

Analýza výrobního procesu ve firmě NTS Prometal Machining, s. r. o.

Ondřej Vaněk

Bakalářská práce
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ondřej Vaněk**
Osobní číslo: **M14965**
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Řízení výroby a kvality**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Analýza výrobního procesu společnosti NTS Prometal Machining, s.r.o.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Provedte průzkum literárních pramenů a zpracujte teoretické poznatky týkající se výrobního prostředí firmy NTS Prometal Machining, s.r.o.

II. Praktická část

- Provedte analýzu výrobního procesu firmy NTS Prometal Machining, s.r.o.
- Zhodnoťte současný stav vybraného výrobního střediska a uveďte jeho hlavní nedostatky.
- Navrhněte vhodná opatření pro zlepšení činnosti vybraného střediska dle zjištěných nedostatků.

Závěr

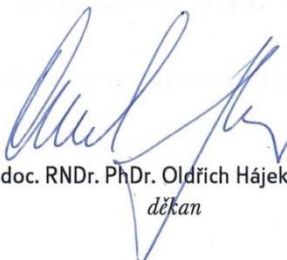
Rozsah bakalářské práce: **cca 40 stran**
Rozsah příloh:
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. Moderní přístupy k řízení výroby. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2012, 153 s. ISBN 978-80-7179-319-9.
KOŠTURIAK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. 1. vyd. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. TPM: management a praktické zavádění. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 246 s. ISBN 8090223559.
SALVENDY, Gavriel. Handbook of industrial engineering. 3rd ed. New York: Wiley, 2001, 3 sv. ISBN 978-0-470-24182-0.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Dobroslav Němec**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání bakalářské práce: **15. února 2016**
Termín odevzdání bakalářské práce: **16. května 2016**

Ve Zlíně dne 15. února 2016


doc. RNDr. PhDr. Oldřich Hájek, Ph.D.
děkan




prof. Ing. Felicita Chromjaková, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Tématem této bakalářské práce je analýza současného stavu výrobního procesu ve společnosti NTS Prometal Machining, s. r. o. Teoretická část tvoří literární základ, ze kterého budou čerpány podklady pro analýzy, které budou provedeny v praktické části. V praktické části jsou rozčleněny výrobky pomocí ABC analýzy. Na vybraného reprezentanta s podrobným postupem jeho výroby, byla také použita SMED metoda pro analýzu přetypovacích časů. Cílem práce je definovat nedostatky, plýtvání při výrobě a v závěru navrhnout nová nápravná opatření pro jejich eliminaci a dosáhnout zvýšení průtoku a efektivnosti výroby.

Klíčová slova: štíhlá výroba, ABC analýza, SMED metoda, interní a externí činnosti, flexibilita

ABSTRACT

The theme of this bachelor thesis is to analyse the current state of the manufacturing process in the company NTS Prometal Machining s. r. o. The theoretical part consists the literature basis, building the basis for next analysis, that will be realised in the practical part. In the practical part are divided product using the ABC analyse. On the selected product representant with the detailed procedure of his production was also used SMED method to analyse of re-typing times. The goal of bachelor work is to define unefficiencies, wastes in manufacturing process and in the end to propose a new corrective measures with the goal to eliminate them and achieve the raising of the throughput and efficiency of production.

Keywords: LeanManufacturing, ABC analysis, SMED method, internal and external activities, flexibility

Tímto bych rád poděkoval vedení společnosti NTS Prometal Machining, s. r. o. za možnost vypracovat zde bakalářskou práci, především panu Miroslavu Mičíkovi za poskytnutí materiálů a informací, rád bych poděkoval i mistrovi obrobny panu Přemyslu Pláškoví, který mi vždy ochotně odpověděl na všechny mé otázky a konzultoval se mnou danou problematiku a také všem zaměstnancům za jejich přístup.

Také bych rád poděkoval panu Ing. Dobroslavu Němci za rady při vedení mé bakalářské práce.

Motto:

„Vybuodoval jsem člověka, aby byl výkonnější a lépe sloužil zákazníkům a on potom vybuodoval závod.“

Tomáš Baťa

OBSAH

ÚVOD	9
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	12
1.1 METODY A TECHNIKY PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ.....	13
1.2 PRŮMYSLOVÝ INŽENÝR.....	14
1.3 HISTORIE PRŮMYSLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ.....	17
2 ŠTÍHLÝ PODNIK	19
2.1 ŠTÍHLÁ VÝROBA.....	19
2.2 ŠTÍHLÝ LAYOUT.....	20
2.2.1 Flexibilita výroby.....	22
2.2.2 Standardizace.....	23
2.2.3 Druhý plýtvání ve výrobním systému.....	25
2.2.4 Metody štíhlého podniku.....	28
2.2.4.1 JIT - Just-in-time.....	29
2.2.4.2 Kaizen.....	30
2.2.4.3 TOC.....	30
2.2.4.4 Kanban.....	31
2.3 ŠTÍHLÁ LOGISTIKA.....	32
2.3.1 Výrobní logistika.....	33
2.4 ŠTÍHLÁ ADMINISTRATIVA.....	33
2.5 ŠTÍHLÝ VÝVOJ.....	33
3 SMED	35
3.1 HISTORIE METODY SMED.....	36
3.2 POSTUP APLIKOVÁNÍ METODY SMED.....	36
3.2.1 Rozdělení na externí a interní operace.....	37
3.2.2 Převod interních na externí činnosti.....	37
3.2.3 Zlepšování a redukce interního a externího času seřízení.....	37
4 ABC ANALÝZA	39
II PRAKTICKÁ ČÁST	41
5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI	42
5.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE.....	42
5.2 HISTORIE SPOLEČNOSTI.....	43
5.3 VÝVOJ TRŽEB.....	44
5.4 POČET ZAMĚSTNANCŮ.....	45
5.5 CHARAKTER SPOLEČNOSTI.....	45
5.6 POSLÁNÍ, STRATEGICKÉ CÍLE.....	47
5.7 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA.....	48
6 ANALÝZA VÝROBNÍHO ÚSEKU	49

6.1	LAYOUT	49
6.2	VÝROBKY.....	51
6.2.1	Členění výrobků	52
6.2.2	Analýza výrobního portfolia obrobny	53
6.2.2.1	Analýza podle rozdílu pracnosti	53
6.2.2.2	Analýza podle očekávaných nákladů.....	54
6.2.2.3	Analýza podle počtu vyrobených kusů	55
6.2.2.4	Analýza podle pracnosti.....	55
6.2.2.5	Analýza podle počtu objednávek	56
6.2.3	Výběr reprezentanta	56
6.2.4	Postup výroby.....	57
6.3	STROJNÍ ZAŘÍZENÍ	62
6.4	PŘETYPOVÁNÍ ZAŘÍZENÍ	68
6.4.1	Analýza činnosti	68
6.4.2	Rozdělení činností na interní a externí	70
6.4.3	Přesun interních činností do externích činností	71
6.4.4	Odstranění plýtvání	71
6.4.5	Zkrácení časů interních činností.....	72
6.4.6	Návrh nového jízdniho řádu.....	72
6.5	FAKTORY VSTUPUJÍCÍ DO PŘESTAVBY	74
6.5.1	Předcházející práce.....	74
6.5.2	Připravenost nástrojů.....	74
6.5.3	Spolupráce s předcházejícím operátorem.....	75
6.5.4	Faktor pracovní směny	75
6.5.5	Náhodné chyby.....	75
6.5.6	Kvalita CNC programu	76
6.5.7	Faktor kamery	76
6.5.8	Individuální schopnosti zaměstnance.....	76
7	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ.....	77
7.1	FINANČNÍ ZHODNOCENÍ NÁVRHŮ	80
	ZÁVĚR	83
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	84
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	86
	SEZNAM OBRÁZKŮ	87
	SEZNAM TABULEK.....	88
	SEZNAM GRAFŮ	89

ÚVOD

V dnešní době už se zákazníci nespokojí s jedním druhem výrobku, protože požadují daleko větší výběr a tím roste i množství vyráběného sortimentu. Všimněte si, jak počet výrobků rok od roku roste, jak moc rostou požadavky vyrábět službu nebo výrobek na individuální přání zákazníka. Pro tento termín se používá anglické slovo: „mass customisation“ Tento trend nárůstu se promítl do všech druhů odvětví průmyslu, především do strojírenství, které vyrábí komponenty do nejrůznějších odvětví. To sebou nese podmínky, pokud chtějí výrobní podniky dlouhodobě existovat a vytvářet vysoké zisky na trzích, kde podnikají, nezbyvá jim nic jiného, než vyrábět velké množství odlišných výrobků, což ale způsobuje vysoký růst variability ve výrobě a s tím spojené komplikace. Naproti tomu musejí splňovat nejpřísnější kritéria kvality, spolehlivosti, flexibility, dodacích podmínek při co nejnižších nákladech, srovnatelných při hromadné produkci ustálených výrobků. Pokud se jim nepodaří udržet výrobu za těchto podmínek, jsou podniky odsouzeny k záhubě.

V teoretické části je zpracována literární rešerše metod použitých v praktické části práce, tzn. průmyslové inženýrství a jeho jednotlivé metody aplikovatelné v této společnosti, štíhlý podnik, dále metoda SMED, a ABC analýzu. Smyslem této části je poskytnout teoretický podklad pro praktickou část práce, ve kterém se budu zabývat analýzou.

V praktické části jsem se zabýval nejprve představením společnosti NTS Prometal Machining, s. r. o., které obsahuje základní charakteristiku firmy s ukazateli finančních výkonů, vývojem zaměstnanců a odvětví do kterých společnost dodává své výrobky. V další části navazuji analýzou výrobního úseku, kde představuji layout společnosti, výrobní zařízení, rozčleňuji výrobové portfolio do několika skupin. Pomocí ABC analýzy jsem vybral stěžejní, významný, opakovatelný výrobek a při sledování průběhu jeho výroby jsem popsal plýtvání a navrhnul jeho eliminaci s následným použitím metody SMED, která sníží dobu přestavby na minimum.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou výrobního procesu ve společnosti NTS Prometal Machining, s. r. o. se zaměřením na efektivitu při výrobě. Cílem bylo roztrždit a zorientovat se v širokém výrobním portfoliu společnosti, zaměřit se na konkrétní výrobek, který byl zjištěn pomocí použitých analýz. Popsat postup výroby a zaměřit se na plýtvání, ke kterému při výrobě dochází.

