

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Zefektivnění výrobního procesu metodami průmyslového inženýrství

Bc. Iveta Doležalová

Diplomová práce

2017

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera
Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Iveta Doležalová**
Osobní číslo: **D15380**
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**
Název tématu: **Zefektivnění výrobního procesu metodami průmyslového inženýrství**
Zadávací katedra: **Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

1. Charakteristika průmyslového inženýrství
2. Analýza současného stavu vybraného podniku
3. Aplikace metod průmyslového inženýrství
4. Zhodnocení navrhovaného řešení

Závěr


Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucí/ho**
Rozsah pracovní zprávy: **50 - 60 stran**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:
dle pokynů vedoucí/ho práce

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Helena Becková, Ph.D.**
Katedra dopravního managementu, marketingu
a logistiky

Datum zadání diplomové práce: **30. listopadu 2016**
Termín odevzdání diplomové práce: **26. května 2017**


doc. Ing. Libor Švadlenka, Ph.D.
děkan

L.S.


doc. Ing. Jaroslava Hyršlová, Ph.D.
pověřená vedením katedry

V Pardubicích dne 12. dubna 2017

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Beru na vědomí, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a směrnicí Univerzity Pardubice č. 9/2012, bude práce zveřejněna v Univerzitní knihovně a prostřednictvím Digitální knihovny Univerzity Pardubice.

V Pardubicích dne 25. 5. 2017

Bc. Iveta Doležalová

Ráda bych poděkovala vedoucí práce Ing. Heleně Beckové, Ph.D. za vstřícný přístup a cenné rady při zpracovávání diplomové práce. Dále zaměstnancům podniku za ochotu a vstřícnost při provádění analýzy.

ANOTACE

Práce se zaměřuje na zvýšení produktivity využitím vybraných metod průmyslového inženýrství, které se zabývají snižováním plýtvání. Zaměřují se na výkonnost a snížení nákladů. Cílem práce je zavedení metody průmyslového inženýrství, která by umožnila snížení nákladů souvisejících s neproduktivitou.

KLÍČOVÁ SLOVA

výrobní proces, efektivita, produktivita, průmyslové inženýrství, plýtvání

TITLE

Streamlining of production process by industrial engineering methods

ANNOTATION

The master thesis is focused on the higher productivity by using industrial engineering methods, which are deal with reduction of waste. The main task is to raise performance and reduction of costs. Target of work is implementation of method industrial engineering, which would reduce cost related with unproductivity.

KEYWORDS

manufacturing process, efficiency, productivity, industrial engineering, waste

OBSAH

ÚVOD.....	9
1 CHARAKTERISTIKA PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ.....	10
1.1 Průmyslové inženýrství.....	10
1.1.1 Úvod do průmyslového inženýrství.....	10
1.1.2 Organizace průmyslového inženýrství	11
1.1.3 Charakteristika průmyslového inženýra	12
1.1.4 Role a práce průmyslového inženýra	12
1.2 Metody a techniky průmyslového inženýrství	14
1.2.1 Vizualní řízení – vizualní management	16
1.2.2 Program 5S	16
1.2.3 Týmová práce	18
1.2.4 Management hodnotových toků	18
1.2.5 Zlepšování procesů – Kaizen.....	19
1.2.6 Poka-yoke	20
1.2.7 Kanban.....	20
1.2.8 SMED	20
1.2.9 Procesy kvality a standardizovaná práce	22
1.2.10 Management produktivity výrobního zařízení (TPM)	22
1.2.11 Six Sigma.....	22
1.3 Štíhlý podnik	23
1.3.1 Prvky štíhlého podniku.....	23
1.3.2 Implementace prvků štíhlého podniku	24
1.4 World Class Manufacturing (WCM)	25
1.4.1 Techniky World Class Manufacturing v automobilovém průmyslu	26
1.4.2 Nástroje WCM.....	27
1.4.3 PDCA cyklus	28
1.5 Produktivita a výkonnost.....	28
1.5.1 Definice a faktory produktivity	28
1.5.2 Zvyšování produktivity	30
1.5.3 Plýtvání.....	30

2	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VYBRANÉHO PODNIKU.....	31
2.1	Představení podniku.....	32
2.2	Charakteristika výrobního procesu.....	32
2.2.1	Výrobní proces konkrétního výrobku.....	36
2.2.2	Výkonové normy výrobního procesu šestivřetenového stroje.....	40
2.2.3	Výkonové normy výrobního procesu stroje DECO.....	42
2.2.4	Výkonové normy výrobního procesu stroje STAR.....	43
2.2.5	Shrnutí poznatků z analýzy výrobního procesu.....	44
2.3	Analýza procesu nahazování.....	44
2.3.1	Příprava stroje Star.....	44
2.3.2	Příprava stroje DECO.....	49
2.3.3	Schvalování prvních kusů.....	49
2.4	Ishikawův diagram.....	51
3	APLIKACE METOD PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ.....	53
3.1	SMED.....	53
3.1.1	První krok.....	53
3.1.2	Druhý krok.....	57
3.1.3	Třetí krok.....	57
3.1.4	Shrnutí.....	58
3.2	Zaznamenané formy plýtvání.....	58
4	ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÉHO ŘEŠENÍ.....	61
4.1	Výpočet nákladů na zaměstnance.....	61
4.2	Návrh směn technologů a mistrů.....	62
4.3	Výrobní náklady.....	63
4.4	Shrnutí.....	65
	ZÁVĚR.....	66
	POUŽITÁ LITERATURA.....	67
	SEZNAM TABULEK.....	69
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	70
	SEZNAM ZKRATEK.....	71

ÚVOD

V mnoha publikacích je průmyslové inženýrství označováno jako mladá vědní disciplína, která se zabývá flexibilitou, snižováním nákladů, reakcí na potřeby zákazníků aj. Cílem průmyslového inženýrství je snižování plýtvání v jakékoli fázi výrobního procesu, jelikož činnosti, které nepřispívají k tvorbě zisku nebo nemají hodnotu pro zákazníka, jsou plýtváním. Průmyslové inženýrství se zaměřuje na zvyšování efektivity v různých činnostech podniku a využitím jeho metod lze dosáhnout požadované konkurenceschopnosti (zvýšením produktivity) a také zvýšení zisků.

Just in Time, Kanban, 5S, SMED a jiné, jsou metody průmyslového inženýrství, které jsou využívány po celém světě. Například metodou SMED lze zanalyzovat výrobní proces, což umožní následné zkrácení prostojů, manipulace a jiných činností jako formy plýtvání.

Štíhlá výroba je jeden z konceptů průmyslového inženýrství, který se nezabývá pouze výrobou, ale i např. administrativou. Základy byly položeny známou firmou Toyota, která se snažila o neustálé zlepšování a minimální zásoby. Neustálým řešením přibývajících problémů vznikl systém jmenující se Toyota Production System. Jedná se o systém obsahující soubor principů a metod zaměřujících se na zvýšení výkonnosti výrobního podniku. Systém se snaží o plynulý výrobní provoz, vyvarování se přetížení, výpadkům a plýtvání, označované jako muri, mura, muda.

K udržení konkurenceschopnosti a plnění požadavků zákazníků, se podniky musí snažit o neustálé zlepšování a hledání nových možností ke zvyšování produktivity. S neustále měnícími se podmínkami a s růstem globalizace je zapotřebí se přizpůsobovat a rychle reagovat nejen efektivnější výrobou, ale také snižováním nákladů, které jsou s problematikou produktivity spojeny. K tomu lze využít průmyslové inženýrství, což je obor využívaný po celém světě, který se neustále rozvíjí.

Cílem práce je na základě analýzy současného stavu vybraného podniku aplikovat teorie zabývající se průmyslovým inženýrstvím, principy a metody ke zvýšení produktivity a následném návrhu řešení, které by vedlo ke zlepšení. Návrh bude zhodnocen a prodiskutován i s odborníky dané problematiky a bude zjištěno, zda je, nebo není možné provést změny či zvýšit produktivitu v daném podniku a to formou brainstormingu.

1 CHARAKTERISTIKA PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

Cílem teoretické kapitoly je představit, co je to průmyslové inženýrství, kdo jej vykonává a metody využívané průmyslovým inženýrstvím. Dále bude zmíněn štíhlý podnik, včetně jeho prvků a implementace. Jelikož je diplomová práce zaměřena na produktivitu, bude vysvětleno, co to produktivita je, co ji ovlivňuje a především, jaké druhy plýtvání související s produktivitou existují.

1.1 Průmyslové inženýrství

Tato kapitola představí průmyslové inženýrství a jeho roli v podniku. Dále bude popsáno, jakou roli a práci vykonávají průmysloví inženýři v podnicích a proč jsou pro podniky důležití.

1.1.1 Úvod do průmyslového inženýrství

Průmyslové inženýrství (dále jen PI) je dle Debnára (2011), poměrně mladý multidisciplinární obor, který řeší aktuální potřeby organizací v oblasti moderního managementu. Důležitým faktorem podle něho je, že kombinuje technické znalosti inženýrských oborů s poznatky z podnikového řízení, pomocí nichž racionalizuje, optimalizuje a zefektivňuje procesy v organizaci. Dále uvádí, že průmyslové inženýrství se systematicky zaměřuje především na projektování, plánování, zavádění a zlepšování procesů a také na implementační schopnost v oblasti inovací s cílem zabezpečit jejich vysokou efektivitu a konkurenceschopnost. Do praxe jsou změny dle Debnára (2011) aplikovány prostřednictvím projektů, které by měly eliminovat všechny ztráty a zabezpečit co nejvyšší produktivitu. Průmyslového inženýrství dle něj je možné také chápat jako hledání způsobů, jak jednodušeji, kvalitněji, rychleji, flexibilněji vykonávat a řídit podnikové procesy.

Průmyslovým inženýrstvím se zabývali osobnosti jako F. W. Taylor nebo H. Ford. Velmi významnou osobou v oblasti průmyslového inženýrství byl i japonský inženýr Shigeo Shingo, který je tvůrcem revolučního směru Toyota Production System, jímž se inspirovali všichni působící v této oblasti (MMSpektrum, 2014).

Mašín (2000) uvádí, že v České republice průmyslové inženýrství neexistovalo téměř padesát let, a to je patrné nejen ve výrobě, ale i v dalších oborech jako zdravotnictví, poštovní a peněžní ústavy, služby, administrativa apod. V České republice se jako ucelený obor začíná využívat až po roce 1989.

Pojem průmyslové inženýrství je překladem anglického termínu „industrial engineering“, který se začal používat v USA. V Evropě se lze setkat i s termínem

„management service“. Průmyslové inženýrství je akceptováno všemi vyspělými průmyslovými zeměmi jako hlavní obor potřebný pro růst produktivity. Jak Mašín (2000) uvádí, lze najít určité odlišnosti a dle zkušeností je možné identifikovat tři základní „školy“:

- americká,
- německá,
- japonská.

Definice průmyslového inženýrství podle Salvendy (1992) je interdisciplinární obor zabývající se projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. Z tohoto důvodu využívá speciální znalosti z matematiky, fyziky, sociálních věd i managementu. Společně s inženýrskými metodami jsou dále využity pro specifikaci a hodnocení výsledků dosažených těmito systémy.

Americký institut průmyslového inženýrství (citováno Kjellm, 2004) označuje průmyslové inženýrství jako obor zabývající se designem, zdokonalováním a zaváděním integrovaných systémů lidí, materiálů, informací, vybavení a energií. Dle institutu se čerpá z odborných znalostí a dovedností matematických, fyzikálních a sociálních věd, spolu s principy a metodami inženýrské analýzy.

Mašín (2000, s. 82) cituje definici PI pro 21. století, kde PI je *„uznávaný vedoucí obor, který plánuje, navrhuje, zavádí a řídí integrované systémy, jejichž cílem je produkce výrobků nebo poskytování služeb. V těchto systémech PI zajišťuje a podporuje vysoký výkon, spolehlivost, údržbu, plnění plánu a řízení nákladů. Tyto systémy budou mít socio-technologickou povahu a budou integrovat lidi, informace, materiál, stroje, energie a procesy v rámci celého životního cyklu výrobku, služby nebo programu.“*

I když každá definice může být jinak formulovaná, zjednodušeně lze říci, že průmyslové inženýrství je obor zabývající se aktivitami umožňujícími nejvyšší produktivitu, odstraňuje plýtvání, snižuje náklady aj.

1.1.2 Organizace průmyslového inženýrství

Organizace průmyslového inženýrství se v jednotlivých podnicích může lišit, ovšem měla by být splněna jedna podmínka, a tou je dle Debnára (2011) samostatnost a autonomnost útvaru. Dle něj by neměl organizačně spadat pod výrobu nebo jiný útvar, ale přímo pod ředitele společnosti. Mezi důvody uvádí, že se metody průmyslového inženýrství musí využívat v celém podniku, nejen ve výrobě. Dále by měl mít útvar PI nezávislý a nezaújatý

pohled na procesy v organizacích. Dalším důvodem je tvorba produkčního systému jako kontinuálního nástroje pro realizaci podnikatelské strategie organizace.

1.1.3 Charakteristika průmyslového inženýra

V podnicích se lze setkat s mnoha názvy pracovníků, kteří se zabývají průmyslovým inženýrstvím. Debnár (2011) uvádí názvy jako průmyslový inženýr, procesní inženýr, manažer změn, lean manažer, lean specialist a jiné. Tyto názvy se však liší v závislosti dle pracovní náplně, kterou tito pracovníci vykonávají. Dle něj pracovní náplň ve velké míře zahrnuje činnosti, jako je zlepšování procesů, tvorba časových norem, tvorba standardů, průmyslová moderace, implementace metod průmyslového inženýrství a principů štíhlých procesů, zlepšování kvality, eliminace plýtvání a další. Průmyslový inženýr by podle něj měl být schopný dívat se na procesy v organizaci s jistým nadhledem, nezaujatě a musí neustále brát na zřetel komplexnost řešení problému.

Mašín (2000) uvádí hlavní odlišnosti, kterými se průmyslový inženýr liší od ostatních průmyslových inženýrských profesí např. tím, že upozorňuje ostatní profese na existenci něčeho, jako je obchodní realita. Pomáhá překonávat často vyskytující se mezeru mezi manažery a liniovými pracovníky, říká technikům, že zakoupením drahého nejnovějšího stroje nemusí dojít ke zvýšení produktivity. Průmyslový inženýr může být označen i jako tlumočnický ve smyslu úspěšného předložení myšlenky specializovaného odborníka technicky nevzdělanému manažerovi. Kromě toho je naopak schopný tlumočit informace „shora – dolů“ a připomínat ostatním inženýrským profesím, že jejich úkol je vytvářet zisk. Podle něj výhodou průmyslového inženýra, oproti lidem pracujícím intenzivně na detailech, je schopnost dívat se z nadhledu a brát v potaz celkové řešení.

1.1.4 Role a práce průmyslového inženýra

V pracovním prostředí se lze setkat s otázkou, kdo je to průmyslový inženýr, nebo co průmyslový inženýr skutečně dělá.

Dle Kjella (2004) je výzvou pro tuto profesi komunikace v odlišných rolích, které průmysloví inženýři hrají a které jsou různorodé a pestré napříč organizacemi. Průmysloví inženýři tráví mnoho času studiem a pochopením současných činností organizace, aby byli schopní propojit změny vedoucí ke zlepšení finančních podmínek. Proto je průmyslový inženýr velkým přínosem pro organizaci.

Důležitá je také dle Kjella (2004, s. 24, přeloženo autorem) schopnost porozumění, která je definována jako „*schopnost porozumět obsahu a potřebám v různých oblastech podnikání. Přeložit obsah ostatním účastníkům iniciativy o změně je také něco, co ne všichni*“

odborníci umí. Průmysloví inženýři s touto schopností jsou vhodnými kandidáty pro usnadnění různých potřeb v organizaci. Role, která může znamenat rozdíl mezi úspěšnou změnou iniciativy a tou, která selže.“

Mezi klíčové faktory, které dělají průmyslové inženýry úspěšné, patří podle Kjella (2004):

- být flexibilní, ale zaměřen. To znamená, že průmyslový inženýr by měl být schopný přijímat nové úkoly a hledat příležitosti,
- aplikace konceptů PI na reálné problémy. Pro úspěšnost projektů je důležité při aplikaci teorií především pochopení těchto teorií a jejich použitelnost v praxi. Často je stává, že mladí inženýři aplikují nastavené postupy, aniž by si uvědomovali různá omezení,
- porozumění tzv. velkého obrazu, jak změnit iniciativy mající dopad na celkovou organizaci. Systém myšlení by měl být součástí schopností každého průmyslového inženýra. Provést zlepšení procesu může být snadné, ovšem je velmi podstatné porozumět, jak tento proces prospívá organizaci jako celku, nikoli jen části,
- porozumění a analýza současných procesů. Porozumění procesů je každodenní prací inženýrů vedoucí ke zlepšování procesů,
- řízení změn. Přesvědčení o řešení a nutnosti změn,
- pokračování ve zlepšování. Důležité je po implementaci měření nebo sledování systému v návaznosti na realizaci projektu,
- být kreativní. Jedná se o schopnost vidět současnou situaci a zároveň přicházet na nové nápady,
- jasná komunikace. Uvádět nápady do praxe je jedna věc, ale k tomu je zapotřebí vynikající verbální a psaná komunikační schopnost průmyslového inženýra.

Podle Debnára (2013) se lze na roli průmyslového inženýra dívat i z jiných pohledů. Role se mohou měnit v závislosti na organizaci a dle očekávání managementu. Mezi role patří:

- architekt a stavitel – navrhuje pracoviště a procesy s cílem nulových ztrát nebo buduje systémy s cílem vysoké produktivity a efektivity podnikatelského systému,
- pozorovatel – sleduje a pozoruje procesy pro důkladné pochopení, získává pravdivé a reálné informace přímo z procesu a realizuje on-line monitoring procesu,
- realizátor – dává zpětnou vazbu na proces, upozorňuje na abnormality a identifikuje kořenovou příčinu,
- moderátor změn – realizuje cílené workshopy a zabezpečuje výměnu zkušeností formou týmového setkání při hledání řešení,
- trenér – realizuje tréninky a školení, cílem je neustále se vzdělávat a hledat nová témata a oblasti řešení,
- podněcovatel – neustále podněcuje změny s cílem pro zlepšování procesů, nikdy se nespokojuje s dosaženým výsledkem a vtahuje do změn své okolí.
- inovační inženýr – koordinuje a moderuje tvorbu budoucího stavu produkčního systému, zasahuje do procesů s cílem jejich automatizace,
- tvůrce standardů a vizualizace – tvoří standardy pro zlepšování procesů, které budou srozumitelné pro ostatní, a dále buduje vizuální podnik.

Z tohoto výčtu rolí průmyslového inženýra je zjevné, že může mít různou roli v podniku a má velkou hodnotu. Pro všechny tyto role ale platí to samé. Cílem je vždy zlepšování procesů, neustálé hledání řešení, získávání zkušeností a vše další, co podnik potřebuje k tomu, aby byl co nejvíce efektivní a konkurence schopný.

1.2 Metody a techniky průmyslového inženýrství

Metody využívající se v PI podle Mašina (2000) lze rozdělit do čtyř skupin, které plně pokrývají hlavní aktivity PI v integrovaných systémech (projektování – zavádění – zlepšování):

- plánování, navrhování a řízení,
- uplatňování lidského rozměru,
- technologické aspekty,
- kvantitativní a kreativní metody.



Obrázek 1 Čtyři bloky metod průmyslového inženýrství (Mašín, 2000, s. 81)

První blok dle obrázku 1 je činnost plánování, navrhování a řízení, která obsahuje měření práce, odměňování a kapacitní výpočty. Druhá činnost, týkající se lidských zdrojů, zahrnuje projektování výrobních týmů nebo programy zabývající se zlepšováním procesů. Třetí blok obsahuje projektování výrobních buněk nebo konstruování s ohledem na výrobu nebo montáž. Do čtvrtého bloku patří kvantitativní metody pro rozhodování, jako je simulace procesů nebo průmyslová moderace.

