeby času pro jednotlivé pracovní činnosti v dané firmě. Obě techniky mohou být použity zvlášť, ale nejčastěji se kombinují. Výsledkem je nastolení příslušných opatření, která vedou k eliminaci plýtváním a tím k vyšší produktivitě. (Mašín, 2000)

1.4 Moderní průmyslové inženýrství

Průmysl se neustále vyvíjí a modernizuje. Aby byla zabezpečena konkurenceschopnost podniku, musí na to reagovat i průmyslové inženýrství, a to novými moderními přístupy. Ty budou stále zajišťovat vysokou produktivitu podniku. Do moderního průmyslového inženýrství se více odráží potřeby socio-technických systémů a obchodního prostředí. Proto oproti přesně vydefinovaným technikám a metodám klasického průmyslového inženýrství vyvíjejí komplexnější programy, které nemají striktně definované všechny body. (Mašín, 2000) Díky tomu se lépe přizpůsobí konkrétnímu podniku i neustálým inovacím v jednotlivých provozech.

Dalším znakem programů moderního průmyslového inženýrství je větší orientace na rozvoj pracovníků a organizační struktury. Doporučuje se do těchto tzv. nefyzických investic dávat větší důraz při rozdělování investic než do klasických fyzických investic (nákup nových strojů a technologií). V opačném případě může nastat chybné řízení podniku. Podnik bude sice plně automatizovaný, ale jeho produktivita nebude příliš velká a dostačující, protože práce zaměstnanců bude kontraproduktivní. (Mašín, 2000)

Mašín (2000) ve své knize uvádí tzv. kolo trvalého rozvoje produktivity (obr. 1). Většina programů moderního průmyslového inženýrství vychází z japonské školy. Jsou založeny na principech socio-technologického přístupu k práci. Jejich cílem je trvalý rozvoj produktivity v interních i externích oblastech. Tyto programy se nevyužívají jen v oblasti průmyslu, aplikují se i v oblasti služeb, zdravotnictví nebo ve státní správě.



Obr. 1: Kolo trvalého rozvoje produktivity. (Převzato a upraveno z Mašina (2000))

V interní oblasti se využívá jednak klasická metoda studie práce a jednak konkrétní programy pro interní podnikovou oblast. Mezi tyto programy (metody) patří:

- program projektování a zavádění výrobních, servisních i bussines týmů na základě principů týmové práce vycházející z přístupu ke kvalitě pracovního života,
- projektování a realizace výrobně orientovaných pracovišť,
- metoda „nulových vad“ založených na systému poka-yoke,
- TPM – metoda totálně produktivní údržby,
- projektování systému odměňování na základě výsledků,
- SMED – metoda rychlých změn (zkracování doby při výměně a seřizování nástrojů),
- program dynamického zlepšování procesů (odstraňování plýtvání),
- program podnikového vzdělávání,
- zavádění tahových systémů,
- optimalizace pracovní doby,

- průmyslové a ergonomické audity,
- simulace výrobních procesů
- a spousta dalších. (Mašín, 2000)

Všechny tyto programy mají následující cíle:

- zvýšení produktivity,
- zvýšení kvalifikace a účasti zaměstnanců na řízení,
- zlepšení organizačních systémů,
- zlepšování procesů a odstraňování plýtvání,
- zvýšení jakosti produktů. (Mašín, 2000)

V externí oblasti se programy (metody) zaměřují na zvyšování produktivity v dodavatelských procesech, což je důležitá složka produktivity zákazníka. Metody klasického i moderního průmyslového inženýrství se zaměřují na plynulost výrobních systémů a synchronní výrobu. Mezi tyto základní metody patří:

- Metoda 5 S – metoda, při jejímž zavedení by mělo být dosaženo trvale čistého a efektivně organizovaného pracoviště, přičemž každý předmět má na pracovišti svoje místo.
- SMED (metoda rychlého přeseřazení) – při aplikaci této metody by mělo dojít k redukci neproduktivního času na minimum, který vzniká při seřizování a výměně nástrojů na strojích.
- Zlepšování procesů - program, který umožňuje všem pracovníkům aktivně se podílet na chodu podniku. Cílem programu je zvyšování efektivnosti a účinnosti procesů.
- TPM (Totálně produktivní údržba) – program, při kterém se na údržbě podílejí všechny profesní skupiny s cílem maximálně využít stroje a zařízení.
- Nulové úrazy – jedná se o program, který se zaměřuje na bezpečnost při práci a ochrany zdraví.
- MOST - jedná se o efektivní měření práce pomocí předem určených časů.
- Kanban – je systém dílenského plánování (vyrábění na objednávku, ne na sklad).

- Předcházení vadám – program, který má za úkol eliminovat příčiny lidských chyb a vady v pracovním procesu.
- Týmová organizace – je metoda utváření a organizace práce založená na spolupráci všech zaměstnanců v podniku.
- Motivační systém – je systém objektivního odměňování zaměstnanců.

Cílem výše uvedených metod je snížit náklady na nejakost, přebytečnou dopravu, přepravu a přemísťování polotovarů či nadbytečné skladování hotových výrobků. Výsledkem aplikace jednotlivých programů je zavádění nových efektivnějších pracovních systémů do podniku. (Mašín, 2000)

2 ZÁKLADNÍ PRINCIPY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

K základním principům průmyslového inženýrství patří proces neustálého zlepšování. Proto základním stavebním kamenem tohoto oboru je Demingův cyklus (zvaný PDCA cyklus). Zlepšování probíhá v procesech. Pro správné pochopení procesu, je důležitá dobře zpracovaná procesní analýza a znalost procesu samotného. Právě pomocí vývojového diagramu lze procesy srozumitelně pochopit. Metoda Muda hunting umožňuje lépe najít plýtvání v procesu. K dalším principům PI patří: eliminace, zjednodušení, kombinace, změna pořadí a zvýšení produktivity. (Mikulec, 2009)

2.1 PDCA cyklus

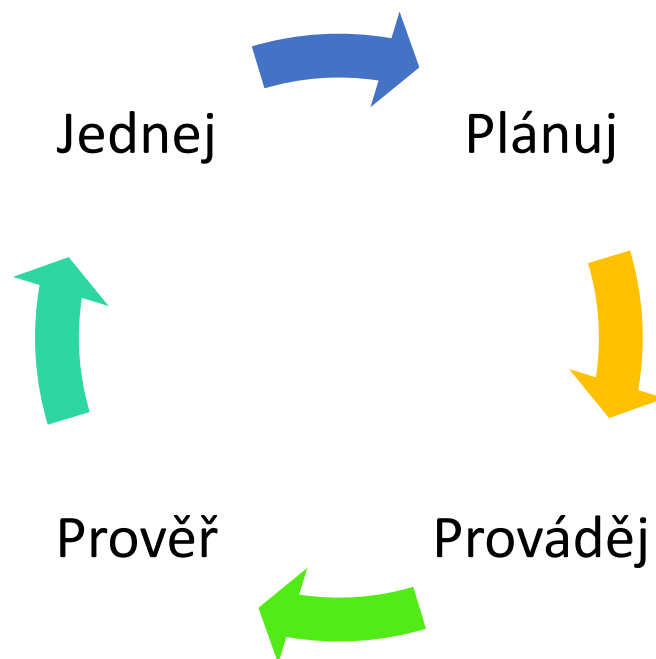
PDCA cyklus se také nazývá Demingův cyklus nebo Demingovo kolo, což je jeden ze základních nástrojů pro zajišťování neustálého zlepšování. Je pojmenován podle svého zakladatele W. E. Deminga. (Imai, 2007) Zkratka PDCA pochází z anglických slov P – plan, D – do, C – check, A – act. V českém překladu naplánuj, proved', prověř, jednej, což jsou také čtyři klíčové kroky celého cyklu, které se neustále opakují. (Svět produktivity, 2012)

- **Plan – plánuj:** jedná se o formulování základní hypotézy. (Imai, 2007) V počáteční fázi se analyzuje problém. Je důležité porozumět problému a určit faktory, které na danou problematiku působí. Naplánovat a zorganizovat postup studia problému. Určit kvalifikovaný tým pracovníků, který bude na dané problematice pracovat. A v neposlední řadě bude identifikovat jednotlivé kroky systému. (Svět produktivity, 2012)
- **Do – provádět:** v tomto kroku jsou realizována navržená opatření (Svět produktivity, 2012), která se testují v experimentu. (Fekete, 2012) Ta jsou následně prověřována kontrolními měřeními. A nově získaná data jsou opět analyzována. Všechny provedené změny je velmi důležité dokumentovat. Zaznamenávají musí být i všechny neobvyklé události a výsledky. Pokud je to nezbytně nutné, provést další diagnostiku. (Svět produktivity, 2012)
- **Check – prověř:** jedná se o krok kontroly. Prověřují se nově dosažené výsledky. Naměřené výsledky jsou porovnávány s výsledky očekávanými. Hledají se také odchylky v naměřených hodnotách. V tomto kroku je vhodné pro srovnání

výsledků použít grafickou metodu, ze které jsou odchylky lépe čitelné. (Svět produktivity, 2012)

- **Act** – jednej: je to poslední krok celého cyklu. Zde se na základě výsledků z předchozího bodu přijímají navržené změny. Ty jsou pak považovány za nově dosažený standard. (Svět produktivity, 2012)

Ovšem celý cyklus se neuzavírá, ale naopak se vrací k prvnímu kroku, a tím je plánování. Pokud se ale v průběhu procesu zjistí, že navržené změny nenesou dostatečný přínos pro proces, tak se tyto změny nerealizují a za standard jsou považovány prvotní kroky procesu. (Svět produktivity, 2012)



Obr. 2: PDCA cyklus. (Převzato a upraveno ze Světa produktivity, 2012.

<https://www.svetproduktivity.cz/slovník/PDCA-cyklus.htm>)

2.2 Procesní analýza

Procesní analýza zkoumá proces. Proces je dle Fišera (2014) definován jako „*uspořádaný sled činností, které přetvářejí vstupy na výstupy a spotřebovávají při tom zdroje.*“ Proces je charakteristický svým začátkem a koncem, má svého vlastníka a zákazníka, je strukturovaný, je měřitelný a je možné ho neustále zlepšovat.

Při procesní analýze se zjišťuje současný stav výrobního procesu. Díky ní lze lépe pochopit výrobní proces. Metoda patří k prvním analýzám, které průmyslový inženýr provádí při zkoumání určitého procesu. Ze získaných výsledků se následně stanovují cíle pro budoucí výrobní proces a podrobení současného stavu dalším metodám PI. Procesní analýza se nejvíce používá ve výrobě. (Fekete, 2012)

Při zpracování procesní analýzy by se mělo začít procesem, který určuje tempo nebo úzkým a nestabilním procesem. Analýza se zpracovává pomocí série otázek, které jsou uspořádány v logické posloupnosti. Nejprve se zjišťuje poptávka ze strany zákazníka, určení tempa práce výrobní linky, následuje obeznámení se s procesem a jeho jednotlivými kroky, zkoumá se kapacita výrobní linky, stabilita procesu a jaký je potřebný počet operátorů pro výrobu. (Fekete, 2012)

2.3 Vývojový diagram

Vývojové diagramy (Flowchart) slouží jako pomůcka pro grafické znázornění jednotlivých kroků v procesu, pracovním postupu nebo algoritmu. Diagramy našly své využití ve firmách, organizacích a jsou součástí mnoha dokumentů. Při tvoření diagramu se využívá řada geometrických tvarů, které se logicky skládají za sebe tak, jak jsou jednotlivé kroky v procesu. Ty jsou spojovány spojovacími čarami zakončenými šipkou. K nejpoužívanějším geometrickým tvarům patří obdélník s oblými rohy (počátek a konec procesu), obdélník s popisem (znázorňující proces) a kosočtverec (rozhodování v procesu). (Levay, 2016)

2.4 Muda hunting – druhy plýtvání

Existuje řada druhů plýtvání. Počet druhů a jednotlivé typy plýtvání se liší podle autorů. U plýtvání nejsou důležité počty ani druhy. (Jurová, 2016) Nejdůležitější je plýtvání včas identifikovat a hlavně eliminovat. Prvních sedm neznámějších druhů plýtvání definovala firma Toyota a tyto druhy plýtvání nalezneme pod japonským názvem MUDE. (Fekete, 2012) Tento pojem v překladu znamená plýtvání, marnost, zbytečnost či bezúčelnost. (Roser, 2019c) Pod tímto označením se nachází tyto typy plýtvání: nadprodukce, čekání, zbytečná příprava, nesprávné vykonávání operací a procesů, udržování zásob, vykonávání zbytečných pohybů, nekvalita a další. (Svozilová, 2011)

- **Plýtvání z nadprodukce:** jedná se o jednu z nejrozšířenějších forem plýtvání. Rozlišujeme dva druhy. Prvním druhem je kvantitativní plýtvání a druhé představuje

časové plýtvání. Problémem je zde skrytá forma plýtvání. Aby došlo k identifikaci této formy, je důležité provést důkladnou analýzu práce. (Fekete, 2012)

- **Plýtvání z čekání:** při tomto typu plýtvání dochází k neefektivnímu využití pracovního času. (Fekete, 2012) K prostoji dochází buď kvůli poruše stroje, nedostatku materiálu, špatně plánované výrobě, absenci informací či nadměrné administrativě. Jedná se o druh plýtvání, který se snadno identifikuje. (Jurová, 2016) Přesto bývá podceňováno. Mnohdy se jedná pouze o minuty, ale v součtu je doba čekání neakceptovatelná.
- **Plýtvání ze zbytečné přepravy:** přeprava je pro jakýkoli výrobní proces základem. V ideálním případě by se měl materiál přepravit do firmy a pak už hotové kusy z firmy přepravit k odběratelům. Bohužel realita je mnohdy složitější – vzdálenost jednotlivých výrobních úseků, skladů atd. (Svozilová, 2011) Přeprava mezi jednotlivými úseky je zajišťována pomocí vnitropodnikové dopravy, a to je právě v řadě podniků velké plýtvání. Pokud odstraníme plýtvání v materiálovém toku, často odstraníme i jiné typy plýtvání. (Jurová, 2016) Aby se předcházelo tomuto druhu plýtvání, je důležité dbát na promyšlené uspořádání jednotlivých výrobních procesů. Jednotlivé kroky ve výrobě na sebe musí navazovat. Proto by procesní uspořádání mělo mít vždy přednost před funkčním uspořádáním. (Fekete, 2012)
- **Plýtvání z nesprávného vykonávání procesů:** tento typ plýtvání lze identifikovat v technologickém procesu výroby. Výsledkem je výroba zmetků či nekvalitních kusů. (Jurová, 2016) Tento typ plýtvání se častěji vyskytuje u manuálních operací. U automatizovaných operací dochází k minimalizaci tohoto typu plýtvání. (Fekete, 2012)
- **Plýtvání z udržování zásob:** jedná se o častý druh plýtvání napříč podniky. Tento typ plýtvání je způsoben držením velkých skladových zásob jednak vstupního materiálu, polotovarů či vyrobených kusů. Na tento typ plýtvání se pojí řada dalších druhů plýtvání, a to v podobě nutnosti používat vysokozdvizné vozíky, skladové prostory či zaměstnávání více pracovníků (Jurová, 2016). To vše zhoršuje hospodářské výsledky podniku. Je nutné, aby skladové zásoby byly udržovány na přístupné úrovni. (Fekete, 2012)

- **Plýtvání ze zbytečných pohybů:** ne všechny pohyby vykonávané pracovníky jsou nezbytně nutné. Mezi typické plýtvání tohoto druhu patří hledání nástroje a s tím spojenou nadbytečnou chůzí po pracovišti. Existuje několik důvodů, proč k tomuto druhu plýtvání dochází. (Svozilová, 2011) Mezi typické příklady patří dvojité manipulace, rozmístění pracoviště není standardizované nebo pracoviště jsou od sebe velmi vzdálené. Ke zbytečným pohybům patří také natahování, ohýbání či zdvihání. (Fekete, 2012)
- **Plýtvání z nekvality:** nekvalitní výrobky (zmetky) se odráží v nákladech celého podniku. Tyto nekvalitní výrobky by měla zachytit kontrola kvality. Ovšem pokud se to nestane a tento výrobek se dostane ke koncovým zákazníkům, následky mohou být nedozírné. (Fekete, 2012) Proto štlhlý management vede výrobu k nulové zmetkovosti. (Jurová, 2016)

3 VYBRANÉ METODY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

Za dobu existence oboru průmyslového inženýrství byla pro tento obor využívána a vytvořena řada metod. V této kapitole jsou uvedeny pouze některé metody PI, které souvisejí s tématem této práce a využívají se v průmyslu. Jednotlivé metody se v praxi nepoužívají samostatně, ale většinou společně s dalšími a na výrobní procesy se nahlíží komplexně. Jedině tak může být dosaženo co nejlepších výsledků ze zavedených změn a nových přístupů. Uvedené metody v této kapitole mají za cíl zefektivnění procesů a tím dosažení vyšší produktivity a snížení nákladů.

Zlepšováním procesů dochází ve firmě ke klíčovým změnám v procesech. To vede ke zvýšení produktivity a efektivnosti jednotlivých firemních procesů. Na změně by se měli podílet všichni zainteresovaní zaměstnanci, neboť tím se zvýší šance na pozitivní dopady ze zařazené změny. Není totiž vůbec jednoduché provádět změny v pracovních procesech u zaměstnanců, kteří v daném podniku pracují již několik let. Nejlépe se změny provádějí tehdy, pokud si na ně zaměstnanci přijdou sami. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

Existuje řada důvodů proč začít zlepšovat. K nejčastějším patří:

- zvyšování efektivnosti a produktivity výrobních procesů,
- zjednodušení pracovních operací,
- eliminovat neproduktivní čas,
- aktivita všech zaměstnanců na pracovních procesech a jejich motivace pro činnost,
- zvýšení efektivnosti informačních toků,
- spokojenost zaměstnanců a bezkonfliktní vztahy na pracovišti. (Chromjaková a Rajnoha, 2011)

3.1 KAIZEN

Jedná se o jednu z nejznámějších metod, které se v podnicích využívají pro zlepšování procesů. Pochází z Japonska a v překladu slovo kaizen znamená „změna k lepšímu“. Nejedná se pouze o metodiku, které se využívá ke zlepšování, ale je to i celá filozofie. Je důležité změnit myšlení lidí. Filozofie v metodice kaizen: „*Myšlení a zlepšování orientované ne na výsledky, ale na dobře fungující procesy.*“ (Chromjaková a Rajnoha, 2011) A toto je právě rozdíl mezi Japonskem a Západem. V mnoha případech bylo zjištěno, že na Západě v procesních systémech nebyly řadu let prováděny žádné změny. To může

ale vést až ke krachu podniků. Japonská společnost tvrdí, že musí docházet k neustálému zdokonalování procesů. Jedině tak se firma udrží na trhu a je konkurenceschopná. Toto je zakotveno i v japonské mentalitě. Japonci jsou přesvědčeni, že i v osobním životě je správná ta cesta, ve které se neustále zdokonalují. (Imai, 2007)

Základní principy systému kaizen jsou následující:

- Zaměření se na zlepšování, které vychází z řad znalostí a zkušeností dělníků. Ne jako nařízení od top managementu.
- Zapojení všech lidí do systému zlepšování. Jedná se o navození firemní atmosféry, kdy lidé sami přicházejí se svými nápady a tím zlepšují své pracovní místo.
- Před zavedením jakýchkoli změn nejprve konzultovat se všemi osobami, kterých se změny budou týkat.
- Nezanedbávat to nejcennější, co ve výrobě je – lidský kapitál. Odměňovat je nejen za plnění výkonů, dodržování předpisů a norem, ale i za odhalování a odstraňování plýtvání. (Košturiak a Frolík, 2006)

Postup při metodě není jednoduchý. Ovšem existují klíčové body, podle kterých se metodika řídí. Mezi ně patří týmová práce, podpora managementu, PDCA cyklus (Roser, 2020), absolutní kontrola kvality, just-in-time, automatizace, robotizace, systém zlepšování návrhů, disciplína na pracovišti, absolutní údržba výrobních prostředků, žádné kazové zboží a vývoj nových produktů. (Imai, 2007) Při zlepšování systémů je důležité zapojit i pracovníky, kterých se změny konkrétně týkají. Pokud má dojít k výměně stroje na pracovišti, je důležité tyto kroky konzultovat s obsluhou (Roser, 2020). Neboť prezident Toyota Motor, pan Eiji Toyoda, tvrdí: „*Japonští dělníci umí stejně dobře používat své mozky jako ruce.*“ (Imai, 2007)

3.2 Časové studie

Jedná se o jednu ze základních metod průmyslového inženýrství. Patří mezi poměrně jednoduché a zároveň velmi účinné metody studie práce s cílem efektivně bojovat proti plýtvání a odstranění neefektivní pracovní činnosti. Výsledkem je optimalizace pracovních postupů a jejich časových rozmezí. (Dlabač, 2015)

Snímek pracovního dne

Při použití metody snímku pracovního dne dochází k nepřetržitému pozorování a zapisování všech činností během směny u vybraného pracovníka. Cílem je získat komplexní přehled o jednotlivých pracovních úkonech spojených s jejich délkou trvání. Z výsledků snímku pracovního dne lze identifikovat plýtvání (např. v podobě chůze či hledání), lze určit poměr činností nepřidávajících žádnou hodnotu. Pomocí snímku pracovního dne a spojením dalších metod průmyslového inženýrství lze navrhnout novou organizaci práce. (Dlabač, 2015) Snímkování se nevyužívá pouze v oblasti průmyslu. Zajímavé je snímkovat pracovní den pracovníků na manažerských postech. Tito lidé mívají jeden z nejdokonaleji propracovaných time managementu a z tohoto důvodu bývají jejich snímky velmi zajímavé a přínosné pro organizaci vlastního pracovního dne či předání této dovednosti dalším pracovníkům.