V bakalářské práci byla použita ABC analýza pro rozčlenění výrobků, podle určitých kritérií s výběrem konkrétního reprezentanta, kterým se stala mikroskopová komora. Při popisu postupu výroby, byla použita metoda SMED z důvodu analýzy dlouhých časů přetypování s cílem co nejvíce zefektivnit přestavbu a zkrátit tyto časy. Pro tento účel bylo natočeno video s celou dobou přestavby a to v měsíci dubnu, videozáznam byl zanalyzován, byly odstraněny zbytečné operace a na základě zefektivnění tohoto postupu byl vytvořen nový jízdni řád. Na základě výsledku obou zmíněných analýz byly popsány návrhy na zlepšení s finančním zhodnocením jednotlivých návrhů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

Mašín a Vytlačil tvrdí ve svém díle (2000, s. 79-82.), že termín „průmyslové inženýrství“ je český překlad anglického sousloví „industrial engineering“, který byl vytvořen a prvně užíván v zemi, kde se zrodilo průmyslové inženýrství a to je v USA (v Evropě se občas využívá termín „management service“). Autoři pro tento výraz používají v současné době hojně využívaná zkratka IE v českém překladu – PI. Ta si už našla místo v některých z tuzemských podniků a většina pracovníků ji zná pod termínem „pé-íčko“ a pod tímto pojmem mají představu, jakou práci tato zkratka obsahuje, a které osoby ji vykonávají.

Je to mu sto let, kdy první co ji začali používat první průmyslový inženýři. Za tuto dobu ji však přijaly všechny průmyslově vyspělé země, jako velice důležitý a žádoucí obor pro zvyšování výkonnosti. Ačkoli jsou způsoby používané v PI v základu stejné, může však najít drobné rozdíly a na základě zkušeností autorů je rozdělily do tří základních odvětví:

- Americkou (tj. USA)
- Německou
- Japonskou

Každá forma obsahuje stejné základy, ale každé se také drobně odlišuje, na čemž některé více profitují některé už méně.

V naší zemi se začal pojem „průmyslové inženýrství“ využívat spíše až od roku 1989, i když se elementární principy této sféry uplatňovali již před tímto rokem. Nebylo to však využívání celistvé oblasti průmyslového inženýrství, který bylo možno studovat. V podnicích taktéž nebyly vytvořeny útvary pod tímto názvem, které by se zabývaly činnostmi, které obsahuje PI. Hlavní činnosti PI se spíše prováděly na jednotlivých útvarech samostatně.

Pod pojmem „průmyslové“ si většina lidí, zejména starší generace představí scény, z budovatelských snímků, které obsahují čoudící komíny, velká ozubená mechanická ozubená kola, houkající sirény, dělníky stavějící výškovou budovu, fronty strojů apod. Toto chápání průmyslu již však můžeme v dnešní době brát jako přežitek. Pojmu „průmysl“ bychom mohli v dnešní době rozumět jako daleko širší a může obsahovat i další oblasti, které využívají výsledků lidské práce a nových technologií.

Další průmyslové znaky můžeme nalézt v oblastech, jako jsou zdravotnictví, služby, turistický ruch, vedení sportovních akcí, ale i ve státní administrativě či v obraně.

Ve světě však mají s označením „průmyslové“ určité potíže. Za poslední dobu se objevil názor pojmenovat tento obor „management engineering“, překladem by mohlo být „inženýrství managementu či zařízení.

Trochu matoucím může být pojem „inženýrství“, které může vyjadřovat klasické inženýrské zaměstnání, kterými jsou například strojař, elektrochemik, stavbař, chemik, ekonom a zemědělec, mohli by být jmenovány desítky oborů, v nich se používají postupy a způsoby práce, které se používají v inženýrských pracích. Základním principem tohoto inženýrství je pak kladeno na podrobné analyzování úkolů a následném slučování do nové formy systému, kdy jsou transformovány jednotlivé operace do ucelené „práce“ nebo nově vytvořených verzí řízení práce.

Dnešní definice průmyslového inženýrství tvrdí, že „je to interdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity. Pro tento účel využívá speciální znalosti z matematiky, fyziky, sociálních věd i managementu, aby je společně s inženýrskými metodami dále využilo pro specifikaci a hodnocení výsledků dosažených těmito systémy“.

Obrázek. 4. 1.

1.1 Metody a techniky průmyslového inženýrství

Postupy a formy práce, které se v dnešní době hojně využívají v oboru průmyslového inženýrství, můžeme rozdělit do několika částí. Ty dostatečně zastřešují všechny tři hlavní aktivity PI ve sjednocených systémech (tj. vytváření – implementace – inovace):

1. Plánování, navrhování a řízení (např. měření práce, kapacitní výpočty nebo tvorba pobídkových systémů odměňování)
2. Uplatňování lidského rozměru (např. projektování výrobních a servisních týmů, ergonomie nebo program zlepšování procesů)
3. Technologické aspekty (např. projektování výrobních buněk nebo konstruování s ohledem na výrobu či montáž)
4. Kvantitativní a kreativní metody (např. simulace procesů nebo průmyslová moderace)

V jistém slova smyslu můžeme tedy říci, že průmyslové inženýrství je odvětví, které se zabývá tím, jak co nejefektivněji konat práci“, co nejlépe odstraňovat plýtvání, variabilitu,

,nehospodárnost a přetěžování z pracovišť. Cílem těchto činností je, že výroba pokud možno co nejkvalitnějších výrobků i nabídka vysoce kvalitních služeb je jednodušší, rychlejší a méně nákladná.

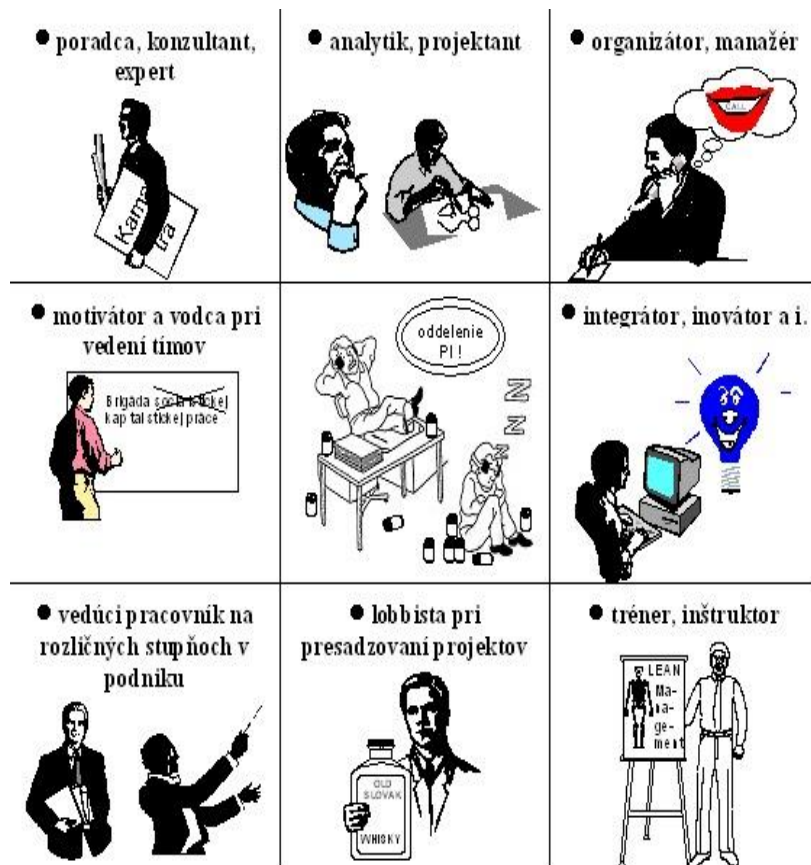
Jelikož je PI nedávno nově založeným inženýrským oborem, má vůči klasickým je velkou výhodu a tou je, že je stále ještě v procesu vývoje a dokáže se lépe přizpůsobovat změnám, které, přicházejí z jeho okolí. Podle výše popsaných důvodů můžeme průmyslové inženýrství v 21. století definovat jako „uznávaný vedoucí obor, který plánuje, navrhuje, zavádí a řídí integrované systémy, které mají za cíl vyrábět výrobku a poskytovat služby. V takto zaměřených podnicích PI podporuje a zajišťuje vysokou výkonnost, přesnost, dodací termíny, údržbu a úsporu nákladů. Tyto podniky budou mít socio-technický charakter, budou spojovat lidi, informace, materiál, stroje, energie a činnosti v rámci celého životního cyklu výrobku, služby nebo programu.

1.2 Průmyslový inženýr

(Ján Košturiák, 2007) tvrdí, že úkolem průmyslových inženýrů je navrhovat, uplatňovat, plánovat a řídit celkové, spojovat výrobní systémy a systémy k nabízení služeb a zabezpečovat jejich výkonnost, bezpečnost, dodávky a koordinovat náklady s nimi spojené. Uvedené systémy zajišťují propojení lidí, informací, technologických zařízení, procesů, potřebného materiálu a energie v po dobu celé životnosti tohoto výrobku nebo služby.

Průmyslový inženýr by měly propojovat vědu, obchod a techniku, za účelem řešit problémy, jak technického, lidského, tak informačního a finančního pohledu. Průmyslový inženýři by měli mít přehled o tom, jak fungují jednotlivé elementy ve výrobním podniku a měli by být schopni připravovat a vést podnikových inovací a změn. (IPA SLOVAKIA, © 2007)

Průmyslový inženýr připomíná dalším inženýrským profesím, že je zde také něco jako komerční realita. Vytváří pouto mezi vrcholnými pracovníky a pracovníky výroby. Je člověk, který vysvětluje, že zakoupením drahého zařízení nejnovějšího typu nemusí znamenat zásadní skokové navýšení výroby, kterou lze navýšit i pomocí tradičních zařízení. Průmyslový inženýr se musí umět dívat na věci s odstupem. Nelze však vybírat metody podle jejich modernosti, často jsou nové metody pouze staré v novém kabátě.