Gregor a Košturiak (citováno Mikulcem, 2009, s. 26) rozdělují metody a techniky průmyslového inženýrství do pěti základních oblastí:

- racionalizace a empirické metody vyvinuté v průmyslových podnicích – zahrnuje se sem studium metod (pro efektivnější využívání materiálu, prostoru, strojů i pracovníků), měření práce (REFA, MTM, MOST), 5S, jidoka, SMED, TPM, Poka-Yoke, VSM apod.,
- informatika a softwarové inženýrství – jedná se o informační technologie pro bezdokumentovou výměnu informací, simulace apod.,
- motivace, nové organizační formy, týmy, vedení lidí – moderování, Kaizen (soutěže ve zlepšování), zaměření se na týmovou práci,
- systémové inženýrství, projektování, operační výzkum – TOC, projektový management, optimalizace práce a layoutu,
- technologie, výrobní a automatizační technika – robotika, stroje, centralizace skladů, dopravní systém.

Dle Mikulce (2009) se v souvislosti s průmyslovým inženýrstvím hovoří o principech štíhlosti a metodách, s nimiž lze vybudovat tzv. štíhlý podnik, jehož základní kameny jsou štíhlá výroba, štíhlá logistika, štíhlá administrativa a štíhlý vývoj. Těmto principům bude věnována samostatná kapitola.

1.2.1 Vizualní řízení – vizualní management

Musilová (2007) popisuje vizualní management jako nástroj, kterým lze zabezpečit efektivní výměnu a sdílení důležitých informací. Důvodem využití tohoto nástroje je plýtvání, je důležité se ho naučit vnímat zrakem, rozpoznat ho a kvantifikovat. Jako vizualní pracoviště uvádí uspořádání, řízení, organizování a jasně popsané procesy, které umožní využít vizualní prostředky pro okamžité odhalení abnormalit a přijmout nápravné opatření.

Vizualizovat lze i standardy, což jsou přesná pravidla, která jsou následující (Musilová, 2007):

- standard čistého pracoviště,
- standard uspořádání pracoviště,
- standard mazacích plánů,
- pracovní postupy,
- kontrolní karty zařízení,
- kontrolní karty výrobků,
- standard přetypování,
- popis kontroly – vstupní, výstupní,
- atd.

Musilová (2007) dále uvádí, že pro rozvoj pracoviště jsou nezbytné ukazatele, které mají za cíl učit, informovat, řídit, porovnávat a motivovat, a to formou vizualních tabulí, elektronických tabulí aj.

1.2.2 Program 5S

Zjednodušeně interpretované 5S je označení pro štíhlé pracoviště, které je prvkem štíhlé výroby. Pracoviště, které není štíhlé, se vyznačuje zbytečnými pohyby a činnostmi snižujícími produktivitu.

Košturiak a Frolík (2006, s. 65) uvádí tyto prvky štíhlého pracoviště:

- seiri - sort (setřídít) – definice potřebných položek a odstranění přebytečných,
- seiton – straighten (systematizovat) – určení místa pro položky na pracovišti,
- seiso – shine (čistit) – vyčistění a uspořádání pracoviště,
- seiketsu – standardize (standardizace) – standardy uspořádání pracoviště,
- shitsuke – sustain (stále zlepšovat) – audity a zlepšování systému 5S.

Zavedení 5S začíná vytvořením základních podmínek pro racionální výrobu či obecných podmínek, které omezí plýtvání v procesech. Buriak (2011) uvádí, že se jedná o základ štíhlé výroby známý po celém světě. Dále popisuje podstatu zavedení 5S, a to především v tom, že pracoviště je přehledné, bez nepotřebných předmětů, standardizované, bezpečné a čisté pro bezchybnou výrobu bez nadměrného plýtvání. Jako důvod, proč dělat na pracovišti systematický pořádek, uvádí časem vytvořený velký objem předmětů, pomůcek, dokumentace, špíny aj., které způsobí nepřehlednost a pracovníci nemohou najít potřebné nářadí.

Buriak (2011) uvádí praktické činnosti při zavádění 5S:

1. krok – oddělení předmětů, které musí a nemusí být. Co se používá nejčastěji, by mělo být nejbližší a naopak. Tyto předměty se zaznamenají do tzv. karty pracoviště,
2. krok – nalezení správného místa pro předměty, které zůstaly na pracovišti a následná vizualizace (horizontální a vertikální), jako je označení skříněk, nářadí aj. Provádí se v tomto kroku i Layout, což je náčrt půdorysu doplněný vizualizací (fotografiemi),
3. krok – vyčištění a zabezpečení čistoty pracoviště. Vhodná je vizualizace před i po vyčištění. Jedná se i o formu kontroly. Dále by se mělo zjistit, co je příčinou znečištění. Je vhodné si zaznamenat pro budoucí standardizaci, jak a čím bude pracoviště čištěno, jak dlouho trvalo čištění, jak často se bude čistit atd.,
4. krok – předmětem standardu je to, aby předepsané činnosti byly prováděny stejným způsobem, se stejnou dobou trvání, ale i výsledkem. Standard obsahuje hlavičku dokumentu, která určuje pracoviště, středisko, číslo standardu, kdo ho ověřil, revize, datum vydání, platnosti aj.,
5. krok – cílem je udržení zlepšeného stavu, aby se nevrátil do původního. Zapotřebí je dodržování standardů. K tomu jsou nutné kontroly, které mohou být i ve formě auditů, což je nezávislé posouzení stavu pracoviště.

1.2.3 Týmová práce

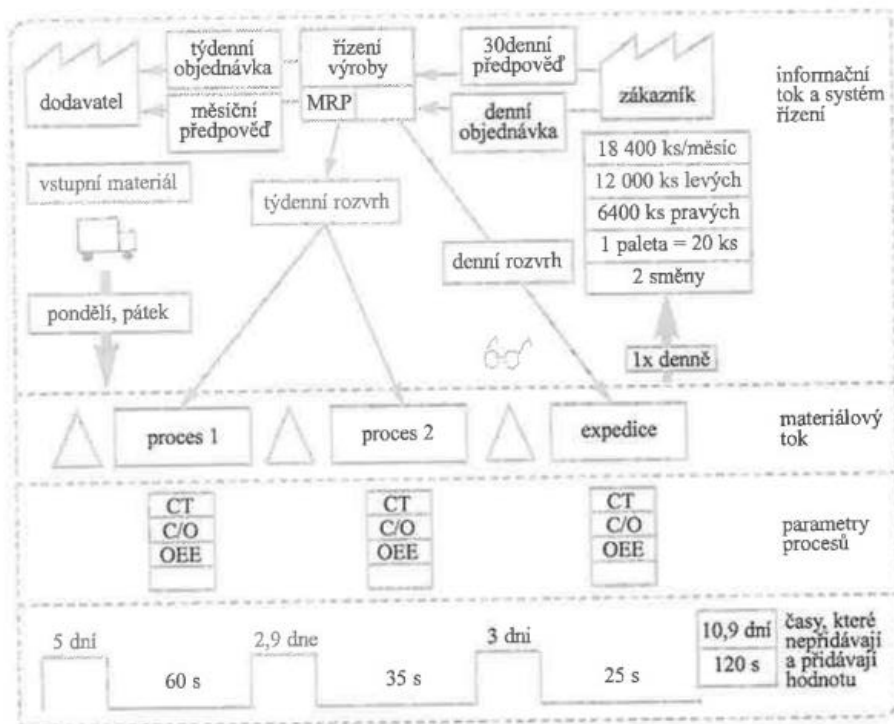
Košturiak a Frolík (2006) uvádí, že týmová práce nachází svůj význam v posledním desetiletí, a to z důvodu uvědomění si vysokého podílu na japonské výrobní dokonalosti, kterou má týmová práce a zapojení všech lidí do řešení problémů přímo v dílně. Další je snaha zvýšit pružnost výroby, snížit náklady, zkrátit průběžné časy a zvýšit kvalitu decentralizací. Autoři odhadují využití lidského potenciálu v hospodářství na 30 – 40 %. Dle nich je týmová práce jedinou cestou ke zrychlení reakce na požadavky zákazníka a na změny na trzích. Bez týmové práce podle autorů ostatní prvky štíhlého podniku nepřinesou očekávané přínosy.

1.2.4 Management hodnotových toků

Tato metoda umožňuje dle Košturiaka a Frolíka (2006) zobrazit současný tok hodnot pomocí diagramu, který je znázorněn na obrázku . Autoři dále uvádí, že se mapa toku hodnot vytváří přímo ve výrobním procesu a zachycuje tok materiálu, informací, způsob řízení výroby, parametry procesů a časy, kdy se přidává a kdy nepřidává hodnota. Dále umožňuje definovat nový, efektivní tok hodnot k zákazníkovi a jeho neustálé zlepšování, realizaci kroků umožňujících změnu procesu ze současného do nového stavu.

Košturiak a Frolík (2006) definují postup implementace:

- definování týmu pro mapování toku hodnot,
- výběr reprezentanta pro portfolio produktů – ABC analýza, charakteristický technologický postup,
- znázornění současného stavu a výpočet VA indexu (Value-added index),
- workshop ke znázornění budoucího stavu – FIFO zásobníky, vyvážení operací, heijunka atd.,
- zaměření se na okruh otázek týkajících se budoucího stavu,
- harmonogram změn a jejich realizace.



Obrázek 2 Mapa toku hodnot (Košturiak a Frolík, 2006, str. 44)

1.2.5 Zlepšování procesů – Kaizen

Imai (2004, s. 8) je autorem tohoto směru, který se vyvíjel zhruba od 50. let dvacátého století, a uvádí podstatu tohoto pojmu: „*Kaizen znamená zlepšování a zdokonalování. Kaizen navíc znamená neustále probíhající zdokonalování týkající se všech, včetně manažerů a dělníků.*“

Imai (2004) stanovil tři úrovně Kaizenu:

- Kaizen zaměřený na management – klíčový, důležitost strategických a logistických témat,
- Kaizen zaměřený na skupiny – řeší problémy v týmu, umožňuje vypracovávat nové metody,
- Kaizen zaměřený na jednotlivce – důraz na zdravý rozum, zaměření na vlastní povinnosti.

Imai (2004) uvádí, že Kaizen je střešní pojem zahrnující většinu japonských praktik, a to orientace na zákazníky, absolutní kontrola kvality, robotika, kroužky kontroly kvality, systém zlepšování návrhů, automatizace, disciplína na pracovišti, kanban, zdokonalování kvality, dobré vztahy management – zaměstnanci, zvyšování produktivity atd.

1.2.6 Poka-yoke

Tuček a Bobák (2006) uvádí, že Poka – Yoke je japonské slovo označující mechanické a elektronické prostředky umožňující identifikaci chyb, a to v místě jejich odstranění dříve, než se transformují na vady. Dle nich metoda souvisí s uplatňováním filosofie nulových vad a je založená na těchto přístupech:

- vytvoření předpokladů pro bezchybnou práci,
- zavedení postupů zabraňujících vzniku chyb,
- systematické odstraňování vzniku chyb,
- zkoumání výjimečných pracovních výsledků.

1.2.7 Kanban

Tuček a Bobák (2006) popisují kanban jako nástroj pro dílenské řízení výroby se zpětnou vazbou spočívající v tom, že se vyrábí a dopravují výrobky pouze tehdy, jestliže od následného výrobního týmu je přijata objednávka neboli kanban karta. Dále uvádí podmínky pro úspěšnost využití kanbanu:

- kvalifikovaný, vyškolený, ale hlavně motivovaný personál,
- hromadná a sériová výroba,
- rychlé seřizování strojů a zařízení (SMED),
- částečná pružnost kapacity,
- rychlé odstranění poruch obsluhou zařízení přímo na pracovišti,
- kontrola kvality přímo na pracovišti,
- připravenost delegovat pravomoci na každé úrovni řízení,
- plynulé toky.

1.2.8 SMED

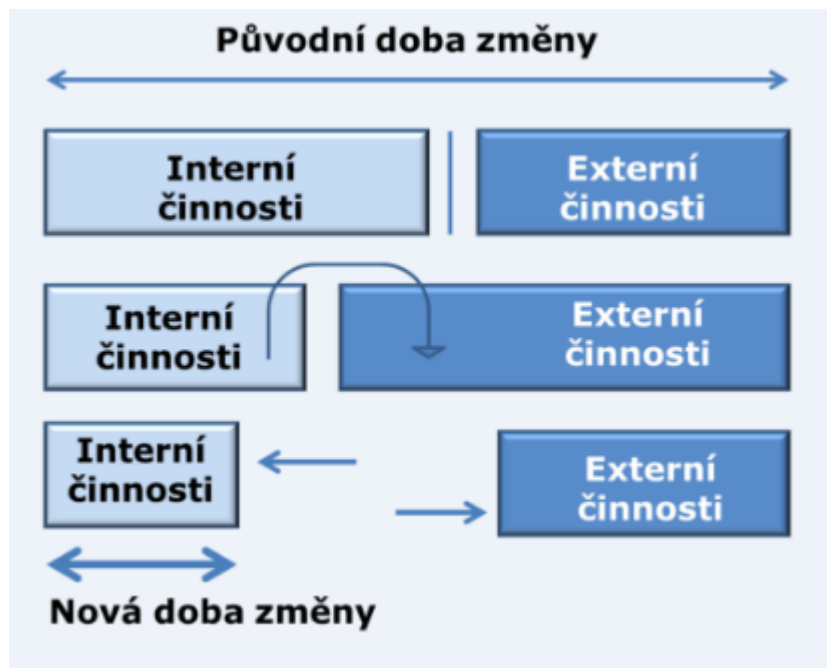
SMED je zkratka Single Minute Exchange of Dies a v překladu může být vykládána jako výměna nástroje během jedné minuty. Lévy (2016) uvádí hlavní cíl této metody, a to snížení času potřebného pro nastavení a seřízení strojů z několika hodin na několik minut.

Burieta (2011) se zaměřuje na metodiku SMED a uvádí, že slouží k optimalizaci výroby při plnění požadavků zákazníka. Důležitý je čas seřízení, který začíná ukončením výroby posledního kusu předchozí dávky až po výrobu prvního dobrého kusu nové dávky.

Mezi základní kroky metody SMED, které uvádí Burieta (2011), patří:

- rozdělení činností během seřízení na tzv. interní (prováděné při zastaveném stroji) a externí (prováděné během práce stroje),
- přesun interních činností na externí,
- zkracování interních, ale i externích časů, případně úplné zrušení externích činností.

Tyto kroky si lze lépe představit s pomocí obrázku 3. Po rozdělení činností na interní a externí je zapotřebí se zaměřit na redukci interních činností. Následnou eliminací externích činností se zkrátí původní doba, tudíž lze předpokládat, že se sníží náklady v souvislosti s časem a zvýší se i produktivita.



Obrázek 3 Redukce doby pomocí SMED (Vítek, [b.r.])

Buriteta (2011) dále uvádí, že se během seřízení vyskytuje hodně plýtvání, které lze odstranit, a tím zkrátit čas. Tato forma plýtvání se vyskytuje především v přípravných fázích, které souvisí s dopravou nástrojů po zastavení stroje, zbytečnými pohyby aj., dále při montáži a demontáži, při doladování, nastavování a čekání na zahájení, případně uvolnění výroby.

Lévy (2016) uvádí Shigea Shinga z Japonska jako zakladatele této metodiky, kterou lze popsat v následujících krocích:

- analýza – analýza procesu výměny a seřizování, v němž se zapisují úplně všechny činnosti, které jsou při výměně nástrojů a při seřizování, včetně časů,
- návrh řešení – přemístění nástrojů, náradí, změna přístupu k zařízením nebo technologiím. Navrhovaná opatření je zapotřebí vybrat a zaznamenat. Vhodné je použít analytickou metodu FMEA,
- realizace opatření ke zlepšení – realizace ve skutečném nebo zkušebním provozu a porovnání jednotlivých činností a časů,
- standardizace procesu – standardizace vhodných opatření formou změny stávajícího návodu na změnu nástrojů a seřízení strojů.

1.2.9 Procesy kvality a standardizovaná práce

Košťuriak a Frolík (2006) se zaměřují se dva podstatné prvky ve štíhlém podniku, které zajišťují kvalitu, a těmi jsou:

- kvalita u zdroje – okamžité zachycení chyb a zmetků a jejich okamžité řešení,
- standardizace práce – opravy chyb, zvýšení bezpečnosti a pracovní disciplíny aj.

V kvalitě se používají např. nástroje jako regulační diagramy, Paretova analýza, PDCA, Ishikanův diagram a jiné.

1.2.10 Management produktivity výrobního zařízení (TPM)

TPM podle Košťuriaka a Frolíka (2006) je zaměřen na zapojení pracovníků do aktivit, které směřují k minimalizaci prostojů zařízení, nehod a zmetků. Dále uvádí, že aplikace TPM principů je vhodná u stabilizovaných podniků, které mají vysoce využitá zařízení a chtějí zvýšit produktivitu. Jedná se o dlouhodobý program, který přináší výsledky postupně a je zapotřebí ho neustále rozvíjet a zdokonalovat.

1.2.11 Six Sigma

Sigma je písmeno řecké abecedy, které statistici používají k měření variability v různých procesech. Pyzdek (2003) popisuje Six Sigma jako přísné, soustředěné a vysoce efektivní provádění principů kvality a technik. Dle něj Six Sigma používá vědecké metody ke konstrukci a provozu řídicích systémů a obchodních procesů, které umožňují zaměstnancům dodat co největší hodnotu pro zákazníky a majitele.

Škop (2001) uvádí, že základem metody je přesvědčení, že dělat chyby se nevyplácí, protože chyby na sebe stále nabalují další a další náklady, proto je levnější se chyb vyvarovat. Uvádí magickou hranici 3,4 chyby na milion opakování téže události a snahu omezit počet chyb pod tuto hranici. Six sigma je metoda, v níž se vyskytuje posloupnost kroků, které jsou označovány jako DMAIC:

- Define (definice) – vyhledání klíčových oblastí a určení směru zlepšení,
- Measure (měření) – získání informací o současném stavu, produkci a kvalitě,
- Analyze (analýza) – zjištění zdrojů problémů způsobujících chyby,
- Improve (zlepšování) – prosazení a uskutečnění změn vedoucích ke zlepšení,
- Control (kontrola) – zjištění a ocenění výsledků dosažených ve fázi zlepšování.

1.3 Štíhlý podnik

„Osmdesát pět procent důvodů, proč nesplníme požadavky zákazníků, je dáno chybami procesů, a ne chybami zaměstnanců. Úkolem managementu je změnit chybné procesy, a ne nutit jednotlivce k ještě vyšším výkonům.“ Deming (citováno Košturiakem a Frolíkem, 2006, s. 36).

Nad tímto citátem je vhodné se zamyslet. Když se vrcholový management snaží zvýšit svoji produktivitu, zaměřují se na výkon zaměstnanců, nikoli na příčiny, které produktivitu snižují. Tato úvaha bude brána v potaz při analýze současného stavu. Je třeba hledat chybné procesy, které způsobují neproduktivitu.

Košturiak a Frolík (2006) štíhlost podniku popisují jako provádění jen takových činností, které jsou potřebné, jsou dělány správně hned na poprvé a rychleji než ostatní a přitom se utrácí méně peněz. Dále uvádí, že štíhlá výroba je filozofie usilující o zkrácení času mezi zákazníkem a dodavatelem tím, že eliminuje plýtvání v řetězci mezi nimi. Také dávají vysokou důležitost v souvislosti se štíhlým podnikem pojmem jako je kaizen, plýtvání, aj.