V praxi rozlišujeme dva typy. Pokud se zaměřujeme na pracovníka, mluvíme o metodě snímku pracovního dne. Ovšem pokud je cílem určit čas operace, jedná se o chronometráž. Pro snímek pracovního dne se v zahraničí využívají příslušné softwary. V České republice nejsou využívány kvůli velké počáteční investici. Proto se tato metoda provádí pomocí stopek, kdy se jednotlivé pracovní úkony zaznamenávají do papírového formuláře. (Dlabač, 2015) Následně se vyhodnocují, nejčastěji pomocí excelových tabulek a grafů.

Výsledky pozorování se dají využít následovně:

- Kvantifikace jednotlivých pracovních činností vyjádřených spotřebou času.
- Rozbor pracovní doby jednotlivých pracovníků.
- Identifikace ztrátových časů.
- Pro zpracování výkonostních křivek. (Strančice, 2011)

Při jakémkoli typu vyhodnocení je důležité zachovat diskrétnost vůči sledovaným pracovníkům. I když tato metoda pomůže odhalit slabší články v týmu, nemělo by se jednat destruktivně. Nejprve by měl proběhnout osobní pohovor s následnou diskuzí. Následně by měla být přijata příslušná opatření. (Princlík, 2013)

3.3 Metody studia práce

Metody studie práce se řadí do klasických metod průmyslového inženýrství. V praxi se využívají ke znázornění pohybu věcí i lidí na pracovišti. Pomocí metody studie práce můžeme jasně vidět, jaká je vzdálenost mezi jednotlivými díly a pracovníky. Také lze snadno zjistit, kolik zaměstnanci nachodí metrů během pracovní doby. Pokud se tato metoda spojí s metodou snímku pracovního dne, lze jednoduše zjistit, kolik času stráví jednotliví zaměstnanci chůzí během pracovní doby. Následně lze určit, jestli lze chůzi minimalizovat, a tím odstranit jeden z nejčastějších druhů plýtvání.

Spaghetti diagram

Spaghetti diagram je jednoduchá, rychlá a snadná metoda (Roser, 2015a), která se využívá k analýze materiálového toku na pracovištích (Jurová, 2016) a ke sledování vzdálenosti pracovníků a potřebných dílů na dílně. (Roser, 2015a) Název pochází z výsledků diagramu. Ten totiž doopravdy vypadá jako talíř špaget, proto špagetový diagram (obr. 3). Můžeme se setkat také s názvem špagetový graf, špagetový model nebo jednoduše - hovorově „špageták“. (Roser, 2015a) Využívá se při hledání optimálních cest pro přepravu materiálu na pracovišti, mapování interního materiálového toku a návrhu layoutů. (Jurová, 2016) Metodu je vhodné využívat pro práci, která se opakuje nebo je alespoň ve stejném stylu. (Roser, 2015a)



Obr. 3: Ukázka spaghetti diagramu v praxi. (Převzato a upraveno od Roser, 2015a.

<https://www.allaboutlean.com/spaghetti-diagrams/>

Postup metody je opravdu jednoduchý. Do layoutů se zakresluje přesný pohyb zaměstnance na pracovišti v určitém čase. (Jurová, 2016) K jednotlivým čarám můžeme přidat šipky určující směr pohybu. (Roser, 2015a) Pro lepší přehlednost se využívá odlišných barev. Například pokud zaměstnanec vykonává zbytečný pohyb, tak se zakreslí červeně. (Jurová, 2016) V otázce koho pozorovat, záleží na procesu, který má být optimalizován. Do diagramu by měly být teoreticky zaznačeny všechny trasy po celou pracovní dobu. Ovšem v realitě zaměstnanci nechtějí být pozorováni po celou dobu. Pro tuto metodu nejsou žádná psaná pravidla, jak dlouho pracovníky pozorovat. Co je ovšem nutností? Je třeba provést pozorování opakovaně. Rozhodně nestačí tuto metodu použít pouze jednou. (Roser, 2015a)

Tato metoda není rozhodně sama o sobě optimalizační metodou. Pouze analyzuje aktuální stav v podniku. Její výsledky jsou prvotním předpokladem pro zlepšení analyzovaných procesů v podniku. Cílem je najít cestu ke snížení počtu nachozených kroků během pracovní doby zaměstnanců. Jak je tomu u každého zlepšování procesů, musíme dbát na to, aby jedno zlepšení procesu nevedlo ke zhoršení ostatní procesů. Všechny zavedené změny musí být opětovně přeměřeny. Tím se prokáže, jestli nastolené změny byly dostatečně účinné. (Roser, 2015a)

3.4 Standardizace

Standardizace je proces zavádění standardů na pracovišti. Standardy jsou nejlepší možné postupy pro danou situaci. (Graban, 2018) Standardy neodmyslitelně patří ke štíhlému podniku. Všechny pracovní operace musí být standardizované. Pomocí standardů jsou v podniku nastaveny podmínky v oblastech kvality, nákladů, bezpečnosti, produktivity, etiky i termínů. Většinou se standardy zaměřují na následující témata:

- Zvýšení bezpečnosti.
- Usnadnění komunikace.
- Sjednocení procesů.
- Pomoc při zaškolování nováčků.
- Redukce problémů.
- A další. (Košturiak a Frolík, 2006)

Standardizace pracovních operací probíhá ve dvou základních krocích:

- Rozdělení práce do jednotlivých pracovních operací - pracovní operace se zaznamenávají v posloupnosti a jak se vykonávají při výrobě určitého výrobku. Z pracovního procesu by mělo být odstraněno jakékoli plýtvání, aby pracovní postup byl co nejpřesnější a nejkratší.
- Určení doby trvání jednotlivých operací - klasickou metodou pomocí stopek se měří čas jednotlivých pracovních operací. Měření několikrát opakujeme vždy s kvalifikovaným pracovníkem. Následně vybereme nejkratší naměřený čas. (Fekete, 2012)

Standards práce musí být maximálně stručné. Měl by to být pouze stručný a jasný výtah z technického postupu. Provedení standardu by mělo být jednoduché a vizualizace srozumitelná, aby pracovník rychle pochopil potřebnou informaci. Standard musí být jednoznačný, aby bylo zajištěno, že postup bude vykonán vždy stejně. V neposlední řadě je důležité, aby bylo sledováno plnění standardů v procesu. Se standardy se můžeme setkat ve výrobě, vývoji, logistice, ale i v administrativě. Využívají se tam, kde je potřeba zvýšit kvalitu produktů nebo procesů, zvýšení stabilizace procesů, redukovat náklady na nekvalitu a zvýšit spokojenost zákazníků. (Košturiak a Frolík, 2006)

3.5 Metoda 5S

Metoda 5 S pochází z Japonska, ale je rozšířená po celém světě. (Poláková a Bobák, 2013) Tato metoda je považována za jednu ze základních metod, které se používají při zlepšování procesů a poskytuje základ pro další zlepšovateľské metody např. SMED, TPM či JIT. Cílem této metody je dosažení a udržení čistoty a pořádku na pracovištích (Fekete, 2012), což podnikům pomáhá ve zvýšení konkurenceschopnosti. (Poláková a Bobák, 2013)

Metoda se skládá z pěti kroků, které pocházejí z japonských slov začínajících písmenem S. I do anglického jazyka byla tato slova přeložena tak, že začínají písmenem S. (Poláková a Bobák, 2013)

- **1S Seiri (Sort) – třídění a separace**

V prvním kroku jde o třídění věcí, odstraňování nepotřebných věcí a určování důležitosti věcí na pracovišti. (Poláková a Bobák, 2013) Nejprve se věci rozdělí na potřebné a nepotřebné. Ty se označí červeným štítkem a následně se z pracoviště odstraní. Jelikož se tato metoda využívá i v administrativní činnosti,

tak při tomto kroku dochází k odstranění starých dokumentů, přemazání e-mailové schránky či likvidaci starého kancelářského vybavení. (Fekete, 2012)

- **2S Seiton (Set in order) – organizace, organizování a pořádek**

Ve druhém kroku se vyříděné věci z kroku jedna umísťují na předem definované místo. To musí být logické, funkční a označené (obr. 4). (Poláková a Bobák, 2013) Místo musí být označené, aby se předměty daly lehce najít a po použití se mohly vrátit na správné místo. (Fekete, 2012) Kdykoli potřebuje pracovník znovu použít nástroj, ví, kde se nástroj nachází. V praxi se pro tento účel využívají nářadové skříňky či nářadové stěny. (Roser, 2015b) V administrativě to znamená k jednotlivým dokumentům přiřadit příslušné štítky, zařadit je do správných složek nebo přiložení záložek k často používaným dokumentům. (Fekete, 2012)



Obr. 4: Skříňka na nářadí uspořádána podle metody 5S. (Převzato a upraveno od Roser, 2015b. https://www.allaboutlean.com/5s-method/5s_tools_drawer/)

- **3S Seiso (Shine) – zkrášlování, uklízení, čištění**

Ve třetím kroku dochází k uklízení a čištění pracoviště, strojů a zařízení. Dbá se na úklid i na první pohled neviditelných míst. Stroje se čistí zevnitř, pokud je to možné. (Poláková a Bobák, 2013) Znamená to uklidit pracoviště jako celek. Zamést a umýt i podlahu, aby pracoviště bylo kompletně zbaveno nečistot. Ty totiž v případě většího nahromadění mohou být spouštěčem problémů na pracovišti. Čistota na pracovišti by měla pomoci rozpoznat případné abnormality, neshody či chybné věci, které se mohou vyskytnout. (Fekete, 2012)

- **4S Seiketsu (Standardize) – standardizace, udržení nastolené úrovně**

Čtvrtý krok se od předchozích výše popsaných kroků liší. (Fekete, 2012) Zaměřuje se na standardizaci předchozích kroků, udržování pracoviště v co nejlepším stavu a případné chyby okamžitě odstraňovat. (Poláková a Bobák, 2013) Cílem tohoto kroku je zamezit návratu k původnímu stavu před aplikací metody 5S. Toho lze dosáhnout dodržováním standardizovaných postupů. Tento postup by se měl stát každodenním zvykem a udržování pořádku na pracovištích by mělo být pro pracovníky automatické. (Fekete, 2012)

- **5S Sitsuke (Sustain) – svědomitost, vzdělání a disciplína**

Poslední krok vyžaduje přesné dodržování pravidel, plné zapojení všech pracovníků, jejich zodpovědné plnění úkolů a vzájemnou komunikaci a zpětnou vazbu na nově nastolené změny. (Poláková a Bobák, 2013) Cílem je vytvořit zvyk v dodržování předchozích kroků. Bez disciplíny by se dříve nebo později nově nastolený stav vrátil do původního stavu. Za dodržování všech kroků by měli být pracovníci náležitě odměněni. (Fekete, 2012)

Tato metoda je vhodná pro použití jak v průmyslových výrobních, tak v administrativních činnostech. Pomáhá při udržování disciplíny na pracovišti, vytváření pozitivního pracovního postoje a při dodržování bezpečnostních postupů. Touto metodikou se nemusí řídit celý podnik, ale pouze některá oddělení. Je ovšem důležité, aby s dodržováním nastolených pravidel začali vedoucí pracovníci. Ti budou vzorem pro ostatní pracovníky. (Poláková a Bobák, 2013) K výhodám této metody patří, že na čistém pracovišti se lépe pracuje a tím je práce produktivnější. Pokud jsou nástroje v dobrém stavu, snižuje se tím zmetkovitost, opravy a také nehody. Snadný přístup k nástrojům urychluje jejich použití, ušetří místo a sníží spotřebu nástrojů. Pro nového zaměstnance se ulehčí orientace na pracovišti a tím se zkrátí čas pro jeho zaškolení. (Roser, 2015b) Tuto metodu je nejlépe používat v kombinaci s dalšími metodami. Pro snadnější zavedení 5S do výroby je vhodné ji kombinovat s vizuálním managementem. V praxi se také 5S často využívá s metodou SMED.

3.6 Vizualizace

Vizualizace neboli vizuální management patří k základním a často používaným metodám průmyslového inženýrství. Hojně se využívá při shop floorech, ale své uplatnění nachází i v jiných oblastech. Základní myšlenkou vizualizace je snadné pochopení informací jen tím, že se na danou věc podíváme. Uvádí se, že zrakovým vjemem toho člověk dokáže pojmout nejvíce. Vizuální management lze řešit čtyřmi přístupy:

- Informační displeje – tento typ je vhodný využívat při shop floorech, kdy jsou informace zobrazeny přímo na displeji. Na displejích se také v průběhu výroby uvádějí informace o stavu strojů, produkční výkonnosti a zmetkovosti.
- Značení – v tomto případě se pro předání informací využívají značky a štítky. Tento typ vizuálního managementu je naprosto běžný a setkáme se s ním v podstatě všude. Na každém pracovišti by minimálně měly být umístěny bezpečnostní značky, označeny nouzové úniky a značení v případě požáru. Štítky pomáhají na pracovištích při zavádění 5S – popisky polic ve skříních, popis materiálu atd.
- Nástroje či komponenty – tento přístup je velmi praktický. Pokud se otevře nářadová skříňka, tak okamžitě vidíme úroveň zásob náradí. V šuplících má každý nástroj své místo a ihned vidíme chybějící kus. Tento typ vizualizace úzce souvisí s metodou 5S (obr. 4, podkapitola 3.5).
- Layouty – pomocí layoutů se dá vizualizovat celý materiálový tok. Procesní tok výroby je pak lépe pochopitelný. Produkty i materiál má jasně ustanovené místo pro lepší přehlednost o aktuálním množství. (Roser, 2019d)

3.7 SMED – metoda rychlého seřízení

Historie metody SMED se datuje už do roku 1913, kdy F. W. Harris vydal článek „Kolik dílů vyrábět najednou?“. V něm se zabýval problematikou EOQ (Economic Order Quantity) – ekonomická velikost dávky. Jedná se o takovou výrobní dávku, která vychází z optimalizace nákladů spojených s prostoji vzniklými z důvodů výměny nástrojů a seřizování strojů a nákladů spojených s držením zásob. Po více než osmdesát let se spousta manažerů snaží navyšovat výrobní dávky, aby se snížily náklady na seřizování. (Mašín, 2000) Ovšem existuje i jiná možnost. Známe dva způsoby, jak efektivně snížit náklady a spotřebu. Prodlužovat dobu beze změny, nebo zkrátit dobu změny. (Brau, 2016)

První možnost popsal i Adam Smith, který tvrdil, že „zisk z úspory času získaný při přechodu od jedné činnosti ke druhé je daleko větší než si umíme napoprvé představit.“ Doporučil zvýšit výrobní dávky a tím snížit vzniklé ztráty. (Mašín, 2000)

Výrobní podniky k této problematice přistupují několika přístupy. Ty jsou založeny na několika předpokladech:

- Seřizování je nutné.
- Často ve firmách chybí programy zaměřené na seřizování (školení, standardy apod.)
- Doba seřizování není často měřena a vyhodnocována.
- Seřizovat by měli pouze zkušení zaměstnanci s praxí a příslušnou klasifikací. (Mašín, 2000)

Pro představu se seřizování skládá z následujících základních kroků:

- Příprava a kontrola nástrojů a materiálu.
- Montáž a výměna nástrojů.
- Seřizování – nastavování rozměrů a poloh nástrojů.
- Odzkoušení a následná úprava podle testovacích kusů. (Mašín, 2000)

Jelikož seřizování není jednoduchá a rychlá operace (ve většině případů), je podle EOQ vhodné vyrábět větší počty kusů a tím pádem seřizovat méně. Tato metoda má ovšem jeden háček. Nepředpokládá, že by mohlo dojít k výraznému snížení času během samotného seřizování. Řešením by mohly být metody moderního průmyslového inženýrství, které se zabývají tzv. rychlými změnami. (Mašín, 2000)

3.7.1 Plýtvání při seřizování

Při samotném seřizování často dochází k velkému plýtvání času. (Brau, 2016) To může být způsobeno např.: hledání nástrojů, dílů, náradí; drobné opravy na nástrojích; přebytečná chůze; časté přestávky; příprava nástrojů až po zastavení stroje či neustálé odcházení od práce a řešení jiného problému na pracovišti. (Mašín, 2000) Všechny výše popsané druhy plýtvání lze rozdělit na následující čtyři skupiny plýtvání při seřizování:

- **Plýtvání při přípravě na změnu** – nedostatečná příprava nástrojů a pomůcek, zbytečné hledání, kontrola postupu po zastavení stroje.

- **Plýtvání při montáži a demontáži nástrojů** – extrémně utažené šrouby, rozptylování pracovníky, hledání přípravků.
- **Plýtvání při doseřizování a zkouškách** – plýtvání materiálu při zkušebních kusech, doseřizování výšek.
- **Plýtvání při čekání na zahájení výroby** – doba čekání na povolení zahájit výrobu od nadřízeného nebo kontrolora kvality. (Mašín, 2000)

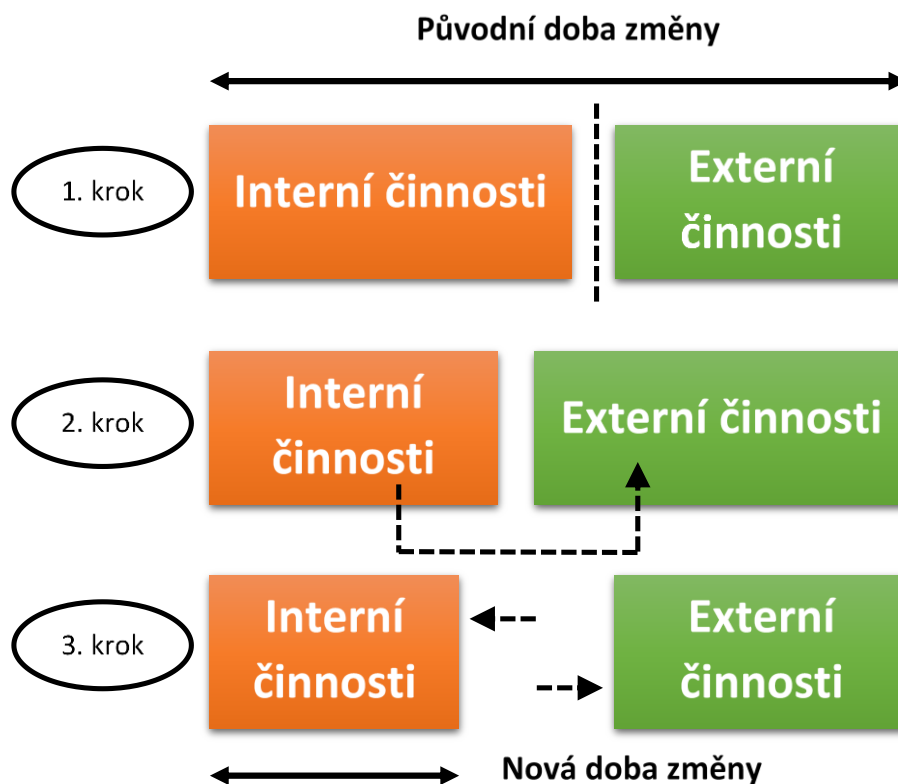
3.7.2 Systém SMED

Za otce této metody je považován průmyslový inženýr Shigeo Shingo (Mašín, 2000), který popsal metodu SMED (Single Minute Exchange Die (Brau, 2016) – ve volném překladu Výměna nástrojů v čase jedna až devět minut). (Mašín, 2000) Tato metoda je založena na organizačních a technických opatřeních před, při a po seřizování. Tento systém byl poprvé formulován a použit v roce 1950 ve firmě Mazda, kde Shigan pracoval a řešil problematiku zkrácení času při seřizování strojů. (Pavel, 2017) Systém SMED rozděluje seřizování na dvě skupiny operací:

- **Interní operace**, které se provádějí pouze, pokud stroj stojí.
- **Externí operace**, které mohou být prováděny, pokud je stroj v činnosti. (Brau, 2016)

Systém SMED (obr. 5) byl vyvíjen dlouhé roky a v současnosti má tyto základní kroky:

- Změření času při seřizování v aktuálním stavu. (Fekete, 2012)
- Oddělení externích a interních operací.
- Převedení co nejvíce činností s interní doby na externí dobu seřizování. (Mašín, 2000)
- Redukce času interních úkonů. (Fekete, 2012)
- Neustálé zlepšování interních i externích činností. (Mašín, 2000)



Obr. 5: Tři základní kroky metody SMED. (Převzato a upraveno od Mašína, 2000)

První bod oddělení interních a externích časů je velmi důležité. Velmi často se setkáváme v praxi s tím, že spousta úkonů jde vykonávat v externích časech a tím zkrátit interní časy. (Brau, 2016) Proto je na začátku důležitá počáteční analýza. Ta se provádí pomocí klasických metod průmyslového inženýrství, a to pomocí metod studie práce a časových metod, které jsou doplněny strukturovanými rozhovory vedenými se seřizovači, obsluhou i mistrem. Může být také použito natáčení videa celého postupu prací a následný rozbor jednotlivých dílčích činností. (Mašín, 2000)

Výsledkem aplikace systému SMED v průmyslovém podniku je výrazné snížení času při seřizování. (Mašín, 2000) Po prvním zavedení změn se čas seřizování zkracuje zhruba o 30 %. (Pavel, 2017) Tím dochází ke zvýšení produktivity a snižování nákladů, a to konkrétně v těchto oblastech:

- Snížení nákladů (v náhradních dílech a příslušenství).
- Zapojení obsluhy do seřizování.
- Zvýšení pracovní bezpečnosti.
- Snížení počtu chyb při seřizování a zvýšení jakosti.

- Nižší průběžná doba výroby a zvýšení míry využitosti stroje. (Mašín, 2000)
- Zvýšení flexibility výroby a rychlejší změna na novou výrobu.
- Zvýšení produktivity výroby.
- Zjednodušení pracovního postupu a možná standardizace postupu. (Pavel, 2017)

Metoda SMED by v podnicích neměla být podceňována, neboť ušetřený čas během seřizování strojů je velký. To může výrazně zvýšit produktivitu celého podniku. Tato metoda by měla být využita všude tam, kde výroba přechází z velkých dávek na menší nebo v podnicích, které standardně vyrábí produkty po malých dávkách. Metodu využívají i podniky, které přecházejí na štíhlou výrobu nebo je často spojována se systémem TPM. (Pavel, 2017) Metodu je vhodné zavádět do výroby společně s metodou 5S a s vizualizací. Tyto metody pomohou najít rutinu v interních i externích operacích. Důležité je jednotlivé kroky seřizování následně standardizovat a nově vytvořený postup využívat v praxi.