Obrázek 1 – Role průmyslového inženýra

(ipaslovakia.sk © 2007)

Je důležité zvolit techniky, které mají nejpodstatnější dopad na získání zvolených cílů podniku. Nejprve musí být přesně popsány metody a pak je nutné zvolit techniky). Neoptimálnější volbou je výběr co nejjednodušších metod, které mají základ v selském rozumu. Je nezbytně nutné spojit jak metody extrémní, tak pozvolné změny. (IPA SLOVAKIA)

Mašin a Vytlačil, (2000, s. 82-86) jsou toho názoru, že průmyslový inženýr zastává i funkci tlumočnicka. Velkou výhodou průmyslového inženýra je, že může vést rozhovor s kterýmkoli zaměstnancem napříč výrobním podnikem od běžného pracovníka, kterému popíše princip zlepšení, až po manažera podniku, kterému dokáže vysvětlit návrhy, jež povedou k úspoře financí.

Průmyslový inženýr se musí umět dívat na problém uceleným pohledem a musí brát na zřetel celkové řešení, takovýto pohled nedokážou mít lidé, kteří stále vykonávají detailní práci. Tento pohled zahrnuje optimální spojení „lidí-stroje-práci“. Na tomto příkladu často odstraňuje nedostatky způsobené předcházejícími inženýrskými profesemi. Nemá v popisu

práce pouze řešit problémy s novými stroji, technikou, ale jeho náplň je především spolupracovat a motivovat běžné pracovníky provozu. Jeho úkolem je také kontrolovat, zdali provozní pracovní vykonávají svou práci efektivně, jak je hodnotit, stanovovat standardy práce. V některých případech se tato práce setkává s nevolí pracovníku, ale průmyslový inženýr je v podniku hlavně z toho důvodu, protože chce nalézt rychlejší, méně náročnější, efektivnější a také bezpečnější metody jak práci vykonávat.

Průmysloví inženýři zastávají funkci projektování práce a navrhnou provoz v nově vybudovaných továrnách. Většinou ten jediný má zkušenosti, aby dokázal naplánovat a vytvořit provoz, který bude předurčen dosahovat vysoké produktivity, efektivity a splňovat bezpečnost provozu. Průmyslový inženýr se neustále snaží najít cestu k lepší produktivitě a jeho často kladenou otázkou je, zdali by se nenašel lepší způsob, jak provádět danou činnost. V porovnání s ostatními inženýry je tato vlastnost stejná, rozdílem je však to, že dokáže daleko lépe než ostatní inženýři převádět a slučovat návrhy jednotlivých specialistů, k tomu aby získal ideální a produktivnější systém.

Podstatou práce průmyslového inženýra je také tlumočit jednotlivé návrhy. Podporuje a využívá myšlení jednotlivých pracovníků, až už vykonávají pracovní činnost na jakékoli pozici ve společnosti, ať už je to vrcholový manažer, technický odborník či výrobní pracovník. Usiluje o co nejlepší výsledek bez ohledu na podmínky a ztráty v jiných částech. Snaží se také podpořit spolupráci pracovníků při přetypování, pořizuje videozáznam, který později analyzuje s cílem nalézt společně s ostatními pracovníky ten nejkratší a nejoptimálnější techniku práce.

Práce průmyslového inženýra má jednu velkou výhodu, oproti jiným inženýrským odvětvím a to je schopnost pracovat kdekoli a za jakýchkoli podmínek. Jeho znalosti mohou být využity ve firmách nejrůznějšího charakteru, od automobilek po nemocnice, může pracovat na výzkumných projektech nebo pro armádu. Jestliže se některému odvětví příliš nedaří, například strojírenství může se nechat zaměstnat například v gumárenském průmyslu, protože jeho pracovní dovednosti nejsou limitovány druhem průmyslu podle toho, jakým stavem dané odvětví prochází. Další zajímavou vlastností průmyslového inženýra je možnost dosáhnout vysokého postavení v jakékoli firmě. Na rozdíl od jiných inženýrských oborů, které většinou dosáhnou postu vedoucího oddělení. Pro průmyslového inženýra je jeho oddělením celý podnik. Za pomoci svých širokých vědomostí a trénovanému procesnímu pohledu má vůči klasickým inženýrským oborům má jednodušší postup do vrcholových manažerských pozic. Průmyslové inženýrství v dnešní době není

nijak omezeno. Dnešní doba si spíše více žádá pracovníky, kteří dokážou vidět systém jako celek, než pracovníky specializující se na určitý konkrétní obor. Cílem průmyslového inženýrství v 21. Století je vysoký zisk, vysoká kvalita, vysoká produktivita a zaměření na nikdy nekončící zlepšování činností či eliminaci plýtvání spojené s těmito produkty nebo službami po dobu jejich životnosti. Pro dosažení těchto cílů bude potřebovat používat znalosti z humanitních, sociálních, (převážně ekonomie), ovládat práci s výpočetní technikou, základní inženýrské i technické obory a teorii managementu.

1.3 Historie průmyslového inženýrství

Otec průmyslového inženýrství F. W. Taylor. Na přelomu 19. a 20. Století se při pokusu o zvýšení produktivity práce zaměřil na její organizování. Taylor nahlížel na klasickou lidskou práci jako na předmět na který přísné vědecké postupy, jimiž lze danou práci do nejmenšího detailu uspořádat tak, aby co nejvíce efektivní a aby ji bylo možno reálně koordinovat. Jiným způsobem řečeno použít na tuto oblast inženýrské metody a techniky, jež se od té doby nazývají jako studium pracovních metod. Znalosti, kterých docílil, byly shrnuty do tzv. „vědeckého řízení“ Základním modelem těchto byl následné kroky, podle kterých se řídil tehdejší „plánovač“ práce.

1. Stanovit konkrétní pracovní úkol
2. Na základě měření spotřeby času stanovit nejefektivnější pracovní metodu (až do nejmenších pohybů)
3. Zaučit do zvolené metody specialistu – dělníka
4. Stanovit pobídkovou odměnu za splnění úkolu ve stanoveném čase.

I když je tento postup v současnosti, již zastaralý, je důležité říci, že Taylor na této scéně započal utvářet systém vědecké práce, která vytvořila elementární prvky pro založení nového vědního oboru zvaného „průmyslové inženýrství“ Dalším velice důležitými postavami z hlediska historie průmyslového inženýrství jsou manželé Frank a Lilian Gilbrethovi, kteří přispěli do odvětví průmyslového inženýrství, novými metodami, které jsou označovány jako pohybové studie. Za pomoci definování těchto základních pohybových činností bylo možno zjednodušit i časové studie. Hojně využívaným a potřebným nástrojem, bez kterého by se F. W. Taylor v tehdejší době neobešli, byly stopky. Rozhodujícím milníkem v oblasti měření práce byla nově vytvořená metoda MTM, kterou vytvořil další významná osobnost průmyslového inženýrství a tím byl Harold B.

Maynard. Ten ji se svými spolupracovníky vytvořil v roce 1948. Tato metoda funguje na principu časové a pohybové studie.

Co se týče japonského průmyslové inženýrství nelze opomenout jméno Shigeo Shingo. Se jménem tohoto průmyslového inženýry jsou spojovány koncepce nového průmyslového inženýrství a managementu, jako například metoda SMED, (zabývá se zkrácením doby přestaveb při výměně nástrojů), JIT ve výrobním závodě Toyota, novým systémem poka-yoke (mechanismus, který se snaží eliminovat chyby lidského faktoru), Zero Defect (program, který se snaží dosáhnout nulových vad v provozu), kanban (logistický systém založený na principu udržení co nejmenších zásob ve výrobě) atd. Z evropských průmyslových inženýrů by mohl být jmenován například Kjell B. Zandin, tento muž přinesl nové pojetí práce, který se zajímal o stále opakování činností, tzv. sekvenčních modelů. Toto zjištění by základem pro vytvoření nového způsobu měření práce, který je do současné doby známý pod pojmem MOST. (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 86-88)

2 ŠTÍHLÝ PODNIK

(Košturiak, Frolík, 2006, s. 17) tvrdí, že štíhlý podnik provádět činnosti, které jsou nutné, správně, už od začátku, být rychlejší než ostatní a spotřebovávat méně financí. Štíhlost podniku je o produkování více na stejné ploše než naši konkurenti, se stejným počtem zaměstnanců a stroji můžeme dosáhnout vyšší přidané hodnoty. Vyřídíme více požadavků od zákazníků a při vnitřních činnostech v podniku spotřebujeme méně času. Štíhlost je také to, že přesně plníme požadavky zákazníků s eliminací činností, které nepřidávají hodnotu službě nebo výrobku. Z toho vyplývá utržit více peněz, rychleji s menší námahou.

2.1 Štíhlá výroba

(Chromjakova, Rajnoha, 2011, s. 44) tvrdí, že jedním z klíčových pojetí které byly vytvořeny v nedávné minulosti v průmyslových podnicích je i koncept „Lean Production neboli Štíhlá výroba“. Jedná se o souhrnný soubor, který se zaměřuje hlavně na změnu v paradigmatech v oblasti koordinace s výhodou podpory nejmodernějších technických zařízení. Důvodem je zajistit co možná, nejefektivněji řízený proces výběru nejlepší možné varianty, ve výrobním procesu, k čemuž patří také operace, jejichž základní platforma je zjišťovat skutečné kapacity ve sféře nárůstu složek přidávající hodnotu a zaměřující se na efektivitu podnikových činností. (Dennis, 2007, s. 13) Ve své knize tvrdí, že štíhlá výroba, je také známa jako Toyota Production Systém, je myšleno vytvářet více a spotřebovávat méně zdrojů a přesto uspokojovat zákazníkovi potřeby.