1.3.1 Prvky štíhlého podniku

Prvky štíhlé výroby umožňují eliminaci forem plýtvání, které jsou blíže rozebrány v části 1.5.3 a vyskytují se v určité míře v každém výrobním systému. K eliminaci se využívá management toku hodnot.

Základem štíhlé výroby je štíhlé pracoviště, které využívá 5S, vizualizaci, týmovou práci, TPM, SMED, procesy kvality a standardizované práce, synchronizace procesů a vyvážené toky aj.

Podle Košturiaka a Frolíka (2006) prvky štíhlého podniku jsou:

- management toku hodnot,
- management úzkých míst,
- štíhlé pracoviště,
- procesy kvality a standardizované práce,
- TQM,
- rychlé změny a redukce dávek,
- kaizen,
- štíhlý layout a výrobní buňky, týmová práce,
- synchronizace procesů, plynulé toky a štíhlá logistika.

Z toho výčtu prvků je možné říci, že průmyslové inženýrství a štíhlý podnik spolu úzce souvisí a jsou propojeny. Průmyslové inženýrství se snaží eliminovat plýtvání, zvýšit produktivitu a zřejmě z původního stavu podniku vytvořit podnik štíhlý.

1.3.2 Implementace prvků štíhlého podniku

Košturiak a Frolík (2006) uvádí, že až 80 % projektů podnikových změn zaměřených na zlepšení podnikových procesů bývá neúspěšných. Ze zkušeností podniků shrnuli příčiny následovně:

- neexistence vize a strategie změny – analýza současného stavu, definice cíle a postupu změny,
- chybějící znalost, zkušenost a podpora z úrovně vrcholového vedení firmy,
- špatný systém měření podnikových a výrobních ukazatelů – orientace na procesy omezující dosažení cílů, strategie změny je odtržená od reality,
- špatná komunikace – uzavřený okruh pracovníků, chybějí informace, cíle aj.,
- formální přístup na papíru – změny se neberou vážně, nic se nedotáhne do konce,
- chybí správní leaderi úkolů,
- chybí tři základní podmínky úspěšné změny – chtít, vědět a moct,
- aj.

Hodnocení změny vycházející z analýzy problémů, by mělo být dle Košturiaka a Frolíka (2006) na základě otázek:

- Co to přinese podniku v krátkodobém a v dlouhodobém horizontu?

- O kolik výrobků se zvýší prodej?
- O kolik se zvýší zisk?

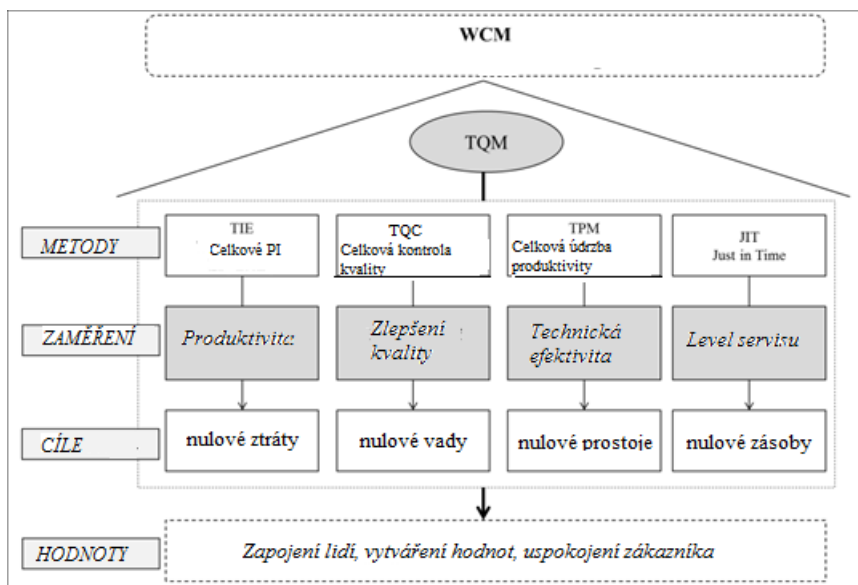
K implementaci změn je zapotřebí se zaměřit na různé vrstvy odporu, které popisují Košťuriak a Frolík (2006). Jedna věc je zajisté samotná změna, mít cíle, strategie a jiné, ale postoj lidí ke změnám je záležitost sama o sobě. Dále se zmiňují, že je zapotřebí změnit přesvědčení spočívající v tom, že příčiny problémů jsou mimo lidi. I když zaměstnanci pochopí nutnost změny, nemívají jasno, zda existuje řešení. Proto je zapotřebí diskuse z různých úhlů pohledu různých skupin. V případě souhlasu, že existuje řešení, třetí vrstvou odporu je nevědomost či nepochopitelnost přínosu nového řešení. Proto tento krok vyžaduje trpělivost a logické přesvědčování. Při překonání třetí vrstvy nastane zpochybňování daného řešení jako další vrstva odporu, kvůli možným rizikům či negativním důsledkům. Předposlední vrstva spočívá ve znalosti množství překážek, které se mohou vyskytnout na cestě ke změně a lidé mají strach z neschopnosti překonání těchto překážek. Z tohoto důvodu je zapotřebí tuto vrstvu odstranit, změnit protihráče na svoje partnery a společně tyto překážky zvládnout. Poslední vrstvou odporu je, že není jasný detailní postup řešení a lidé nevědí jak postupovat. Po odstranění této vrstvy lidé budou koordinovaně a s přesvědčením spolupracovat na realizaci.

1.4 World Class Manufacturing (WCM)

Termín WCM (výroby světové úrovně) je světový standard a jedná se o výrobní systém, pomocí něhož přední výrobci naznačují ostatním výrobcům základní směry vývoje řízení výroby v blízké budoucnosti (Keřkovský, 2001).

Dle Felice, Petrilla a Monfreda (2013, přeloženo autorem) je WCM charakterizována následovně: „*World Class Manufacturing (WCM) je strukturovaný a integrovaný výrobní systém, který zahrnuje všechny procesy podniku, bezpečnost prostředí od údržby až po logistiku a kvalitu. Cílem je neustálé zlepšování efektivity výroby usilující o postupné odstraňování odpadů s cílem zajistit kvalitu výrobků a maximální flexibilitu při reakci na požadavky zákazníků, a to prostřednictvím zapojení a motivování lidí pracujících v závodě.*“

Tento systém byl vytvořen prof. Hajime Yamashina v roce 2005 v nejvýznamnější automobilové společnosti se sídlem v Itálii, Fiat Group Automobiles. Felice, Petrillo a Monfredo (2013) označují WCM jako nástroj určený pro vyhledávání a který umožňuje, aby společnost vystupovala jako nejlepší na úrovni třídy



Obrázek 4 WCM ve Fiat automobilkách (Felice, Petrillo a Monfredo, 2013, přeloženo autorem)

Na obrázku 4 je vyobrazeno v pilířích, jaké metody se v WCM využívají. Kromě TIE, na kterou se tato diplomová práce zaměřuje, se dále využívají metody TQC, TPM a JIT. TIP je zaměřen na produktivitu s cílem minimalizování či úplného odstranění odpadů, chápaných jako ztráty. Samozřejmě nelze opomenout základ, na kterém vše záleží, a to jsou lidé. Během těchto procesů je nezbytná jejich účast, tvorba hodnot a spokojenost zákazníků.

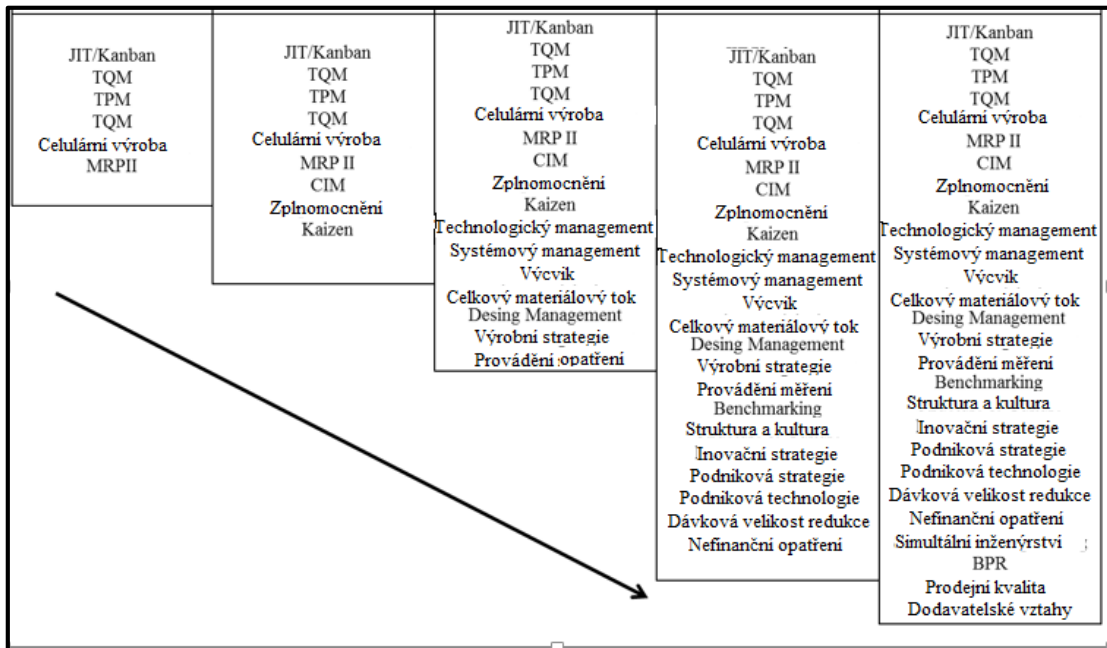
Felice, Petrillo a Monfreda (2013) uvádí, že podle Hajime Yamashina je WCM rozvíjen v sedmi krocích pro každý pilíř. Tyto jednotlivé kroky mají tři fáze, a to reaktivní, preventivní a proaktivní. WCM je založen na systému auditů, které dávají výsledky, a to umožňuje dostat se na nejvyšší úroveň. Tato nejvyšší úroveň je reprezentována jako úroveň světové třídy.

1.4.1 Techniky World Class Manufacturing v automobilovém průmyslu

Inovace dle Felice, Petrillo a Monfreda (2013) je nezbytný proces pro průběžné změny s cílem přispět k hospodářskému růstu ve zpracovatelském průmyslu, a to zejména konkurovat na globálním trhu. Uvádí, že kromě inovace jako režimu pro další růst a změny, existuje mnoho dalších prostředků pro růst ve zpracovatelském průmyslu.

Felice, Petrillo a Monfreda (2013) uvádí některé z výhod integrace WCM zahrnující zvýšenou konkurenceschopnost, vývoj nových a vylepšených technologií a inovací, zvýšení flexibility, zvýšenou komunikaci mezi vedením podniku a výrobními zaměstnanci a zvýšení kvality práce a pracovních sil.

Základní model řízení World Class Manufacturing (WCM) jakosti výrobního systému v automobilovém průmyslu umožňuje výrobu nejvyšší kvality eliminující ztráty v celé továrně zlepšením pracovních norem.



Obrázek 5 Růst techniky spojené s konceptem WCM (Fabio, Petrillo a Monfredo, 2013, přeloženo autorem)

Na obrázku 5 znázorněn vývoj technik využívaných konceptem WCM. Od roku 1980 se využívané metody téměř ztrojnásobily a je to zřejmě dáno měnícími se požadavky zákazníků, a tedy i přizpůsobováním se jejich přání, aby podnik zůstal konkurenceschopný.

1.4.2 Nástroje WCM

Kromě klasických analytických nástrojů, jako jsou histogramy, diagramy či kontrolní listy, je možné využít specifické nástroje, které jsou zaměřené na výrobní proces. Mezi tyto nástroje patří například (Fabio, Petrillo a Monfredo, 2013):

- 5G – popis a analýza ztrátových ukazatelů,
- 5S – zlepšení pracovního místa,
- 5 Proč – využívá se k analýze příčin problémů prostřednictvím po sobě jdoucích otázek,
- FMEA – prevence potenciálního selhání procesů,
- Kanban – štítek pro programové a výrobní plánování,
- Kaizen – běžný proces zaměřený na jednoduché zlepšení produktivity,
- SMED – program rychlých změn, aj.

1.4.3 PDCA cyklus

PDCA nebo také Demingův proces je metoda postupného zlepšování, která se skládá z následujících činností (Boledovič, 2007):

- P – Plan – naplánování zamýšleného zlepšení (záměr),
- D – Do – realizace plánu,
- C – Check – ověření výsledku realizace oproti původnímu záměru,
- A – Act – úpravy záměru i vlastního provedení na základě ověření a plošná implementace zlepšení do praxe.

Boledovič (2007) uvádí PDCA cyklus jako sled aktivit, které směřují ke zlepšení procesů a slouží jako jednoduchý model při provádění změn v zlepšování procesů. Dodává, že je nutné uplatňovat tuto metodu týmovým způsobem. Uvádí, že *„jde o obecně použitelný algoritmus, který se často používá při různých příležitostech intuitivně. Při jeho aplikaci v praxi však často chybí soustavnost a důslednost. Proto je potřeba zdůraznit nutnost dodržení uvedené posloupnosti.“* Dle něj, aby nedošlo ke snížení účinnosti provedených prací, je potřebné vytvořit tlak na dodržení posloupnosti kroků vedením tzv. „karty změny“ pro každou konkrétní akci veřejným způsobem přímo na pracovištích členy týmů pro zlepšování.

1.5 Produktivita a výkonnost

Produktivita je v dnešní době pro podniky velmi důležitá, ovšem v porovnání ČR se zahraničím nedosahuje takové výše. V následujících částech bude popsáno, co to produktivita je a čím je ovlivňována, jak ji lze zvýšit. Důležité je nezapomenout na faktor plýtvání, který snižuje produktivitu.

1.5.1 Definice a faktory produktivity

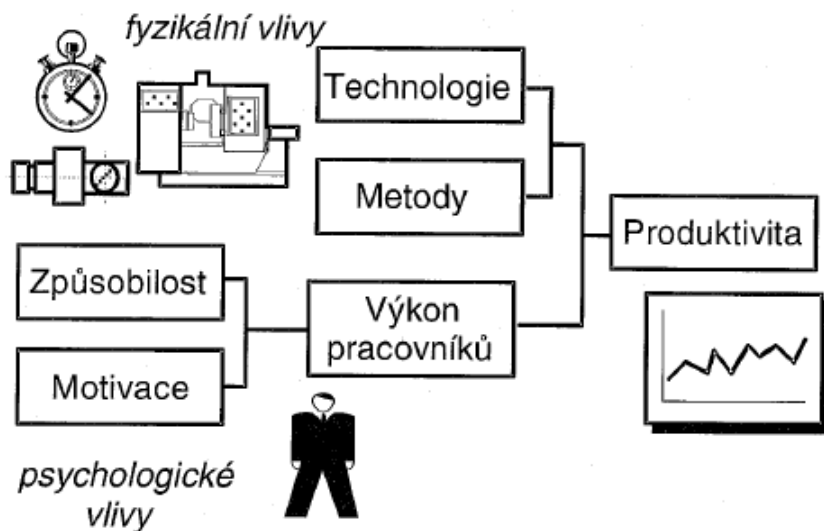
Dle Kjella (2004, s. 188, přeloženo autorem) je produktivita chápána jako *„vztah mezi vyprodukovaným množstvím zboží a služeb (výstup) a množství práce, kapitálu, půdy, energie a dalších zdrojů potřebných k produkci (vstup).“* Definice produktivity vždy musí odrážet porovnání vstupů a výstupů. Detailní definice záleží na tom, co je obsaženo v těchto vstupech a výstupech.

Mašín (2000, str. 27) produktivitu definuje jako *„míru, která vyjadřuje, jak dobře jsou využity zdroje při vytváření produktů. Jejím nejobecnějším vyjádřením je poměr mezi výstupem z procesu a vstupem potřebných zdrojů do procesu.“* Výstup lze vyjádřit v jednotkách či objemech a vstup je dělen do několika kategorií jako pracovní síla, výrobní zařízení, materiál či kapitál.

Nepřetržité zvyšování produktivity je dle Druckera (2002) jedním z nejdůležitějších úkolů managementu a zároveň je jedním z nejobtížnějších, protože produktivita znamená hledání rovnováhy mezi různorodými faktory, z nichž jen málokteré jsou snadno definovatelné či snadno měřitelné. Uvádí, že zvyšování efektivnosti může dost dobře být jedinou oblastí, kde lze očekávat, že se výrazně zvýší úroveň výkonu, výsledků a uspokojení pracovníků se specializovanými znalostmi.

Produktivita je přímo i nepřímo, vně i mimo podnik, ovlivňována řadou faktorů, a to například (Mašín, 2000, s. 34):

- pracovní postupy a metody,
- kvalita strojního zařízení,
- využívání kapitálu,
- úroveň schopností pracovní síly,
- systém hodnocení a odměňování,
- úroveň metod PI, atd.



Obrázek 6 Fyzikální a psychologické vlivy na produktivitu (Mašín, 2000, s. 34)

Na obrázku 6 jsou fyzikální faktory, které zahrnují technologické a materiálové aspekty procesů, využívání času aj. Psychologické vlivy obsahují chování zaměstnanců, kteří ovlivňují produktivitu stejnou měrou jako vlivy fyzikální.

Průmyslové inženýrství rozděluje jednotlivé vlivy do čtyř faktorů, které umožňují dobře analyzovat úroveň dosažené produktivity, ale i hledat příležitosti pro její zvýšení (Mašín, 2000):

- Míra využití (U) – stupeň, na jakém jsou vstupy,
- Míra výkonu (P) – rychlost a tempo,
- Míra kvality (Q) – přesnost a jakost práce,
- Míra metod (M) – využívané metody a postupy.

Mašín (2000) uvádí, že výslednou produktivitu lze vyjádřit matematickým modelem. Institut průmyslového inženýrství vychází ze součinu označovaného jako totální index produktivity, a to mírou využití, mírou výkonu, mírou kvality a mírou metod.

Reálné příjmy v produktivitě jsou dle Kjella (2004) více důležité než pouze měřené úspěchy v dosahování cílů. Dle něj jsou změny v produktivitě uvnitř průmyslu nebo na úrovni společnosti úzce spjaté s úspěchem a přežitím.

1.5.2 Zvyšování produktivity

Důvodem, proč řídit a zvyšovat produktivitu v závodech, je řada výhod (Mašín, 2000):

- nižší ceny výrobků a služeb pro zákazníky díky redukci nákladů,
- efektivní využití zdrojů – při stejné spotřebě je možné produkovat více výrobků,
- posílení pozice podniku díky odstraňování interních problémů,
- větší zisky díky nižším nákladům,
- možnost poskytnout vyšší mzdy zaměstnancům, zvýšit jejich životní úroveň.

1.5.3 Plýtvání

S produktivitou, se zvyšováním efektivity a zlepšováním procesů, souvisí i identifikace procesů, které nepřinášejí přidanou hodnotu.

Marek (2012) považuje za plýtvání všechno to, co se v podniku vykonává, stojí peníze a nepřidává výrobku nebo službě hodnotu, za kterou je zákazník ochoten zaplatit. Tím se plýtvání stává trvalým zdrojem ztrát, které vedou k neefektivitě podniku a snižování jeho zisku. Poznává, že plýtvání existuje všude kolem nás, a proto každá jeho eliminace neznamená pouze finanční profit, ale také zlepšení pracovního prostředí, zvýšení bezpečnosti práce atd.

Mezi základní formy plýtvání patří (Marek, 2012) MUDA (plýtvání), MURA (nepravidelnost), MURI (přetěžování).