4 ŠTÍHLÝ MANAGEMENT

Za zakladatele štíhlého managementu (Lean Management) je považována firma Toyota a jejich systém výroby (Toyota Production System – TPS). Ten vychází ze 14 zásad, které jsou rozděleny do 4 kategorií: filozofie, proces, lidé a partneři, řešení problémů. Je znám také jako model 4P (z angličtiny odvozeno od Philosophy, Process, People and Partners, Problem). Mezi základní metody Toyota systému patří just-in-time (JIT), 5S či kaizen. Podstatou TPS je odstranění ztrát, tj. vše, co nepřináší hodnotu zákazníkovi. V řadě podniků dochází k nepochopení tohoto systému a aplikují pouze jednotlivé metody. Ty ovšem nepřinášejí takovou eliminaci ztrát jako celý systém TPS. (Poláková a Bobák, 2013)

Termín štíhlý (Lean) ve výrobě a poskytování služeb znamená vyrábět stále více a více z méně a méně zdrojů = zmenšování vstupních zdrojů. Pro podnik to tedy znamená vykonávat pouze takové činnosti, které jsou potřebné, dělat je hned a pouze jednou, rychleji a s méně finančními prostředky. (Fekete, 2012) Košturiak a Frolík (2006) charakterizují štíhlý management jako filozofii, která usiluje o zkrácení času mezi zákazníkem a dodavatelem a o eliminaci plýtvání mezi nimi.

4.1 Strategie konceptu štíhlého managementu

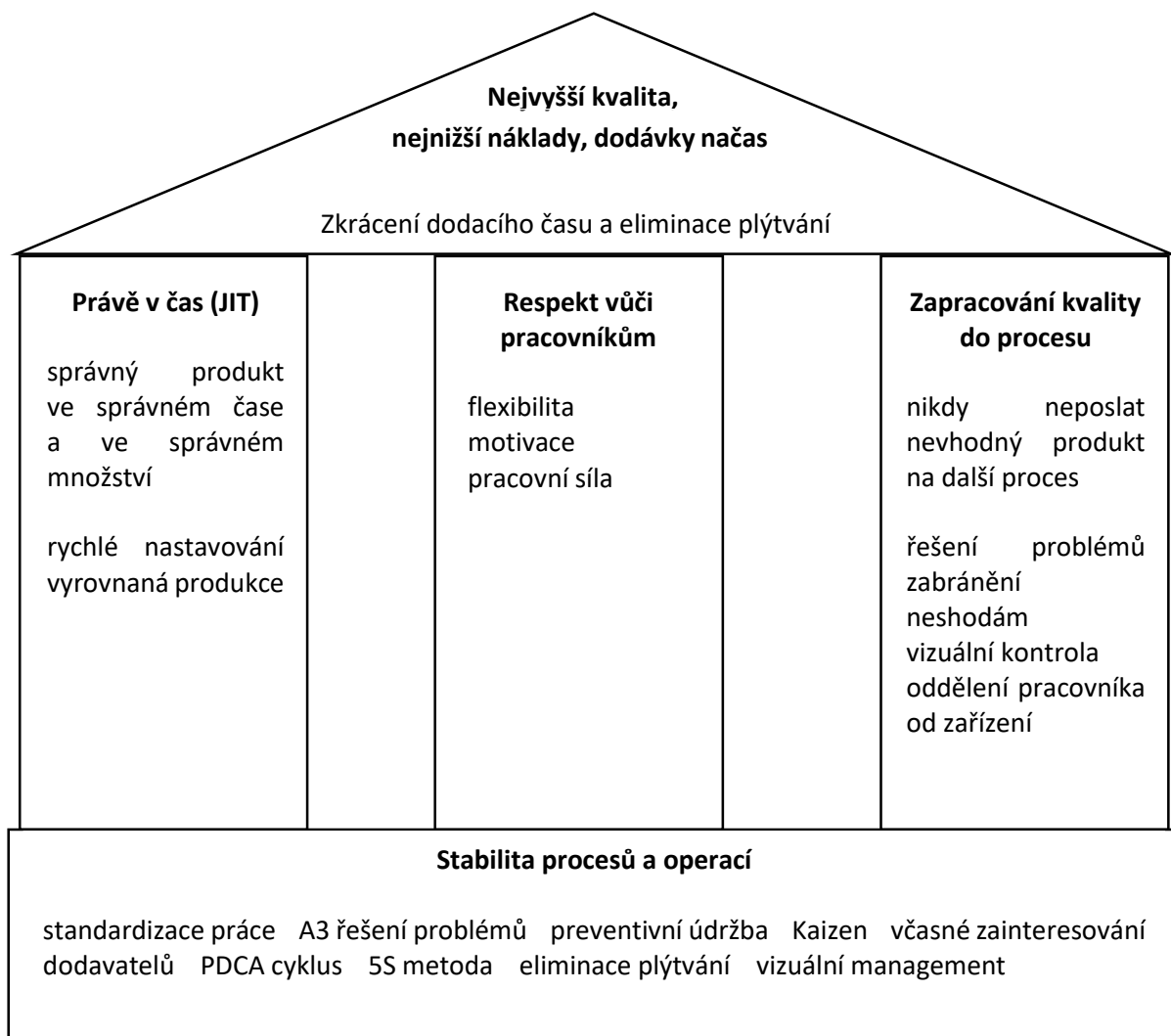
Celý systém aplikovat do podnikové praxe je velmi náročné (Fekete, 2012) a vyžaduje čas, proto základem pro dobré fungování systému ve firmě jsou dobře spolupracující lidé. Obecně je známo, že změny nejsou u lidí velmi oblíbené. Ovšem zavedení systému štíhlého managementu má řadu výhod. (Poláková a Bobák, 2013) Dle Wonga a kol. (2009) Mezi výhody patří zlepšení flexibility, zlepšení doby návratnosti, zvýšení zisku, snížení zásob, redukce odpadu, zvýšení produktivity a snížení nákladů.

Strategie štíhlé výroby lze rozdělit do tří následujících fází:

1. Fáze (doba trvání 6 až 9 měsíců): v této fázi dochází v podstatě k velmi revolučním, dramatickým a rychlým změnám, jejichž výsledek je okamžitý. Uplatňují se základní metody - např. mapování hodnotového toku, identifikace plýtvání a metoda 5S.
2. Fáze (doba trvání 1 až 3 roky): nazývaná také jako evoluční fáze. Dochází zde ke standardizaci nových pravidel a nastolení trvale udržitelného zlepšování. V této fázi se pracuje s metodou SMED, JIT a filozofií One-piece-flow (tok jednoho kusu).

3. Fáze (bez doby ukončení): fáze neustálého zlepšování. Na řadu přichází řada malých změn, což vede k dlouhotrvajícímu úspěchu firmy. Zavádí se systém totálně produktivní údržby (Total Productive Maintenance – TPM), Jidoka či Poka-yoke. (Poláková a Bobák, 2013)

Pro jednoduchou představu konceptu štíhlého managementu se využívá grafické znázornění ve tvaru domečku (obr. 6).



Obr. 6: Grafické znázornění konceptu štíhlého managementu. (Převzato a upraveno Fekete, 2012)

Dům představuje vhodný model, neboť se skládá ze základů, stěn a střechy. Při aplikaci konceptu štíhlého managementu do podniku se postupuje stejně jako při stavbě domu, tedy od základů, přes stěny až po střechu. V základech a stěnách domu jsou tučně vyznačené principy štíhlého managementu. A dále jsou zde popsány nejdůležitější a nejpoužívanější metody a nástroje pro realizaci v praxi. Střecha představuje cíle konceptu štíhlého managementu. (Fekete, 2012)

4.2 Štíhlý podnik

Poláková a Bobák (2013) definují štíhlý podnik „jako podnik, kde jsou vykonávané pouze takové činnosti, které jsou nezbytné.“ Nutné činnosti je potřeba vykonávat správně hned na poprvé, dělat je rychleji než ostatní a za co nejmenší možné náklady. Štíhlý podnik vykonává pouze to, co požaduje zákazník a to s použitím minimálního počtu činností s co nejnižšími náklady. Z pohledu průmyslového inženýrství dochází k eliminaci plýtvání, k zefektivnění procesů a urychlení produkce. (Poláková a Bobák, 2013) Štíhlý management je celá filozofie a zahrnuje nejenom štíhlý podnik, ale i štíhlou výrobu, logistiku, administrativu (Košturiak a Frolík, 2006) a štíhlé pracoviště. (Ježek, 2019)



Obr. 7: Schéma štíhlého podniku a jeho částí. (Převzato a upraveno Šimon a Miller, 2021 - 2022)

4.2.1 Štíhlá výroba

Smyslem štíhlé výroby je přenést některé činnosti a problémy mimo vlastní výrobní procesy. Výsledkem je redukce složitých výrobků a náročné výroby (přenesení části vývojových a výrobních činností na dodavatele), minimalizace mezioperačních skladových zásob, zjednodušení výrobních, materiálových a informačních toků. (Poláková a Bobák, 2013) Koncept štíhlé výroby se zaměřuje na výrobní pracoviště, linky, strojní zařízení a pracovníky. Cílem je standardizovaná výroba. K tomu se využívají metody a nástroje jako 5S, vizuální management, analýza práce, SMED, TPM, poka-yoke nebo FMEA. (Metody a nástroje, 2022)

4.2.2 Lean Layout – „štíhlé pracoviště“

Lean Layout pomáhá utvářet štíhlé pracoviště v podnicích. Jedná se o pracoviště, na kterém jsou omezeny prvky plýtvání, tj. nadměrná chůze či zbytečné pohyby. Zavedení takového typu pracoviště je doprovázeno pečlivou a podrobnou analýzou pomocí sady ověřených nástrojů. Jednotlivé úseky na pracovištích jsou navrhovány a zlepšovány komplexně. Jsou vždy podrobeny řadě metod průmyslového inženýrství, např. SMED, vizualizace či 5S. Změnami dochází k plynulosti materiálového toku od vstupního surového materiálu přes polotovary až k finálovému výrobku, balení a k expedici. Dochází k omezení plochy, k úspoře času, financí, ke zbytečné manipulaci, k zefektivnění práce jednotlivých pracovníků, ke zvýšení produktivity a ke zkrácení doby výroby. Posledním, ne méně důležitým krokem je standardizace nově nastoleného výrobního systému. (Ježek, 2019)

4.2.3 Štíhlá administrativa

Štíhlá administrativa usiluje o efektivní, organizovaný systém administrativních procesů. Štíhlá administrativa se zaměřuje na informační tok, a to konkrétně na správnost informací a na efektivní přenos informací. Cílem je vytvořit efektivní a stabilně fungující proces, který je následně standardizován. (Poláková a Bobák, 2013) Ve štíhlé administrativě se nejvíce využívají metody procesní analýzy, měření práce, 5S a vizuální management. (Metody a nástroje, 2022)

4.2.4 Štíhlá logistika

Štíhlá logistika se zaměřuje na pohyb materiálu a informační tok. Cílem je co nejkratší doba výroby s minimálním množstvím zásob. (Chromjaková, 2013) Typickým příkladem je výroba na zakázku. Veškeré komponenty pro výrobu koncového kusu se nakupují až po uzavření zakázky. Tudíž se nedrží v podniku žádné zbytečné skladové zásoby. (Poláková a Bobák, 2013) K hlavním metodám patří JIT, Kanban nebo VSM (Value stream mapping). (Metody a nástroje, 2022)

5 DÍLČÍ ZÁVĚR

Úvodní kapitola diplomové práce seznamuje s oborem průmyslové inženýrství, vysvětluje jeho podstatu a cíle činností. V kapitole je popsána i stručná historie oboru a jsou uvedeny přední představitelé a zakladatelé jednotlivých metod. Obor lze rozdělit na dvě odvětví – klasické a moderní průmyslové inženýrství. Těm jsou věnovány poslední dvě podkapitoly. Jsou u nich uvedeny i jednotlivé metody, které jsou typické pro tato odvětví. Podstatné je uvědomit si, že tento obor není výhradně oborem, který by své využití našel pouze v odvětví průmyslu. Aplikace metod průmyslového inženýrství je důležitá i v odvětvích služeb, zdravotnictví či bankovníctví. Hlavním cílem tohoto oboru je zefektivnění pracovních systémů, které vedou ke zvýšení produktivity a ke snížení nákladů. Což je v současné době velmi aktuální téma v mnoha výrobních i nevýrobních podnicích.

Druhá kapitola představuje základní principy průmyslového inženýrství. Kdy jedním z hlavních principů je hledání optimalizace procesů a tím redukce nákladů. Důležité je uvědomit si, že proces zlepšování je nikdy nekončící proces, jehož základem je Demingův cyklus. Průmysloví inženýři pracují s procesem. Proto prvním krokem jakéhokoli projektu je důkladná procesní analýza. Pro lepší pochopení výrobních i nevýrobních procesů se využívá grafického znázornění pomocí vývojových diagramů. Velmi aktuální téma v dnešní době, které spousta výrobních podniků řeší, je plýtvání. Proto jsou v kapitole popsány základní druhy plýtvání, které se nejvíce vyskytují v podnicích. Tyto druhy plýtvání bývají často schovány pod japonským názvem MUDE – odtud Muda hunting. Jedná se o sedm druhů plýtvání, díky kterým podniky přicházejí zbytečně o své finanční prostředky.

Třetí kapitola se zabývá pouze vybranými metodami průmyslového inženýrství. Kapitola nezahrnuje všechny metody průmyslového inženýrství, neboť jich je velká spousta. V kapitole jsou popsány metody, se kterými se následně pracuje v praktické části práce. Mezi nejdůležitější metody pro tuto práci patří 5S, SMED, spaghetti diagram a snímek pracovního dne. Zbytek zmíněných vybraných metod doplňuje a uceluje celou kapitolu. Je zde také stručně popsán vizuální management a standardizace, které se je vhodné integrovat do výše zmiňovaných metod průmyslového inženýrství, jakož i do všech metod průmyslového inženýrství obecně. Jednotlivé metody se obvykle do procesů nezavádějí samostatně, ale vždy jako vhodně namixovaný ucelený komplex šitý na míru určitému procesu. Pokud se vezme metoda SMED, tak ta ve své podstatě v sobě ukrývá, procesní

analýzu, metody snímku pracovního dne spolu se spaghetti diagramem, 5S a to vše završené standardizací a vizualizací nově vytvořených pracovních postupů.

Poslední kapitola se zabývá štíhlým managementem. Tento termín je více známý pod anglickým spojením Lean management. Nejprve je popsána strategie konceptu štíhlého managementu, kde jsou vypsány jednotlivé fáze i často používané metody při zavádění konceptu do provozu. Celý koncept je znázorněn graficky. Toto grafické vyjádření využívají i výrobní podniky pro znázornění vlastního výrobního systému. Následně je popsán štíhlý podnik spolu se čtyřmi štíhlými částmi (výroba, pracoviště, logistika a administrativa).

Východiska pro praktickou část

V praktické části je nejprve zpracována procesní analýza, která je graficky znázorněna pomocí flowchart diagramu. Následně je provedena řada snímků pracovního dne seřizovačů doplněná o spaghetti diagramy. Z dosažených výsledků je pomocí metody SMED přepracován pracovní postup seřizování. Při navrhování opatření se hledají cesty k minimalizaci plýtvání v procesu seřizování. Opatření jsou navrhována také s využitím metody 5S a vizuálního managementu. Podstatou je vypracovat standard procesu seřízení tak, aby byl přehledný, jednoduchý na pochopení a provedení a zajišťoval jistou stabilitu procesu. To pak vytváří potenciál pro dosahování stále stejné doby trvání procesu, což získá velmi pozitivní efekt pro zvýšení produktivity a zároveň pro přesnost plánování výroby a operativy.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 SPOLEČNOST THERMACUT, K. S.

Společnost THERMACUT, k. s. má své sídlo v Uherském Hradišti – Mařatice. Firma je jednou z největších výrobců spotřebních a náhradních dílů a hořáků pro plazmové sváření a řezání. Ve svém sortimentu aktuálně nabízí více než 150 typů hořáků a příslušných náhradních dílů pro plazmové sváření a řezání. Jelikož se zabývá výrobou náhradních dílů, řadí se společnost od skupiny „výrobních after-market“. I přesto nabízené produkty mají vysokou kvalitu a užitnou hodnotu a často překonávají díly od originálních výrobců. Společnost je jediným výrobcem ve střední a východní Evropě, která dokáže hravě konkurovat i dodavatelům v Severní Americe. Cílem společnosti je nabízet koncovým zákazníkům kvalitní produkty, se kterými se pracuje produktivněji. (Interní materiály společnosti)



Obr. 8: Logo společnosti. (Interní materiály společnosti)

6.1 Základní údaje o společnosti

Název společnosti:	THERMACUT, k. s.
Sídlo společnosti:	Uherské Hradiště – Mařatice, Sokolovská 574
IČ:	469 63 715
Datum zápisu:	25. 8. 1992
Právní forma:	Komanditní společnost
Jednatelé:	Ing. Stanislav Sládek Ing. Dušan Loukota Andreas Böckling
Počet zaměstnanců:	280

Předmět podnikání: Výroba, obchod a služby

Obrábění

Zámečnictví, nástrojářství

Výroba, instalace a oprava elektronických strojů a přístrojů,
elektronických a telekomunikačních zařízení

Webové stránky: www.thermacut.cz (Interní materiály společnosti)



Obr. 9: Sídlo společnosti v Uherském Hradišti. (Interní materiály společnosti)

6.2 Historie společnosti

Historie společnosti je poměrně bohatá. Přesně před 30 lety byla ve městě Uherské Hradiště založena firma THERMACUT, která neměla žádné výrobní oddělení. O výrobu součástek se starali dodavatelé. V roce 1993 začala firma prodávat produkty v Severní Americe přes síť obchodníků. V roce 1996 otevřela provozovnu v Kuníně, kde vzniklo obchodní a výrobní oddělení. Výrobky začala prodávat koncovým zákazníkům do východní Evropy a přes síť distributorů i do západní Evropy. Důležitým historickým milníkem bylo odkoupení většinového podílu německou holdingovou společností STK Gesellschaft für Schweisstechnik mbH Kolín nad Rýnem. (Interní materiály společnosti)

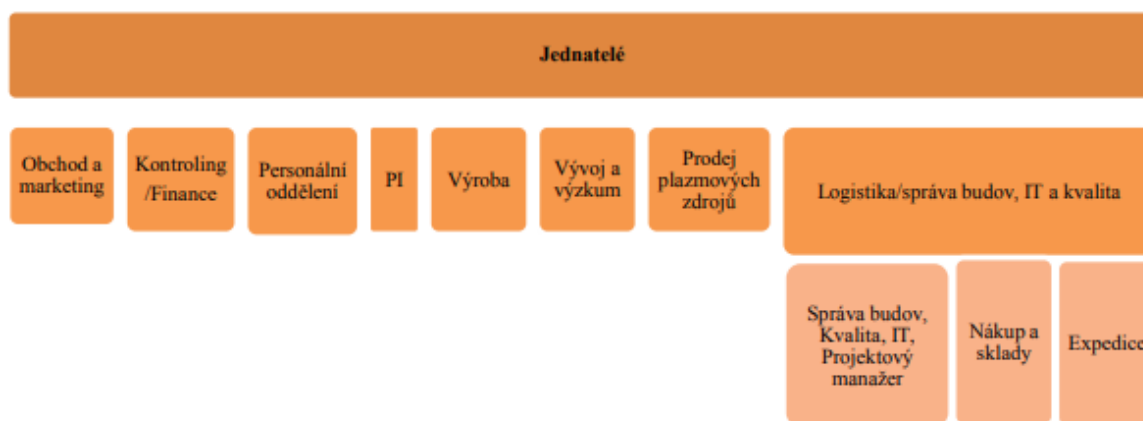
V roce 2002 byl odkoupen i zbytek podílu a společnost se stala součástí nadnárodní korporace. V roce 2012 společnost THERMACUT koupila společnost HOLMA®AG. Ta se zabývá také výrobou produktů pro řezání plazmou a svařování.