Tato platforma nám mimo jiné ukazuje i postup, jak správně spravovat, koordinovat a řídit činnosti uvnitř podniku, které pokud se uplatňují správně, mohou vytvářet pouze nové možnosti pro nekompromisní změny uvnitř podnikových činností pro vytvoření zlepšovacích strategií a stálé zlepšování, ale i možnost zvyšovat konkurenceschopnost na trhu, kde podnik působí.

Platforma štíhlé výroby využívá následující klíčové prvky při tvorbě produktů:

- výroba na objednávku
- plynulý tok materiálu a informací ve výrobě
- malé velikosti výrobních dávek
- standardizace rodiny dílců
- vykonávání výrobních operací správně napoprvé
- implementace buňkové výroby

- zavedení totálně produktivní údržby
- rychlé přetypování
- strategie nulové chyby v každém procesu
- just-in-time (Chromjakova, Rajnoha, 2011, s. 44)



Obrázek 2 – Schéma štíhlé výroby (Košturiak, 2006, s. 23)

2.2 Štíhlý layout

Ve své knize (Košturiak, Frolík, 2006, s. 135) tvrdí, že okruh pro přepravu, skladování a manipulaci s výrobky a zásobami se zabývá přibližně až 25 % zaměstnanců, spotřebovává až 55 % ploch ve výrobě a vytváří až 87 % času, který zde materiál tráví. Tyto náklady přímo souvisí s nedokonale navrženým layoutem, který je ve většině podniků původcem plýtvání. V převážné většině firem v posledních několika letech proběhla řada změn, které byly spojeny s rozšířením, obměnou výrobního portfolia nebo s přestěhováním výrobních provozů do zahraničí. Jako řešení popsanych problémů autor uvádí použití štíhlého layoutu a výrobních buněk. Tyto opatření mají samozřejmě za následek úsporu výrobních ploch, což umožňuje na uspořené místo rozmístit další výrobní zařízení a tím zvýšit výrobní kapacitu firmy. Pokud bude snížena potřeba skladových ploch, projeví se to lepším přehledem o stavu zásob a usnadní to podniku řízení zásob.

(Bobák, 2011, s. 66) ve svém díle tvrdí, že štíhle upravená výroba, eliminuje vzniku všech forem plýtvání vyskytující se v podniku, a které jsou spojeny s materiálovým, hodnotovým a informačním tokem. Cílem tohoto uspořádání je usnadnit toku výrobků co nejhladší a nejkratší průběh celou výrobou s minimálním počtem přerušení.

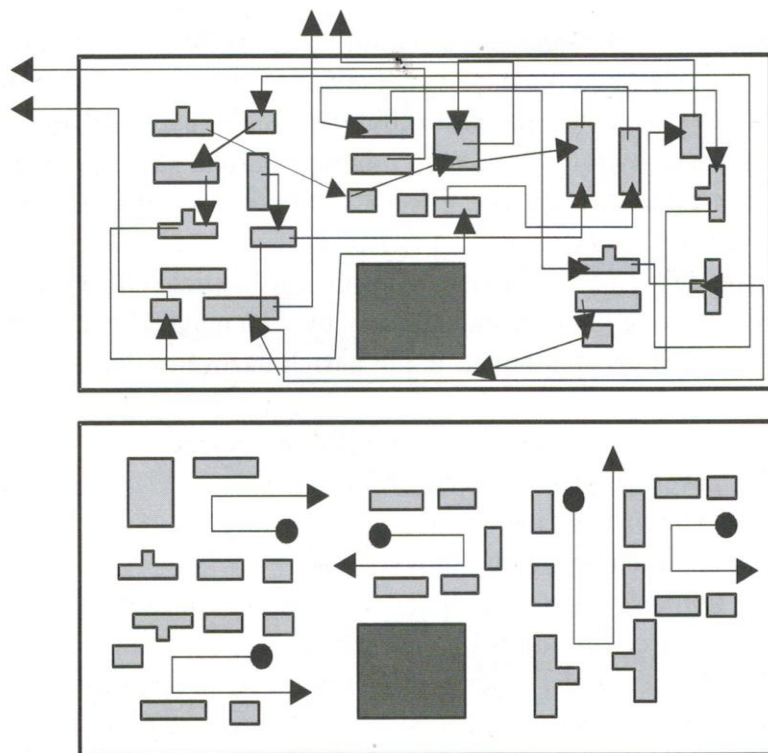
Štíhlý layout má tyto prvky:

- Přímý materiálový tok směrem k montážní lince a expedici.
- Minimalizace přepraných vzdáleností mezi operacemi
- Minimální plochy na zásobníky a mezisklady.
- Dodavatelé co nejbliže k zákazníkům.
- Přímočaré a krátké trasy.
- Minimální průběžné časy.
- Sklady v místě spotřeby, vizuální kontrola počtu dílů v přepravce nebo na skladovací ploše.
- FIFO a tahový systém, kanban, DBR.
- Buňkové uspořádání.

Autor doporučuje, vzhledem ke stále se zvětšujícímu výrobnímu portfoliu a nelze vytvořit pro každý jednotlivý výrobek pro něj určenou výrobní linku, je výhodným východiskem vytvořit výrobní buňky, ve kterých se bude produkovat skupina výrobků, které mají stejné vlastnosti a požadavky na výrobu.

Vzhledem k tomu, že firmy dnes vyrábějí široký sortiment výrobků a není možné pro každý výrobek vytvořit samostatnou linku, je dobrým řešením projektovat výrobní buňky, ve kterých se vyrábí skupina produktů, které mají společné charakteristiky.

Mašín obrázek s. 54



Obrázek 3 - Technologický a předmětný layout (Mašín, 200, s. 54)

2.2.1 Flexibilita výroby

Flexibilitu můžeme z celkového pohledu definovat jako „schopnost reagovat na nové, odlišné a měnící se požadavky zákazníků“. V dnešní době platí pravidlo být uspokojivě flexibilní více, než kdy předtím. Flexibilitou neoznačujeme pouze schopnost zajistit s identickými zdroji co nejširší nabídku služeb, flexibilita má daleko více kritérií. Typickým představitelem je tzv. výrobní flexibilita, kterou dále dělíme na:

- Flexibilitu ve výrobním mixu
- Flexibilitu v objemu výroby
- Flexibilitu výrobních strojů
- Flexibilita pracovníků ve výrobě
- Flexibilita v zavádění nových výrobků
- Flexibilita taktu
- Flexibilita lay-outu
- Flexibilita v manipulačních trasách
- Flexibilitu v transportu výrobků
- Flexibilitu v balení výrobků apod.

I když, je velká část druhů flexibility pro výrobu nepostradatelná, pro „hromadnou customizaci“ bude velký vliv a důležitost flexibilita výrobního mixu, objemu, pracovníků a zavádění nových výrobků. (Mašín, 2004 s. 46)

2.2.2 Standardizace

(Chromjakova, Rajnoha, 2011, s. 65) ve svém díle popisují, že standardizace používá každý podnik pro eliminaci problémů s variabilitou ve vnitropodnikových činnostech či při korekci chyb v oblasti posloupnosti a realizaci daných pracovních úkonů, zvýšit jistotu bezpečnosti prováděných pracovních činností, nám dává možnost jak zjednodušit komunikaci mezi jednotlivými dělníky (operátory), tím, že daný problém vyřešíme pomocí vizualizace. Máme zde možnost pro navržení dokonalejších a efektivnějších způsobů realizace práce a uspořádání pracoviště, zdokonalit pracovní kázeň či možnost obměny pracovníků na jednotlivých pracovištích, zjednodušit reakci na objevující se nedostatky, detailně zmapovat pracovní činnosti či určit kompetence a zodpovědnost jednotlivých pracovníků

(Júrová, 2013, s. 60-61) popisuje standardizaci jako soustavný proces, který efektivně koordinuje rozmanitost a to už od počátku, kdy je výrobek navrhován, přes jeho výrobu, až po prodej zákazníkovi. Stálým předmětem standardizace je snížení veškerých možností řešení, na základě nejlepšího výběru, tvorbu toho řešení a stanovit jeho platnost a závaznost. Hlavním účelem standardizace je co nejvíce odstranit různorodost řešení s výsledky ve výrobě. (co nejlépe využít výrobní zařízení, podmínky pro zhromadnění výroby a redukci fixních nákladů, snadnější evidence, předpovídání a koordinace, detailní zaměření na jednotlivé výrobky, nárůst produktivity práce, automatizaci aj.) ve výrobě i spotřebě. Výstupem standardizace je standard neboli norma. Standard je pospán, jako určité pravidlo, model či znak. Také může být chápána, jako stabilní, míra, stupeň, která tvoří hodnotící míru v praxi. Popisuje také úroveň vykonávaných činností v podniku.

Standards nám pomáhají pro organizaci a vytváření procesů v přípravě výroby, umožňuje nám kontrolovat, hodnotit, podporovat průběh činnosti a její vylepšení. Standards plní především řadu funkcí:

- Funkce informační, umožňující shromažďovat, poskytovat a ukládat údaje o stavu a průběhu procesu,

- Funkce míry spotřeby a měřítka proporcionality, jejímž prostřednictvím je určena výše spotřeby předmětu standardizace i ve vztahu k dalším předmětům, činitelům a procesům,
- Funkce plánovací, kterou jsou vyjádřeny požadavky na činitele a proces standardizace,
- Funkce operativně řídicí, jejímž prostřednictvím dochází k vlastní realizaci výrobního procesu jako procesu standardizace,
- Funkce kontrolní, umožňující průběžně vyhodnocovat skutečný průběh procesu, kontrolovat plnění standardů a hodnotit jejich kvalitu,
- Funkce motivační (stimulativní), která optimálně usměřuje (zejména ekonomickými opatřeními) spotřebu činitelů a přípravu a průběh procesů,
- Funkce racionalizační, kdy na základě funkce kontrolní a motivační dochází ke zdokonalování normativní základny, aktualizace standardů prostřednictvím odchylkového a změnového řízení a ke zdokonalování metodologie tvorby standardů. (Jůrová, 2013, s. 60-61)

Dle autora (Košturiak, Frolík, 2006, s. 87), kde uvádí, že ve štíhlém podniku musejí být veškeré pracovní činnosti ve v podniku standardizovány s hlediskem na co nejvyšší jakost, bezpečnost, co nejdokonalejší pořadí jejich provádění za co nejefektivnějšího použití pracovníků, zásob, technického zařízení a pomůcek. Standardy a normy nám přispívají zachovat předpoklad z hlediska jakosti, finančních prostředků, výkonnosti, dodacích termínů, bezpečnosti a etiky.