Ve výrobě se dále můžeme setkat s osmi druhy plýtvání a těmi jsou (Marek, 2012):

- nadvýroba - výroba produktu, který v daném okamžiku zákazník nepotřebuje a představuje plýtvání ve formě zvýšených nároků na výrobní a skladovací plochy, zvýšené potřeby pracovníků, zvýšeného rizika selekcí velkých dávek a především váže finanční prostředky. Omezit plýtvání lze systémem plánování výroby (Kanban), dodržováním standardů, metodou pro rychlou změnu sortimentu (SMED), zajištěním vysoké kvality aj.,
- transport a manipulace – jedná se o pohyb objektu z jednoho místa na druhé, který není součástí operace. Tento pohyb lze minimalizovat procesním uspořádáním pracoviště, zrušením meziskladů, optimálním balením materiálů od dodavatele atd.,
- zásoby – způsobují zakrývání problémů vedoucí k plýtvání, blokují výrobní plochy a vážou kapitál. Využitím metod štíhlé výroby a 6 sigma je možné stabilizovat výrobní proces, zvýšit jeho flexibilitu a schopnost reagovat na potřeby zákazníků. K tomu lze využít metody VSM, SMED či KANBAN,
- čekání – jedná se o dobu čekání pracovníka či stroje, který lze využít k vytváření hodnot, za které zákazník zaplatí. K minimalizování lze využít více-strojovou obsluhu, zjednodušení a standardizování materiálových a informačních zdrojů či zvyšování samostatnosti pracovníka,
- neefektivní práce – jsou činnosti přidávající hodnotu, ale lze je provádět lépe, "chytřeji". Tyto činnosti lze minimalizovat standardizací postupů, jako je vizualizace, efektivní předávání informací, nebo dodržováním pořádku a disciplíny – 5S.
- zbytečné pohyby – jsou pohyby nezdokonalující výrobek, tzn., nepřidávají hodnotu. K eliminaci je zapotřebí optimalizovat pracoviště, provádět pouze činnosti přidávající hodnotu nebo vyrábět bez rozpracovanosti,
- chyby, zmetky, nekvalita – vznikají neznalostí, zapomětливostí, nepozorností aj. a lze je minimalizovat využíváním technických opatření snižujících nebo vylučujících možnost vzniku výrobní vady, např. poka-yoke,
- nevyužití schopností pracovníků – v případě nevyužití schopností se brzdí tok myšlenek, vytváří to frustraci a demotivaci atd. Eliminovat plýtvání lze efektivní komunikací, nepodceňováním lidí či poskytováním příležitosti k rozvoji.

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VYBRANÉHO PODNIKU

Cílem této kapitoly je analýza výrobního procesu vybraného podniku. Jako výzkumné metody budou využity metody pozorování, jejichž úkolem bude účelné, plánované

pozorování činností, které způsobují plýtvání. Dále metoda komparace, při níž budou zjištěny shodné či rozdílné činnosti a postupy pracovníků či zařízení. Velmi důležitá bude i metoda dotazování zaměřená na neustálé zlepšování a snížení různých forem plýtvání z různých úhlů pohledů, a to především z pohledu managementu a výrobního sektoru.

2.1 Představení podniku

Vybraný podnik vznikl již v 70. letech jako součást již existující společnosti. Nákupem licencí na výrobu speciálních konektorů dostala přístup ke špičkovým hodinářským technologiím výroby pro precizní soustružení dílců malých průměrů. Na počátku výroba probíhala na vačkových automatech a později na numericky řízených švýcarských dlouhotočných soustružnických automatech. Na počátku 21. století byl podnik soustředěn do nové divize zaměřené na přesné soustředění a později se stal samostatnou akciovou společností.

Společnost je dodavatelem vysoce přesných soustružených dílů. Její činnost se specializuje na automatové soustružení na CNC strojích Deco, Multideco, Star dílců z materiálu jako je ocel, mosaz a hliník. Zaměřuje se především na malé dílce do průměru 20 mm v objemech statisíců až miliónů kusů za rok, které jsou dodávány především do automobilového průmyslu.

Struktura společnosti:

- výroba,
- kvalita + EMS,
- technologie,
- obchodní projekty,
- logistika,
- ekonomika.

Výrobní proces lze charakterizovat jako sled na sebe navazujících činností, které se opakují a umožňují transformaci vstupů na výstupy. K tomuto procesu jsou využívány lidské, technologické, skladové, informační a finanční zdroje. Velmi důležitá je organizace procesů, činností, prací a výkonů, která napomůže k uspokojení požadavků zákazníků.

2.2 Charakteristika výrobního procesu

Tato kapitola charakterizuje jednotlivé činnosti (operace), kterými daný produkt (dílec) prochází od začátku zákaznického požadavku až po jeho expedici zákazníkovi.

Poptávka a nabídka

Celý proces začíná požadavkem neboli poptávkou zákazníka, který zašle pracovní náčrt dílce, počet požadovaných kusů, požadovanou dobu dodání aj. Na projektovém oddělení odsouhlasí, zda daný dílec technicky vyhovuje a podnik je schopný jej vyrobit. V případě, že ano, zaeviduje se objednávka, ověří se cena a dostupnost materiálu, stanoví se předběžná technologie, poptávají se subdodávky a následně probíhá konzultace se zákazníkem, zda jsou všechny podklady jasné. Je-li vše v pořádku, oddělení obchodních projektů sestaví cenovou nabídku na základě stanovených sazeb a časů jednotlivých operací. Sestavená cenová nabídka je zaslána zpět zákazníkovi k odsouhlasení a v případě, že nabídku zákazník akceptuje, objednávka je zaslána na technologii, kde probíhá příprava veškerých podkladů k zahájení výroby. Sestaví se pracovní náčrt vytvořený v programu pro numericky řízené stroje, pracovní plán s jednotlivými kroky, který obsahuje sled činností a nástrojů definovaných v programu určeném pro CNC zařízení. Ke kontrole dílce se používá připravená evidovaná technologická dokumentace.

Nákup a příjem materiálu

V rámci příjmu materiálu vstupují do procesu osoby, jako jsou manipulanti, mistr, logistik příjmu a referent nákupu.

Příjem materiálu probíhá fyzickým převzetím na sklad manipulantem. Proběhne vstupní kontrola. V případě, že je materiál označen jako NOK (špatný stav), o kterém rozhodne mistr, Nákup/Logistika vyřizuje reklamaci. Jeli OK (dobrý stav), dojde ke zjištění šarže a přiřazení k objednávce. Následně je provedena kontrola atestu a materiál je přijat na sklad logistikem příjmu. Na skladě se přiřadí číslo bedně, vytiskne se štítek bedny, což provádí logistik příjmu a materiál se následně fyzicky založí do regálu manipulantem. Poslední činností je kontrola shody faktury s dodacím listem, kterou provede referent nákupu.

Materiál je vydán na základě výdejky a výzvy mistrem. Komunikace probíhá prostřednictvím telefonu nebo mailem. V informační serveru je dohledáno, zda je materiál na sli na skladě, zjistí se nejstarší šarže, doplní se výdejka a vytiskne se. Manipulanti získají označení bedny a materiál přepraví na dílnu.



Obrázek 7 Umístění beden ve skladě (autor)

Výroba

Na počátku procesu se vytisknou průvodky, které jsou nezbytnou součástí samotného soustružení, litací kontroly, odmaštění a vážení. Po těchto čtyřech krocích dílec (výrobek) pokračuje na výstupní kontrolu, odkud je dopraven na sklad. Zde se zváží a spočítá množství. Do informačního systému se zaznamenají všechny operace, udává se výdej materiálu ze skladu do zakázky a odepíše se odpad na sklad. Součástí výroby může být i kooperace nebo montáž. V případě, že tyto dvě činnosti nejsou obsahem procesu, výrobek je přijat na sklad.



Obrázek 8 Pracoviště soustružení (autor)

Kvalita + EMS

Kontrola kvality probíhá na různých pracovištích. S první kontrolou se lze setkat při příjmu zboží či materiálu. Kontroluje se množství materiálu a neporušení obalů. Není-li kontrola materiálu v pořádku, následuje reklamace. V opačném případě navazuje vstupní kontrola, během níž je materiálu přiřazena šarže a je zaskladněn.

Kontrolu výroby lze rozdělit na lítací a výstupní kontrolu. Každá tato kontrola má svůj význam. Při nahazování dílce je důležitá kontrola prvního kusu, kterou provádí výstupní kontrola. Je-li dílec v pořádku, následně probíhá opakované uvolňování do sériové výroby. Během sériové výroby provádí kontrolu lítací kontrola, která vyhodnotí dílec jako neshodný výrobek nebo naopak dílec pokračuje k praní a vážení.

100% kontrola má za úkol po praní a vážení 100% kontrolu dílů v případě, je-li tato kontrola uvedena v technologickém postupu. Po této kontrole díl pokračuje na výstupní kontrolu.

Výstupní kontrola zkontroluje dílec jako neshodný výrobek, nebo, je-li v pořádku, následuje proces kooperace nebo montáž, po níž je opět provedena kontrola na tomto oddělení. Po schválení jsou výrobky přepraveny k balení a umístěny do skladu hotových výrobků.

Technologie

Technologie zahrnuje obsáhlé činnosti, jako jsou vzorkování a technická příprava výroby.

Vzorkování obsahuje dlouhý sled činností, které mohou být časově náročné. Jedná-li se o maloobjemovou zakázku mimo automobilový průmysl, je provedeno zjednodušené vzorkování, schvalovací proces zákazníkem a následně pokračuje výroba. Pokud se nejedná o maloobjemovou zakázku mimo automobilový průmysl, ale o plné vzorkování, v němž je provedena analýza FMEA. FMEA je analytická metoda zaměřená na identifikaci místa možného vzniku vad, které se mohou vyskytnout ve výrobě. Následuje výroba prvního kusu, který je kontrolou výstupní kontroly změřen a v případě že vyhovuje, veškerá měření jsou zaznamenána do protokolu o měření 1. kusu. Schváleným kusem je zahájena výroba vzorků pro zákazníka. Během výroby jsou vzorky měřeny na kritické znaky. Vzorky se vyperou, zjistí se výkon stroje při vzorkování technologem a změří se 5 kusů. Zkompletuje se dokumentace, vše je odesláno zákazníkovi a čeká se na zpětnou vazbu.

Technická příprava výroby je následující činnost po odsouhlasení zakázky. Určí se technolog, který sestaví pracovní náčrt a pracovní plán. V pracovním plánu je zapotřebí zajistit v případě potřeby nové nářadí. Pokračování technologické přípravy zahrnuje činnosti,

jako je tvorba CNC programu a jeho uložení na server. Vystaví se příkaz k technologické změně a o této změně jsou informována jednotlivá oddělení. Dokumenty se zaevidují a následuje proces vzorkování.

Logistika

Logistika začíná objednávkou a pokračuje věcnou kontrolou, evidencí objednávky a jsou-li výrobky na skladě, logistika potvrdí objednávku a výrobky expeduje. V případě, že nejsou výrobky na skladě, ověří se skladové zásoby, kooperace, termíny výroby a především technická připravenost. Dojde-li k potvrzení objednávky, vydá se materiál a pokračuje sled činností, jako je výroba, praní, kontrola a expedice.

2.2.1 Výrobní proces konkrétního výrobku

Technologický postup obsahuje různé operace, které závisí na typu dílce (výrobku). Následující výrobek zahrnuje operace jako je vstupní kontrola, příprava stroje, soustružení, litací kontrola, odmaštění, nepovinné třídění, výstupní kontrola, dokončovací operace, výstupní kontrola a poslední je balení.

Každá operace, jak je znázorněno na obrázku 9, má své pořadí, název, identifikátor technologie, čas a jednotkové množství (MJ), čas kusový a MJ, ale také tarifní třídu a popis operace. Popis operace obsahuje číslo návodky a název návodky.

DCLT: Technologický postup s kusovníkem									
Pracovní datum									
Kód výrobku			Výrobek						
Identifikátor výrobku			MJ	Název výrobku			Zodpovědná osoba		
Číslo změny			ks	Datum změny					
Technologický postup									
Pořadí	Druh operace	Název operace	Identifikátor technologie	Čas	MJ	Čas kusový	MJ	Tarifní třída	
2	Operace	Vstupní kontrola	VSK	0,00	min	0,00	min	T05	
Popis operace									
Číslo návodky			Název návodky						
02 - Vstupní kontrola			VZOR KONTROLA MATERIÁLU						
Postupovat dle předpisu P2W 5028 - Příjem materiálu a vstupní kontrola									

Obrázek 9 Technologický postup (vybraný podnik, interní materiál)

Nákup a příjem

Toto oddělení má na starosti nákup materiálu dle technologického postupu dílce. Například k výrobě 1 000 ks dílce je zapotřebí zajistit 8,74 kg nerezových tyčí. Další položkou je odpad. Odpad, který vzniká při výrobě, soustružení, se prodává do sběrných míst a jedná se např. o odpad třísek (také označováno jako špony) nebo kusový. K normativnímu množství 1 000 ks je stanoven i rozsah tohoto odpadu v kg/1000 ks. Nezbytnou součástí jsou

tzv. paletky, krabice a samolepící pásky. Do paletok jsou ukládány vyrobené kusy, které jsou následně vkládány do krabic, aby se s nimi lépe manipulovalo a nedošlo např. k vysypání kusů, a tím k plýtvání. Krabice určené k expedici mají své specifikace, tudíž nelze objednat jakékoli jiné. Krabice musí být z 3vrstvé vlnité lepenky o rozměrech 230x145x130 mm.

Součástí tohoto oddělení je operace zvaná Vstupní kontrola. Příjem materiálu a vstupní kontroly je prováděn na základě předpisu P2W 5028.

Výroba

V rámci výroby je prvním krokem operace zvaná Připravit stroj šestivřetenový. Každý automat (strojní zařízení) obsahuje počítač, kam se nahraje program, který dle definovaných kroků dílec vyrobí. Dále je nutné připravit samotný stroj. Každé vřeteno v rámci jednoho taktu provede na dílci svou operaci, proto je nezbytné umístit jednotlivé držáky, upichováky a tvarové nože na správné pozice. A to vše na základě předepsané technologie (postupu). Jeli stroj připraven, nechá se vyrobít prvních pět kusů.

Druhou částí přípravy stroje je schválení prvních dílců na výstupní kontrole, nezbytné pro soustružení (samotnou výrobu). K tomu slouží protokol o měření prvních kusů, který je na obrázku 10. Seřizovač donese v pytlíku 5 ks včetně pracovního náčrtu, na němž je vyobrazen dílec s rozměry. Pracovnice výstupní kontroly změří veškeré rozměry dílce. Najde-li se chybný rozměr nebo nevhodný povrch, dílec je zpět vrácen seřizovači a ten musí seřadit stroj, aby dílec byl schválnětelný. Opět se vyrobí 5 ks, které jsou na měření. Jeli dílec schválnětelný, může se spustit výroba.

Stroj č.: _____ č. __/2017

PROTOKOL O MĚŘENÍ PRVNÍCH KUSŮ

Dílec: _____ PPAP: ne ano

Datum: _____ List č.: _____

Počet kusů: _____ Kontroloval: _____

Po s.	Rozměr	Měřidlo	Ks	Zjištěno
1	Ø 20,3 ± 0,01	mikrometr	5	Naměřené hodnoty
2	Ø 18,3 ± 0,05	kalibr	5	
3	13,6	ind. Hodinky	5	
4	R 0,5	konturoměr	1	
5	0,6x40°	mikroskop	5	

Obrázek 10 List protokolu o měření prvních kusů (interní materiál, upraveno autorem)

Soustružení

Operace soustružení zahrnuje soustružení na automatu dle NC programu. Program je zadán na základě čísla a názvu dílce seřizovačem. Postup, jak nahrát program do stroje, je uveden v dokumentu „Postup nahrání programů z PC do strojů“, tudíž i nový seřizovač by měl být schopný tento úkon vykonat. Během soustružení seřizovač využívá dokumenty, jako je pracovní náčrt a pracovní plán. Pracovní plán slouží k uložení nástrojů do stroje. Korekce nástrojů pro seřizování rozměrů je dle pracovního náčrtu.

Seřizovač má k dispozici dokument s rozměry, podle kterých musí udržovat dílec v průběhu soustružení. Po ukončení výroby je zapotřebí, aby seřizovač zálohoval aktuální program do počítače. Postup je uveden v dokumentu „Postup zálohování programů ze strojů do PC.“

Lítací kontrola

Operace lítací kontrola má za úkol kontrolu rozměrů v taktu dvou hodin a je odpovědná za odchyčení špatných dílců. Při kontrole pracovnice mohou zjistit, zda se v průběhu soustružení nevyskytují odchylky či se nevyrábí špatné díly z důvodu možného zlomení nožů a vrtáků.

Odmaštění

Vyrobené dílce jsou od oleje, proto je zapotřebí jejich očištění. Odmašťovna dílce v pracích paletkách vloží do pracovního boxu, což je originální příslušenství pračky. Tato operace dle technologického postupu má své předpisy, které pracovníci musí dodržovat. Dále každý dílec má nadefinováno, jaký pracovní program má být spuštěn. Po praní jsou dílce přeskládány do blistrů včetně štítků, které jsou uloženy do krabic. V technologickém postupu je uveden kód, jaký blister využít. Následně jsou dílce odeslány k další operaci.

Během manipulace je velmi důležité dbát zvýšené opatrnosti, aby nedošlo k nařuknutí, deformaci nebo mechanickému poškození dílců, a tím nedošlo k plýtvání ve formě zmetků.

Pracoviště využívá zařízení Dürr a Roll a v tomto případě je možné dílec odmastit v obou zařízeních, protože z pohledu odmašťování dílců jsou plně zaměnitelná a pracovní programy jsou v obou zařízeních identická.

Výstupní kontrola

Pracoviště výstupní kontroly si vezme výrobní dávku, tzn. 3 krabice vyrobené za jednu směnu, které jsou umístěné v regálech. Pracovnice si připraví složku, v níž je výkres, návodka a zapisovací karta. Podle návodky se následně vyhledají a zajistí měřidla, jako jsou trny, hodinky atd., viz obrázek 11.

Po přípravě si pracovnice udělá výběr, který je předepsaný pro určité množství uvedené v návodce, a začne s vizuální kontrolou. Pak následuje měření s předepsanými

měřidly a veškeré hodnoty se zapisují do zapisovací karty, aby se zaznamenalo, jak se dané hodnoty pohybují v mezích (dolní a horní hranice). V případě hodnot mimo toleranci se výrobní dávka musí zastavit, je třeba upozornit pracovníky soustružení a dávka se následně umístí do regálu se zastavenými díly. Zastavená dávka je přemístěna na lítací kontrolu, kde jsou vyříděny chybné kusy, stroj musí být seříděn a dávka se zpět vrací na výstupní kontrolu ke schválení.



Obrázek 11 Měřidla (autor)

Třídění

Operace třídění, která se provádí na pracovišti 100% kontroly, je nepovinná. Ne vždy je vyžadována, ale u tohoto dílce je vyžadována z důvodu výskytu možných poškození. Proto je nezbytné 100% vzhledově zkontrolovat dílce umístěné na paletkách z čelního pohledu, zda nejsou v otvorech špony či závit není nějak poškozený a nebylo by možné s ním nadále pracovat.

Výstupní kontrola

Náhodná vzhledová kontrola.

Balení

Expediční pracoviště má za úkol činnosti týkající se operace balení. Pracovnice mají přesný popis pracovní činnosti, který zahrnuje vzhledové překontrolování narovnaných dílců v blistrech, přikrytí bublinkovou folií, která musí být bublinkami dolů. Dále se musí připravit krabice, a to složit, přelepit dno samolepící páskou o šířce 50 mm. Jedná se o krabici, která má své označení, aby nebyla použita krabice s jinými rozměry, než těmi předepsanými. Do jedné krabice je zapotřebí narovnat 18 blistrů, a to střídavě. Při přepočtu jedna krabice obsahuje 1 440 ks. Aby nedošlo k volnému pohybu dílců v blistrech ani v krabici, a tím

nedošlo k poškození, je nutností proložit je bublinkovou folií a krabici dotěsnit prázdným blistrem.