Koupí společnosti došlo k výměně technologických zkušeností a zákazníků. Díky tomu došlo k rozšíření portfolia produktů, které firma nabízí svým zákazníkům. (Interní materiály společnosti)

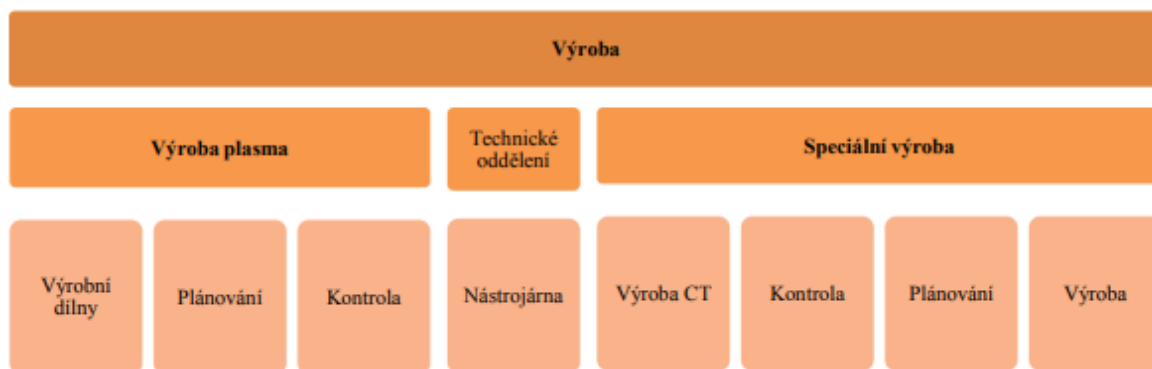
Firma se dále rozrůstala a své produkty dodává na trh do Indie, Turecka, Běloruska, Dánska, Norska, Švédska, Finska, Velké Británie, Japonska, Jižní Koreje, Číny, Vietnamu a Austrálie. V Mexiku a Brazílii se nachází sklady spojené s montážními pracovišti. V roce 2017 společnost změnila právní formu ze společnosti s ručením omezením na komanditní společnost. Sídlo výrobního oddělení se nachází v Uherském Hradišti a sídlo obchodního oddělení se nachází v Šenově u Nového Jičína. (Interní materiály společnosti)

6.3 Organizační struktura společnosti

Stručná organizační struktura společnosti THERMACUT, k. s. je zobrazena na obrázku 10. V čele společnosti jsou tři jednatelé. Dále se společnost dělí na osm následujících oddělení: obchodní, finanční, personální, průmyslové inženýrství, výrobu, vývoj a výzkum, prodej, logistika, kvalita, informační technologie a správa budov. Součástí společnosti jsou také sklady a expedice. Jelikož se jedná o výrobní společnost, na obrázku 11 je organizační struktura výroby. Ta je rozdělena na tři úseky, a to výroba plazmy, technické oddělení a speciální výroba. (Interní materiály společnosti)



Obr. 10: Organizační struktura společnosti THERMACUT, k. s. (Interní materiály společnosti)



Obr. 11: Organizační struktura výroby. (Interní materiály společnosti)

6.4 Produktové portfolio

Společnost svým zákazníkům nabízí bohaté produktové portfolio. Produkty mohou být rozděleny do tří kategorií: plasma, laser a autogén. V kategorii plasma si zákazníci mohou vybrat z řady náhradních dílů, hořáků a kabelů. V kategoriích laser a autogén poskytuje zákazníkům celou řadu náhradních dílů. Ukázka nabízených produktů je vidět níže na obrázku 12 a 13. (Interní materiály společnosti)



Obr. 12: Ukázka nabízených dílů. (Interní materiály společnosti)



Obr. 13: Ukázka nabízených hořáků a kabelů. (Interní materiály společnosti)

7 ZADÁNÍ PROJEKTU

Prvním bodem projektu je vypracování analýzy současného stavu pracoviště. S dosaženými výsledky se dále pracuje při navrhování řešení. Cílem projektu je navrhnout opatření, které zefektivní seřizování CNC strojů. Navrhovaná řešení by měla zkrátit interní čas přestavby CNC strojů a tím zefektivnit výrobní proces na pracovišti Plasmy ve společnosti THERMACUT, k. s.. Změněný pracovní postup by se měl stát součástí firemních standardů.

Název projektu

Zefektivnění strojního seřizování s důrazem na zvýšení spolehlivosti a udržitelnost dosaženého standardu.

Projektový tým

Pro tento projekt byl navržen projektový tým, kterého jsou součástí následující pracovníci: studentka, manažer trvalého zlepšování, vedoucí výroby, vedoucí seřizovačů a seřizovači.

Hlavní cíl

Nový standard strojního seřizování zajišťující dlouhodobě stabilní snížení prostoje v důsledku strojní přestavby o 50 % na vybraném pracovišti.

SMART cíle

- | | |
|-------------------------|--|
| S specifický | zefektivnění seřizování na vybraném pracovišti u konkrétních CNC strojů. |
| M měřitelný | redukce prostojů v procesu seřízení na novou výrobní zakázku o 50 %. |
| A akceptovatelný | projekt je součástí rozvojových projektů podniku. |
| R reálný | z výsledků analýzy vychází potenciál pro realizaci dílů. |
| T termínovaný | realizace projektu do konce července 2022. |

Dílčí cíle projektu

Součástí hlavního cíle jsou i následující dílčí cíle:

- Snížení celkového času seřízení o 25 %.
- Vyšší využití strojů.
- Nové standardy (pracovní postupy) seřizování.

- Zvýšení spolehlivosti a udržitelnost dosaženého standardu.
- Nové umístění přípravků dle metody 5S.

Další výhody plynoucí z projektu

- Zakoupení nových přípravků pro zefektivnění seřizování.
- Odstranění plýtvání.
- Vytvoření trvalých návyků udržování pořádku díky 5S.

7.1 Časový harmonogram projektu

Časový harmonogram projektu udává jednotlivé činnosti, které jsou nezbytné pro úspěšné dokončení celé práce. U těchto činností je dána doba trvání. Činnosti jsou rozděleny následovně: seznámení se se společností, analýza současného stavu seřizení CNC strojů, návrh a zavedení změn a finální zhodnocení provedených změn.

Časový harmonogram projektu											
Činnosti	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
	2021	2021	2021	2021	2022	2022	2022	2022	2022	2022	2022
Definování obsahu projektu	■										
Seznámení s pracovištěm	■	■									
Analýza současného stavu		■	■								
Měření práce			■	■	■						
Vyhodnocení analýzy					■	■					
Návrh řešení postupu seřizování						■	■				
Návrh nových přípravků pro předseřizování						■	■				
Realizace navrhnutého řešení							■	■	■		
Standardizace pracovního postupu								■	■		
Vyhodnocení projektu										■	
Představení výsledků projektu											■

Obr. 14: Časový harmonogram projektu. (Zdroj vlastní)

7.2 Logický rámec projektu

Logický rámec projektu (tab. 1) slouží jako pomocník při stanovování základních parametrů projektu. Hlavním cílem projektu je redukce prostojů v procesu seřizení o 50 %. Projekt je rozdělen do čtyř základních částí: analýza současného stavu, návrh řešení postupu seřizování, návrh nových přípravků pro seřizování a standardizace pracovního postupu. Jednotlivé fáze mají řadu specifických úkolů, které jsou popsány v klíčových aktivitách.

Tab. 1: Logický rámec projektu. (Zdroj vlastní)

Strom cílů	Objektivně ověřené ukazatele	Zdroj informací k ověření	Předpoklady a rizika
Přínos Zefektivnění seřízení CNC strojů na vybraném pracovišti.	Vyšší produktivita strojů – návratnost investic.	Denní statistiky.	Neochota počátečních investic ze strany společnosti.
Cíl Snížení doby seřízení u vybraných CNC strojů.	Redukce prostojů v procesu seřízení o 50 %.	Projektová část diplomové práce.	Neochota spolupráce ze strany zaměstnanců.
Výstupy Analýza současného stavu. Návrh řešení postupu seřizování. Návrh nových přípravků pro seřizování. Standardizace pracovního postupu.	Výsledky analýzy současného stavu. Snímek pracovního dne. Spaghetti diagram. Metoda SMED.	Výsledky snímku pracovního dne. Výsledky spaghetti diagramu. Časová úspora při seřizování.	Chybná analýza. Chybně použité metody PI. Chyba při sběru dat.
Klíčové aktivity Seznámení s pracovištěm. Analýza pracovních činností – měření práce. Vyhodnocení analýz. Návrh nového postupu seřizování. Nákup nových přípravků pro předseřízení. Standardizace pracovního postupu. Vyhodnocení projektu. Představení projektu.	Zdroje Interní materiály společnosti. Rozpočty pro nově pořizované přípravky. Layout pracoviště. Aplikace vhodných metod PI. Zaměstnanci – seřizovači. Fotoaparát. Stopky. Počítač.	Časový rámec Září 2021 – červenec 2022	Nedodržení časového rámce projektu. Nesplnění cílů projektu.

7.3 RIPRAN - Riziková analýza

Metoda RIPRAN (Risk Project Analysis) představuje empirickou metodu pro analýzu rizik projektu. Nejprve bylo vybráno 7 hrozeb pro tento projekt, které jsou uvedeny v logickém rámci projektu (tab. 1). U rizik byla následně zpracována klasifikace pravděpodobnosti a možné scénáře. Byla navržena opatření ke snížení rizik.

Výsledky rizikové analýzy projektu vycházejí z následujících hodnot: pravděpodobnost hrozeb a scénáře (tab. 2), dopady na projekt (tab. 3) a hodnocení rizik (tab. 4). Celkové výsledky analýzy jsou zaznamenány v obr. 15 (pro lepší čitelnost je tabulka k nahlédnutí v příloze P I).

Tab. 2: Pravděpodobnost hrozeb a scénáře. (Zdroj vlastní)

Pravděpodobnost hrozby a scénáře		
MP	malá p-st	0 – 30 %
SP	střední p-st	31 – 65 %
VP	vysoká p-st	66 – 100 %

Tab. 3: Dopady na projekt. (Zdroj vlastní)

Dopady na projekt		
VD	velký dopad	ohrožení celého projektu
SD	střední dopad	ohrožení dokončení projektu
MD	malý dopad	zásah do projektu

Tab. 4: Hodnocení rizik. (Zdroj vlastní)

Hodnocení rizik			
	VD	SD	MD
VP	VHR	VHR	SHR
SP	VHR	SHR	NHR
MP	SHR	NHR	NHR

Č.	Hrozba	P-st hrozby	Scénář	P-st scénáře	Celková p-st		Dopady	Hodnota rizika	Opatření
1	neochota počátečních investic ze strany společnosti	50 %	nedokončení projektu	70 %	45 %	SP	VD	VHR	představení přínosů projektu společnosti
2	neochota spolupráce ze strany zaměstnanců	35 %	nedostatečná komunikace	50 %	20 %	MP	MD	NHR	zapojení do projektu zaměstnance a pravidelná komunikace s nimi
			neochota přijmout zaváděné změny	75 %	35 %	SP	VD	VHR	
3	chybná analýza	45 %	nesprávná data	70 %	45 %	SP	SD	SHR	konzultace s vedoucím práce
			opakování analýzy	60 %	10 %	MP	MD	NHR	
4	chybně použité metody PI	50 %	nepravdivá data	80 %	35 %	SP	SD	SHR	konzultace s vedoucím práce a nastudování metod PI
			zpracování dat novými metodami	65 %	20 %	MP	SD	NHR	
5	chyba při sběru dat	60 %	neúplná data	85 %	40 %	SP	SD	SHR	dbát na správná data
			nepravdivá data	80 %	55 %	SP	VD	VHR	
6	nedodržení časového rámce projektu	30 %	zpoždění realizace projektu	60 %	30 %	MP	SD	NHR	časová rezerva
7	nesplnění cílů projektu	20 %	neúspěšný projekt	70 %	35 %	SP	VD	VHR	průběžná kontrola cílů

Obr. 15: Tabulka výsledků rizikové analýzy RIPRAN. (Zdroj vlastní)

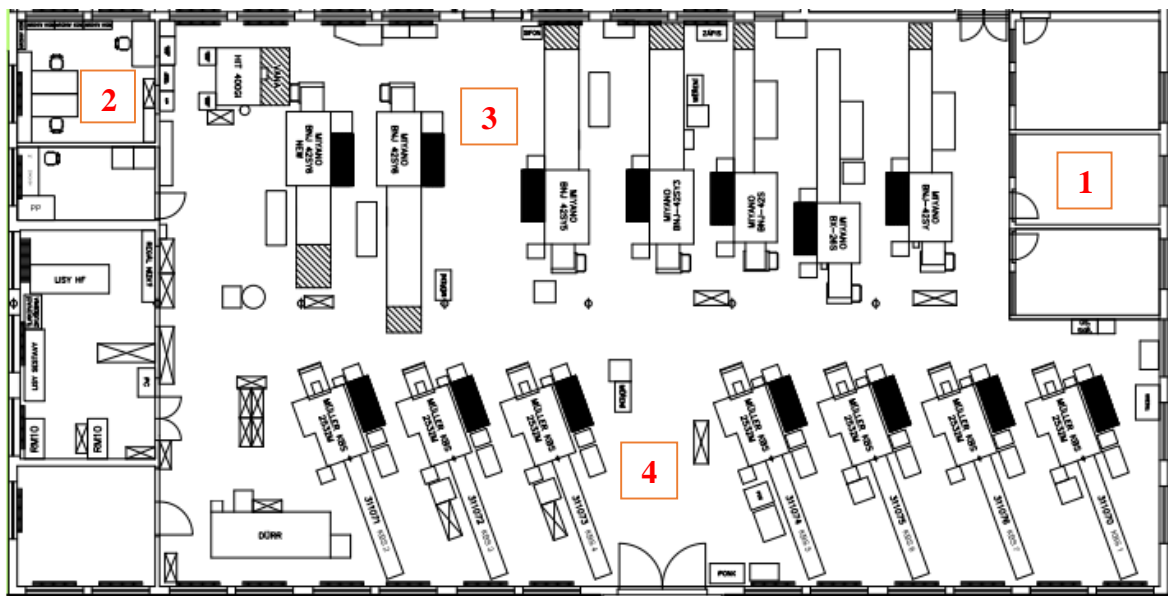
Z tabulky výsledků analýzy (obr. 15) je patrné, že projekt nejvíce ohrožují 4 hrozby, a to neochota počátečních investic ze strany společnosti, neochota spolupráce ze strany zaměstnanců, chyba při sběru dat a nesplnění cílů projektu. K vyjmenovaným hrozbám byla navržena tato opatření: představení přínosů projektu společnosti, zapojení do projektu zaměstnance a pravidelná komunikace s nimi, dbát na správná data a průběžná kontrola cílů.

8 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Pro tuto práci bylo vybráno pracoviště Plasmy ve společnosti THERMACUT, k. s., kde je zapotřebí snížit interní čas seřizování, při kterém CNC stroj stojí. Proto byl aktuální postup seřizování podroben metodě studie práce konkrétně spaghetti diagramu a časovým studiím, konkrétně snímku pracovního dne. Získané výsledky byly dále podrobeny metodě SMED ke zjištění interních, externích a ztrátových časů. Provedením těchto metod bylo zjištěno plýtvání při seřizování.

8.1 Popis pracoviště

Pracoviště Plasmy je zobrazeno na layoutu (obr. 16). Za zmínku stojí čtyři hlavní body pro tuto práci. Důležité body jsou na obrázku 15 znázorněny červenými čísly v oranžovém rámečku. Číslo 1 je kancelář mistra výroby. Číslo 2 je pracoviště kontroly kvality. Hala je rozdělena na dvě poloviny. Na polovině označené číslem 3 jsou umístěny CNC stroje značky Miyano. Na druhé polovině označené číslem 4 nalezneme CNC stroje značky Müller. Pro tuto práci byly vedoucím výroby vybrány CNC stroje značky Miyano.



Obr. 16: Layout pracoviště Plasmy. (Interní materiály společnosti)

Popis CNC strojů

Pracoviště Plasmy je vybaveno sedmi stroji značky Miyano a sedmi stroji značky Müller. CNC stroje Miyano (obr. 17) jsou dvouvřetenové a vícerevolverové přesné stoje od japonského výrobce. Jsou určeny pro výrobu přesných součástek převážně z tyčového materiálu. Soustruhy, které vlastní společnost THERMACUT, k. s., mají dvě hlavy s poháněnými nástroji (obr. 18) ve všech polohách revolverové hlavy pro kompletní obrábění součástek. (Miyano, 2021) Tím je umožněno současné obrábění na obou vřetenech jednou hlavou. Díky tomu dochází ke zkrácení času při frézování. (Miyano BNJ-42SY6, 2022) Pro vyšší tuhost a přesnost jsou tyto stroje vybaveny kalenými, broušenými a zaškrabávanými ložemi. Tím je zaručena dlouhá živostnost stroje i nástrojů. Stroje jsou vyráběny s vysoce kvalitních součástek a dílů, tím je zaručen provoz s minimální poruchovostí. (Miyano, 2021) Stroje jsou vybaveny zachycovačem dílů, dopravníkem třísek, dopravníkem obrobků, hlídkovým světlem a středně – tlakým chladicím systémem. (Miyano BNA-42S2, 2022) K chlazení se ve výrobě používají výhradně chladicí oleje.

CNC stroje jsou vybaveny podavačem pro hutní materiál ve tvaru tyčí o délce 3 m, 4 m a 6 m. Některé CNC stroje jsou doplněny podavačem pro polotovary. Dále jsou vybaveny článkovým vynašečem třísek. U stroje nesmí chybět ani filtrační odsávací zařízení. To je v ECO řadě s velkým rozsahem odsávacího výkonu a s možností dokoupení náhradních filtrů. Toto zařízení je nezbytné pro odsávání chladicí kapaliny. Stroje jsou dovybaveny nástrojovým vybavením, držáky nástrojů pevnými i poháněnými, sklícidly a kleštiny. Tyto nástroje jsou umístěny v nástrojových skříních na určitých místech po hale. (Miyano, 2021)

U každého CNC stroje je umístěna nářaďová bedna, ve které mají operátoři a seřizovači uskladněny nejnnutnější nářadí. Dále je na stole pro obsluhu digitální posuvné měřítko pro kontrolní přeměření kusů. Poslední nezbytnou věcí je nádoba na chemické čištění kusů a nástrojů. Pro odmaštění se ve výrobě používá přípravek Esso Clean.



Obr. 17: CNC stroj Miyano. (Zdroj vlastní)



Obr. 18: Nástrojová hlava CNC stroj Miyano. (Zdroj vlastní)

8.2 Pracovní postup pro seřízení stroje

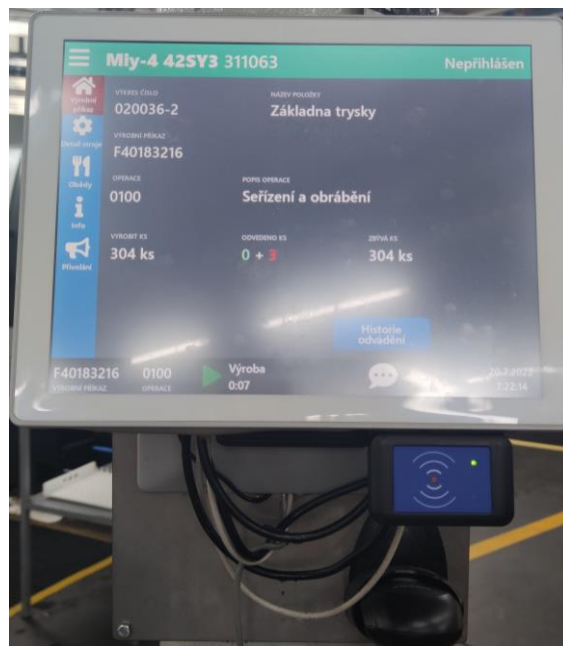
Proces seřízení CNC stroje z jedné výrobní zakázky na druhou je na pracovišti Plasmy prováděn vždy vyškoleným seřizovačem. V současnosti se celý proces skládá z následujících třinácti kroků.

1. **Práce s dokumentací** – vyzvednutí seřizovacího listu, vytvoření programu na PC a ve firemním programu MES nastavení seřizování stroje.
2. **Odstavení stroje** – odstavení stroje po ukončení předchozí zakázky. Vyčištění stroje od špon, doplnění chladicí kapaliny a základní kontrola funkčnosti stroje.

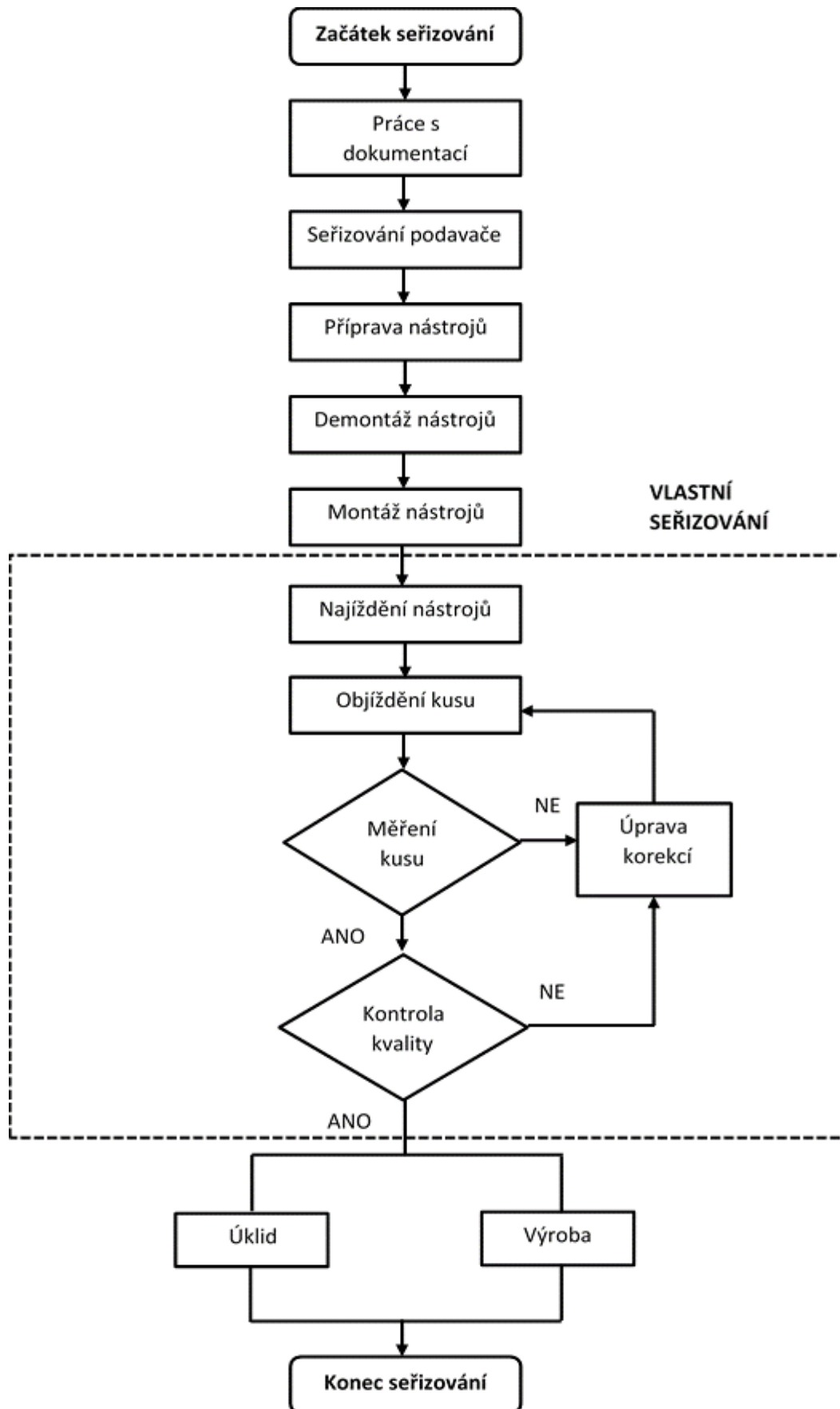
3. **Seřizování podavače** – nastavování podavače na nový typ materiálu a doplnění materiálu do podavače.
4. **Příprava nástrojů** – dle seřizovacího listu přichystání všech potřebných nástrojů pro seřízení včetně broušení plátků nože nebo vrtáků.
5. **Demontáž nástrojů** – demontáž všech nepotřebných nástrojů z obou hlav.
6. **Montáž nástrojů** – montáž nových nástrojů na obou hlavách.
7. **Najíždění nástrojů** – najíždění všech nástrojů a zadávání parametrů.
8. **Objíždění prvního kusu** – objíždění prvního kusu výrobku první nástrojovou hlavou. Poté měření rozměrů a upravování korekcí.
9. **Objíždění druhého kusu** – objíždění druhého kusu první nástrojovou hlavou a první objíždění nástroji na druhé hlavě.
10. **Měření a úprava korekcí** – kontrola rozměrů vyrobeného kusu a úprava korekcí v případě neshodných velikostí.
11. **Kontrola kvality** – první správně vyrobený kus je odnesen na překontrolování rozměrů na kontrolu kvality.
12. **Úklid** – úklid nepotřebných nástrojů a čekání na výsledky z kontroly kvality.
13. **Zahájení sériové výroby** – po potvrzení správnosti rozměrů je zahájena sériová výroba kusů. První kusy jsou měřeny a donastavují se korekce.