Standardy práce na pracovišti se zaměřují především na:

- redukcí variability procesů a oprav chyb,
- zvýšení bezpečnosti
- usnadnění komunikace,
- zviditelnění problémů,
- pomoc tréninku a vzdělávání, učení se a zlepšování,
- usnadnění reakce na problémy,
- vyjasnění pracovních procedur.

2.2.3 Druhý plýtvání ve výrobním systému

Plýtvání je všechno to, co vede k nárůstům spotřebovaných finančních prostředků u výrobku nebo služby, aniž by jim přidávalo nějakou užitnou hodnotu. A to co přidává hodnotu definuje zákazník. (Košturiak, Frolík 2006, s. 20)

(Fekete, 2012, s. 24-28) Ve svém díle popisuje, že nejčastější plýtvání, které se objevuje ve výrobních procesech, popsala nejdříve Toyota a to hlavních sedm druhů plýtvání, další dva byly přidány později dalšími autory. Odborníci používají pro plýtvání japonský termín MUDA:

1. Plýtvání z nadvýroby - je to jedna z nejčastějších forem způsobů plýtvání. Dělíme ji do dvou typů:

- a) Množstevní, vyrobí se víc, než je třeba.
- b) Časová, vyrobíme dříve nebo častěji, než je zapotřebí

Množstevní nadvýroba se může tvořit, například z důvodu špatné předpovědi prodeje, když je doba výroby výrobku delší, než jsou dodací termíny, v tu dobu musíme vyrábět podle předpovědi prodeje anebo, pokud bereme v potaz vyprodukovanou nekvalitu, například 100 ks navíc. Výsledkem je produkování zásob a to ve všech třech typech z pohledu jejich místa výskytu – vstupní materiál, rozpracovaná výroba i finální výrobek.

Z hlediska času, se vytváří zásoby hlavně proto, že se výrobě produkuje dříve, než je zapotřebí, předtím, než je další pracoviště schopno přijmout výrobek z předešlého pracoviště anebo, když pošle zákazníkovi výrobek dříve, než jej může zpracovávat a musí je načas skladovat. Zásoby potřebují další manipulaci, pracovníky, skladovací prostory, dopravní prostředky, výpočetní techniku atd. To všechno produkuje další náklady. Nadvýroba se nám jeví tak, že tok materiálu je nestálý, vytváří se zásoby a je potřeba více času na dodávku. Nejpodstatnější problém je při pátrání a eliminování této formy plýtvání je její skrytá forma, kterou lze odhalit pouze pečlivou analýzou.

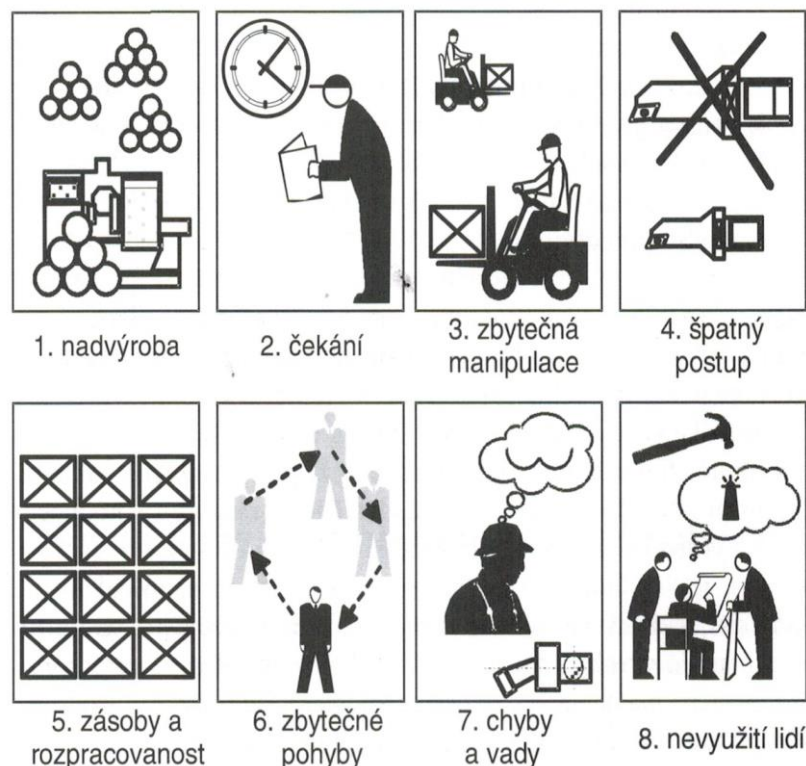
2. Čekání – pokud nevyužíváme čas efektivním způsobem, vzniká plýtvání z čekání, pokaždé pokud se materiál nepohybuje nebo není opracováván. Nejčastějšími podobou čekání je, čekání materiál, na pracovníka, na zařízení, hlavně z důvodu špatného taktu pracovního rytmu. (Fekete, 2012 str 24-28) Čekání zvyšuje průběžnou dobu, která je zásadním kritériem štihlé výroby. Čekání navyšuje čas zdržení, který značně přesahuje vlastní čas přeměny, kde se přidává hodnota. (Mašín, 2003 s. 18-20)

3. Plýtvání ze zbytečné přepravy – klasickým příkladem je, když se materiál stěhuje z jednoho místa na druhé, známe jej ve dvou formách:

Nakoupený materiál se nejdříve odveze do skladu až poté do výroby k dalšímu opracování, místo toho, aby bylo objednáno pouze potřebné množství, v okamžik, kdy je to zapotřebí a bylo dovezeno okamžitě na pracoviště, anebo pokud jdou hotové výrobky nejdříve do skladu než, aby putovaly rovnou k zákazníkovi.

Pokud jsou pracoviště nepatřičně rozmístěna, například jsou příliš daleko, což prodlužuje transportní trasy. Typickým představitelem je funkční upořádání pracoviště, dle jednotlivých operací. Disponujeme jednotlivými pracovišti například: soustružení, frézování, svařování a materiál putuje po dlouhých cestách dle jednotlivých úkonů. Eliminací toho plýtvání dosáhneme přeorganizováním na procesní uspořádání. (Fekete, 2012 s. 24-28)

Manipulace je nevyhnutelná, materiál musí být někam převezen, musíme jej však co nejvíce snížit a nezvyšovat důlku průběžné doby. (Mašín, 2003 s. 18-20)



Obrázek 4 – Druhy plýtvání (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 45)

4. Plýtvání z nesprávného vykování procesů a operací – provádění procesů a operací, může být zdrojem neúčinného spotřebování materiálu, či pracovního času. Špatné

provádění procesů a operací nastane, když se používají příliš složité postupy pro běžné procesy a operace například, když se používá velké komplikované zařízení místo několik menších jednodušších zařízení. Další důvody mohou spočívat v nekvalifikované práci, v nedostačující údržbě, opotřebovanosti strojů, špatné operativní řízení, práce ve stresujících podmínkách. Celkově platí, že ruční práce má více nesrovnalostí a delší pracovní čas než automatizovaná práce. Zařízení jsou stálejší, pokud jde o výsledky jejich činností. (Fekete, 2012 s. 24-28)

5. Zásoby – velice důležitou příčinou vytváření zásob je nadvýroba. Přebytkové zásoby jsou jednoznačně problémem pro podnik, které v konečném výsledku negativně působí na jeho hospodářský výsledek. Příliš vysoké zásoby mají náchylnost prodlužovat dodací termíny, čas cyklu, průběžnou dobu výroby, zvyšovat náklady na skladování, náklady na produkci a krýt možné problémy, například s kvalitou skryté v zásobách. Toto plýtvání se vyznačuje tím, že skladovací prostory jsou přesaženy, špatné parametry skladovaného materiálu, sklad obsahuje staré položky. Je nemožné odstranit zásoby, ale je potřeba rozčlenit je na ty, které jsou důležité, udržovat je v určité výši a ty které jsou zbytečné. (Fekete, 2012 s. 24-28)

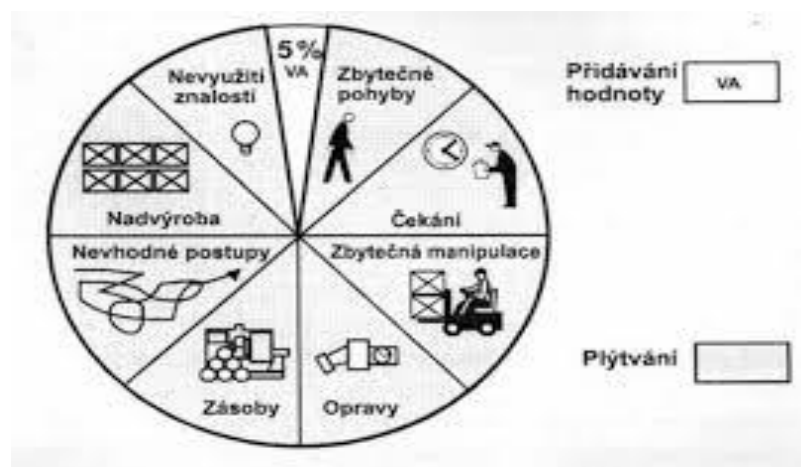
6. Zbytečné pohyby – je zapotřebí pochopit jednu zásadu: pohyb dělníka neznamena vždy vykonávání účelné, hodnototvorné práce. Dělník může být zaneprázdňený tím, že hledá vhodný nástroj, absolvuje dlouhé trasy mezi pracovišti. Vztít a přemístit výrobek anebo nástroj je dalším příkladem zbytečného pohybu, které lze snížit tím, že uložíme materiál a pomůcky blíže k místu jejich používání. Neproduktivní pohyby nastávají protože, jednotlivé nástroje jsou příliš vzdáleny od dosahu dělníka. Plýtvání a zbytečné pohyby je způsobeno rozmístěním a ergonomií pracovního prostředí, kdy je potřeba, aby se dělník natahoval, ohýbal nebo je třeba něco zvednout a položit, tyto pohyby jsou vyčerpávající a snižují výkonnost a tím produktivitu práce. (Fekete, 2012 s. 24-28)