Krabice musí být uzavřena, přelepena opět samolepící páskou o šířce 50 mm a na krabici je třeba nalepit štítek, na kterém musí být uvedeno:

- typové číslo výrobku,
- počet kusů v krabici,
- číslo šarže,
- datum,
- kdo balil,
- kdo překontroloval včetně razítka,
- číslo průvodky (pro identifikaci dávky).

Výrobek: Part No.:	100.11305.1
Číslo šarže: Lot No.:	C 15 07 004
Počet: Quantity:	600
Číslo průvodky: Route Card No.:	391
Balil: Packed by:	Trhan
Kontroloval: QC Inspector:	OS - 11 2015
Datum: Date:	23. 9. 2011

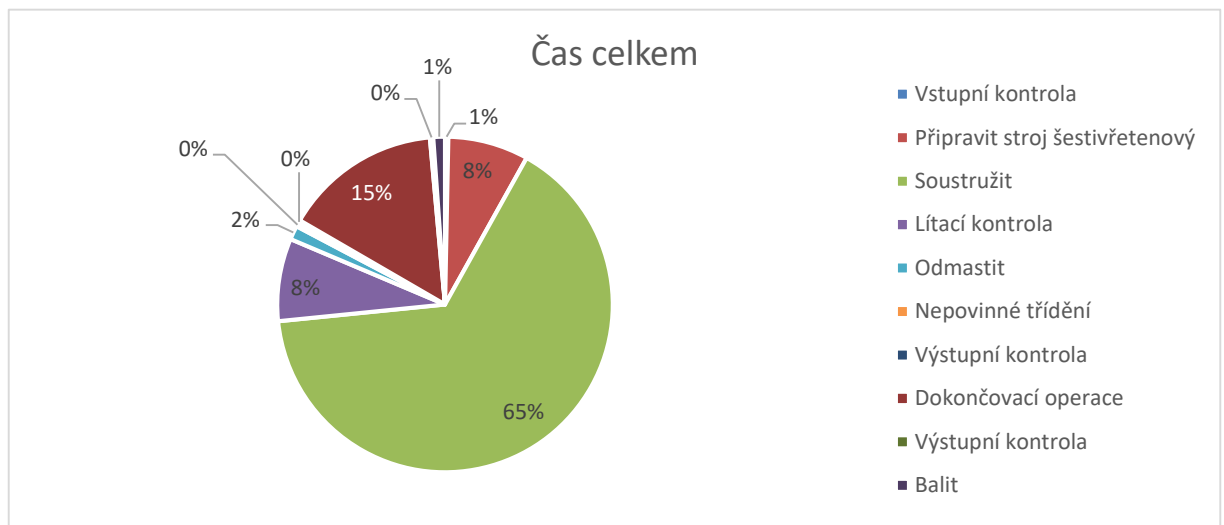
Obrázek 12 Štítek (autor)

Po označení štítkem je krabice s dílci odložena na paletu, na niž je možné narovnat 50 krabic (i různých dílců). Krabice na paletě mohou být následně zabaleny do fólie a posledním krokem je odeslání na expedici. I zde je velmi důležité dbát na zvýšenou opatrnost při manipulaci, aby nedošlo například ke špatnému narovnání krabic, jejich sesunutí, a tím k poškození dílců.

2.2.2 Výkonové normy výrobního procesu šestivřetenového stroje

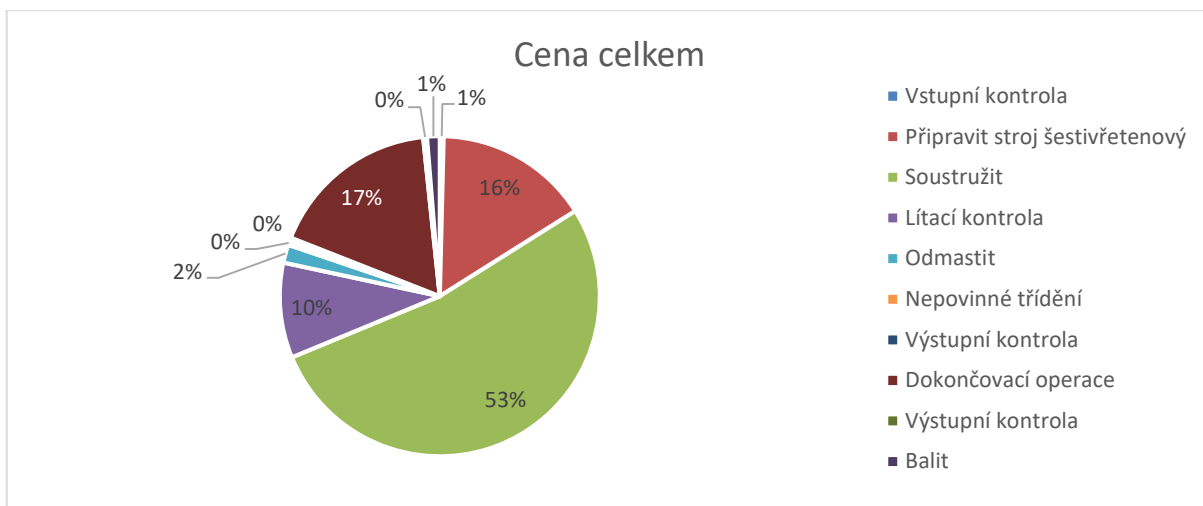
Rčení „Čas jsou peníze“ platí i v tomto případě. Pro podnik je velmi důležitý čas, který ovlivňuje produktivitu, a tím i následný zisk. Je nutné se zaměřit na čas, který přidává

hodnotu pro zákazníka, ale také na minimalizaci časů, které hodnotu nepřidávají a lze je vnímat jako formu plýtvání.



Obrázek 13 Celkový čas šestivřetenového stroje (interní materiál, upraveno autorem)

Na obrázku 13 je vyobrazen normovaný čas pro množství 1000 ks. Tyto časy byly sestaveny jako průměr časů, který byl zaznamenán v průběhu několika let. Proto je možné, že toto množství může být vyrobeno za kratší, nebo naopak za delší čas, než je čas normativní. Na první pohled je zřejmé, že největší podíl má soustružení. Jedná se o činnost, která přidává hodnotu zákazníkovi. V této části autorem nebyla shledána důležitá forma plýtvání, která by byla závažná a významně by ovlivňovala produktivitu. Další velkou částí je nepovinné třídění. Nepovinné třídění není zapotřebí u všech dílců, pouze u těch, kde se vyskytuje závada. U tohoto dílce je to nezbytné třídění z důvodu výskytu špon a poškození závitu. Nabízí se zde otázka, zda je možné se těchto závad zbavit, vyvarovat se jich, aby se zkrátila doba celého procesu a mohla se pracovní síla 100% kontroly využít při jiných činnostech.



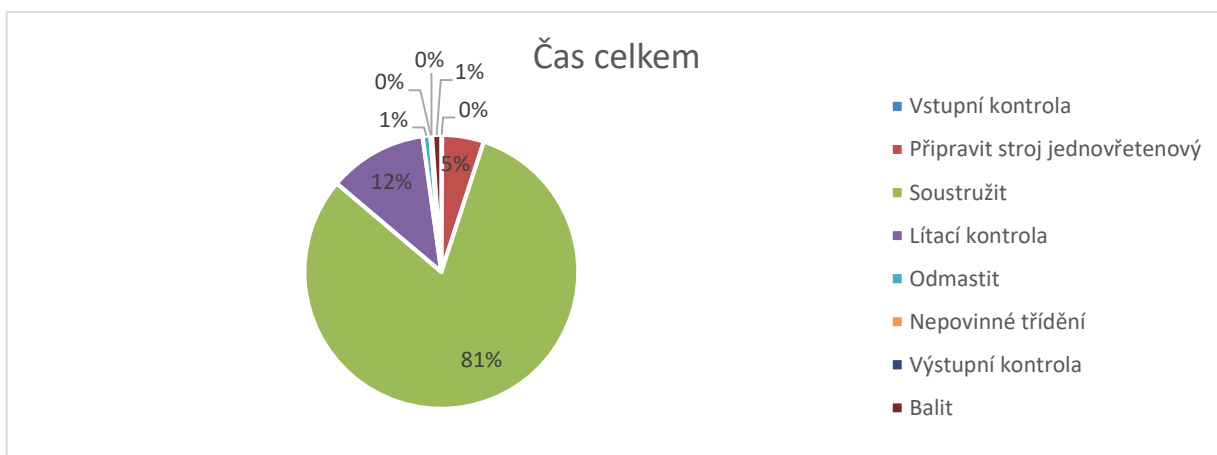
Obrázek 14 Celková cena šestivřetenového stroje (interní materiál, upraveno autorem)

Porovnájí-li se obrázky 13 a 14 s podílem časů a cen, v obou případech největší podíl zabírá soustružení. Dále vysoký podíl zaujímá dokončovací operace a příprava stroje.

2.2.3 Výkonové normy výrobního procesu stroje DECO

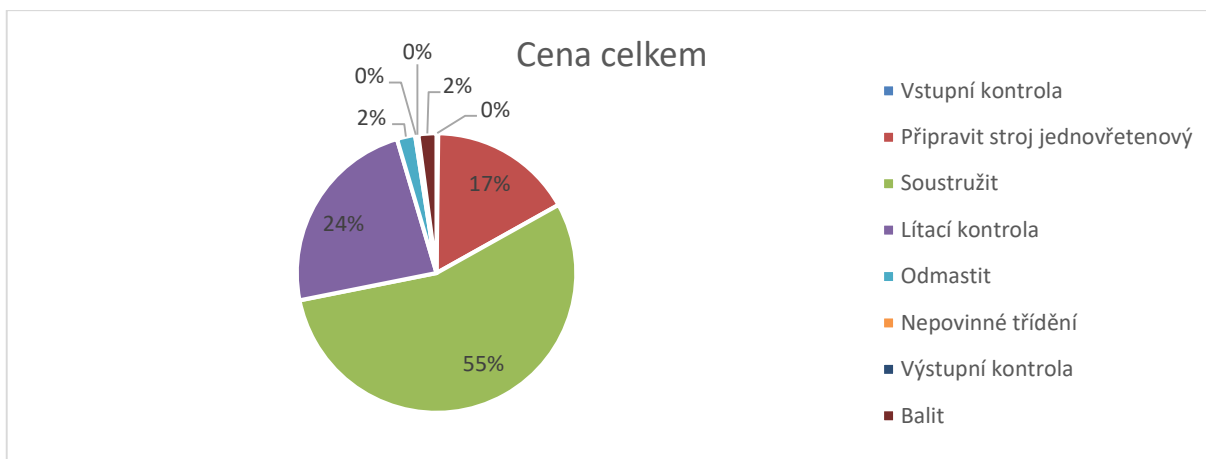
DECO stroje obsahují pouze jedno vřeteno a využívají jinou technologii než stroje STAR a tou je simulace výroby, tzn., že před samotnou výrobou je možné v zabudovaném počítači zobrazit, jak dílec bude vypadat a zda dojde k úspěšnému soustružení, nebo naopak bude chyba v programu a dílec nebude možné vyrobit.

Porovnájí-li se hodnoty následujícího obrázku 15 z hlediska času, opět největší podíl zastupuje operace soustružení, poté lítací kontrola a příprava stroje.



Obrázek 15 Celkový čas stroje DECO (interní materiál, upraveno autorem)

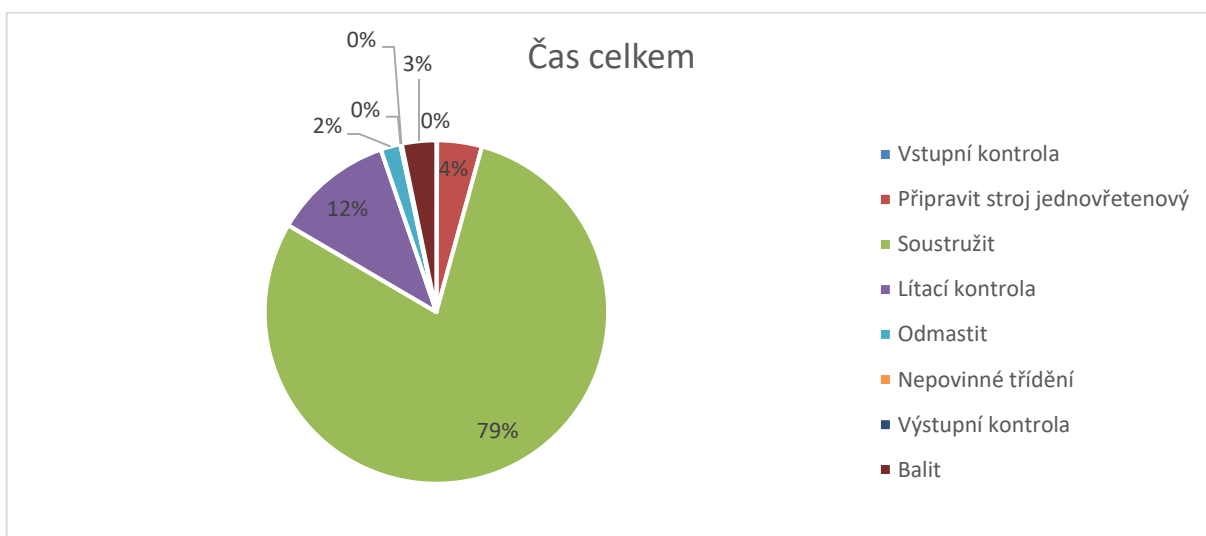
Z hlediska nákladů má největší zastoupení operace soustružení, poté lítací kontrola a příprava stroje.



Obrázek 16 Celková cena stroje DECO (interní materiál, upraveno autorem)

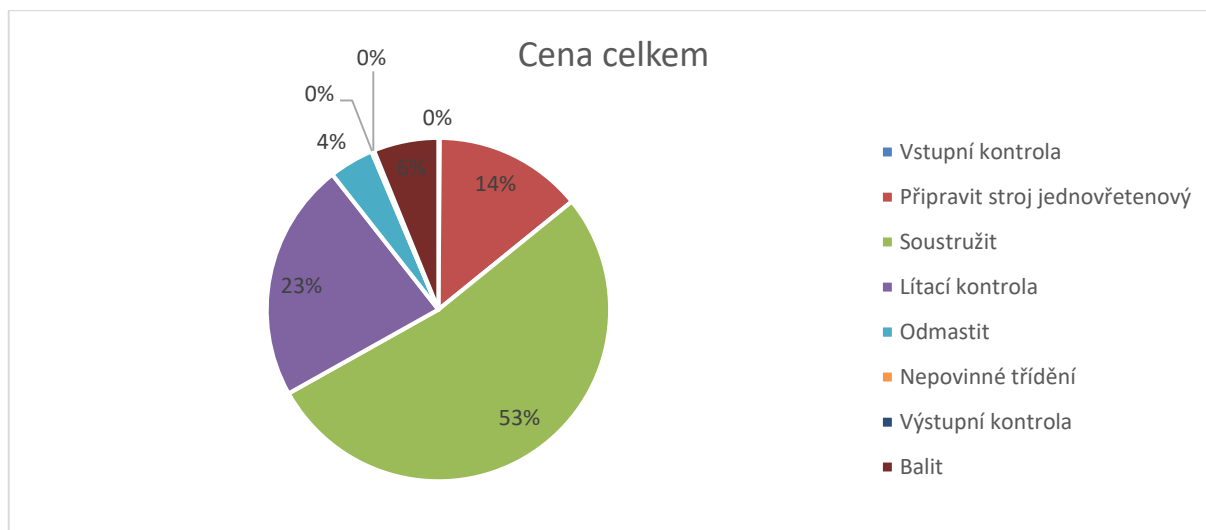
2.2.4 Výkonové normy výrobního procesu stroje STAR

Analýza provedená na stroji STAR dle obrázku 17 také z hlediska času největší podíl operace soustružení, dále lítací kontroly, přípravy stroje a balení. Porovná-li se stroj STAR a DECO, soustružení se liší pouze dvěma procenty, lítací kontrola je shodná a příprava stroje DECO je o 1 % větší než u stroje STAR.



Obrázek 17 Celkový čas stroje STAR (interní materiál, upraveno autorem)

Z hlediska času mají hodnoty stroje STAR podobnou strukturu jako u stroje DECO. Dle obrázku 18, 53 % zabírá operace soustružení, dále lítací kontrola, příprava stroje a operace balení. Porovná-li se stroj DECO a STAR, hodnoty jsou velmi podobné. Liší se maximálně o 1 až 3 %.



Obrázek 18 Celková cena stroje STAR (interní materiál, upraveno autorem)

2.2.5 Shrnutí poznatků z analýzy výrobního procesu

Obecně lze říci, že soustružení má největší podíl na nákladech i čase potřebném k vyrobení dílců. Jedná se ovšem o činnost, kterou nelze urychlit. Zrychlení soustružení by zřejmě bylo možné zvýšením otáček stroje, ale to by mohlo mít negativní dopady, jako je opotřebení náradí, nevhodný povrch dílce aj. Zároveň se jedná o činnost přidávající hodnotu zákazníkovi, při níž stroj neustále pracuje. Druhá činnost, která má vysoký podíl, je lítací kontrola. Tato kontrola probíhá v průběhu činnosti soustružení, tudíž neprodlužuje dobu trvání celkového výrobního procesu.

Největší plýtvání bylo zaznamenáno především při přípravě stroje, která obsahuje tzv. nahazování a schválení prvního kusu. Během této operace je stroj z hlediska času neefektivní, tzn. nevyrábí se a nepřidává hodnotu zákazníkovi. Proto je nezbytné se zaměřit na tuto operaci a zkrátit ji.

2.3 Analýza procesu nahazování

Cílem této kapitoly je záznam činností, které pracovník během přípravy stroje vykonává. Pozorováním, záznamem orientačních časů a dotazováním, bude provedena analýza. Analýza se zaměří na dva odlišné stroje, které využívají různé technologie a postupy. První stroj Star bude vyrábět dílec A a druhý stroj DECO dílec B, pro zjednodušení.

2.3.1 Příprava stroje Star

Jedná se o CNC automat pro podélné soustružení s pohyblivým vřeteníkem. Čelní obrábění se provádí pomocí hlavního vřetene a lineárního suportu a zadní obrábění se provádí pomocí protiběžného vřetene a osmivřetenové jednotky pro zadní obrábění. Vodicí pouzdro

drží materiál, umožňuje obrábění a zamezuje uhnutí materiálu při řezání. Rotující vodící pouzdro se synchronně otáčí k hlavnímu vřetenu. Protiběžné vřeteno upíná materiál během obrábění a po dokončovacím obrábění upínací kleštinou uvede materiál do rotace.



Obrázek 19 Nástroje a příslušenství k přípravě stroje (autor)

Na obrázku 19 jsou nástroje a další příslušenství potřebné k seřízení stroje. V červeném boxu jsou neuspořádaně umístěny držáky, které jsou v průběhu kompletovány s noži a vrtáky a upnuty do stroje. Veškeré toto příslušenství si seřizovač musí připravit na pojízdný stoleček před zahájením seřizování. V běžném provozu je tato příprava součástí interních činností, ale je možné je zařadit do externích, tudíž by mohla zkrátit přípravu stroje.