K lepšímu pochopení celého procesu seřízení byl vytvořen flowchart (obr. 20). Proces seřízení začíná vytvořením programu podle seřizovacího listu. Seřizovač v systému MES (obr. 19) zadá změnu stavu stroje z výroby na seřízení. Nejprve se změní parametry na podavači a doplní se materiál. Tento úkon se provádí, pokud se v zakázce mění materiál nebo průměr. Následuje příprava nových nástrojů dle seřizovacího listu. Po přípravě se provádí demontáž nástrojů z předchozí zakázky, které nebudou potřebné. Přichází na řadu montáž nových nástrojů. Čas demontáže a montáže nástrojů se mění v závislosti na počtu potřebných nástrojů pro výrobu. Samotný proces seřizování začíná až najížděním nástrojů, kdy se určí nulové hodnoty na ose x, y, z, pro každý nově upnutý nástroj. Seřizování pokračuje postupným objížděním kusu. Nejprve se objíždějí nástroje na první nástrojové hlavě. Následuje předání kusu do kleštiny pro objíždění kusů pomocí druhé nástrojové hlavy. Kus objety pouze z jedné strany se přeměřuje a na základě výsledků z měření se upravují

korekce. Celý postup se opakuje, dokud vyrobený kus nesplňuje rozměry a tvary uvedené v zakázkovém listu. První správně vyrobený kus se odnáší na kontrolu kvality. Pokud kontrola kvality neodhalí žádné nesrovnalosti, může být spuštěna sériová výroba. Prvních zhruba deset kusů (podle složitosti výrobku) se kontrolně měří a dochází ještě k ladění korekcí. Je to dáno tím, že stroj se zahřívá, a proto může docházet k drobným změnám u vyrobených kusů. Poté se ukončí seřizování v systému MES a stroj si přebírá operátor.



Obr. 19: Ukázka systém MES. (Zdroj vlastní)



Obr. 20: Obecný postup seřizování. (Zdroj vlastní)

8.3 Analýza pracovního postupu seřizování

Analýza pracovního postupu je provedena pomocí dvou doplňujících se metod, a to snímku pracovního dne (resp. snímku vybraného procesu) a spaghetti diagramu. U snímku pracovního dne je sledována celková doba seřizování CNC strojů na vybraném pracovišti. Metodou spaghetti diagramu je v průběhu provádění snímku pracovního dne graficky evidována absolvovaná trasa, kterou pozorovaný pracovník při seřizování nachodil.

8.3.1 Snímek pracovního dne

Pro analýzu současného pracovního postupu seřizování je zvolena metoda snímku pracovního dne, která je doplněna o spaghetti diagram. Jednotlivé pracovní úkony jsou chronologicky zaznamenávány a doplněny o jednotlivé časové úseky. Získaná data jsou zpracována v MS Excelu. Ukázka zpracovaných dat je k nahlédnutí v příloze P II. U každého pracovního kroku je sledován čas trvání a místo vykonávané činnosti. Pokud vykonávaná činnost není součástí seřizování, do poznámek se uvádí impuls, který vede k vykonávání této akce. Dále se rozebírá, jestli je možné daný impuls odstranit, zda je důležitý a popřípadě do jakého druhu plýtvání spadá.

Pro lepší přehlednost jsou jednotlivé činnosti ze snímku pracovního dne rozděleny do následujících kategorií (na obr. 21 označeny zeleně):

- administrativa – práce s dokumentací,
- doplňování materiálu,
- příprava nástrojů,
- montáž a demontáž nástrojů,
- seřizování,
- objíždění kusů,
- měření kusů a úprava korekcí,
- kontrola kvality,
- výroba.

Zeleně označené činnosti jsou činnosti, které jsou potřebné v procesu seřizování, avšak je možné s nimi pracovat tak, že je možné je ještě zkrátit.

Žlutě označené (obr. 21) jsou činnosti, které je možné výrazně zkrátit či omezit. Do této kategorie patří:

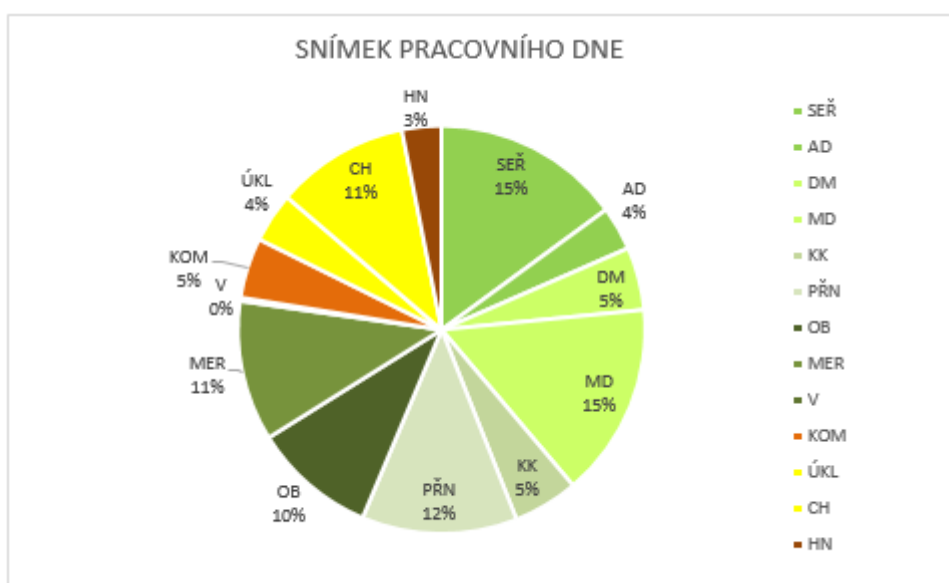
- komunikace,
- úklid.

Červeně označené (obr. 21) jsou činnosti, které je vhodné úplně eliminovat a lze je označit za plýtvání. V tomto případě se jedná o:

- nadbytečnou chůzi,
- hledání nástrojů.

Zkratka	Snímek pracovního dne		ČAS	%
	Hlavní činnosti			
SER	Seřizování		0:14:14	15%
AD	Administrativa		0:03:18	3%
DM	Doplňování materiálu		0:04:44	5%
MD	Montáž a demontáž nástrojů		0:14:37	15%
KK	Kontrola kvality		0:04:55	5%
PRN	Příprava nástrojů		0:11:44	12%
OB	Objížďení prvních kusů		0:09:18	10%
MER	Měření prvních kusů a úprava korekcí		0:10:34	11%
V	Výroba		0:00:15	0%
KOM	Komunikace s kolegou		0:04:33	5%
UKL	Úklid pracoviště		0:03:45	4%
CH	Chůze		0:10:04	11%
HN	Hledání nástrojů		0:02:59	3%
SUMA ČASŮ			1:35:00	100%

Obr. 21: Snímek pracovního dne. (Zdroj vlastní)



Obr. 22: Koláčový graf s procentuálním zastoupením činností seřizování. (Zdroj vlastní)

Procentuální doba trvání jednotlivých činností při seřizování je zobrazena na koláčovém grafu (obr. 22). U všech kategorií je sečtena i celková časová dotace. Jednotlivé kroky při seřizování vycházejí z výše popsaného procesu seřizování. Měření bylo provedeno celkem desetkrát. Celkové časy doby seřizování ze všech provedených měření jsou uvedeny v tab. 5. Pro další zpracování se pracuje s hodnotou mediánu. Což je hodnota, která dělí naměřené hodnoty na dvě stejně početné poloviny. Doba seřizování se liší podle počtu měněných kusů. Aby získaná data byla korektní, bylo vždy pro snímkování vybíráno seřízení o výměně stejného počtu nástrojů. Aby nedocházelo ke zkreslování výsledků měření, byli snímkování pouze zkušební seřizovači s praxí. Důležité je zmínit, že celý proces probíhá v interním čase. Tedy v čase, kdy stroj stojí a nevyrábí.

Tab. 5: Výsledky snímků pracovního dne. (Zdroj vlastní)

Číslo snímku	Celkový čas seřizování
1. Snímek	2:02:00
2. Snímek	1:56:40
3. Snímek	1:37:20
4. Snímek	1:35:30
5. Snímek	1:35:00
6. Snímek	1:35:00
7. Snímek	1:34:40
8. Snímek	1:34:02
9. Snímek	1:33:59
10. Snímek	1:33:20

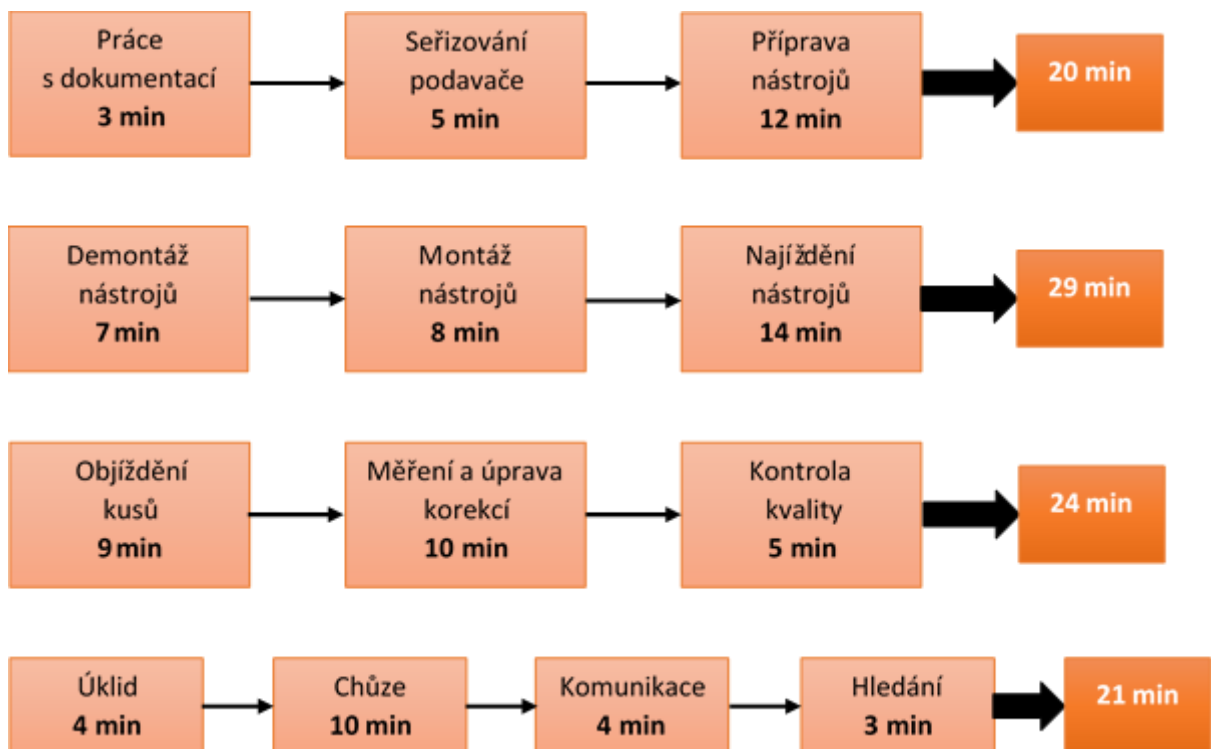
8.3.2 Spaghetti diagram

Metoda spaghetti diagram doplňuje výše uvedenou metodu. K jednotlivým snímkům pracovního dne byly provedeny i spaghetti diagramy. Pomocí nich bylo zjištěno, kolik kroků nachodí jednotliví seřizovači při provádění seřizování. V této metodě bylo využito chytrých hodinek, které měří jednak počet kroků a jednak i vzdálenost trasy v metrech (kilometrech). Pro tuto práci byl spaghetti diagram počítán v krocích.

Ze snímků pracovního dne je patrné, že nejvíce se seřizovači nachodí při přípravě nástrojů, kdy musí docházet pro jednotlivé nástroje do nástrojových skříní. Ty jsou umístěny v prostoru haly. Další činností, při které se zvyšuje počet nachozených kroků, je hledání nástrojů či nářadí.

8.4 Výsledky provedené analýzy

U výsledků provedené analýzy je nutno podotknout, že záleží na tom, z jakého úhlu pohledu se na ně díváme. Pokud půjdeme klasickou cestou MUDE huntingu, zjistíme následující fakta. Z výsledků je patrné, že celý proces seřizování je prováděn v interním čase – čas, kdy stroj nevyrábí (obr. 24). Je důležité, aby tento čas byl minimalizován na co nejmenší možnou dobu. Protože čím déle stroj stojí, tím méně firmě vydělává. Ve schématu můžeme hned na první pohled vidět plýtvání. A to je ukryto konkrétně v posledním řádku – chůze, komunikace a hledání. Tyto tři činnosti by se při procesu seřizování neměly vůbec objevovat. Pokud půjdeme více do hloubky procesu, zjistíme, že některé procesy mohou být prováděny v externím čase – čas, kdy stroj vyrábí. Prvním bodem je úklid nástrojů a nářadí. Ten může být prováděn až po spuštění výroby. Příprava nástrojů může být také provedena před dovyřáděním předchozí zakázky.



Obr. 24: Schéma jednotlivých procesů seřizování. (zdroj vlastní)

Dále je zde řada podprocesů, které lze zrychlit či zefektivnit. I pořízením některých přípravků lze zkrátit čas seřizování. Další mezera byla zjištěna v time managementu seřizovačů. Konkrétním problémem je obědová přestávka. Tu zaměstnanci na pracovišti Plasmy mají od 11:00 do 11:30. Problém ovšem nastává, když proces seřizování je u posledního kroku, ale seřizovači proces přeruší na 30 min obědovou přestávkou. Tím se proces zbytečně výrazně prodlouží.

9 NAVRHOVANÉ PROJEKTOVÉ ŘEŠENÍ

Projekt má řadu řešení, která dokáží urychlit celý proces seřizování. Řešení se odvíjí od výsledků analytické části. Navrhovaná řešení lze rozdělit podle doby trvání realizace na krátkodobé – realizované v řádu týdnů, střednědobé – realizace v řádu měsíců (do půl roku) a dlouhodobé – půl roku a více. Při realizaci navrhovaných řešení se musí brát v potaz i ekonomická stránka. Ne všechna řešení jsou nízkonákladová. Realizace řešení začala za doby pandemie Covid-19, kdy ne vše bylo na trhu dostupné. V současnosti s rostoucí ekonomickou krizí byla realizace některých řešení odsunuta nebo pozastavena ze strany společnosti. To znamená, že některé návrhy budou realizovány až v budoucnosti. Po dohodě s vedením společnosti nejsou jednotlivé návrhy v práci finančně vyčísleny. Jedná se pouze o interní záležitost společnosti a ta si nepřeje zveřejňovat je.

Tab. 7: Návrhy řešení projektu. (Zdroj vlastní)

P. č.	Řešení	Doba realizace		
		Krátkodobá	Střednědobá	Dlouhodobá
1	Nákup nářad'ové stěny, nádoby na chemické čišění a soupravy nářadí	✓		
2	Reorganizace pracovního postupu seřizování		✓	
3	Předchystání nástrojů do nástrojové bedny	✓		
4	Předseřizování (nákup nových sad nástrojů a předseřizování na stroji Zoller)			✓
5	Skříň na nástroje	✓		
6	Seřizovací vozík (vozík pro CNC nástroje)		✓	
7	Seznam nástrojů – součást technologického listu		✓	
8	Akušroubovák	✓		
9	Tablety a sběr dat			✓
10	Seřizovací postup v MES systému		✓	

9.1 Návrh č. 1 - Nákup nářad'ové stěny, nádoby na chemické čišění a soupravy nářadí

Pro eliminaci hledání nářadí je navržen nový systém ukládání nářadí, které je potřebné pro seřizování. Návrh se opírá o metodu 5S. V současnosti je všechno nářadí uloženo v plechovém nářad'ovém boxu. Bohužel se jedná o starý model a nářadí zde nelze nijak

uspořádat. Což způsobuje plýtvání ve formě hledání a přehrabávání se v nářadovém boxu. Nářadí, které není používáno příliš často, je uloženo v nářadových skříních rozmístěných po hale. Při provádění analýzy byly také zaznamenány situace, kdy některé druhy nářadí chyběly na dílně úplně. V takovém případě si seřizovači museli nářadí vypůjčit z vedlejší dílny.

Po provedení brainstormingu se seřizovači bylo navrženo dokoupení chybějícího nářadí. Seznam nářadí si sestavili sami seřizovači. Následně bylo navrženo nové umístění nářadí potřebné pro seřizování, a to na nářadové stěny. Ty byly zakoupeny ke každému CNC stroji na pracovišti Plasmy. Jednotlivé uspořádání nástrojů na stěnu si opět navrhovali sami seřizovači na základě svých preferencí. Díky tomu byla změna velmi dobře akceptovatelná. Aktuální stav nářadové stěny lze vidět na obr. 25. Na stěně je umístěno gumové kladivo, plochý pilník, sada šroubováků, kombinačky, sada plochých klíčů, sada imbusových klíčů a sada speciálních přípravků.



Obr. 25 Aktuální stav nářadové stěny. (Zdroj vlastní)

Na obrázku 25 je hned na první pohled patrný potenciál pro další zlepšení, a to v popisících pozic jednotlivých nástrojů. Další nářadí by mohlo být umístěno na polici pod nářadovou stěnou v nářadové bedně, které by bylo systematicky uspořádané (obr. 26).

Méně často používané nářadí by mělo být uloženo v nářaďovém vozíku (obr. 27). Na pracovišti by mohli být takto rozmístěny dva nářaďové vozíky, které by si v případě potřeby pracovníci mohli převážet.



Obr. 26: Ilustrační obrázek nářaďového bedny. (Převzato a upraveno z Bohemia bike.cz, 2022)



Obr. 27: Ilustrační obrázek nářaďového vozíku. (Převzato a upraveno z Kaiserkraft.cz, 2022)

Pro zvýšení bezpečnosti práce je navrženo zakoupit nové nádoby na chemické čištění kusů a nástrojů. Do současných nádob musí zaměstnanci pro vytažení kusů dávat ruce. Existují nádoby, které mají v sobě zabudované sítko, které se automaticky při otevření víčka zvedne z tekutiny. Díly se nechají odkapat a následně je může zaměstnanec bezpečně odebrat (obr. 28). Tato nádoba by mohla být umístěna na stole u nářadové stěny.