7. Opravy – tento způsob plýtvání je spojen s vytvářením a nápravou nekvalitních polotovárů, částí či sestav. Obsahuje materiál, čas i energii vloženou do oprav, zvyšuje náklady, za kterých dosahujeme hodnotu pro zákazníka. Cesta k odstranění tohoto plýtvání vede přes použití metod pro plánování a řízení jakosti. Nejúčinnější je naplnování myšlenky zabránit nežádoucím chybám pomocí metod poka-yoke. (Mašín, 2003 s. 18-20)

8. Nevyužívání znalostí – Toto plýtvání můžeme najít tam, kde není zabezpečeno dostatečné využití dovednosti dělníků zaměstnavatelem, kde je přerušen řetězec mezi

podnikem a zákazníkem, kde nejsou toky znalostí a „know-how“ mezi jednotlivými úseky podniku apod. Toto nevyužívání může být, jak horizontální, tak nevertikálního směru, může být stálým nebo krátkodobým jevem. Vždy ale zpomaluje myšlenkový tok, zpomaluje produkci námětů na inovaci, vytváří zklamání i ztrátu zájmu a dává tak možnost k promrhání šance zdokonalit hodnotové toky nejen na pracovišti, či v místní úrovni jednoho podniku, ale i v rámci celkového hodnotového toku mezi podniky. (Mašín, 2003 s. 18-20)

Pokud popíšeme a určíme množství všech druhů plýtvání v dnešních výrobních procesech, můžeme dojít k výsledku, který je zobrazen na níže uvedeném obrázku (Obr. 5).



Obrázek 5 – Poměr plýtvání a přidané hodnoty (Mašín, Vytlačil, 2003, s. 20)

2.2.4 Metody štíhlého podniku

(Mašín, Vytlačil, 2000, s. 95) popisují ve svém díle, že konkurenční prostředí mezi podniky se stále pohybuje, stále se proměňuje, kterým se člověk musí stále přizpůsobovat, a nabádají ke změnám. Podniky, které tyto vlivy nebudou brát ohled a nebudou inovovat organizační struktury, procesy i jednotlivé metody, na trhu nepřežijí a zaniknou. Nezbyvá jim nic jiného, než začít využívat nových metod, které pocházejí z průmyslového inženýrství, které zajistí potřebou výkonnost, jako možnost bránit proti uvedeným okolním vlivům. Není potřeba investovat do velkých a finančně náročných automatizovaných zařízení s cílem dosáhnout odpovídajících zisků. Navýšení produktivity a požadovaného zisku, se dá i za pomoci stávajících a jednoduchých technologií.



Obrázek 6 – Metody štíhlého podniku (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 99)

2.2.4.1 JIT - Just-in-time

(Salvendy, 2005, s. 544) popisuje, že metoda Just-in-time (JIT) byla prvně vyvinuta a implementována v rozsahu několika let v Toyota Motor Corporation pod jménem Toyota Production System (TPS)

V širším pojetí je JIT filozofie řízení, která klade důraz na odstranění plýtvání z celého výrobního systému. Základem je vyrábět jenom to, co je použito nebo prodáno, v potřebném množství a v potřebném čase. V souladu s tím, jsou nízká hladina rozpracované výroby a zásoby hotových výrobků, které jsou význačným rysem JIT.

Dalším typickým

(Fekete, 2013, s. 43) JIT je výroba toho, co zákazník požaduje, v dobu, kdy to chce a v množství, které požaduje s co nejnižšími zdroji – pracovníků, materiálu a zařízení. Hlavním účelem je eliminace nadprodukce a zásob.

Dle (Mašín, Vytlačil 2000, s. 265) JIT má čtyři základní principy:

- Zjednodušení – odstranění složitého řešení, pokud dovedou jednoduché přístupy totéž
- Zviditelnění - je potřeba „vidět co se děje“ na pracovišti, v obchodním procesu
- Synchronizace – řídit pružnost a rychlost uvnitř výroby, které povedou výrobu k synchronizaci
- Neustálé zlepšování – nutný je také trvalý rozvoj

2.2.4.2 *Kaizen*

(Košturiak, Frolík, 2006, s. 119) Kaizen znamená zlepšování, stálé zlepšování, do kterého jsou zapojeni všichni lidé společnosti od vrcholového managementu, až po výrobní dělníky. Klasický management rozděluje podnik na dva tábory lidí, na lidi, kteří přemýšlejí, inovátory, projektanty a pracující lidi. Klasický model managementu tvrdí, že by dělníci měli uvažovat pouze nad prací.

Kaizen tvrdí, aby dělníci používali tak dobře rozum, jakou používají svaly a ruce.

(Fekete, 2013, s. 55) Kaizen projekty využívají požadavky zákazníků a analýzy pro definování a odstranění plýtvání a operací, které nepřinášejí užitek a jsou původem nízké výkonnosti.

(Daněk, Plevný, 2009 s. 110) popisují Kaizen jako plod japonského úsilí, jak nejvíce zefektivnit výrobní proces. Původní idea byla, že nikdo není schopný zvládnout technologii do detailu.

Na světě není prototyp, který by se dal všeobecně použít, na všechny okolní podniky. Můžeme však použít filozofie, které nám ke Kaizenu pomohou, jako je Just-in-time, Kanban. (Kavan, 2002, s. 37)

2.2.4.3 *TOC*

(Jacobs, 2011, s. 282) tvrdí, že velká část firem je limitována několika omezeními. Veškeré zdroje, které mají kapacitu menší nebo rovnu poptávanému množství, definujeme jako úzké místo. Z toho vychází hlavní princip teorie úzkého místa, plánovat a pracovat s těmito středisky. Je to z toho důvodu, že úzké místo ovlivňuje výstup výroby. (Chapman, 2006, s. 220) tvrdí, že výroba produktu nebo služby je hlavně soubor propojených operací a vždy nalezneme jeden proces, který omezuje průchodu celé operace.

Zvýšení výstupu můžeme dosáhnout jenom lepšího využití úzkého místa, s pomocí eliminace čekání, zvýšit produktivitu a snížení času přestavby.

Hlavním úkolem teorie úzkého místa je co nejvíce zvýšit průchod tohoto úzkého místa. Největší problémem je průchod v úzkém místě, všechny okolnosti se podřizují maximálnímu využití kapacit v daném místě. (Jacobs, 2011, s. 282)

2.2.4.4 Kanban

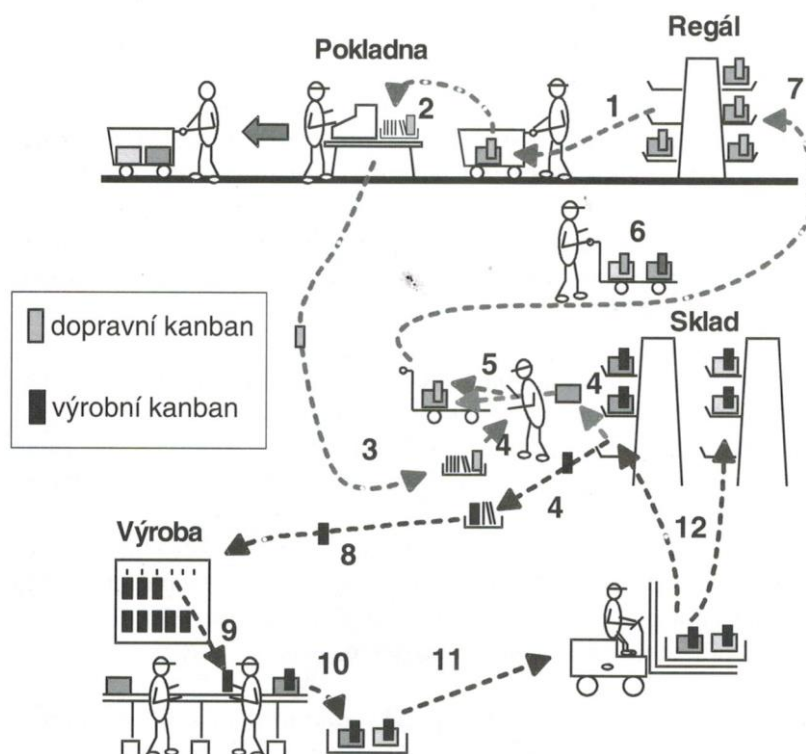
Ve svém díle (Shomokawa, Fujimoto, 2009, s. 16) tvrdí, že kanban pomáhá automaticky řídit výrobu. S kanbanem pracovníci řeší věci z výroby automaticky. Nepotřebují žádné doporučení ani směrnice. S pomocí kanbanu odpadá potřeba počítačů.

(Jurová, 2013, s. 2011-212) autorka tvrdí, že tato metoda se pokouší o co nejlepší uzpůsobení se tokem materiálu. Hlavním účelem je podporovat „výrobu na výzvu“ ve všech fázích výroby, která nám pomáhá snižovat množství zásob ve výrobě a zlepšuje přesnost výrobních termínů. Eliminujeme tím zbytečné plánování, protože hlavní proces a řízení se uskutečňuje již ve výrobní fázi. Metoda kanban je vhodná pro opakované výrobky totožných součástek, s pravidelným odběrem

Definuje kanban jako princip, kdy se řízení vrací zpět na místo výroby, kde se přizpůsobuje požadavkům zákazníka bez zbytečného prodlužování.