Tabulka 1 Sled činností při přípravě stroje STAR, 1. směna

21:30		ukončení odstavení
7:00	570	začátek přípravy
8:10	70	začátek sledování činnosti
	4	vyhledání jiného seřizovače, neznalost
	2	chůze pro trn na litači kontrolu
		náhled do náčrtu, vyjmutí protivřetene z krabice a zjištění potřeby vyhadzovače
	5	chůze pro plátky (nože)
	2	usazení plátků do držáků
	2	chůze pro vrtáky
	5	umístění do kleštin - hledání správné velikosti
	4	vyhledání technologa
	2	v průběhu uchycování - chybějící „červík“ - chůze na údržbu pro náhradní
	2	zapomenutí kalibrace
	4	provedení dalšího kroku + vylomení výstružníku
	20	zjištění vyosení soustružníku - vystředění osové jednotky
12:45	4	úklid nářadí a vyfasování nového vrtáku
12:50	5	nové uchycení, kontrola funkčnosti zda se nezalomil
12:52	2	kontrola vrtáku
12:56	4	příprava dalšího kroku, vyfrézování pro kontrolu a vyjmutí ze stroje
13:00	4	chůze + kontrola
13:07	7	zdržení technologem a jiným seřizovačem u PC
	5	kontrola průměru, zjištění hrubosti čela
	1	uříznutí, vyjmutí ze stroje
	6	chůze a přeměření
	7	hledání příčiny hrubosti
	3	umístění dalšího nože
14:19	3	protiooperace - zarovnávací nůž - upnutí
	2	chůze pro šrouby
	3	chůze pro další šrouby
	2	zjištění chybějící matice pro uchycení
	30	pauza + změření
	5	kontrola, přeměření ks - chybí sražení
	4	očištění na dílně, přeměření - chybná hodnota
	5	upravení hodnot (pro větší sražení)
	3	změření rozměru
	9	konzultace s jiným seřizovačem - chyba v programu
	3	měření - dlouhý ks (19, 92mm, větší seřízení) + nový ks a nadefinování hodnot
	4	kontrola, přeměření ks
	4	změření rádiů
17:00		VŠE JE OK

Zdroj: autor

Tabulka 1 obsahuje činnosti, které byly identifikovány pozorováním a dotazováním. V prvním sloupci jsou pro orientaci zaznamenány časy, a to především začátku a konce přípravy. Tabulka neobsahuje veškeré činnosti, pouze činnosti podstatné pro přípravu a činnosti shledané autorem jako plýtvání.

K ukončení předešlé výroby došlo ve 21:30 a začátek přípravy nové výroby započal až následující den v 7:00. Mezi změnou výroby byl stroj 9,5 h odstaven, tudíž zde vznikl prostoj. Během těchto hodin mohly být provedeny některé činnosti, které jsou zaznamenány v tabulce a operace přípravy mohla být tak zkrácena. Od začátku změny, tj. od 7:00, byly provedeny úkony, jako je vyjmutí zbylého materiálu ze zásobníku, vyčištění olejové vany od špon, vyjmutí původní kleštiny ze zásobníku, hlavního vřetena, vodícího pouzdra a protivřetena,

dále byl seřízen zásobník pro nový materiál včetně vložení nového materiálu, instalována nová kleština a zálohován původní program. Veškeré tyto činnosti musí seřizovač provést a zaznamenává je do dokumentu zvaného „Kontrolní list nahazování dílce na stroj“. Dle tohoto listu nebyla provedena pouze činnost zvaná „Vystředit jednotky osových nástrojů“, která následně měla dopad na prodloužení doby nahazování. Část činností uvedených v kontrolním listu mohla být provedena během doby 9,5 h a mohly by tak zkrátit dobu nahazování.

Během záznamu činností byly vyzorovány úkony, které by mohly být eliminovány a jeví se jako zbytečné a neefektivní. Hned na počátku byla zaznamenána neznalost seřizovače z důvodu novější technologie stroje STAR, s níž daný seřizovač neměl zkušenosti a tento faktor by měl být i částečně zohledněn. Velmi častá byla chůze seřizovače na různá pracoviště. Chůze pro vrtáky, plátky aj. Dále hledání správné velikosti kleštin z důvodu nepřehlednosti připravených nástrojů. Nepřítomnost technologa při nahazování má také podstatný vliv na dobu nahazování. V průběhu uchycování bylo zjištěno, že chybí závit, tzv. červík, který byl zřejmě ztracen při odstrojování a nebyl nahrazen jiným, tudíž seřizovač musel od nahazování odejít a na oddělení údržby získat nový. Během tzv. krokování programu, při němž seřizovač spouští jednotlivé kroky a jednotlivé pozice provádí určitou operaci na dílci, došlo k zalomení výstružníku z důvodu vyosení soustružníku. Muselo tedy dojít k vystředění jednotky osových nástrojů, které mohlo být také provedeno během volných 9,5 hodin, a tím zamezit zničení nástroje, včetně nutnosti jeho nového uchycení aj. Dále následovaly chůze na kontrolu, zda dílec má správné rozměry, zdržení technologem a jiným seřizovačem či chyby v programu. Veškeré tyto činnosti jsou autorem vnímány jako prostoje stroje a měly by být eliminovány. Seřizování bylo pozastaveno v 17:00 z důvodu nepřítomnosti technologa a blížícího se konce směny seřizovače.

V tabulce 2 jsou zaznamenány činnosti, které probíhaly následující den. Po úpravě programu technologem daný seřizovač mohl pokračovat v nahazování. Během nahazování byl seřizovač opět zdržen z důvodu špatných velikostí nástrojů a chybějící matky. Dále se během krokování programu vyskytla chyba, která musela být konzultována s technologem a hledala se příčina. V průběhu nahazování seřizovač odcházel k jinému stroji či chodil k měření dílců.

Nahazování bylo ukončeno v 16:30 a předáno na výstupní kontrolu ke schválení prvních kusů.

Tabulka 2 Sled činností při přípravě stoje STAR, 2. směna

8:00		změna programu technologem (řešení), použití a studium návodu uchycení
	2	umístění zásepky do poháněného nástroje - zjištění špatné velikosti
	2	nalezení velikosti (v případě nenalezení ve skříní - chůze na údržbu a zkrácení tyče „červa“)
	2	chůze pro matku
8:25		pauza
9:00	9	usazení matky
	2	hledání nářadí
	14	provedení zkoušky - polohy vrtáku k dílci, korekce, značení koncového bodu - nelze jít dál do cílové polohy
	7	zjišťování příčiny - možnost jako strojově omezenost nebo posunutí programu
	4	posunutí vrtáku blíže, upravení hodnot X
9:46	10	další posunutí, úprava seřizovačem+technologem zadané hodnoty u B osy (došlo ke změně úchyty vrtáku z T17 na T18, ale ne změny v PC)
	10	opakující se proces
10:28	32	odchod k jinému stroji
	5	čekání na technologa
	2	úprava znamének a hodnot v programu
	25	opět dosažení koncového bodu - hledání příčiny a způsobu opravy a provedení (seřizovač a technolog)
12:15	15	první vyfrézovaný ks
	14	měření ks - úprava úhlu (dle konzultace s technologem)
	6	úhel 45° ok, ale 90° nevychází (88°) - výměna nástroje vrtáku
13:05	30	zjišťování příčiny nevyhovujícího úhlu
	10	vyjmutí starého vrtáku
	8	přeměření vrtáku na VK 90° jak na kusu i vrtáku souhlasí
	2	příchod ke stroji a vrácení vrtáku zpět
	1	nový ks ke kontrole
	9	měření ks
	5	rozříznutí ks na 1/2 pro zjištění hloubky dílu
	4	měření hloubky
	4	nový ks s úpravou rozměru
	7	přeměření nových rozměrů na dílně na LK na konturoměru (profiloměr)
14:00	10	měření vzdálenosti 45° od začátku, hloubka, nesedící rozměr (0,8)-0,6
	25	měření jiného stroje
	10	kontrola rozměrů 1. hlavy + LK chtějí radu (48 s)
	8	měření na VK úhlu + chůze 1 min
	2	nový ks
	2	ofuk a očištění na dílně
	7	měření
	4	nový ks
	4	další měření
	4	nový ks (špatné hrubování)
	10	chůze na ofuk, kontrola, chůze zpět
	2	nový ks
	0,6	zdržení LK
	9	měření rádiů
	28	měření na VK úhlů
	5	změření R08
	1	nový ks
16:25	9	najeto 5 ks ke schválení na VK, překontrolování průměrů, trnů
16:30	5	příchod na VK a předání ke schválení

Zdroj: autor

2.3.2 Příprava stroje DECO

Pro porovnání postupů byla provedena analýza stroje DECO. Postup je srovnatelný jako u stroje STAR. Na počátku seřizovač získá veškerou dokumentaci včetně kontrolního listu při nahazování, dle kterého by měl postupovat. Oproti stroji STAR seřizovač provádí zaměřování nových nástrojů a hodnoty zadává do programu. Tímto se liší stroje DECO od STAR.

V tabulce 3 jsou zaznamenány veškeré činnosti provedené seřizovačem. Pověřený seřizovač má zkušenosti s nahazováním dílce B, proto zde nedochází k tak velkým prostojům jako u stroje STAR. Během sledování byly zaznamenány prostoje z důvodu seřizování jiných strojů nebo chyby v programu, která nebyla z dřívější výroby opravena a měla za následek zalomení vrtáku.

Tabulka 3 Sled činností při přípravě stroje DECO

10:45	15	vyjmout zbylý materiál, přistavení vozů na špony
10:52	7	vyčištění od špon
	5	úprava konce tyče na stroji, uložení do zásobníku
	3	seřízení zásobníku
	5	vyjmout původní kleštiny ze zásobníku, hl. vřetena, vodícího pouzdra
	2	přistavení čistícího vozíku
	3	vyčištění kleštin
	18	instalace nové kleštiny a nabití materiálu do stroje
	15	vyjmout nástroje z předchozí výroby a očištění
11:55	12	úprava průměru náradí, chůze k soustruhu
	30	oběd
12:45	15	mimo pracoviště („lítání po dílně“) - mistrovna, WC, aj.
13:23	38	seřizování jiného stroje č. 95, čištění od špon, výměna, přeměření
	17	třídění vhodných nástrojů, očištění, ukládání na stůl či do bedýnky
	5	přesun ke stroji s nástroji, usazení držáků do nástrojů
	3	přerušeni činnosti - komunikace s mistry
14:15	25	kontrola zastaveného stroje
	4	chůze pro vrták a usazení
	6	přesun ke stroji, usazení nástrojů na jednotlivé pozice
	5	osazení nástrojových míst odpovídajícími nástroji dle nástrojového listu
	22	prostoj - hledání karty pro zápis do PC aj.
	3	zadat do programu
	3	zkouška vrtáku - zalomení kvůli chybě v programu (dosud neopraveno)
	25	provádění dalších kroků
16:28	5	umístění nového vrtáku, zaměření nástroje, zapojení vysokotlaku
16:35		pauza seřizovače, UKONČENÍ SLEDOVÁNÍ ČINNOSTI

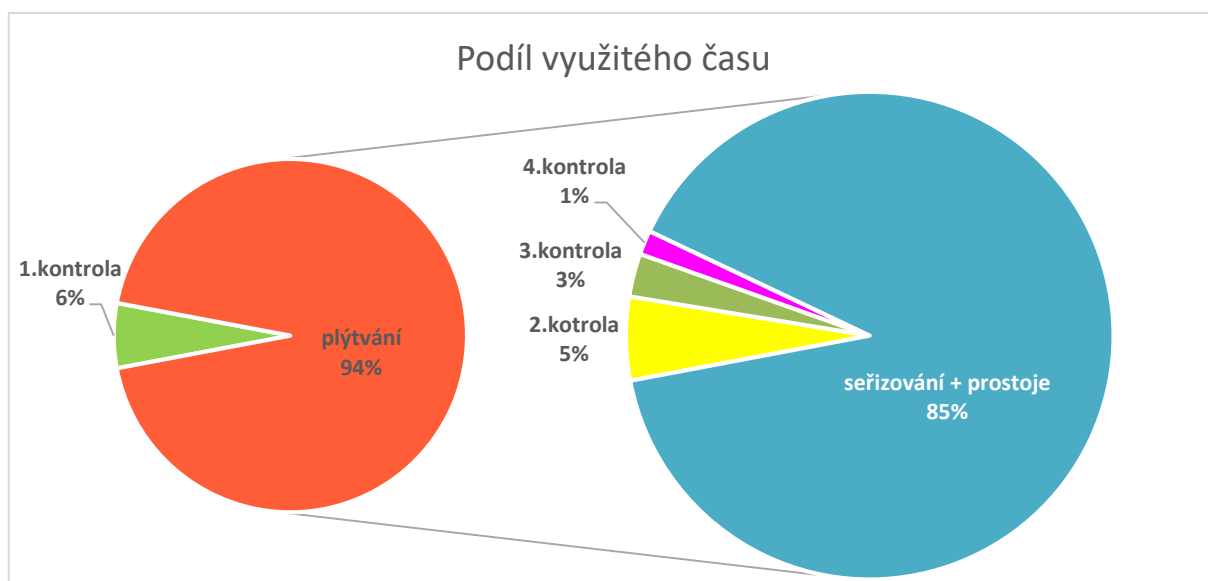
Zdroj: autor

2.3.3 Schvalování prvních kusů

Schvalování prvních kusů je nedílnou součástí operace připravit stroj. Je-li stroj seřízen, vyrobí se prvních 5 ks a ty jsou odneseny společně s dokumentací a potřebnými přípravky ke kontrole na výstupní kontrolu. Pracovnice výstupní kontroly si připraví a vytiskne protokol o měření prvních kusů. Dále si připraví měřidla dle protokolu. Zjistí-li

pracovnice v průběhu měření závadu, tzn. špatný rozměr, nevhodný povrch aj., musí celý dílec až do posledního rozměru přeměřit a poté jej vrátí zpět seřizovači s informací o vadách.

Během analýzy tzv. nahazování dílce bylo autorem zjištěno, že u výrobku A, stroje STAR, nedošlo ke schválení prvních kusů napoprvé. Byl zaznamenán prostoj od doby vrácení dílce zpět na dílnu seřizovačům po dobu následujícího měření. Po seřízení byl dílec A předán ke kontrole v 17:00 a vrácen v 17:50 téhož dne. K opětovnému změření dílce A došlo následující den, a to v 16:00, a schválen byl v 17:00. Doba přípravy stroje se tedy prodloužila o téměř 24 h, během kterých již stroj mohl vyrábět a být tak produktivní.



Obrázek 20 Prostoje při schvalování prvních kusů (autor)

Na základě zjištěného prostoje při schvalování prvních kusů byla provedena analýza zkoumající podíl časů, kdy je čas při měření efektivní a kdy naopak ne. Je-li dílec změřen pouze jednou, tzn., nevrací se zpět k opravě na dílnu a je schválen, navazuje další operace soustružení. Najdou-li pracovníce výstupní kontroly závadu, vrací dílec k opravě a při další kontrole musí znovu celý dílec změřit a tento proces se opakuje do doby, než je dílec schválen.

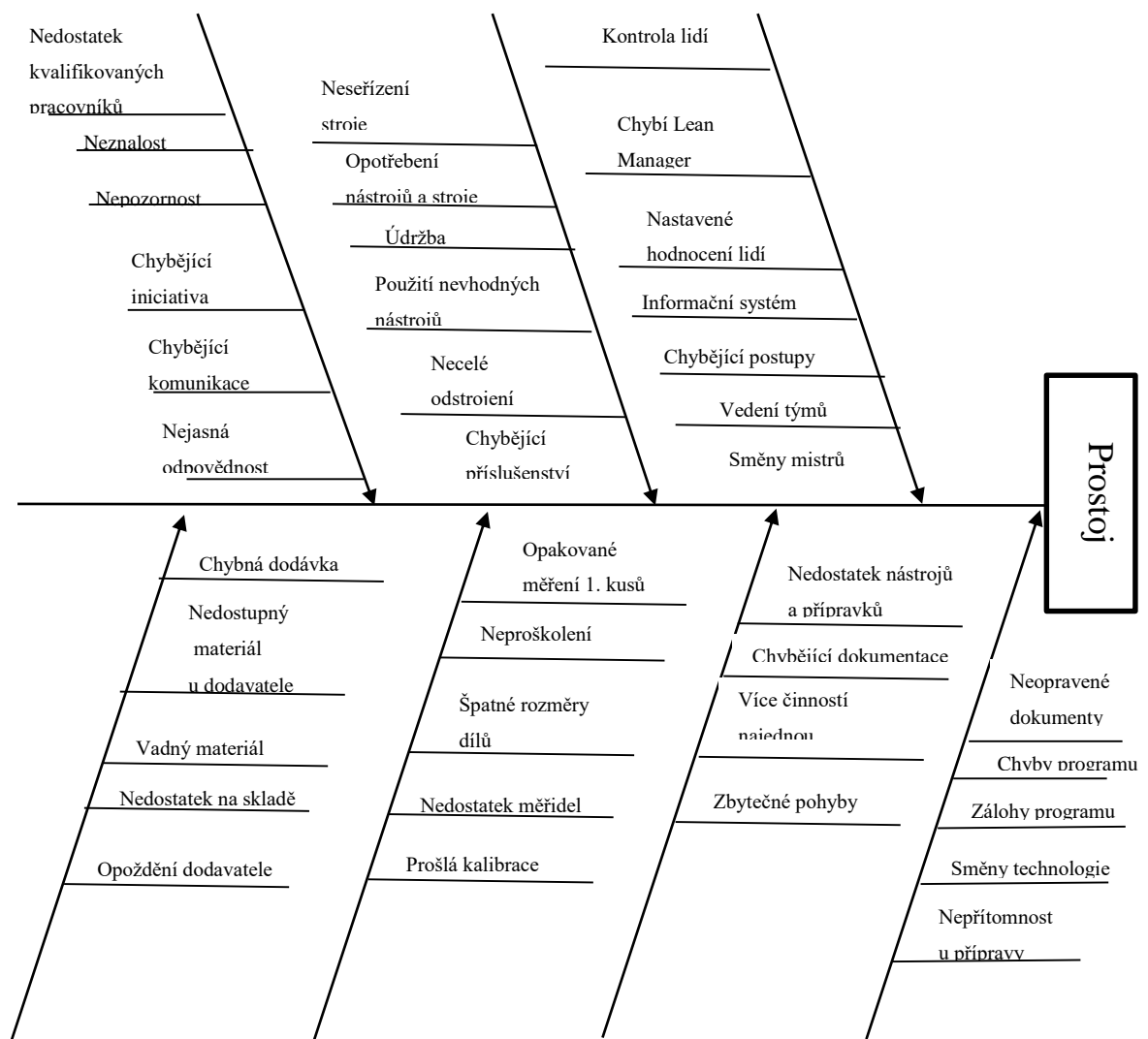
Průměrně je nahazováno 70 různých výrobků za měsíc. Hodnoty jsou orientační z důvodu neúplného zaznamenávání časů pracovníků. Během měsíce bylo schváleno 78 dílců, z nichž 18 jich bylo vráceno na opravu.

První kontrola je brána jako činnost přidávající hodnotu. Další kontroly jsou brány jako forma plýtvání, a to z důvodu prodloužení cyklu výroby. Toto prodloužení cyklu je pro podnik neefektivní. Pracovníci kontroly místo měření jiných dílců, musí opět neschválený dílec přeměřit, tudíž vznikají náklady na ušlý zisk. Přičemž tento čas mohla využít na měření

jiných dílců. Vedlejší náklady vznikají také u pracovníka (seřizovače) seřizující tento dílec. Místo nahazování jiných dílců či seřizování a měření dílců, které již jsou v procesu, musí věnovat čas na opravě dílce, a tím vznikají osobní náklady. Další náklady vznikají v souvislosti s ušlým ziskem. Podnik přichází z důvodu prostoje stroje o zisk, který mohl mít ze soustružení, a po dokončení výroby určitého množství mohla následovat další výroba.