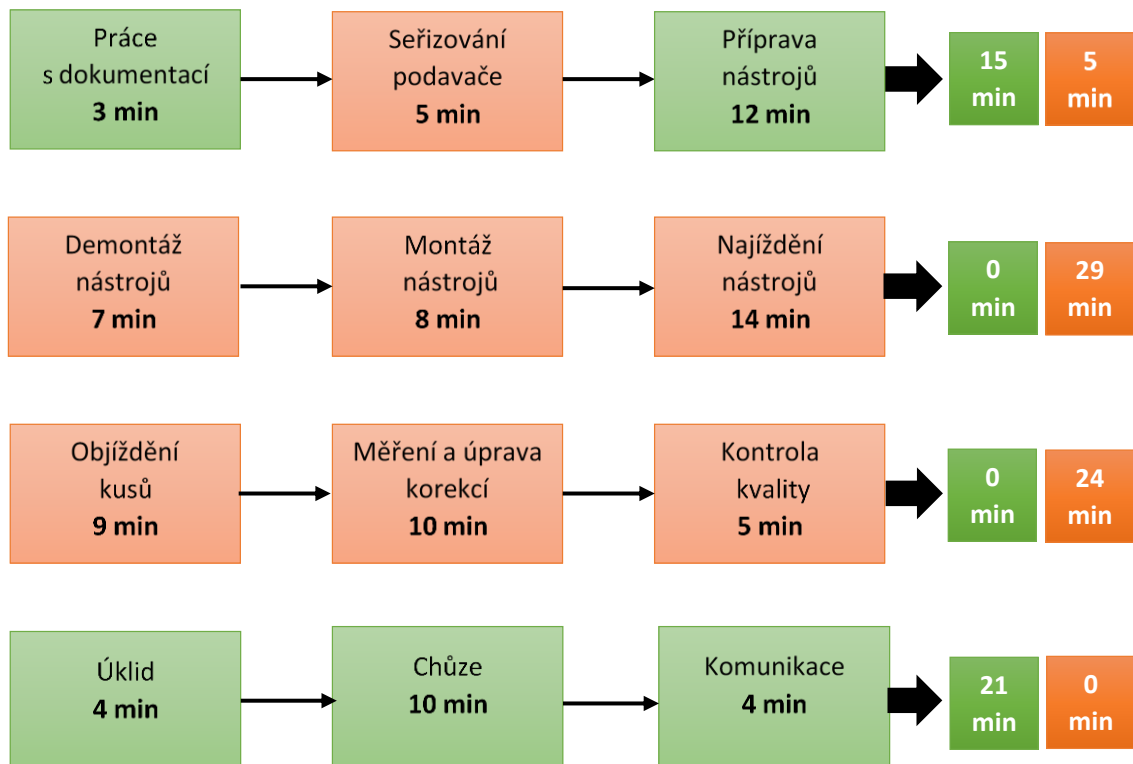


Obr. 28: Ilustrační obrázek chemické nádoby na čištění drobných dílů.(Převzato a upraveno z Denios logo.cz, 2020)

9.2 Návrh č. 2 - Reorganizace pracovního postupu seřízení

Druhým návrhem je reorganizace pracovního postupu seřízení pomocí metody SMED. Tento návrh bylo možné vyzkoušet v praxi okamžitě. Podstatou reorganizace bylo rozdělit činnosti pracovního postupu seřizování na externí a interní. V interním čase stroj nevyrábí, proto je důležité tento čas zkrátit na co nejmenší možný. V externím čase stroj vyrábí, ale neznamená to, že nezáleží na délce tohoto času. V tomto čase je zaměstnán seřizovač. Proto by měl tento čas být také redukován, aby byla pracovní doba seřizovače efektivně využita. Na schématu (obr. 29) je znázorněné rozdělení pracovních činností na interní (oranžově zbarvené dlaždice) a na externí (zelené dlaždice). Původně celý proces se odehrával v interním čase. V novém pracovním postupu jsou do externího času přesunuty následující činnosti: práce s dokumentací, příprava nástrojů, úklid, chůze a komunikace. Ideální model seřízení je takový, že pokud dojde k zastavení stroje, seřizovač má již vše připravené a pro nic nemusí chodit. Proto je kladen důraz na to, aby všechny nástroje a nářadí měl seřizovač u CNC stroje. Dále úklid nástrojů a nářadí, by měl probíhat až po dokončení

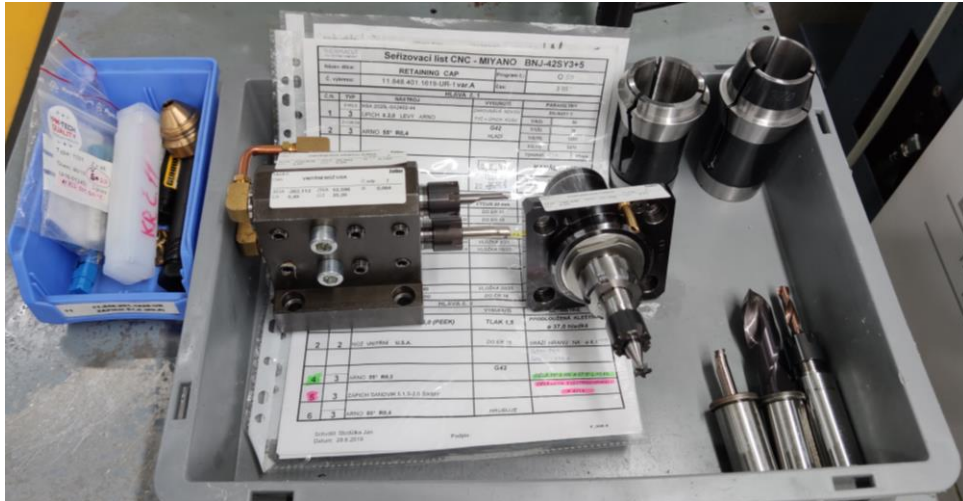
seřizování, kdy je uvolněna výroba a stroj plnohodnotně vyrábí shodné kusy. V neposlední řadě je důležité, aby nebyl seřizovač při provádění interních činností rušen kolegy či odvoláván na jinou práci. Reorganizováním postupu bylo ušetřeno 36 min. z interního času seřizování, tj. 34 % ušopeného času z celého pracovního postupu. (viz kapitola 10).



Obr. 29: Schéma reorganizovaného pracovního postupu. (Zdroj vlastní)

9.3 Návrh č. 3 - Předchystání nástrojů do nástrojové bedny

V rámci výše popsaného návrhu lze ještě zkrátit čas při chystání nástrojů. Seřizovač si předchystá nástroje do nástrojové bedny. Předchystání nástrojů může provádět seřizovač kdykoli během toho, co stroje vyrábí. Do budoucna by na přípravu nástrojů mohla být vyčleněna jedna osoba, která by se této problematice věnovala.



Obr. 30: Ukázka předchystaných nástrojů se seřizovacím listem.(Zdroj vlastní)

9.4 Návrh č. 4 - Předseřízení (nákup nových sad nástrojů a předseřízení na stroji Zoller)

Pro zrychlení celého procesu seřizování byl zapůjčen stroj zvaný Zoller (obr. 31). Tímto strojem disponovala vedlejší dílna. Pro tento projekt byl zapůjčen. Nejprve se zjistilo, jestli bude kompatibilní i pro přípravky ke strojům Miyano a ověřila se jeho kapacita. Stroj splňoval všechny požadavky, a proto bylo vhodné jej pro tento projekt zapůjčit. Zoller je seřizovací přístroj na nástroje. Ten nám umožní najetí nástrojů ještě mino samotný CNC stroj. Všechny nástroje potřebné pro danou zakázku jsou najety na Zolleru. Výsledkem najetí nástrojů jsou hodnoty pro osy x, y, z. Tyto hodnoty se pak při samotném seřizování zapíšou do CNC stroje, a tím se odstraní krok najíždění v celém procesu seřízení. Zhruba se jedná o 10 % času z celé doby seřízení.



Obr. 31: Stroj Zoller. (Zdroj vlastní)

S předseřizovacím strojem je nutné přikoupit sady nových nástrojů, protože v současnosti nebyl dostatečný počet nástrojů, které by pokryly potřebu výroby i proces předseřízení. Řada nástrojů již přišla, ovšem aktuálně se stále čeká na dodávku nových upínacích držáků pro nástroje.

Potencionál do budoucna je v umístění Zolleru a všech nástrojů do jedné místnosti – výdejna nástrojů. Dále by to samozřejmě znamenalo zaměstnání pracovníka pouze pro výdej nástrojů. Tento model se aktuálně zkouší. Bohužel firma se potýká s dlouhodobým podstavem zaměstnanců, a to i na pozici seřizovač CNC strojů. Proto nemohl být tento model doposud podrobně analyzován.

9.5 Návrh č. 5 - Skříň na nástroje

Z výše uvedeného bodu vyplývá, že je potřeba umístit nové sady nástrojů. Proto se aktuálně řeší nákup nových nástrojových skříní. Bohužel dodávka se kvůli současné situaci ve světě zpozdila. Pro tuto práci byla alespoň vytvořena ukázka, jak si seřizovači představují umístění najetých nástrojů. Na polici by měla být vyrobena dřevěná vložka s vyznačením pozic pro jednotlivé nástroje. U každého nástroje bude k nalezení popisek, na kterém budou uvedeny hodnoty pro osy x, y, z. Pro zamezení záměny hodnot os budou tyto hodnoty na každém nástroji vygravírované pomocí speciální gravírovací tužky. Organizace nářadových skříní by měla být navržena dle metody 5S.



Obr. 32: Ukázka organizace skříně na nástroje. (Zdroj vlastní)

9.6 Návrh č. 6 - Seřizovací vozík (vozík pro CNC nástroje)

Tento návrh rozšiřuje návrh č. 3. Pro usnadnění přenášení většího počtu nástrojů bude vhodné pořídit vozík pro CNC nástroje místo šedých bedýnek. Ten zjednoduší předseřízení i samotné seřízení. Na vozíku by měly být umístěny všechny najeté nástroje pro seřízení podle seřizovacího listu. Dále by měl vozík obsahovat i všechny potřebné nářadí pro konkrétní seřízení. V případě výroby z polotovarů by na vozíku mohly být umístěny polotovary pro výrobu. Vozík také urychlí i následný úklid po seřízení, protože všechny nástroje budou umístěny na vozíku a seřizovač nebude muset chodit pro jednotlivé nástroje. Tento vozík by měl být vždy přichystán pracovníkem, který bude mít na starost předseřízení nástrojů ve výdejním místě.



Obr. 33: Ilustrační obrázek seřizovacího vozíku.(Převzato a upraveno z ENPRAG s.r.o., 1995 – 2022)

9.7 Návrh č. 7 - Seznam nástrojů – součást technologického listu

Pro rychlejší předseřízení by bylo vhodné, aby se k seřizovacímu listu přidal seznam nástrojů. Na takto připraveném technologickém listu by byl seznam všech nástrojů a seřizovač by nemusel hledat jednotlivé nástroje v seřizovacím listu. Seřizovači s technologem tento návrh již prodiskutovali. V současnosti se bude realizovat dle ABC analýzy výrobků, které se nejčastěji vyrábějí.

9.8 Návrh č. 8 – Akušroubovák

Pro rychlejší odtahování a utahování šroubů by bylo vhodné koupit akušroubovák. Aktuálně se na dílnu jeden pořídil a již proběhly první zkoušky. Bohužel je potřeba dokoupit nástavec na prodloužení klíče (bitu). Zkoušky proběhly zatím pouze ve třech opakováních. Bylo zjištěno, že pokud seřizovač odtahuje nebo přitahuje čtyři šrouby manuálně, je doba trvání operace 40 s. Pokud je použit akušroubovák je doba operace pouze 20 s. V případě aplikace akušroubováku je zapotřebí, aby byl vybaven utahovacím momentem a rázovým odtahováním.

9.9 Návrh č. 9 - Tablety a sběr dat

Pro sběr dat či řízení operativy se v horizontu několik málo let uvažuje o využití tabletů pro každého seřizovače i obsluhu. Pokud se zaměříme pouze na funkci tabletu u seřizovače, tak v první řadě je nutné posbírat data, s čímž firmě nově pomáhá systém MES. Právě data jsou to, co ve firmě chybí. Pro pokračování tohoto projektu je důležité posbírat více dat o jednotlivých podprocesech seřizování. V první fázi je důležité zanalyzovat všechny i mikro procesy seřizování s jejich časovou dodací. Pro tento účel by mohli vybraní seřizovači do tabletů zaznamenávat veškeré tyto procesy spolu s dobou trvání. Tím by došlo k vytvoření databáze, ve které by byly zaznamenány procesy a jejich časy spárované s výrobní zakázkou. Zvolení tabletů v tomto návrhu je i z hlediska lepší dostupnosti. Díky wi-fi připojení odpadají zbytečné problémy s kabeláží, které by byly překážkou a omezením. Následně by se pokračovalo bodem 10.

9.10 Návrh č. 10 - Seřizovací postup v MES systému

Návrh č. 10 navazuje na předchozí návrh. Po sesbírání dat by byl vypočítán časový průměr jednotlivých procesů seřizování. Následně by byl v systému vytvořen návod pro seřizování, který by byl spárován se seřizovacím listem. Tento postup může být nejprve aplikován

v samotném systému MES a pak následně aplikován do tabletů. Což by přispívalo k drobnohledu nad procesem, sběru dat a statistikám ve výrobním controllingu. To by potom skýtalo možnosti zlepšení a rozbor situací a poučení se s extrémních případů. Mohlo by to být dále používáno k hledání zlepšování v průběhu technologických meetingů.

Následně při pořízení tabletů by při seřizování napovídal jednotlivé pracovní kroky. Ty by byly doplněny i o časovou informaci. Tím by každý seřizovač získal hlavně odpovědnost za své pracovní korky – úkony a zároveň by v tabletu v terminálovém režimu mohl ze serveru získávat přímo výrobní postupy, technologické listy, výkresy, kontrolní plány a formuláře pro měření kvality apod.

Pokud by se blížila obědová přestávka, seřizovač by věděl, kolik minut mu zabere ještě seřizování. V případě, že by se jednalo o minuty, seřizovač by nejprve dokončil seřízení a následně by odešel na oběd. V současnosti se objevil nešvar, kdy seřizovačům zbývá jenom pár minut do konce seřízení, ale odchází na přestávku. Tím se prodlouží doba zastaveného stroje minimálně o 30 minut.

Tablety by byly spárované i s měřicími zařízeními, které seřizovač používá pro kontrolní měření prvních kusů. V případě měření kusů by se na tabletu zaznamenávaly naměřené hodnoty do tabulky. Následně úplně triviálním způsobem pomocí barev by bylo možné okamžitě vidět výsledek měření. Pokud je rozměr kusu správný, svítila by zelená. V opačném případě, kdy kus má nesprávný rozměr, bude svítit v tabulce červená barva. Zároveň by u nesprávných rozměrů mohla být vypsána hodnota pro úpravu korekcí. Tím by seřizovač nemusel dopočítávat hodnoty korekcí.

Tablety ale v sobě skrývají velký potenciál pro zrychlení řady dalších procesů ve společnosti. Velký potenciál je například i u kontroly kvality. To ale není součástí tohoto projektu, a proto to nebude zde dále rozebíráno.

9.11 Souhrn realizovaných návrhů

Pro lepší přehlednost v realizovaných návrzích byla vytvořena tabulka 8, ve které jsou návrhy rozděleny do tří kategorií. Pokud návrhy byly realizovány a zavedeny do provozu jsou v kategorii „Ano“. Kategorie „částečně“ znamená, že některé prvky z návrhu byly již do výroby zavedeny, ale pořad nebyl návrh realizován úplně. A v poslední kategorii jsou návrhy, které na realizaci čekají. Po realizaci návrhů bude následně provedena kontrolní

analýza pro ověření zkrácení času seřizování. Reorganizovaný pracovní postup bude standardizován. Což zvýší spolehlivost procesu.

Pro tento projekt byly pořízeny nářad'ové stěny ke každému CNC stroji. Ty jsou dovybaveny potřebným nářadím a nádobami na chemické čištění. Proběhla reorganizace pracovního postupu, kdy výsledky měření po provedení návrhu jsou zpracovány v kapitole 10. Dále se nástroje předseřizují na zapůjčeném stroji Zoller. Pro snadnější práci při předseřizení, se nástroje chystají do nástrojových bedýnek. Aktuálně se řeší realizace nových skříní na nástroje a testuje se funkčnost akušroubováků. Zbytek navrhovaných řešení čeká na realizaci.

Tab. 8: Souhrn realizovaných návrhů. (Zdroj vlastní)

P. č.	Řešení	Realizace		
		Ano	Částečně	Prozatím ne
1	Nákup nářad'ové stěny, nádoby na chemické čištění a soupravy nářadí	✓		
2	Reorganizace pracovního postupu seřízení	✓		
3	Předchystání nástrojů do nástrojové bedny	✓		
4	Předseřizení (nákup nových sad nástrojů a předseřizení na stroji Zoller)	✓		
5	Skříň na nástroje		✓	
6	Seřizovací vozík (vozík pro CNC nástroje)			✓
7	Seznam nástrojů – součást technologického listu			✓
8	Akušroubovák		✓	
9	Tablety a sběr dat			✓
10	Seřizovací postup v MES systému			✓

10 ZHODNOCENÍ PROJEKTOVÉHO ŘEŠENÍ

Z navrhovaných řešení byly úplně nebo částečně realizovány následující: nákup nářadové stěny, nádoby na chemické čištění a soupravy nářadí, reorganizace pracovního postupu seřizení, předchystání nástrojů do nástrojové bedny, předseřizení (nákup nových sad nástrojů a předseřizování na stroji Zoller). Aktuálně v procesu je skříň na nástroje a akušroubovák. Do budoucna se plánuje nákup seřizovacího vozíku (vozik pro CNC nástroje) a tabletů. Dále je v řešení technologický list (seznam nástrojů), sběr dat a seřizovací postup v tabletu. Pro ověření funkčnosti byly provedeny kontrolní náměry a následně vypracován standardní postup pro seřizování. Na nový pracovní postup byli následně proškoleni i seřizovači, kteří se projektu neúčastnili.

10.1 Ověření dosažených změn v procesu strojního seřizování

Po realizaci navržených změn byla provedena kontrolní analýza pozměněného procesu. Bylo provedeno opět 10 snímků pracovního dne spolu se spaghetti diagramem. I po skončení projektu by bylo vhodné provádět náhodné kontrolní analýzy dodržování nově nastolených změn. Jelikož zlepšování je nikdy nekončící proces, lze tento projekt opakovat po uplynutí určité doby (např. 2 let) znovu nebo jednoduše pokračovat postupně na dalších krocích zlepšování po společných dohodách s celým týmem seřizovačů. Dále vést a motivovat kolegy seřizovače k vyhledávání plýtvání a hledání nových lepších standardů seřizování. K tomu mohou sloužit pravidelná technologická meetingy.

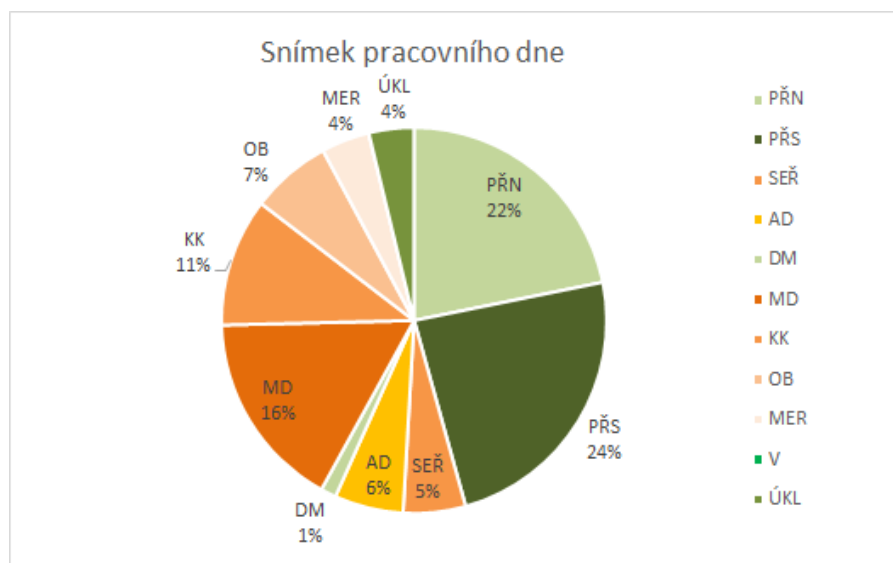
10.1.1 Snímek pracovního dne

Získaná data ze snímkování byla zpracována stejnou metodou jako v kapitole 8. Důležité je, že čas jednotlivých pracovních kroků byl rozdělen na externí a interní časy (tab. 9). V analýze některé kroky chybí, protože došlo k úpravě postupu nebo odstranění plýtvání. Úklid na pracovišti probíhal současně s objížděním nástrojů. Pokud dojde k úpravě korekcí, další kus se může vyrábět bez kontroly seřizovače a ten může v mezičase provádět úklid pracoviště. Za povšimnutí stojí, že ve snímku není zahrnuta samostatná chůze. Ta se totiž z pohledu plýtvání odstranila a chůze se stala součástí jednotlivých kroků procesu, protože se jedná o nezbytnou část jednotlivých procesů.

Zkratka	Snímek pracovního dne		ČAS	%
	Hlavní činnosti			
PŘN	Příprava nástrojů	Oblast grafu	0:14:20	22%
PŘS	Předseřizování		0:15:40	24%
SER	Seřizování		0:03:26	5%
AD	Administrativa		0:03:48	6%
DM	Doplňování materiálu		0:00:51	1%
MD	Montáž a demontáž nástrojů		0:10:55	17%
KK	Kontrola kvality		0:07:04	11%
OB	Objíždění prvních kusů		0:04:27	7%
MER	Měření prvních kusů a úprava korekcí		0:02:39	4%
V	Výroba		0:00:01	0%
UKL	Uklid pracoviště		0:02:29	4%
SUMA ČASU			1:05:40	100%

Obr. 34: Snímek pracovního dne. (Zdroj vlastní)

Z grafu (obr. 35) je patrné, že z procesu seřizování nejvíce z interního času zabere montáž a demontáž nástrojů, a to 16 %. Dále kontrola kvality, která zabírá 11 %. A zde je potenciál pro další zlepšení procesu. Následuje objíždění nástrojů s celkovou časovou dotací 7 %. V externím čase největší část tvoří předseřizování nástrojů 24 % a pak příprava nástrojů a to 22 %.



Obr. 35: Koláčový graf s procentuálním zastoupením činností seřizování. (Zdroj vlastní)

V tabulce 9 jsou zapsány všechny celkové časy seřizování naměřené při deseti pozorováních. Celkové časy jsou složeny z externích a interních časů. Opět byl vybrán medián, který činí zhruba 66 minut. Z toho je 35 minut a 40 sekund v interním čase a 30 minut a 30 sekund v externím čase. U prvního a druhého snímku byl naměřený čas vyšší. Předpokládá se, že seřizovači byli ještě v procesu zaškolení se s novým pracovním postupem a zvykali si na změny.