Předpoklady zavedení metody kanban:

- vyškolený, ale především motivovaný personál,
- vysoký opakovatelnost,
- vzájemné sladění kapacit,
- rychlé rozvrhování postupů
- připravenost dělníků při navýšení poptávky
- rychlé řešení závad
- provádění kontrol kvality přímo ve výrobě



Obrázek 7 – Princip Kanbanu (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 266)

2.3 Štíhlá logistika

(Chromjakova, Rajnoha, 2011, s. 86) Slovo logistika je známý už od dob lidstva. Jeho obsah je možné popsat jako možnost, doručit požadovaný materiál, pracovníky, techniku na potřebné místo v potřebném čase a počtu. Pojetí štíhlé logistiky v dnešní době typu Just-in-Time či Just-in-Sequence se snaží minimalizovat plýtvání a prostoje na trase v podniku a doručit dodávku vybraného materiálu přímo k zařízení, ve správné kvalitě, čase a množství, jež daný stroj v daný čas potřebuje.

(Košturiak, Frolík, 2006, s. 28) tvrdí, že přeprava, skladování, manipulace mohou za určitých situací tvořit 15 až 70 % celkových nákladů a také mají podstatný vliv na jakost produktu. 3 až 5 % materiálu bývá znehodnoceno špatnou dopravou, manipulací či skladováním. Možnost přizpůsobovat své produkty a provozu podle jednotlivých požadavků zákazníka, navýšení objednaných výrobků prostřednictvím internetových portálů, a vývojová tendence hromadné výroby podle individuálních požadavků. To jsou faktory, které ještě více posilují potřebu štíhlé logistiky.

2.3.1 Výrobní logistika

Je to část celkového logistického řetězce a má podstatný vliv na výrobu přidané hodnoty koncového zákazníka. Jde o souhrn operací, jejichž záměrem je přírůstek produktivity, redukce nákladů na celkové zásoby ve výrobních činnostech a zlepšení všech činností napříč podnikem, které se podílejí na vytváření celkového výrobního programu podniku. Za hlavní procesy v podniku lze označit zdokonalování toků materiálu v provozu a ve skladech, snížit potřebu skladovacích prostorů, potřebných pro uložení materiálu a výrobků.

(Chromjakova, Rajnoha, 2011, s. 88)

2.4 Štíhlá administrativa

Výsledky šetření, které byly provedeny v podnicích, ukazují, že více než 50 % průběžné doby zakázky, způsobují procesy v oblasti administrativy.

Hlavní účel administrativy jsou:

- krátké průběžné časy zakázek
- nízké zásoby a přehledné procesy
- bezchybné procesy
- vyšší efektivnost administrativních procesů

Hlavní formy plýtvání v administrativě jsou:

- Nadbytek informací, jejich příprava a zpracování.
- Přeprava zbytečných informací
- Zbytečný pohyb na pracovišti
- Hledání, čekání
- Složité postupy nebo nesprávná práce (Košturiak, Frolík, 2006, s. 34-35)

2.5 Štíhlý vývoj

Cesta ke štíhlému podniku nastává již v počátcích při zrodu výrobku ve vývojových odděleních a v technické přípravě výroby. V tomto oddělení vznikají hlavně variabilní náklady neboli materiálové náklady, ale i fixní náklady (kapacity, prostory, technické vybavení). Konstruktor a technolog zde určují postupy, jakým způsobem se bude daný produkt vyrábět a montovat. V těchto fázích je ještě možné ovlivňovat jejich štíhlost,

například odstraňovat omyly (pomocí poka yoke), autonomii pracovišť (jidoka). Bohužel v této etapě často dochází k různým chybám – neúplná výkresová dokumentace, neodstavná příprava pro zahájení produkce daného výrobku, procesů, které nekompletně řeší činnost mezi strojem a člověkem a jiné.

Ve většině podniků, kde bylo využito těchto štíhlých metod ve výrobě, a kde spolupracovali pracovníci z předvýrobních etap, bylo dosaženo pozitivních výsledků, například:

- redukce nákladů na výrobek o 8 – 15 %
- získání dodatečné kapacity na úzkých místech o 10 – 20 % optimalizací technologie,
- zkrácení předvýrobních etap, zvýšení jejich produktivity a snížení chybovosti,
- redukce materiálových položek a nakupovaných komponentů o 25 – 30 % (Košturiak, Frolík, 2006, s. 34-35)

3 SMED

Podle (Mašín Vyltačil, 2000, s. 28) ztráty při přetypování a změně rozměru jsou taková přerušení, kdy dochází k výměně materiálu, nástroj nebo představujeme stroj pro jiný rozměr. Někdy je nutné seřizovat stroje z důvodu úprav přesnosti, které jsou způsobeny určitými mechanickými nedostatky (první seřízení se časem vytratilo).

Pokud chce podnik omezit tyto ztráty na minimum je nezbytně nutné zacílit mechanismy seřizovaných částí a rozdělit tyto aktivity na činnosti, kdy musí být stroj zastaven (interní časy) a na činnosti, kterou mohou být prováděny za doby, kdy je stroj v provozu (externí činnosti)

V očekávání, že najde způsob, jak provést přestavbu za méně než 10 minut, pojmenoval svůj princip „Single minute Exchange of dies or SMED. Na základě této metody snížil seřizovací čas o 50 %. (Shingo 1989, s. 46)



Obrázek 8 – Shigeo Shingo

(Somentequalidade.wordpress.com ©

2012)

Seřizovací čas neboli čas přestavby je čas, který potřebujeme, abychom ukončili výrobu posledního kusu demontáže předchozího kusu, na přichystání nového náradí, upínacích přípravků, nastavení nového náradí, a korekci potřebných rozměrů nového požadovaného kusu

Celkově můžeme tvrdit, že program pro redukci časů na seřizování je potřebný všude tam, kde se přetypování hojně využívá a tyto časy na seřízení tvoří hlavní ztráty z kapacity stroje nebo výrobní linky. (Košturiak, Frolík, 2005, s. 107)

Dle (Shingo, 1989 s. 47) seřizování časy se obvykle skládají z následujících čtyř funkcí:

- příprava materiálu, nástrojů, přípravků, atd. – 30 %
- upínání a výměna nástrojů a náradí – 5 %
- seřízení rozměrů a polohy nástrojů 15 %
- odzkoušení a následná úprava 50 %

(Košturiak, Frolík, 2005, s. 108-109) ve svém díle tvrdí, že k redukci interního a externího času zařízení, je hlavní organizovat pracoviště a ostatní činnosti ve výrobním úseku, zkrátit nastavování rozměrů a polohy, které tvoří podstatnou čas přetypování. Popisuje také dále časté druhy plýtvání při přestavbě:

- Plýtvání při přípravě na změnu – doprava nástrojů pozastavení stroje, zbytečné pohyby, nedostatečné plánování.
- Plýtvání při montáži a demontáži – hledání součástí a nástrojů, pozorování práce jiného pracovníka, chybějící standardy, chůze, čekání příprava prostoru po zastavení stroje, studium dokumentace, kouření.
- Plýtvání při seřizování, nastavování polohy a zkouškách – vícenásobné doladování nepřesností.
- Plýtvání při čekání na zahájení výroby – čekání na zahřátí nástroje, dlouhé čekání na „uvolnění“ seřízeného stroje do výroby.

3.1 Historie metody SMED

(Mašín, Vytlačil 2003, s. 212) uvádí, že počátky této metody vedou do roku 1950, kdy Shigeo Shingo, řešil úzké místo ve společnosti MAZDA, při řešení problému s kapacitami u karosářských lisů. Při sledování postupu výměny shledal problémy v plýtvání časem při přestavbě z důvodu hledání chybějících dílů, které našel až po hodině hledání a půjčení komponentu z jiného stroje. Svou metodu SMED zdokonaloval přes devatenáct let, výsledkem byla například zkrácení doby přestavení ze dvou hodin na sedm minut.

3.2 Postup aplikování metody SMED

Základní myšlenkou SMED této metody je přesunout tolik interních operací na externí operace spojené s přestavováním zařízení, jak je to jen možné. (Fekete, 2012, s. 68)

Hlavní metody techniky SMED pro zkrácení doby nastavení jsou uvedeny níže:

3.2.1 Rozdělení na externí a interní operace

Jasně určit, které ze současných operací i nastavení musí být provedena, když je stroj vypnut (interní činnosti), které mohou být prováděny, když stroj běží (externí činnosti). Například příprava a transport všech nástrojů, přípravků, forem, nářadí a materiálu, k a od zařízení, může být provedeno, zatímco je zařízení v chodu. Interní procesy budou limitovány výměnou starého nástroje nebo přípravku a zabezpečení nového.

Pouhým oddělením a zorganizováním externí a interních operací interní čas (nevyhnutelné odstávky stroje) může být zredukována o 30 až 50 procent. (Shingo 1989, s. 48)

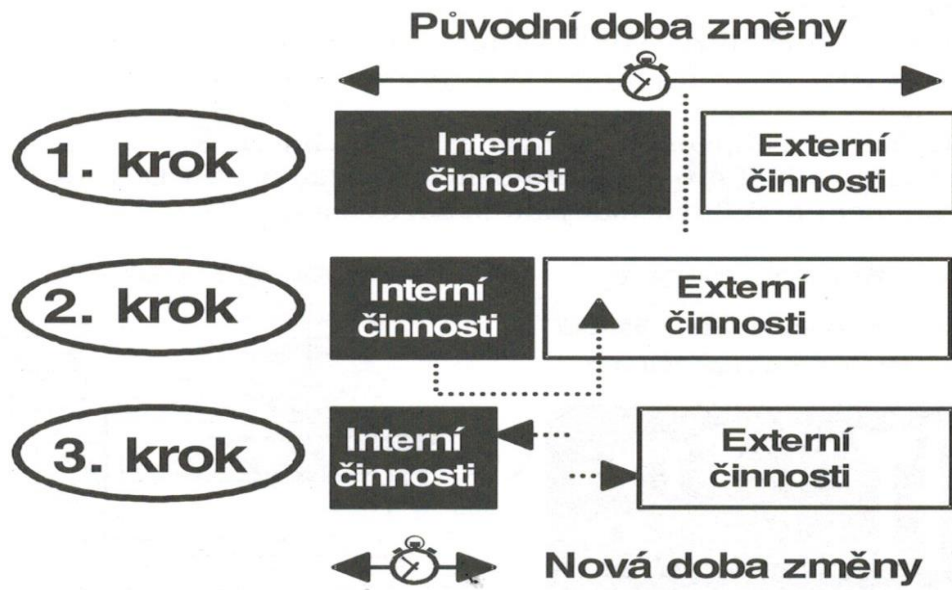
3.2.2 Převod interních na externí činnosti

To je nejsilnějším principem v systému SMED. Bez ní by nemohlo být dosaženo jednoduchého seřízení. Zahrnuje prověření operace, zdali některé její kroky nebyly milně považovány za interní a najít způsob, jak převést tyto kroky k externímu nastavení.