Na základě obrázku 20 je možné říci, že většinou část zaujímá prostoj, který je tvořen 2., 3. a 4. kontrolou a seřizováním vč. prostojů. Z celkové doby, od převzetí ke kontrole až po schválení, bylo z celkových 198 hodin efektivních a přidávajících hodnotu pouze 6 %, a to 11,75 hodin. Zbýlých 186,25 hodin je neefektivních a jsou brány jako plýtvání.

2.4 Ishikawův diagram



Obrázek 21 Ishikawův diagram (autor)

Na obrázku 21 je znázorněn Ishikawův diagram, který obsahuje analýzou zjištěné nedostatky. U zaměstnanců se vyskytuje např. neznalost měřících strojů, chybí komunikace mezi navazujícími směnami nebo nemají odpovědnost za vykonanou práci. Během seřizování byly zaznamenány nedostatky týkající se chybějícího příslušenství, opotřebení nástrojů a strojů, aj. K vedení podniku chybí lean manager, který by se zabýval neustálým zlepšováním a odstraňováním nedostatků, chybí standardizované postupy při práci, směny mistrů nejsou upraveny k tomu, aby byli přítomni po celou dobu směn zaměstnanců atd. Vliv na prostoje může způsobit nedostupný materiál od dodavatele, vadný materiál nebo nedostatek materiálu na skladě. Během nahazování dílců se lze setkat s opakovaným měřením 1. kusů z důvodu špatných rozměrů dílců. Dále dobu nahazování může prodloužit nedostatek měřidel nebo také hrozí nezaznamenání prošlé kalibrace. V samotném seřizování se vyskytuje chybějící dokumentace, seřizovač provádí více činností najednou nebo provádí zbytečné pohyby. V rámci technologie, seřizovači nacházejí chyby v programech, dokumenty k nahazování jsou neopravené, zálohy fungujících programů jsou měněny nebo chybí přítomnost technologa u přípravy z důvodu neupravených směn.

3 APLIKACE METOD PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ

Cílem této kapitoly je aplikace metody SMED umožňující zkrácení doby změny výrobního procesu.

3.1 SMED

Na základě analýzy současného stavu průběhu nahazování a soupisu činností, bude aplikována metoda SMED.

Do připravených tabulek byl zaznamenán sled činností, které během nahazování proběhly. Tyto činnosti mají pro orientaci uvedený i čas, ve kterém činnost byla ukončena či započata, včetně délky trvání. Činnosti, které byly autorem shledány jako interní, tzn. součást seřízení, jež nelze nijak ovlivnit, nejsou součástí následujících tabulek. Pozornost byla zaměřena především na úkony, které se jevily jako plýtvání a bylo by možné s nimi pracovat dále.

3.1.1 První krok

V prvním kroku metody SMED je rozdělení činností na externí a interní. Interní činnosti jsou takové, které lze provádět pouze v rámci práce se strojem, zatímco externí jsou takové, které lze udělat mimo toto nahazování, může se jednat např. o přípravné práce před zahájením seřízení jako příprava nástrojů, příprava pracovního místa, materiálu, dokumentů aj.

Následující tabulky 4 a 5 obsahují vybrané činnosti, které byly autorem shledány jako určitá forma plýtvání. Tabulka 4 obsahuje data z prvního dne zahájení nahazování, tzn. V rámci ranní směny seřizovače, která je vymezena od 6:00 do 18:00. Tabulka 5 obsahuje pokračování nahazování v rámci druhé směny vybraného seřizovače.

Tabulka 4 Rozdělení činností na interní/externí stroje STAR, 1. směna

Int. Ext	Lze ext.	Poř. číslo	Doba	Min	Činnost
Ext			21:30		ukončení odstrojování
Int.			7:00		začátek přípravy
		1.	8:10	70	začátek sledování činnosti
Int.	N	12.		4	vyhledání jiného seřizovače, neznalost
Int.	A	15.		2	chůze pro trn na lítací kontrolu
Int.	N	16.			studium náčrtu, příprava protivřetene a zjištění potřeby vyhazovače
Int.	A	24.		5	chůze pro plátky (nože)
Int.	A	25.		2	usazení plátků do držáků
Int.	A	28.			chůze pro vrtáky
Int.	A	29.			umístění do kleštin - hledání správné velikosti
Int.	A	31.		4	vyhledání technologa
Int.	A	32.		2	v průběhu uchycování - chybějící „červík“ - na údržbu pro náhradní
Int.	A	38.		2	zapomenutí kalibrace
Int.	N	39.		4	provedení dalšího kroku + vylomení výstružníku
Int.	A	40.		20	zjištění vyosení soustružníku - vystředění osové jednotky
Int.	A	42.	12:45	4	úklid náradí a vyfasování nového vrtáku
Int.	N	43.	12:50	5	nové uchycení, kontrola funkčnosti zda se nezalomil
Int.	N	44.	12:52	2	kontrola vrtáku
Int.	N	45.	12:56	4	příprava dalšího kroku, vyfrézování pro kontrolu a vyjmutí ze stroje
Int.	N	46.	13:00	4	chůze + kontrola
Int.	A	47.	13:07	7	zdržení technologem a jiným seřizovačem u PC
Int.	N	49.		5	kontrola průměru, zjištění hrubosti čela
Int.	N	50.		1	uříznutí, vyjmutí ze stroje
Int.	N	51.		6	chůze a přeměření
Int.	N	52.		7	hledání příčiny hrubosti
Int.	N	53.		3	umístění dalšího nože
Int.	N	54.	14:19	3	protioperace - zarovnávací nůž - upnutí
Int.	A	55.		2	chůze pro šrouby
Int.	A	58.		3	chůze pro další šrouby
Int.	A	59.		2	zjištění chybějící matice pro uchycení
Int.	N	71.		30	pauza + změření
Int.	N	72.		5	kontrola, přeměření ks - chybí sražení
Int.	N	73.		4	očištění na dílně, přeměření - chybná hodnota
Int.	N	74.		5	upravení hodnot (pro větší sražení)
Int.	N	75.		3	změření rozměru
Int.	A	76.		9	konzultace s jiným seřizovačem - chyba v programu
Int.	N	78.		3	měření - dlouhý ks (19,92 mm, větší seřízení) + nový ks a přepočít
Int.	N	82.		4	kontrola, přeměření ks
Int.	N	84.		4	změření rádia
		85.	17:00		VŠE JE OK – ukončení práce
Interní celkem				1 170 min	
Z toho externí				638 min	

Zdroj: Autor

Tabulka 5 Rozdělení činností na interní/externí stroje STAR, 2. směna

Int. Ext	Lze ext.	Poř. číslo	Doba	Min	Činnost
	A		17:00	900	Ukončení práce
Int.	A	86.	8:00	19	změna programu technologem (řešení), použití a studium návodu uchycení
Int.	N	89.		2	umístění zásepy do poháněného nástroje - zjištění špatné velikosti
Int.	A	90.		2	nalezení velikosti (v případě nenalezení ve skříní - chůze na údržbu a zkrácení tyče")
Int.	A	91.		2	chůze pro matku
Int.	N	92.	8:25	35	pauza
Int.	N	93.	9:00	9	usazení matky
Int.	A	94.		2	hledání nářadí
Int.	N	95.		14	zkouška - polohy vrtáku k dílci, korekce, značení koncového bodu
Int.	A	96.		7	zjišťování příčiny - možnost jako strojově omezenost nebo posunutí programu
Int.	A	97.		4	posunutí vrtáku blíže, upravení hodnot X
Int.	A	98.	9:46	10	další posunutí, zjištění seřizovačem+technologem zadané hodnoty u B osy
Int.	A	99.		10	opakuji se proces
Int.	A	100.	10:28	32	odchod k jinému stroji
Int.	A	101.		5	čekání na technologa
Int.	A	102.		2	úprava znamének a hodnot v programu
Int.	A	103.		25	opět koncový bod - hledání příčiny a způsobu opravy a provedení
Int.	N	105.	12:15	15	první vyfrézovaný ks
Int.	N	106.		14	měření ks - úprava úhlu (dle konzultace s technologem)
Int.	A	107.		6	úhel 45° ok, ale 90° nevychází (88°) - výměna nástroje vrtáku
Int.	A	108.	13:05	30	zjišťování příčiny nevyhovujícího úhlu
Int.	A	109.		10	vyjmutí starého vrtáku
Int.	A	110.		8	přeměření vrtáku na VK 90° jak na kusu i vrtáku souhlasí
Int.	A	111.		2	příchod k CN a vrácení vrtáku zpět
Int.	N	112.		1	nový ks ke kontrole
Int.	N	113.		9	měření ks
Int.	N	114.		5	rozříznutí ks na 1/2 pro zjištění hloubky dílu
Int.	N	115.		4	měření hloubky
Int.	N	116.		4	nový ks s úpravou rozměru
Int.	N	117.		7	přeměření nových rozměrů na dílně na LK na konturoměru (profiloměr)
Int.	N	118.	14:00	10	měření vzdálenosti 45°od začátku, hloubka, nesedící rozměr (0,8)-0,6
Int.	A	119.		25	měření jiného stroje
Int.	N	120.		10	kontrola rozměrů 1. hlavy
Int.	N	121.		8	měření na VK úhlu + chůze 1 min
Int.	N	122.		2	nový ks
Int.	A	123.		2	ofuk a očištění na dílně
Int.	N	124.		7	měření
Int.	N	125.		4	nový ks
Int.	N	126.		4	další měření
Int.	N	127.		4	nový ks (špatné hrubování)
Int.	N	128.		10	chůze na ofuk, kontrola, chůze zpět
Int.	N	129.		2	nový ks
Int.	A	130.		1	zdržení LK
Int.	N	131.		9	měření rádia
Int.	N	132.		28	měření na VK úhlů
Int.	N	133.		5	změření R08
Int.	N	134.		1	nový ks
Int.	N	135.	16:25	9	najeto 5 ks ke schválení na VK, překontrolování průměrů, trnů
Int.	N	136.	16:30	5	příchod na VK a předání ke schválení
Interní celkem				1 341 min	
Z toho externí				1 104 min	

Zdroj: autor

Tabulka 6 obsahuje přehled, kdy byla zahájena a ukončena operace přípravy stroje, tzn. nahazování. Mezi ukončením předchozí výroby vznikl prostoj 570 min. Poté nahazování bylo vykonáváno po dobu 600 min, z nichž 67,5 min tvořily činnosti externí. Přerušením

činnosti nahazování vznikl další prostoj v celkové výši 900 min. Poté opět následovala činnost nahazování po dobu 510 min, v rámci kterých 204 min bylo externích. Po ukončení nahazování byly dílce předány ke kontrole trvající 48 min, ale kvůli nevyhovujícím rozměrům byly předány zpět k seřízení. Seřízení trvalo 1 320 min, které jsou autorem brány jako prostoj. Vezme-li se v potaz, že samotné seřízení do konečné podoby trvalo v součtu 1 110 minut za první dva dny, oprava chybných rozměrů tedy nemohla trvat delší dobu, než byla doba seřizování.

Tabulka 6 Přehled časů stroje STAR

	Začátek	Konec	Nahazování	Z toho externí činnosti	Kontrola	Prostoj mezi koncem a začátkem
		21:30	Minuty			
1. den	7:00	17:00	600	67,5	-	570
2. den	8:00	16:30	510	204,0	-	900
	17:00	17:50	-	-	50	30
3. den	16:00	17:00	-	-	60	1 330

Zdroj: autor

Tabulka 7 obsahuje celkové časy operací, které proběhly v rámci nahazování. Odstraněním prostojů, které vznikaly mezi směnami seřizovače, by se celková doba mohla snížit o necelých 70 %. Dobu nahazování je také možné snížit o externí činnosti, jejichž podíl z 1 110 minut je 272 minut, což je 6,66 %. Odečtou-li se od celkové doby externí činnosti, prostoje a 2. kontrola, proces nahazování se sníží o 3 162 minut, tj. o 78 %.

Tabulka 7 Celkové časy stroje STAR

	Min	Hod	%
Celková doba	4 050	67,5	100,00
Nahazování celkem	1 110	18,5	27,41
Z toho externí činnosti celkem	272	4,5	6,66
Kontrola	110	1,8	2,66
Prostoje celkem	2 830	47,2	69,92

Zdroj: autor

V tomto kroku je zapotřebí zajistit návaznost mezi jednotlivými změnami výroby, aby nedocházelo ke zbytečným prostojům. Příčinou často bývá nedostatečně připravená dokumentace, směny seřizovačů, chybějící pracovník technologie či údržby, nedostatek materiálu a náradí aj. Z tohoto důvodu je nutné vyřešit s vedením podniku, jaké zaměstnance vyčlenit na nahazování výrobků, zavést směny technologií i údržbě.

Během činnosti nahazování je seřizovač vytížen kromě tohoto stroje také jinými stroji, tudíž se nemůže plně věnovat pouze nahazovanému stroji. Další prostoje, především přes noční směny, vznikají z důvodu nepřítomnosti technologií.

3.1.2 Druhý krok

Cílem druhého kroku je odhalení nedostatků a na základě jejich rozboru přesunutí interních činností do externích, což by přineslo další úsporu.

Při seřizování rozměrů pracovník často chodí na lítací či výstupní kontrolu. Tyto časy strávené chůzí by bylo možné minimalizovat zajištěním měřidel vymezených pouze pro účely nahazování. Seřizovač by tedy nemusel po každém kroku programu neboli provedení nového rozměru neustále docházet na jiné pracoviště. Tímto by se opět zkrátily časy, a to přibližně o 32 minut.

Tabulka 8 Časy změn po zavedení SMED

	Nahazování [min]	
	Interní	Externí
Původní celkový čas	4 050 (100 %)	-
Čas po 1. kroku SMED	888 (22 %)	3 162
Čas po 2. kroku SMED	856 (21 %)	32

Zdroj: autor

Další zaznamenanou činností, která se vyskytuje, je hledání správných velikostí z důvodu špatného uspořádání. Z tohoto důvodu by měl být zaveden standard, aby každá věc měla své vymezené místo, a k tomu lze využít metodu 5S.

V této fázi by se také měly prozkoumat jednotlivé činnosti, které by bylo možné zjednodušit a eliminovat, a to změnou pořadí činností či jejich kombinací, případně jinými způsoby, které by vedly k celkovému zjednodušení

3.1.3 Třetí krok

Cílem třetího kroku metody SMED je prozkoumání dalších možností eliminace časů činností jak interních, tak i externích. Na jednotlivé činnosti by mělo být nahlédnuto znovu a řešit jejich zlepšení. Může se jednat např. o značení nástrojů, dokumentů atd., zlepšení údržby, ukládání prostředků a dílů na správném místě či podle pořadí.

Nezbytná je také komunikace mezi pracovníky, která je v tomto případě velkým problémem. Interní činnosti by bylo možné také řešit externím seřizováním mimo stroj, tzn. přípravu nástrojů, jejich upnutí do držáků, uložení na správné místo dle postupu aj.

Chybí také standardizace postupů při seřizování, tudíž každý seřizovač daný stroj může seřizovat v odlišném pořadí a vyskytují se tak zbytečné pohyby. Se zavedením standardů je nutný i trénink zaměstnanců, včetně školení na měřidla, aby nedocházelo k prostojům z důvodu neznalosti těchto měřidel.

3.1.4 Shrnutí

K úspěšnému zavedení změn je velmi důležitá týmová práce a podpora vedení. K neustálému zlepšování by měl být sestaven tým, který by měl na starosti realizaci změn s podporou vedení. Implementované změny a zavedené nové postupy je zapotřebí standardizovat a neustále hledat další příležitosti vedoucí ke zlepšení.

Opatření:

- přítomnost technologa při nahazování, zavedení směn,
- předání instrukcí a pokračování v nahazování další směnou,
- přípravné práce před zahájením nové výroby,
- disciplína zaměstnanců a uložení zodpovědnosti za vykonanou práci,
- vyčlenění osob pouze k seřizování,
- zavedení standardizovaných postupů,
- uspořádání pracoviště,
- nákup příslušenství aj.

Po zavedení změn je nutné zaměřit se na PDCA cyklus, v rámci kterého by se opět provedla analýza, jak změny fungují, zda je možné je vylepšit, dále tyto změny naplánovat, zrealizovat plány, zkontrolovat jejich efektivitu a pokračovat ve zlepšování.

3.2 Zaznamenané formy plýtvání

Během prováděné analýzy byly zaznamenány následující formy plýtvání, které ovlivňují celkový čas výměny:

Nepřítomnost u stoje:

- Osobní potřeby – během výměny je pracovník donucen dodržovat pitný režim, dále má potřebu dojít si na WC nebo využít přestávku na oběd.
- Práce u jiných strojů – pracovník měl na starost již pracující stroje a občas se musel věnovat seřizování těchto strojů, které odváděly pozornost při nahazování nového stroje.

Chybějící příslušenství a dokumenty:

- Chůze – zjistí-li seřizovač, že chybí nějaké příslušenství, musí si jej během výměny obstarat. Dále je nutná chůze k zajištění změření dílců na jiných pracovištích.
- Příprava dokumentů – bez dostatečné přípravy dokumentů pracovník nemá úplné podklady např. k měření dílců, tudíž nemůže jednotlivé činnosti sloučit a dochází tak k prodloužení doby nahazování.

Prostoje

- Směna seřizovačů – jelikož se jedná o třisměnný provoz, směny seřizovačů jsou rozděleny na dvanáctihodinové, tzn. dva dny 6 – 18 hod., dva dny 18 – 6 hod. a čtyři dny volna. Během nahazování seřizovač ukončil svou činnost s koncem své směny a další navazující směna jiného seřizovače nepokračovala v nahazování.
- Směny technologů – pracovníci technologie mají pouze ranní směny, tzn. od 7 – 15 hod. či déle dle rozpracovanosti práce. Po skončení pracovní doby zde v případě potřeby není nikdo, kdo by mohl z hlediska technologie seřizovačům či jiným pracovníkům pomoci při řešení problémů. Proto zde vzniká prostoj z důvodu odložení práce a čekání na pracovníky technologie.
- Směny údržby – pracovníci údržby také mají ranní směny. Chybí-li nějaké příslušenství, seřizovač nemůže pokračovat v nahazování. Dále se může vyskytnout chyba, kterou je zapotřebí opravit údržbářem, ale z důvodu nepřítomnosti zde vniká prostoj.
- Směny mistrů – po ukončení mistrovské směny dochází ke zhoršení morálky na pracovišti. Pracovníci využívají absence nadřízeného a neplní své povinnosti, např. prodlužováním přestávek. Tomuto problému by šlo předejít rozdělením směn mistrů do 12h intervalů nebo pokud možno 8h intervalů, aby byli přítomni na pracovišti po celou dobu pracovního dne.

Ostatní druhy plýtvání:

- Nestandardizovaný postup při nahazování – pracovníci vykonávají činnosti v různém pořadí. Vznikají tak zbytečné pohyby či chůze a činnosti, které lze sjednotit. Jsou vykonávány zvlášť, což způsobuje prodloužení doby nahazování.
- Opakující se operace – časté hledání nástrojů a jiných příslušenství, chůze pro vrtáky, které jsou součástí nestandardizovaného postupu, ale i nestandardizovaného uspořádání pracoviště.
- Práce s měřidly – během nahazování je zapotřebí měření rozměrů dílce. U nových dílců však pracovníci neznají postupy, jak rozměr změřit. Nutné je zaškolení všech pracovníků nebo předat tuto zodpovědnost na technology, kteří by měli být schopni pracovat s měřidly a v případě potřeby je změřit, či pomoci pracovnícům kontroly s postupem.

K minimalizaci prostojů a externích činností je zapotřebí zabývat se výše uvedenými druhy plýtvání. Z důvodu velkého podílu prostojů je zapotřebí zajistit přítomnost technologů a mistrů po celou dobu výroby, tzn. zavést nepřetržitý provoz, aby nedocházelo k prostojům a byla zajištěna disciplína, organizace práce pracovníků a návaznost mezi jednotlivými operacemi.