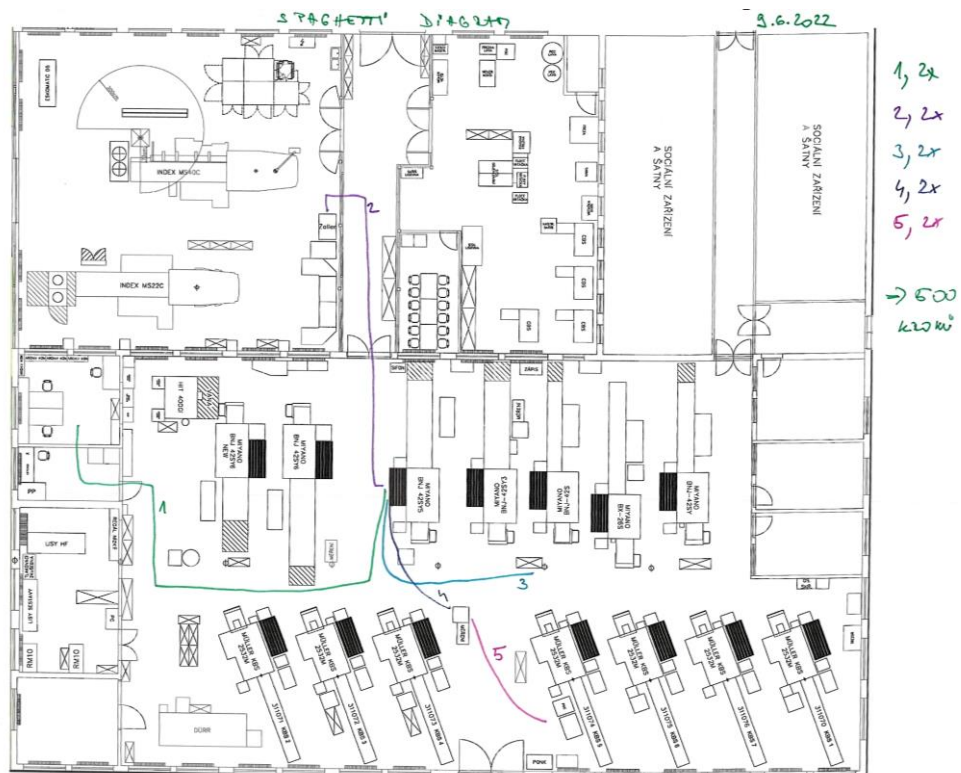
Pokud bychom porovnali časy naměřené před provedenými změnami (kapitola 8, tab. 5) s aktuálními snímky, (tab. 9) zjistíme, že interní proces seřizování se zkrátil zhruba o 60 minut. Jelikož původně celý proces seřizování probíhal v interním čase, tak úspora byla velká. Pro lepší přehlednost byla vypracována tabulka 11.

Tab. 9: Výsledky snímků pracovního dne. (Zdroj vlastní)

Číslo snímku	Interní čas	Externí čas	Celkový čas seřizování
1. Snímek	0:52:00	0:48:00	1:40:00
2. Snímek	0:48:15	0:44:10	1:32:25
3. Snímek	0:37:20	0:38:40	1:16:00
4. Snímek	0:35:41	0:31:50	1:07:31
5. Snímek	0:35:40	0:30:30	1:06:20
6. Snímek	0:35:39	0:30:00	1:05:39
7. Snímek	0:34:40	0:29:54	1:04:34
8. Snímek	0:34:36	0:30:10	1:04:46
9. Snímek	0:34:34	0:28:50	1:03:24
10. Snímek	0:34:10	0:28:20	1:02:30

10.1.2 Spaghetti diagram

Metoda spaghetti diagram byla provedena stejným způsobem jako v kapitole 8. Pokud ale porovnáme tabulku 6 a 10, vidíme velké snížení v počtu kroků v procesu seřizování. Medián v tomto případě činí pouze 500 kroků oproti předchozím 1 500 krokům. Lze usoudit, že provedené změny byly velmi úspěšné. Chůzi se podařilo provedenými změnami výrazně snížit. U snímků 8 a 9 byl počet kroků nižší, protože záleží na tom, jak velká je vzdálenost mezi seřizovaným strojem a kontrolou kvality. Protože seřizovač díky předchystaným nástrojům a nářadím absolvuje pouze chůzi na kontrolu kvality a zpět ke stroji v interním čase. I v externím čase se kroky minimalizovali a seřizovači se již nevracejí mnohokrát pro nástroje do nástrojových skříní. Počet kroků se může drobně lišit z několika důvodů. Například záleží na vzdálenosti mezi strojem a kanceláří kontroly kvality. Na druhou stranu musíme brát v potaz i přesnost měření na chytrých hodinkách. Naměřená vzdálenost je ovlivněna i tělesnou výškou seřizovače. Záleží i na délce jednoho kroku konkrétního člověka. Ovšem pro tyto účely stačí přibližný námět.



Obr. 36: Výsledky metody spaghetti diagram. (Zdroj vlastní)

Tab. 10: Výsledky spaghetti diagramu. (Zdroj vlastní)

Číslo snímku	Počet kroků
1. Snímek	520
2. Snímek	506
3. Snímek	505
4. Snímek	500
5. Snímek	500
6. Snímek	499
7. Snímek	495
8. Snímek	482
9. Snímek	491
10. Snímek	483

10.1.3 Zhodnocení výsledků

Z výsledků provedené kontrolní analýzy vyplývá, že provedené změny byly velmi úspěšné. Interní čas seřizování se výrazně zkrátil, a to o 60 minut a počet kroků se minimalizoval pouze na cestu na kontrolu kvality a zpět. Razantnímu snížení času seřizování pomohlo převedení některých zdlouhavých pracovních činností z interního času na externí. Externí čas po provedených změnách činí okolo 30 minut. V tomto čase je zahrnuto i nejméně chůze a to při procesu chystání nástrojů. I přesto došlo ke snížení počtu kroků o 1 000.

Najíždění nástrojů, které se dříve provádělo v interním čase, bylo také převedeno do externího času. Využitím stroje Zoller umožnilo najíždět nástroje v externím čase a při seřizování se do CNC stroje ukládají již připravené hodnoty pro osy x, y, z. Zavedením metody 5S na pracovišti minimalizovalo chůzi a hledání, protože všechno potřebné nářadí mají seřizovači dostupné u stroje na nářadové stěně.

Srovnání časů seřizování

Pro lepší srovnání výsledků byla vytvořena tabulka 11. V ní se srovnává původní stav s novým stavem procesu seřizování. K jednotlivým činnostem procesu seřizování byly přiděleny kategorie – interní nebo externí čas. Jelikož došlo k úpravě kroků v procesu, některé kroky jsou vynechány nebo přerozděleny.

Tab. 11: Srovnání časů seřizování. (Zdroj vlastní)

P. Č.	Činnost	Kategorie – původní stav	Původní čas [min]	Kategorie – nový stav	Nový čas [min]
0	Začátek seřizování	Interní čas	0	Externí čas	0
1	Práce s dokumentací	Interní čas	3	Externí čas	3,5
2	Příprava nástrojů	Interní čas	12	-	-
3	Příprava nástrojů dle seřizovacího listu do nástrojové bedny	-	-	Externí čas	15
4	Předseřízení nástrojů na Zolleru	-	-	Externí čas	15
5	Zastavení CNC stroje	-	-	Interní čas	0
6	Seřizování podavače	Interní čas	5	Interní čas	5
7	Demontáž nástrojů	Interní čas	7	Interní čas	5,5
8	Montáž nástrojů	Interní čas	8	Interní čas	5
9	Najíždění nástrojů	Interní čas	14	-	-
10	Seřizování – zadávání naměřených hodnot nástrojů	-	-	Interní čas	3
11	Objíždění kusu	Interní čas	9	Interní čas	4
12	Měření vyrobeného kusu	Interní čas	8	Interní čas	1,5
13	Úprava korekcí	Interní čas	2	Interní čas	1
14	Kontrola kvality	Interní čas	5	Interní čas	5
15	Zahájení výroby	Interní čas	0	Externí čas	0
16	Úklid	Interní čas	4	Externí čas	2,5
17	Konec seřizování	Interní čas	0	Externí čas	0
18	Plytvání	Interní čas	17	-	-
	Celkový čas procesu		94		66
	Interní čas		94		36
	Externí čas		0		30

Z hodnot v tabulce vyplývá, že celkový čas procesu se snížil o 28 minut. Dále z původně pouze interního času se celkový čas procesu rozdělil na interní čas (36 minut) a externí čas (30 minut). Tudíž se v interním čase oproti původnímu stavu ušetřilo 58 minut. Což je čas, při kterém stroje vyrábějí navíc oproti původnímu stavu.


Potenciální finanční úspora

Celý proces seřizování se zkrátil zhruba o 60 minut. Pokud ušetřený čas vynásobíme všemi CNC stroji Miyano, kterých má společnost na dílně Plasmy 7 a jde u těchto strojů aplikovat nově nastavený pracovní postup seřizování, dostáváme se na časovou úsporu 420 minut při jednom seřizování. Jedná se o čas, při kterém stroje vyrábí, a tudíž vydělávají společnosti peníze. Pokud bychom počítali hypotetickou roční úsporu pro všechny stroje, činila by okolo 750 000 Kč. Tato úspora byla vypočítána z ročního počtu přeseřizení a strojní sazby. Pro interní materiály společnosti byla spočítána roční úspora s přesnou hodinovou sazbou pro CNC stroj. Ta ale nemůže být součástí veřejné práce. Proto je zde uvedena částka, které se pouze blíží skutečným vypočítaným hodnotám.

10.2 Standard - pracovní postup seřizování CNC strojů

Jelikož z výsledků kontrolní analýzy vyplývá, že nastolené změny přinesly výrazné zkrácení času procesu seřizování, je nutné tento nový pracovní postup standardizovat. Což zajistí zvýšení spolehlivosti procesu, a tím stabilní dosahování stejných časů seřízení. Dále pomáhá k lepšímu plánování výroby, synchronizaci jednotlivých seřízení s ohledem na omezený počet a kapacitu seřizovačů. To v konečném důsledku přináší nejen samotné zvýšení spolehlivosti, ale i vyšší produktivitu a využití strojů. Udržitelnost standardu bude podpořena tím, že bude zakomponován do MES systému a zároveň budou viditelné adresné (tedy u každého seřizovače a stroje) výsledky statistik v MESu. Navíc tento standard zavedený v MESu je jednoznačným kontrolním listem (checklistem a workflow zároveň, kdy se jednotlivé pracovní činnosti potvrzují). A následně jsou tímto novým standardem proškoleni i seřizovači, kteří se tohoto projektu neúčastnili. V tabulce 12 je vytvořený standard pracovního postupu seřizování CNC strojů na pracovišti Plasmy dle interních předpisů společnosti THERMACUT, k. s.. Konkrétní doba trvání jednotlivých pracovních činností tento standard neobsahuje, protože čas záleží na počtu měněných nástrojů. Z tohoto důvodu standard obsahuje jenom obecné rozdělení činností do externích a interních časů.

Tab. 12: Nový standard pro seřizování CNC strojů Miayno. (Zdroj vlastní)

		
Pracovní postup pro seřizování CNC stroje Miayno		
Pracoviště: Plasma		
P. č.	Činnost	Kategorie
0	Začátek seřizování	Externí čas
1	Práce s dokumentací	Externí čas
2	Příprava nástrojů dle seřizovacího listu do nástrojové bedny	Externí čas
3	Předseřízení nástrojů na Zolleru	Externí čas
4	Zastavení CNC stroje	Interní čas
5	Seřizování podavače	Interní čas
6	Demontáž nástrojů	Interní čas
7	Montáž nástrojů	Interní čas
8	Seřizování – zadávání naměřených hodnot nástrojů	Interní čas
9	Objíždění nástrojů	Interní čas
10	Měření vyrobeného kusu	Interní čas
11	Úprava korekcí	Interní čas
12	Kontrola kvality	Interní čas
13	Zahájení výroby	Externí čas
14	Úklid	Externí čas
15	Konec seřizování	Externí čas
Vypracovala: Bc. Ludmila Bittnerová		Schválil: Ing. Petr Mikulec, PhD.
		Platnost od 1. 6. 2022

10.3 Shrnutí návrhů a doporučení

Doporučuje se dokončit tento projekt a realizovat navržená opatření (č. 6 – 10). V celé společnosti by měl být kladen větší důraz na sbírání dat a jejich následné zpracování. Z výsledků tohoto projektu se doporučuje pokračovat v projektu SMED i u ostatních CNC strojů značky Müller na pracovišti Plasmy. Pro dodržování nově dosaženého standardu je důležité, aby probíhaly kontrolní snímky dne při procesu seřizování. Je zde výrazný potenciál pro zefektivnění celého výrobního procesu.

Dále se doporučuje zavedení 5S i na ostatních úsecích společnosti a nastolení firemního standardu. Pro dodržování 5S by mohl být v budoucnu zaveden audit 5S, při kterém by se pracovníci navzájem kontrolovali v dodržování pořádku na pracovišti.

Pokud by společnost přešla na bezpapírovou formu, zrychlila by se práce s dokumentací pro všechny zaměstnance.

Problematiku obědové přestávky v době dokončování seřizování lze vyřešit finanční odměnou ve výplatě. Pro zvýšení motivace dokončit seřizování před obědovou přestávkou se navrhuje odměňovat zaměstnance částkou 500 Kč. Finanční odměňování obecně dobře funguje, pokud chceme zaměstnance motivovat k lepším a kvalitnějším výkonům.

Velký potenciál byl spatřen v zavedení tabletů na pracoviště kontroly kvality. Jelikož zavádění tabletů na pracoviště, vytváření nových programů a v neposlední řadě zaškolení pracovníků na nový systém vyžaduje hodně práce a spoustu dalších úkolů, je zde příležitost pro vznik nového projektu.

10.4 Shrnutí a naplnění cílů projektu

Celkový projekt byl velmi úspěšný. Byl naplněn hlavní i vedlejší cíle. Pro lepší přehlednost byla vytvořena tabulka 13. Z interního času seřízení bylo ušetřeno okolo 60 minut. Čímž byl splněn hlavní cíl projektu, kdy úspora byla ještě převýšena oproti předpokládaným 50 % úspory. Celkový čas seřizování se snížil a proces byl v průměru zrychlen o 28 minut. Tím byly splněny i další dílčí cíle. Taková časová úspora byla dosažena pouze realizací čtyř návrhů a odstraněním přebytečného plýtvání. Konkrétně nákupem nářadové stěny, nádoby na chemické čištění a soupravy nářadí, reorganizací pracovního postupu seřízení, předchystáním nástrojů do nástrojové bedny a předseřizením (nákup nových sad nástrojů a předseřizením na stroji Zoller). S nákupem nových přípravků a následným novým uspořádáním pracoviště, byly splněny další dílčí cíle a výhody plynoucí z projektu.

Celý pracovní postup byl standardizován, aby jej využívali všichni seřizovači pro seřízení CNC strojů Miyano na pracovišti Plasmy. Stabilizace a trvalá udržitelnost nově nastaveného standardu bude dosažena pomocí zavedení standardu do systému MES – check list (postupné potvrzování kroku v systému MES). Díky zvýšení spolehlivosti a stability procesu dochází ke snížení rizik. Vytvořením standardu byly opět splněny dílčí cíle projektu.

Tab. 13: Přehled splněných cílů projektu. (Zdroj vlastní)

	Cíle projektu	Výsledek	Naplnění cílů
Hlavní cíl	Nový standard strojního seřizování zajišťující dlouhodobě stabilní snížení prostoje v důsledku strojní přestavby o 50 % na vybraném pracovišti	Vytvořen nový standard pro pracovní postup seřizování. Dlouhodobá stabilita zajištěna zavedení standardu do systému MES. Čas prostojů se snížil o 61,7 % (z původních 94 minut na 36 minut).	Splněn
Dílčí cíle	Snížení celkového času seřízení o 25 %.	Celkový čas seřizování byl snížen o 29,8 % (z původních 94 minut na 66 minut).	Splněn
	Vyšší využití strojů.	Redukce prostojů → úspora 750 000 Kč. (podkapitola 10.1)	Splněn
	Nové standardy (pracovní postupy) seřizování.	Vytvořen nový standard seřizování (tab. 12).	Splněn
	Zvýšení spolehlivosti a udržitelnost dosaženého standardu.	Zavedení standardu do systému MES (check list – vytvoření návyků).	Cíl splněn; realizace naplánována
	Nové umístění přípravků v konceptu 5S.	Ukládání náradí do nářaďových beden, stěn a nástrojů do nástrojové skříně.	Cíl splněn; realizace naplánována
Další výhody	Zakoupení nových přípravků pro zefektivnění seřizování.	Sady nových nástrojů – postupně dokupováno dle potřeby.	Cíl splněn; realizace naplánována
	Odstranění plýtvání.	Odstranění hledání, nadbytečná komunikace a přebytečná chůze – ušetřeno cca 16 % (tj. o 17 minut).	Splněn
	Vytvoření trvalých návyků udržování pořádku díky 5S.	Ukládání náradí do nářaďových beden, nářaďových stěn a nástrojů do nástrojové skříně. Audit 5S – check list.	Cíl splněn; realizace naplánována

Přepokládá se, že pokud dojde k realizaci i dalších návrhů, celý proces se ještě více zefektivní. Jelikož některá navrhovaná řešení nejsou úplně jednoduchá pro zavádění do výrobního procesu a vyžadují splnění spousty dílčích úkolů, vytvořil se zde potenciál pro vznik dalších zajímavých projektů. Tyto projekty mohou firmu výrazně posunout dopředu i v průmyslu 4.0.

ZÁVĚR

Za riziko pro výrobní proces se považuje i nestabilita procesů. Pomocí metod průmyslového inženýrství lze toto riziko minimalizovat. A to právě nastolením standardu pracovního procesu. Výsledkem není jenom minimalizace procesního rizika, ale i zvýšení bezpečnosti práce pro zaměstnance, zvýšení kvality a snížení ekonomických rizik.

Ekonomická rizika jsou v současné situaci velmi aktuální. V praxi se lze setkat s tím, že firmy začínají bojovat s tímto trendem. Jedním z dílčích řešení jak firmy mohou ušetřit je podrobit výrobní procesy analýzám a metodám průmyslového inženýrství, odstraněním plýtvání a nastolením standardních pracovních postupů.

Základním procesním přístupem je hledání jednoduché metody. Proto se nejprve pro správné pochopení problémů provádí procesní analýza. V tomto případě pro lepší pochopení toku práce byl vytvořen flow chart diagram. Následně byla vybrána sada metod, které se navzájem doplňují. Pro proces seřizování CNC stroje byly vybrány následující metody: snímek pracovního dne a spaghetti diagram. Výsledky z pozorování pracovního postupu byly podrobeny metodě MUDE hunting a metodě SMED. Na základě dosažených výsledků a spolu s metodami 5S a vizuálním managementem byla navržena řada opatření.

Na řešení se podíleli samotní zaměstnanci podniku. Byl s nimi veden brainstorming o různých možnostech změn. Následně bylo navrženo deset řešení. To bylo rozděleno do tří kategorií podle doby realizace ze strany společnosti THERMACUT, k. s.. Byly realizovány čtyři návrhy. A to nákup nářad'ové stěny, nádoby na chemické čištění a soupravy nářadí, reorganizace pracovního postupu seřízení, předchystání nástrojů do nástrojové bedny a předseřízení (nákup nových sad nástrojů a předseřízení na stroji Zoller).

Po provedení kontrolní analýzy se zjistilo, že časová úspora je velká. Hlavním cílem tohoto projektu bylo snížit prostoje v důsledku strojní přestavby o 50 %. S interního času seřizování se ušetřilo okolo 60 minut, což je více než 50 %. Z toho můžeme usuzovat, že tento projekt byl velmi úspěšný. Na základě toho byl vypracován standard pro seřizování CNC strojů značky Miyano pro pracoviště Plasmy. Tento nově nastolený standard nejen šetří interní čas stroje, což snižuje ekonomické riziko, ale umožňuje plánovačům i efektivnější plánování výroby. To se odráží na zvýšení produktivity společnosti. Je důležité, aby byl tento nově nastolený standard dodržován. Proto se doporučuje provádět kontrolní měření.

V diplomové práci byly navrženy i další možnosti zlepšení procesu. Ty v sobě skrývají potenciál pro další zkrácení doby seřízení. Z tohoto důvodu by bylo výhodné, aby firma v tomto projektu pokračovala. Velký potenciál byl spatřen v zavedení tabletů do výroby. Usnadnilo by to administrativní činnost, sběr dat a došlo by k zefektivnění pracovních činností nejenom při procesu seřizování CNC strojů. Velký potenciál byl zde také spatřen pro zrychlení procesu kontroly kvality, což otevírá možnosti pro vznik dalšího projektu.

Navržená řešení pro tuto práci mohou být využita i v řadě dalších firem, které se zabývají CNC výrobou. Řada opatření je obecná. Mnoho firem má ve svých akčních plánech projekt SMED. Jsem přesvědčená, že tato práce může sloužit jako inspirace pro řešení projektů se stejnou nebo podobnou problematikou.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Bohemia bike.cz, 2020. *Souprava nářadí*. [online]. Copyright © 2020. [cit. 2020-04-24].

Dostupné z: <https://www.bohemiabike.cz/e-shop/podle-motorek+c4/kraftwerk-souprava-naradi-106ks+p10039.htm>

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

Denios logo.cz, 2020. *Nádoba na mytí*. [online]. Copyright © 2020. [cit. 2020-04-24].