4 ZHODNOCENÍ NAVRHOVANÉHO ŘEŠENÍ

Aplikací metody SMED je možné odhadnout, v jaké výši budou úspory plynoucí z minimalizace interních činností a prostojů. Prostoje byly způsobené nepřítomností technologů, ale také neorganizací práce seřizovačů.

4.1 Výpočet nákladů na zaměstnance

Následující tabulky obsahují pouze orientační hodnoty z důvodu ochrany dat, ale také rozdílných mzdových tarifů a jiné skladby příplatků pracovníků.

Tabulka 9 Náklady na seřizovače

SEŘIZOVAČ		Kč/hod.	Hod.	Kč
Mzdový tarif		69,45	192	13 334,4
Příplatky:	nepřetržitý provoz	21,30	192	4 089,6
	práce v noci (22-6)	15,00	64	960,0
	práce o víkendech (50 %)		48	5 000,4
	práce ve zhoršeném prostředí	4,00	192	768,0
Hrubá mzda			24 152,4	
Náklady zaměstnavatele měsíčně			32 364,4	
Náklady zaměstnavatele na hodinu			167,5	

Zdroj: autor

Tabulka 9 obsahuje přehled osobních nákladů. Mzdový tarif byl sestaven jako průměr nejvyšší a nejnižší hodnoty hodinové sazby určené seřizovačům. Pracovníci ve výrobě mají příplatky za nepřetržitý provoz, práci v noci, o víkendech a ve zhoršeném prostředí. Seřizovači mají nepřetržitý provoz dle rozpisu směn, které jsou rozvrženy na dvanáctihodinové směny, a to RRNN-VVVV, kde R je ranní, N noční a V volno. Od 6-18 je ranní směna a 18-6 je noční směna.

Dále jsou v tabulce vypočítané náklady zaměstnavatele na zaměstnance, které měsíčně činí 32 354,4 Kč a v přepočtu na hodinu jsou stanoveny na 167,56 Kč/h. Hodiny odpracované v měsíci, včetně rozvržení hodin týkající se příplatků, byly stanoveny jako průměr v rámci celého kalendářního roku. S těmito hodnotami bude počítáno i v následujících tabulkách.

Tabulka 10 Náklady na mistra

MISTR		Kč/hod.	Hod.	Kč
Mzdový tarif			157,5	15 700,0
Příplatky:	dvousměnný provoz (14-22)	10	75,0	750,0
	práce v noci (22-6)	15	0,0	0,0
	mimořádné odměny (15 %)			2 355,0
	práce ve zhoršeném prostředí	4	157,5	630,0
Hrubá mzda				19 435,0
Náklady zaměstnavatele měsíčně				26 042,9

Zdroj: autor

Tabulka 11 Náklady na technologa

TECHNOLOG		Kč/hod.	Hod.	Kč
Mzdový tarif			157,5	18 000,0
Příplatky:	dvousměnný provoz (14-22)	10	0,0	0,0
	práce v noci (22-6)	15	0,0	0,0
	mimořádné odměny (15 %)			2 355,0
	práce ve zhoršeném prostředí	4	157,5	630,0
Hrubá mzda				21 330,0
Náklady zaměstnavatele měsíčně				28 582,2

Zdroj: autor

Tabulka 10 a tabulka 11 obsahují výpočet hrubé mzdy zaměstnanců a náklady zaměstnavatele. Tyto tabulky se liší od nákladů na seřizovače mzdovým tarifem. Mistři a technologové mají stanovenou měsíční mzdu, zatímco seřizovači hodinovou sazbu. Jelikož mistři s technologi mají pouze ranní směny, a to Po-Pá, 6-14 hod., počet odpracovaných hodin byl stanoven na 157,5 hodin.

4.2 Návrh směn technologů a mistrů

Vzhledem k zavedení směn technologům a mistrům na nepřetržitý provoz dle rozpisu směn, které mají seřizovači, by bylo vhodné změnit a vytvořit hodinovou sazbu jako ostatním pracovníkům. Výsledná hodinová mzda byla vypočtena z průměru platů stejných pozic v jiných podnicích.

Tabulka 12 Nové platové ohodnocení mistra

MISTR		Kč/hod.	Hod.	Kč
Mzdový tarif		85,0	192	16 320,0
Příplatky:	nepřetržitý provoz	21,3	192	4 089,6
	práce v noci (22-6)	15,0	64	960,0
	práce o víkendech (50 %)		48	6 120,0
	práce ve zhoršeném prostředí	4,0	192	768,0
Hrubá mzda				28257,6
Náklady zaměstnavatele měsíčně				37865,6

Zdroj: autor

Tabulka 13 Nové platové ohodnocení technologa

TECHNOLOG		Kč/hod.	Hod.	Kč
Mzdový tarif		90,0	192	17 280,0
Příplatky:	nepřetržitý provoz	21,3	192	4 089,6
	práce v noci (22-6)	15,0	64	960,0
	práce o víkendech (50 %)		48	6 480,0
	práce ve zhoršeném prostředí	4,0	192	768,0
Hrubá mzda				29 577,6
Náklady zaměstnavatele měsíčně				39 633,9

Zdroj: autor

4.3 Výrobní náklady

Tabulka 14 obsahuje rozbor časů při nahazování stroje Star. Během prostoje, v rámci kterého mohl stroj již vyrábět dílec 47,2 hod., tzn., mohl vyrobit 54,16 ks/h v hodnotě 10 Kč/ks ($47,2 \cdot 54,16 \cdot 10$), přišel podnik o potenciální zisk ve výši 25 566,67 Kč. V tomto prostoji podnik přichází o zisk, během kterého mohla probíhat výroba následujícího dílce. Vyčíslené hodnoty dílce A se shodují s hodnotami následujícího dílce.

Tabulka 14 obsahuje ušlý zisk z důvodu neefektivního využití času a především prostojů. Jako podklad pro výpočet byly stanoveny orientačně tyto hodnoty:

- 153,14 Kč/hod – osobní náklady na zaměstnance (výstupní kontrola),
- 168,56 Kč/hod – osobní náklady na zaměstnance (seřizovač),
- 54,16 ks/hod – počet vyrobených kusů za hodinu na vybraném stroji,
- 10 Kč/ks – cena za vyrobený kus.

Tabulka 14 obsahuje rozbor časů při nahazování stroje Star. Během prostoje, v rámci kterého mohl stroj již vyrábět dílec 47,2 hod., tzn., mohl vyrobit 54,16 ks/h v hodnotě 10 Kč/ks ($47,2 \cdot 54,16 \cdot 10$), přišel podnik o potenciální zisk ve výši 25 566,67 Kč. V tomto

prostoji podnik přichází o zisk, během kterého mohla probíhat výroba následujícího dílce. Vyčíslené hodnoty dílce A se shodují s hodnotami následujícího dílce.

Tabulka 14 Výrobní náklady

Celková doba	67,5 hod					
	Prostoj	Nahazování	Externí činnosti	1. Kontrola	2. Kontrola	
Hod.	47,20	18,50	4,50	0,8	1	
Ušlý zisk z dílce A	25 566,67	x	2 437,50	x	541,67	28 545,83
Osobní náklady	x	x	758,52	x	153,14	911,66
Ušlý zisk z následujícího dílce	25 566,67	x	2 437,50	x	541,67	28 545,83
Celkem	51 133,33	x	5 633,52	x	1 236,48	Σ 58 003,33

Zdroj: autor

Nahazování a 1. kontrola je brána jako efektivně využitý čas. Externí činnosti jsou brány jako neefektivní, jelikož zde vzniká ušlý zisk a náklady vynaložené na seřizovače. To samé platí pro 2. kontrolu. Během těchto hodin mohl být dílec A již vyráběn, mohla probíhat výroba následujícího dílce a čas věnovaný měření kontroly mohl být využit ke kontrole jiných dílců.

Eliminací externích činností a opakujících se kontrol by podnik mohl ušetřit náklady ve výši 5 633,52 Kč a 1 236,48 Kč. Zbytečnými prostoji a činnostmi přichází o zisk 51 133,33 Kč, a v součtu s ostatními náklady to činí celkem 58 003,33 Kč.

Tabulka 15 Měření 1. kusů

Celková doba	198,123 hod.					
	1. kontrola	2. kontrola	3. kontrola	4. kontrola	Seřizování + prostoje	
Hod.	11,75	10,33	5,33	3	167,7	
Ušlý zisk	x	5 597,22	2 888,88	1 625,00	90 840,93	100 952,04
Osobní náklady	x	1 582,47	816,76	2 734,98	x	5 134,22
Ušlý zisk z následující výroby	x	5 597,22	2 888,88	1 625,00	90 840,93	100 952,04
Celkem	x	12 776,92	6 594,54	5 984,98	18 1681,86	Σ 207 038,31

Zdroj: autor

Tabulka 15 obsahuje rozbor dat zjištěných během analýzy, při níž bylo zjištěno plýtvání ve formě opakujících se kontrol při měření 1. kusů. Měsíčně je uvolněno výstupní kontrolou přibližně 70 dílců, z nichž v jednom měsíci bylo opakovaně měřeno 18. Z důvodu neúplných a nedostupných dat byla provedena analýza pouhých 11 dílců. Z 198,123 hod bylo efektivních pouhých 11,75 hodin. Opakující se kontroly vč. seřizování a prostojů jsou brány jako neefektivní využití času, během kterého mohla být zakázka dokončena, a mohlo se pokračovat ve výrobě následujícího dílce. V tabulce jsou vyčísleny náklady v souvislosti s ušlým ziskem kontrolovaného dílce, ušlým ziskem z následující výroby a osobní náklady, které podnik musel zaplatit za opakovanou kontrolu namísto měření jiných dílců. Ty měsíčně činí 207 038,31 Kč.

4.4 Shrnutí

V tabulce 16 Tabulka 16 je rozdíl nákladů, které by se zaměstnavateli zvýšily zavedením nepřetržitého provozu u mistrů a technologů. Aktuálně podnik zaměstnává více než 4 technologů, pracující na ranní směny. Zavedením směn, pokrývajících směny seřizovačů, by se náklady zvýšily o 44 207,13 Kč. To samé platí i u mistrů, s rozdílem, že v době analýzy byli pouze dva. K pokrytí směn by bylo zapotřebí přijmout další dva mistry. V součtu by rozložení mistrů vč. přijmutí nových do nepřetržitého provozu stálo o 99 374,94 Kč více. Celkové měsíční náklady na mistry a technologů by vzrostly o 143 582,07 Kč.

Tabulka 16 Porovnání nákladů na zaměstnance

	Původní	Nová	Rozdíl
Technolog 1	28 582,2	39 633,98	11 051,78
Technolog 1	28 582,2	39 633,98	11 051,78
Technolog 1	28 582,2	39 633,98	11 051,78
Technolog 1	28 582,2	39 633,98	11 051,78
MEZISOUČET	118 348,8	158 535,936	44 207,13
Mistr 1	26 042,9	37 865,18	11 822,28
Mistr 2	26 042,9	37 865,18	11 822,28
Mistr 3 +	x	37 865,18	11 822,28
Mistr 4 +	x	37 865,18	11 822,28
MEZISOUČET	52 085,8	151 460,7	99 374,94
SOUČET ROZDÍLU			143 582,07

Zdroj: autor

Po zpracování získaných dat a kalkulaci ušlého zisku z prostojů, které jsou zmíněny v této části, vychází, že změna směn výše zmíněných pozic včetně investic do provedení, nejen pokryje veškeré náklady, ale zvýší i celkovou efektivitu výroby.

ZÁVĚR

Práce byla rozdělena do čtyř částí zabývajících se průmyslovým inženýrstvím v praxi. Teoretická část obsahuje vysvětlení pojmů již zmíněného odvětví, využívané metody a také se zabývá produktivitou a výkonností.

V druhé části jsou uvedena data z analýzy současného stavu výrobního procesu podniku, která byla získána během pozorování a záznamů jednotlivých činností. Největší pozornost byla věnována procesu seřízení konkrétního stroje, z důvodu největší časové náročnosti během celého výrobního procesu. Data byla získávána od konce jedné výroby po začátek výroby nové. Tento časový úsek byl rozdělen na seřizování a měření prvních kusů. První část analýzy se zabývá záznamem činností během seřizování a hledáním různých forem plýtvání, které mají vliv na produktivitu.

Jelikož došlo k opakovanému měření prvních kusů, byla provedena další analýza týkající se tohoto měření, kterou prování výstupní kontrola. V této analýze měření prvních kusů bylo zjištěno, že pouze 6 % z celkového času bylo využito efektivně a zbylých 94 % týkajících se opakovaných měření a seřizování včetně prostojů, může být využito k jiným činnostem, které mohou zefektivnit celkovou výrobu.

V třetí části byla aplikována metoda SMED, která rozdělila jednotlivé činnosti na interní a externí. Externí činnosti tvořily 6,66 % a prostoje 69,92 % z celkové doby seřizování. Eliminace externích činností a především prostojů by měla vliv na zvýšení efektivity celého procesu.

Poslední část se zabývá kalkulací nákladů, a to osobních nákladů na seřizovače, mistra a technologa, které slouží pro porovnání s náklady v případě zavedení směn nepřetržitého provozu a přijmutí dalších dvou mistrů. Dále byla vykalkulován proces seřizování a měření prvních kusů. Z výsledného hodnocení vyplynulo, že zavedením nepřetržitého provozu mistrů a technologů by se nejen pokryly náklady na ušlý zisk, ale také by se zvýšila produktivita.

POUŽITÁ LITERATURA

BOLEDOVIČ, Ludovít, 2007. PDCA cyklus. *Ipaczech* [online]. [cit. 2017-01-29].
Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/pdca-cyklus>

BURIETA, Ján, 2012. 5S, 6S, nebo dokonce 7S. *Svět produktivity* [online]. [cit. 2017-01-29].
Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/clanek/5s-6s-nebo-dokonce-7s.htm/>

FELICE Fabio, Antonella PETRILLO a Stanislao MONFRE, 2013. Improving Operations Performance with World Class Manufacturing Technique: A Case in Automotive Industry. *Operations Management*. DOI: 10.5772/54450. ISBN 978-953-51-1013-2.
Dostupné také z: <http://www.intechopen.com/books/operations-management/improving-operations-performance-with-world-class-manufacturing-technique-a-case-in-automotive-indus>

DEBNÁR, Peter, 2011. Nové trendy v oblasti průmyslového inženýrství. *BusinessInfo.cz* [online]. [cit. 2016-11-11]. Dostupné z: <http://www.businessinfo.cz/cs/clanky/nove-trendy-prumyslove-inzenyrstvi-2849.html>

DRUCKER, P. F., 2002. *To nejdůležitější z Druckera v jednom svazku*. Praha: Management Press. ISBN 80-7261-066-X.

KJELL, Zandin, 2004. *Maynard's Industrial engineering handbook*. 5th ed. The McGraw-Hill. Dostupné z: <http://www.iien.ir/wp-content/uploads/IEHANDBOOK.pdf>

LÉVAY, Radek, 2016. SMED – single minute Exchange of dies. *Ikvalita.cz: portál pro kvalitaře* [online]. [cit. 2017-01-28].
Dostupné z: <http://www.ikvalita.cz/tools.php?ID=129>

IMAI, Masaaki. *Kaizen: Metoda, jak zavést úspornější a flexibilnější výrobu v podniku*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 978-80-251-1621-0.

MAREK, Miroslav, 2012. Plýtvání. *Svět Produktivity* [online]. [cit. 2016-11-20].
Dostupné z: <http://www.svetproduktivity.cz/cislo-casopisu/SP-Methodika-plytvani.htm>

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

MIKULEC, Petr, 2009. *Metody průmyslového inženýrství a výrobní logistiky jako nástroje zvyšování výkonnosti v plastikářské výrobě*. Zlín. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
Dostupné z: http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/10570/mikulec_2009_dp.pdf?sequence=1

MMSPEKTRUM, 2014. Strojní a průmyslové inženýrství. *MM Průmyslové spektrum* [online]. [cit. 2017-01-29].

Dostupné z: http://www.mmspektrum.com/content/file/CNC_ukazky_Cz/2.1.pdf

MUSILOVÁ, Jana, 2007. Vizuální management - štíhlé pracoviště. *IPA CZECH* [online]. [cit. 2017-01-28]. Dostupné z: <http://www.ipaczech.cz/cz/ipa-slovník/vizualni-management-stihle-pracoviste>

PYZDEK, Thomas, 2003. *The Six Sigma Handbook* [online]. McGraw Hill [cit. 2017-01-29]. DOI: 10.1036/0071415963.

Dostupné z: <http://www.gmpua.com/QM/Book/The%20six%20sigma%20handbook.pdf>

SALVENDY, Gavriel, 1992. *Handbook of industrial engineering* [online]. 2nd ed. New York: Wiley. [cit. 2017-01-29]. ISBN 04-715-0276-6.

ŠKOP, Michal, 2001. Od regulačních diagramů k six sigma. *Automa: řízení jakosti* [online]. [cit. 2017-01-29]. Dostupné z: http://automa.cz/cz/casopis-clanky/od-regulacnich-diagramu-k-six-sigma-2001_07_33611_1212/

Vybraný podnik, 2017. Interní materiály.

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Sled činností při přípravě stroje STAR, 1. směna	46
Tabulka 2 Sled činností při přípravě stroje STAR, 2. směna	48
Tabulka 3 Sled činností při přípravě stroje DECO.....	49
Tabulka 4 Rozdělení činností na interní/externí stroje STAR, 1. směna	54
Tabulka 5 Rozdělení činností na interní/externí stroje STAR, 2. směna	55
Tabulka 6 Přehled časů stroje STAR.....	56
Tabulka 7 Celkové časy stroje STAR	56
Tabulka 8 Časy změn po zavedení SMED	57
Tabulka 9 Náklady na seřizovače.....	61
Tabulka 10 Náklady na mistra.....	62
Tabulka 11 Náklady na technologa	62
Tabulka 12 Nové platové ohodnocení mistra.....	63
Tabulka 13 Nové platové ohodnocení technologa	63
Tabulka 14 Výrobní náklady	63
Tabulka 15 Měření 1. kusů.....	64
Tabulka 16 Porovnání nákladů na zaměstnance.....	65

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Čtyři bloky metod průmyslového inženýrství.....	15
Obrázek 2 Mapa toku hodnot	19
Obrázek 3 Redukce doby pomocí SMED	21
Obrázek 4 WCM ve Fiat automobilkách.....	26
Obrázek 5 Růst techniky spojené s konceptem WCM	27
Obrázek 6 Fyzikální a psychologické vlivy na produktivitu.....	29
Obrázek 7 Umístění beden ve skladě	34
Obrázek 8 Pracoviště soustružení.....	34
Obrázek 9 Technologický postup	36
Obrázek 10 List protokolu o měření prvních kusů	37
Obrázek 11 Měřidla	39
Obrázek 12 Štítek	40
Obrázek 13 Celkový čas šestivřetenového stroje	41
Obrázek 14 Celková cena šestivřetenového stroje	42
Obrázek 15 Celkový čas stroje DECO	42
Obrázek 16 Celková cena stroje DECO	43
Obrázek 17 Celkový čas stroje STAR.....	43
Obrázek 18 Celková cena stroje STAR.....	44
Obrázek 19 Nástroje a příslušenství k přípravě stroje.....	45
Obrázek 20 Prostoje při schvalování prvních kusů	50
Obrázek 21 Ishikanův diagram.....	51

SEZNAM ZKRATEK

CNC	Computer numerical control Počítačové numerické řízení
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis Analýza možného výskytu a vlivu vad
LK	Lítací kontrola
MJ	Měrná jednotka
PI	Průmyslové inženýrství
SMED	Single Minute Exchange of Dies Výměna nástroje během minuty
VK	Výstupní kontrola
WCM	World Class Manufacturing Výroba světové úrovně