Dostupné z: <https://www.denios.cz/shop/falcon-nadoba-na-myti-malych-dilu-z-oceli-praskove-lakovano-objem-8/>

DLABAČ, Jaroslav, 2015. *Analýza a měření práce*. API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o. [online]. Želevčice [cit. 2022-07-06]. Copyright © 2005 – 2022 Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25784n-analyza-a-mereni-prace>

DLABAČ, Jaroslav a Marcel PAVELKA, 2015. *Průmyslové inženýrství v organizační struktuře podniku*. API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o. [online]. Copyright © 2005 [cit. 2022-07-05]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/25785n-prumyslove-inzenyrstvi-v-organizacni-strukture-podniku>

DVOŘÁK, Roman, 2010. *Průmyslové inženýrství – spasitel strojních fakult?*. MM Průmyslové spektrum [online]. Copyright © 2001 [cit. 2022-07-05]. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/prumyslove-inzenyrstvi-spasitel-strojnich-fakult>

ENPRAG s.r.o., 2022 *CNC vozík*. [online]. Copyright © 1995 - 2022. Praha [cit. 2022-07-24]. Dostupné z: [https://www.kovovynabytek.cz/transportni-cnc-vozik-ncv-02b/pNCV_02_B/?gclid=EAIaIQobChMI3bvn8oyI-](https://www.kovovynabytek.cz/transportni-cnc-vozik-ncv-02b/pNCV_02_B/?gclid=EAIaIQobChMI3bvn8oyI-QIVYQMGAB34BA_LEAQYCiABEgJMTPD_BwE#gallery-1)

[QIVYQMGAB34BA_LEAQYCiABEgJMTPD_BwE#gallery-1](https://www.kovovynabytek.cz/transportni-cnc-vozik-ncv-02b/pNCV_02_B/?gclid=EAIaIQobChMI3bvn8oyI-QIVYQMGAB34BA_LEAQYCiABEgJMTPD_BwE#gallery-1)

FEKETE, Milan, 2012. *Efektivny produkčný systém*. Bratislava: Kartprint. ISBN 978-80-89553-09-9.

FÍŠER, Roman, 2014. *Procesní řízení pro manažery: jak zařídit, aby lidé věděli, chtěli, uměli i mohli*. Praha: Grada, 173 s. ISBN 9788024750385.

GRABAN, Mark, 2018. *Standardizace práce v Leanu*. Průmyslové inženýrství.cz [online]. Olomouc - Holic: Lean Solution & Simulation [cit. 2022-07-18]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/standardizace-prace-v-leanu/>

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

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

IMAI, Masaaki, 2007. *Kaizen: metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. Brno: Computer Press. Business books (Computer Press). ISBN 978-80-251-1621-0.

Interní materiály společnosti

JEŽEK, Otakar, 2019. *Lean Layout*. Produktivita.cz [online]. Copyright © 2019 [cit. 2022-07-06]. Dostupné z: <https://www.produktivita.cz/l/lean-layout/>

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

Kaiserkraft.cz, 2022. *Nástrojový vozík se 3 vložkami pro nářadí: včetně 145 součástí KAISER+KRAFT*. [online]. Copyright © 2022 [cit. 2022-07-06]. Dostupné z: <https://www.kaiserkraft.cz/>

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing. Management studium. ISBN 80-868-5138-9.

LEVAY, Radek, 2016. *Vývojové diagramy*. Ikvalita.cz [online]. [cit. 2022-07-18]. Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=25>

MAŠÍN, Ivan, 2000. *Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství*. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902-2356-7.

MAŠÍN, Ivan, 2017. *Role a význam PI. API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* [online]. Želečnice: API - Akademie produktivity a inovací [cit. 2022-07-18]. Dostupné z: https://www.e-api.cz/wcd/docs/vzdelavani/cespi-xvii/blok-1/modul_1_im_uvod.pdf

Metody a nástroje, 2022. *Metody a nástroje*. API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o. [online]. Slaný: API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o. Copyright © 2005 - 2022 Želevec 5, 274 01 Slaný [cit. 2022-07-24]. Dostupné z: <https://www.e-api.cz/24882-metody-a-nastroje>

MIKULEC, Petr, 2009. *Metody průmyslového inženýrství a výrobní logistiky jako nástroje zvyšování výkonnosti v plastikářské výrobě*. Zlín. Dizertační práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

Miyano, 2021. *Miyano CNC Invest. cz* [online]. Copyright © 2021 [cit. 2022-07-24].

Dostupné z: https://www.cncinvest.cz/produkty/cnc_dvouvretenove_super_presne_soustruhy_miyano/

Miyano BNA-42S2, 2022. *Citizen machines* [online]. Copyright © 2022 Cleveland [cit. 2022-07-24]. Dostupné z: <https://www.citizenmachines.com/miyano-bna-42>

Miyano BNJ-42SY6, 2022. *Consorta Praha* [online]. Copyright © 2021 Praha [cit. 2022-07-24]. Dostupné z: https://consorta.cz/miyano-bnj-42sy6?fbclid=IwAR1h33hwxP0Z_34rJj6DzadDXS-wdVwR1CVujZ7riZ9I8pUQwJ3zJRSINdI

PAVEL, Ondra, 2017. *SMED (3): Single-Minute Exchange of Die*. Průmyslové inženýrství.cz [online]. Copyright © 2017 Olomouc - Holic: Lean Solution & Simulation [cit. 2022-07-05]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/smed-3-single-minute-exchange-of-die/>

POLÁKOVÁ, Veronika a Roman BOBÁK, 2013. *Priemyselne inžinierstvo ako faktor konkurencie schopnosti výrobných podnikov*. Žilina: Georg. ISBN 978-80-8154-051-6.

PRINCLÍK, Jan, 2013. *Snímek pracovního dne (Personální audit)*. Pro experty [online]. proExperty.cz Copyright © 2013 [cit. 2022-07-06]. Dostupné z: <http://theexperts.cz/firemni-vzdelavani/human-resources/56-snimek-pracovniho-dne-personalni-audit>

ROSER, Christoph, 2015a. *All About Spaghetti Diagrams*. All About Lean.com [online]. Copyright © 2015 [cit. 2022-07-05]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/spaghetti-diagrams/>

ROSER, Christoph, 2019c. *Muda, Mura, Muri: Tři zla ve výrobě*. Průmyslové inženýrství.cz [online]. Copyright © 2019 Olomouc - Holic: Lean Solution & Simulation [cit. 2022-07-06]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/muda-mura-muri-tri-zla-ve-vyrobe/>

ROSER, Christoph, 2015b. *How 5S Works*. All About Lean.com [online]. Copyright © 2015 [cit. 2022-07-05]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/5s-method/>

ROSER, Christoph, 2019d. *Vizuální management*. Průmyslové inženýrství.cz [online]. Copyright © 2019 Olomouc - Holic: Lean Solution & Simulation [cit. 2022-07-06]. Dostupné z: <https://www.prumysloveinzenyrstvi.cz/vizualni-management/>

ROSER, Christoph, 2020. *What Is Kaizen?*. All About Lean.com – Organize your Industry [online]. Copyright © 2020 [cit. 2022-07-05]. Dostupné z: <https://www.allaboutlean.com/what-is-kaizen/>

Strančice, 2011 *Strančice: Titulní stránka* [online], 2011. Copyright © 2011 Praha [cit. 2022-07-24]. Dostupné z: https://www.strancice.cz/assets/File.ashx?id_org=15606&id_dokumenty=97254

SVĚT PRODUKTIVITY, 2012. *PDCA cyklus* [online]. Copyright © 2012. [cit. 2022-07-05]. Dostupné z: <https://www.svetproduktivity.cz/slovník/PDCA-cyklus.htm>

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

ŠIMON, Michal a Antonín MILLER, 2021 - 2022. *Štíhlá logistika*. Štíhlá logistika [online]. Copyright © 2021 CCB spol. s r.o. [cit. 2022-07-24]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/stihla-logistika.htm?mobilelayout=false>

VOGLOVÁ, Veronika, 2022. *Kreativní techniky: 5x Proč? a 6 otázek*. Unifer [online]. Copyright © 2022 [cit. 2022-07-05]. Dostupné z: <https://unifer.cz/kreativni-techniky-technika-5x-proc-a-6-otazek/>

WONG, Yu Cheng a Kuan Yew WONG, Anwar A., 2009. *A Study on Lean Manufacturing Implementation in the Malaysian Electrical and Electronics Industry*. European Journal of Scientific Research. EuroJournal Publishing, 2009. Vol. 38. ISSN 1450-216X.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

- 5S Metoda PI
- EOQ Ekonomická velikost dávky
- JIT Just in time (metoda PI)
- KS Komanditní společnost
- MES Výrobní informační systém (Manufacturing Execution Systems)
- MOST Efektivní systém měření práce
- PDCA Plan – do – check – akt (metoda PI)
- PI Průmyslové inženýrství
- SMED Single Minute Exchange of Die (metoda PI)
- TPM Totální produktivní údržba
- TPS Toyota Production System (metoda PI)
- VSM Value stream mapping (metoda PI)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Kolo trvalého rozvoje produktivity. (Převzato a upraveno z Mašina (2000)).....	19
Obr. 2: PDCA cyklus. (Převzato a upraveno ze Světa produktivity, 2012. https://www.svetproduktivity.cz/slovník/PDCA-cyklus.htm).....	23
Obr. 3: Ukázka spaghetti diagramu v praxi. (Převzato a upraveno od Roser, 2015a. https://www.allaboutlean.com/spaghetti-diagrams/)	30
Obr. 4: Skříňka na nářadí uspořádána podle metody 5S. (Převzato a upraveno od Roser, 2015b. https://www.allaboutlean.com/5s-method/5s_tools_drawer/)	33
Obr. 5: Tři základní kroky metody SMED. (Převzato a upraveno od Mašina, 2000)	38
Obr. 6: Grafické znázornění konceptu štíhlého managementu. (Převzato a upraveno Fekete, 2012)	41
Obr. 7: Schéma štíhlého podniku a jeho části. (Převzato a upraveno Šimon a Miller, 2021 - 2022)	42
Obr. 8: Logo společnosti. (Interní materiály společnosti)	48
Obr. 9: Sídlo společnosti v Uherském Hradišti. (Interní materiály společnosti).....	49
Obr. 10: Organizační struktura společnosti THERMACUT, k. s. (Interní materiály společnosti).....	50
Obr. 11: Organizační struktura výroby. (Interní materiály společnosti).....	51
Obr. 12: Ukázka nabízených dílů. (Interní materiály společnosti)	51
Obr. 13: Ukázka nabízených hořáků a kabelů. (Interní materiály společnosti).....	52
Obr. 14: Časový harmonogram projektu. (Zdroj vlastní)	54
Obr. 15: Tabulka výsledků rizikové analýzy RIPRAN. (Zdroj vlastní)	57
Obr. 16: Layout pracoviště Plasmy. (Interní materiály společnosti)	58
Obr. 17: CNC stroj Miyano. (Zdroj vlastní)	60
Obr. 18: Nástrojová hlava CNC stroj Miyano. (Zdroj vlastní).....	60
Obr. 19: Ukázka systém MES. (Zdroj vlastní)	62
Obr. 20: Obecný postup seřizování. (Zdroj vlastní)	63
Obr. 21: Snímek pracovního dne. (Zdroj vlastní).....	65
Obr. 22: Koláčový graf s procentuálním zastoupením činností seřizování. (Zdroj vlastní)	65
Obr. 23: Výsledky metody spaghetti diagram. (Zdroj vlastní)	67
Obr. 24: Schéma jednotlivých procesů seřizování. (zdroj vlastní)	68
Obr. 25 Aktuální stav nářad'ové stěny. (Zdroj vlastní).....	71
Obr. 26: Ilustrační obrázek nářad'ového bedny. (Převzato a upraveno z Bohemia bike.cz, 2022)	72
Obr. 27: Ilustrační obrázek nářad'ového vozíku. (Převzato a upraveno z Kaiserkraft.cz, 2022)	72

Obr. 28: Ilustrační obrázek chemické nádoby na čišění drobných dílů.(Převzato a upraveno z Denios logo.cz, 2020)	73
Obr. 29: Schéma reorganizovaného pracovního postupu. (Zdroj vlastní)	74
Obr. 30: Ukázka předchystaných nástrojů se seřizovacím listem.(Zdroj vlastní)	75
Obr. 31: Stroj Zoller. (Zdroj vlastní)	76
Obr. 32: Ukázka organizace skříně na nástroje. (Zdroj vlastní)	77
Obr. 33: Ilustrační obrázek seřizovacího vozíku.(Převzato a upraveno z ENPRAG s.r.o., 1995 – 2022)	77
Obr. 34: Snímek pracovního dne. (Zdroj vlastní)	82
Obr. 35: Koláčový graf s procentuálním zastoupením činností seřizování. (Zdroj vlastní)	82
Obr. 36: Výsledky metody spaghetti diagram. (Zdroj vlastní)	84

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Logický rámec projektu. (Zdroj vlastní)	55
Tab. 2: Pravděpodobnost hrozeb a scénáře. (Zdroj vlastní)	56
Tab. 3: Dopady na projekt. (Zdroj vlastní)	56
Tab. 4: Hodnocení rizik. (Zdroj vlastní)	56
Tab. 5: Výsledky snímků pracovního dne. (Zdroj vlastní)	66
Tab. 6: Výsledky spaghetti diagramu. (Zdroj vlastní)	67
Tab. 7: Návrhy řešení projektu. (Zdroj vlastní)	70
Tab. 8: Souhrn realizovaných návrhů. (Zdroj vlastní)	80
Tab. 9: Výsledky snímků pracovního dne. (Zdroj vlastní)	83
Tab. 10: Výsledky spaghetti diagramu. (Zdroj vlastní)	84
Tab. 11: Srovnání časů seřizování. (Zdroj vlastní)	85
Tab. 12: Nový standard pro seřizování CNC strojů Miayno. (Zdroj vlastní)	87
Tab. 13: Přehled splněných cílů projektu. (Zdroj vlastní)	89

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: výsledky Rizikové analýzy ripraN.....	102
PŘÍLOHA P II: Ukázka zpracování snímku pracovního dne.....	103
Příloha P III: Spaghetti diagram	105

PŘÍLOHA P I: VÝSLEDKY RIZIKOVÉ ANALÝZY RIPRAN

Č.	Hrozba	P-st hrozby	Scénář	P-st scénáře	Celková p-st	Dopady	Hodnota rizika	Opatření
1	neochota počátečních investic ze strany společnosti	50 %	nedokončení projektu	70 %	45 % SP	VD	VHR	představení přínosů projektu společnosti
2	neochota spolupráce ze strany zaměstnanců	35 %	nedostatečná komunikace	50 %	20 % MP	MD	NHR	zapojení do projektu zaměstnance a pravidelná komunikace s nimi
			neochota přijmout zaváděné změny	75 %	35 % SP	VD	VHR	
3	chybná analýza	45 %	nesprávná data	70 %	45 % SP	SD	SHR	konzultace s vedoucím práce
			opakování analýzy	60 %	10 % MP	MD	NHR	
4	chybně použité metody PI	50 %	nepravdivá data	80 %	35 % SP	SD	SHR	konzultace s vedoucím práce a nastudování metod PI
			zpracování dat novými metodami	65 %	20 % MP	SD	NHR	
5	chyba při sběru dat	60 %	neúplná data	85 %	40 % SP	SD	SHR	dbát na správná data
			nepravdivá data	80 %	55 % SP	VD	VHR	
6	nedodržení časového rámce projektu	30 %	zpoždění realizace projektu	60 %	30 % MP	SD	NHR	časová rezerva
7	nesplnění cílů projektu	20 %	neúspěšný projekt	70 %	35 % SP	VD	VHR	průběžná kontrola cílů

PŘÍLOHA P II: UKÁZKA ZPRACOVÁNÍ SNÍMKU PRACOVNÍHO DNE

#	ZAČÁTEK ČINNOSTI	KONEC ČINNOSTI	ČAS ČINNOSTI	POPIS ČINNOSTI	Hlavní činnosti	Místo vykonávání práce	Poznámka (např. zda činnost obsahuje ztrátu)
1	6:15:00	6:16:40	0:01:40	chystání seřizovacího listu	AD	PLAZMA	
2	6:16:40	6:18:00	0:01:20	administrativa	AD	PLAZMA	
3	6:18:00	6:22:44	0:04:44	jízda polotovary do zásobníku	DM	PLAZMA	
4	6:22:44	6:26:10	0:03:26	chůze	CH	PLAZMA	
5	6:26:10	6:27:50	0:01:40	chystání nástrojů	PRN	PLAZMA	
6	6:27:50	6:28:29	0:00:39	kommunikace s kolegy	KOM	PLAZMA	
7	6:28:29	6:30:46	0:02:17	chystání nástrojů	PRN	PLAZMA	
8	6:30:46	6:31:01	0:00:15	chůze	CH	PLAZMA	
9	6:31:01	6:35:07	0:04:06	chystání nástrojů	PRN	PLAZMA	
10	6:35:07	6:36:20	0:01:13	seřizování programu	SER	PLAZMA	
11	6:36:20	6:36:50	0:00:30	demontáž - výměna plátek	MD	PLAZMA	
12	6:36:50	6:37:13	0:00:23	chůze	CH	PLAZMA	
13	6:37:13	6:37:20	0:00:07	řasování plátku	PRN	PLAZMA	
14	6:37:20	6:37:36	0:00:16	chůze	CH	PLAZMA	
15	6:37:36	6:38:02	0:00:26	monáž - nového plátku	MD	PLAZMA	
16	6:38:02	6:39:15	0:01:13	výměna poháněného nástroje	MD	PLAZMA	
17	6:39:15	6:39:36	0:00:21	hledání orfisku	HN	PLAZMA	
18	6:39:36	6:40:01	0:00:25	chůze	CH	PLAZMA	
19	6:40:01	6:40:36	0:00:35	hledání kleštiny	HN	PLAZMA	
20	6:40:36	6:41:22	0:00:46	chůze	CH	PLAZMA	
21	6:41:22	6:42:35	0:01:13	pokračování v hledání	HN	OBŘZ	
22	6:42:35	6:42:48	0:00:13	chůze	CH	PLAZMA	hledání na spodní dílně
23	6:42:48	6:43:00	0:00:12	kommunikace s kolegy	KOM	PLAZMA	
24	6:43:00	6:43:56	0:00:56	chůze	CH	PLAZMA	
25	6:43:56	6:46:51	0:02:55	pomoc kolegyni	KOM	PLAZMA	došel materiál v podavaci u vedlejšího stroje
26	6:46:51	6:47:00	0:00:09	hledání kleštiny	HN	PLAZMA	kleštiny nalezena
27	6:47:00	6:48:07	0:01:07	montáž kleštiny	MD	PLAZMA	
28	6:48:07	6:49:10	0:01:03	montáž frézky	MD	PLAZMA	
29	6:49:10	6:50:26	0:01:16	demontáž - vnitřního nože	MD	PLAZMA	
30	6:50:26	6:50:39	0:00:13	výměna vnitřního nože	MD	PLAZMA	
31	6:50:39	6:51:09	0:00:30	chůze	CH	PLAZMA	
32	6:51:09	6:51:21	0:00:12	řasování plátku	PRN	PLAZMA	
33	6:51:21	6:51:39	0:00:18	chůze	CH	PLAZMA	
34	6:51:39	6:52:37	0:00:58	montáž plátku	MD	PLAZMA	
35	6:52:37	6:52:59	0:00:22	montáž nože	MD	PLAZMA	

36	6:52:59	6:53:33	0:00:34	montáž vnitřního zapichu				PLAZMA	
37	6:53:33	6:54:21	0:00:48	chůze				PLAZMA	pro nářadí
38	6:54:21	6:55:55	0:01:34	výměna plátku				PLAZMA	
39	6:55:55	6:56:24	0:00:29	montáž nože				PLAZMA	
40	6:56:24	6:58:10	0:01:46	demonáž - výměna kleštiny				PLAZMA	výměna nástrojů na druhé hlavě
41	6:58:10	6:59:16	0:01:06	montáž kleštiny				PLAZMA	
42	6:59:16	6:59:33	0:00:17	demontáž - výměna vyházovače na výměnu kusu				PLAZMA	
43	6:59:33	6:59:46	0:00:13	chůze				PLAZMA	
44	6:59:46	7:00:33	0:00:47	kommunikace s kolegou				PLAZMA	
45	7:00:33	7:01:14	0:00:41	hledání nástroje				PLAZMA	
46	7:01:14	7:01:30	0:00:16	chůze				PLAZMA	
47	7:01:30	7:03:13	0:01:43	montáž kleštiny				PLAZMA	
48	7:03:13	7:03:37	0:00:24	kontrola původních nástrojů				PLAZMA	
49	7:03:37	7:04:44	0:01:07	najždění nástrojů				PLAZMA	
50	7:04:44	7:05:20	0:00:36	nastavení parametru podavače				PLAZMA	
51	7:05:20	7:12:12	0:06:52	najždění nástrojů				PLAZMA	
52	7:12:12	7:16:17	0:04:05	objždění 1. kusu				PLAZMA	
53	7:16:17	7:17:51	0:01:34	nastavování nulového bodu pro předání druhého vřetene				PLAZMA	
54	7:17:51	7:18:13	0:00:22	předání 1. kusu na druhou hlavu				PLAZMA	
55	7:18:13	7:23:30	0:05:17	měření 1. kusu a úprava korekci				PLAZMA	
56	7:23:30	7:26:38	0:03:08	objždění 2. kusu 1. hlavou				PLAZMA	
57	7:26:38	7:28:44	0:02:06	předání 2. kusu na druhou hlavu				PLAZMA	
58	7:28:44	7:30:49	0:02:05	objždění 2. kusu 2. hlavou				PLAZMA	
59	7:30:49	7:31:34	0:00:45	měření 2. kusu a úprava korekci				PLAZMA	
60	7:31:34	7:32:01	0:00:27	chůze				PLAZMA	
61	7:32:01	7:35:23	0:03:22	řasování pinů				PLAZMA	
62	7:35:23	7:35:44	0:00:21	chůze				PLAZMA	
63	7:35:44	7:40:16	0:04:32	měření 2. kusu a úprava korekci				PLAZMA	
64	7:40:16	7:40:34	0:00:18	administrativa				PLAZMA	
65	7:40:34	7:40:55	0:00:21	chůze				PLAZMA	
66	7:40:55	7:45:50	0:04:55	kontrola kvality				PLAZMA	
67	7:45:50	7:46:00	0:00:10	chůze				PLAZMA	
68	7:46:00	7:46:15	0:00:15	spuštění výroby				PLAZMA	
69	7:46:15	7:50:00	0:03:45	úklid				PLAZMA	
70	7:50:00	7:50:00	0:00:00	konec přesízení				PLAZMA	
71	7:50:00	0:00:00	#####					PLAZMA	