3.2.3 Zlepšování a redukce interního a externího času seřízení

Standardizovat tvar, velikosti forem, mohou výrazně snížit čas přípravy. Tvarová standardizace je nevhodná, nicméně protože všechny lisovací formy by měly odpovídat té největší používané velikosti, což by zbytečně zvýšilo náklady.

Na druhé straně standardizování, vyžaduje jenom jednotnost dílů nutných pro přestavení zařízení. Například, přidáním destičky, bloku na upevňovací okraj průvlaku standardizujeme rozměry pouze na té části a umožňuje použít stejné úchyty v různých sestavách. (Shingo 1989, s. 48-49)



Obrázek 9 – Postup metody SMED (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 2015)

4 ABC ANALÝZA

(Keřkovský, 2012, s. 111–113) ve svém díle tvrdí, že ABC analýza je velice jednoduchá a pokud je účelně použita je velmi efektivní logická metoda. Jejím základem je rozdělit jednotlivé členy určitého souboru do tří částí podle objemu, jež se jednotlivé prvky podílí na celkové velikosti vybraného znaku. Většinou tyto prvky rozdělujeme pomocí písmen A, B, C. Ve skupině A je zahrnut relativně malý počet prvků, který má však převažující podíl na celkové hodnotě, podíl členů skupiny B odpovídá jejich počtu a skupina C obsahuje zbývající prvky daného souboru s nepatrným podílem na celkové hodnotě. Tato skupina bývá co do počtu členů nejpočetnější. S prvky tohoto typu se setkáváme zcela zřídka. Pokud se například zaměříme na strojírenskou výrobu, jsou charakteristickým příkladem takovýchto souborů zásoby, spotřeba materiálu a výrobních součástí. Při analýze bylo zjištěno, že u většiny strojírenských podniků je 2 – 5 % materiálových položek skupiny A tvoří většinou až 80 % objemu spotřeby materiálu, 15 % položek skupiny B tvoří asi 15 % celkové hodnoty a na zbylých 80 % položek se jeví asi 5 % celkové hodnoty spotřeby materiálu.

Podobnou situaci můžeme vidět i u souhrnu výrobních položek seřazených podle, kolik se na ně pojí oběžných prostředků. Celkově malé množství položek zabírá skupinu A, případně B, které mají rozhodující podíl na nedokončené výrobě. Podstata se skrývá v tom, že se zabýváme jednotlivými skupinami takovou mírou, jaký je jejich podíl na celkové hodnotě. Pokouší-li se podnik efektivně redukovat svoje náklady, musí se zaměřit především na skupinu A, případně B. Skupina C ovlivňuje vybranou skupinu jen minimálně.

Rozčlenění pomocí ABC lze samozřejmě použít i v dalších oblastech, nejenom v řízení zásob, ale i při řízení jakosti, při plánování výroby, kde se zaměřujeme na nejdůležitější zakázky nebo při hledání úzkých míst.

Samotný algoritmus ABC analýzy je prostý. Každý jednotlivý prvek je nutno popsat dvěma údaji:

$$(I_i, H_i),$$

kde I_i je identifikace i - tého prvku souboru,

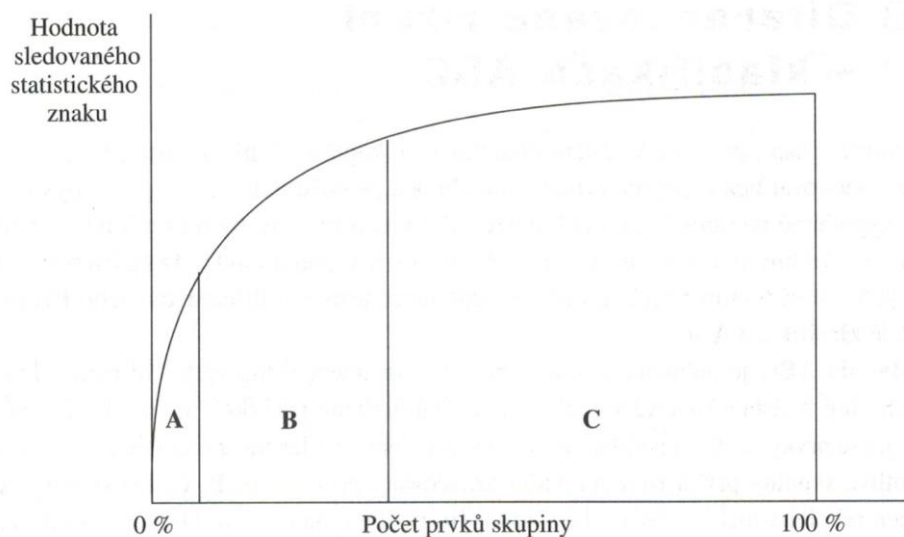
H_i - hodnota zvoleného kvantitativního znaku i -tého prvku souboru (např. cena materiálu, hodnota, „rozpracované výroby“).

Dalším krokem je vymezení jednotlivých skupin prvků na křivce kumulovaných hodnot (Obr. 10), zde jsou dva způsoby, podle počtu prvků v jednotlivých skupinách, nebo jako procentuální podíl jednotlivých skupin vůči celkovému objemu sledovaného znaku.

První částí algoritmu je seřazení jednotlivých prvků dle parametru H_i , a to zpravidla sestupně.

V druhé části algoritmu je provedeno rozčlenění prvků do jednotlivých skupin A, B, C na základě zadaných hranic každé skupiny prvků na křivce kumulovaných hodnot.

Konečný výpočet probíhá tak, že se seřadí jeden prvek po druhém a provede se součet H_i .



Obrázek 10 – Graf ABC analýzy (Keřkovsk, Valsa, 2001, s. 112)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

Společnost NTS Prometal Machining, s. r. o. byla založena roku 1997, se sídlem ve městě Slavičín ve Zlínském kraji a je dceřinou společností holandské průmyslové skupiny NTS-Group se sídlem v Holandsku. Společnost nabízí především výrobcům strojů a zařízení kompletní zhotovení různých strojírenských dílů, případně i celých modelů podle jejich vlastní výkresové dokumentace.

Nabízí také výrobní kapacity pro provádění externích kooperací na volných profesích v širokém spektru moderních technologií CNC obrábění kovových a nekovových materiálů, tváření plechů, povrchových úprav a montáží.



Obrázek 11 – Logo společnosti (interní zdroje)

5.1 Základní údaje

Název společnosti:	NTS PROMETAL MACHINING, s. r. o.
Sídlo:	Hrádek na Vlárské dráze 222, 763 21 Slavičín
Právní forma:	společnost s ručením omezeným
Předmět činnosti:	Kovoobrábění Velkoobchod Zprostředkování obchodu
Datum vzniku společnosti:	4. 2. 1997
Společníci:	NTS PROMETAL HOLDING, s. r. o. Vklad 23 000 000,- Kč Splaceno 100 % Obchodní podíl 100 %
Základní kapitál:	23 000 000 Kč
Počet zaměstnanců:	165

5.2 Historie společnosti

Historie společnosti začíná již v roce 1997, kdy došlo o podepsání smlouvy o joint venture mezi zástupci firem NEBATO BEHEER B.V. (dnes NTS Group B. V.) a TEGEMA B. V., na jejímž základě byla založena společnost zaměřující se na strojírenské práce. Výroba byla zahájena ještě téhož roku ve výrobní hale ve Slavičíně. V roce 2008 byla firma vybavena zařízením na tváření a ohýbání plechu.

V říjnu roku 2000 nastala významná změna. Společnost NEBATO BEHEER B. V. odkoupila od svého společníka jeho podíl a stala se stoprocentním vlastníkem Prometalu Machining, s. r. o. V roce 2002 zavedla firma certifikaci ČSN EN ISO 9001, dále v roce 2004 investovala do nákupu nových CNC strojů, v následujícím roku firma pořídila výrobní software Microsoft Dynamic Navision.

Další významnou změnou se stala fúze nizozemských holdingů firem NEBATO a TE STRAKE. Vznikl nový holding NTS, který se ve svém oboru patří k největším v Nizozemí. Tato změna se dotkla také Prometalu Machining, s. r. o., kdy v rámci restrukturalizaci došlo v rámci holdingu ke změně vlastníka a rovněž ke změně názvu. Od 1. prosince 2006 nese firma název NTS Prometal Machining, s. r. o. a jejím stoprocentním vlastníkem je společnost NTS Prometal Holding, s. r. o. V roce 2007 firma postavila novou výrobní halu o ploše 3000 metrů čtverečních pro práškové a mokré lakování. V roce 2008 došlo k obměně managementu. Od roku 2011 se firma stabilně snaží inovovat technologické zázemí firmy ve všech jejích segmentech.

Nyní společnost NTS Prometal Machining, s. r. o. zaměstnává 156 zaměstnanců a její tržby za rok 2015 se pohybují okolo 380 milionů Kč.(interní zdroje)



Obrázek 12 – Foto společnosti (interní zdroje)

5.3 Vývoj tržeb

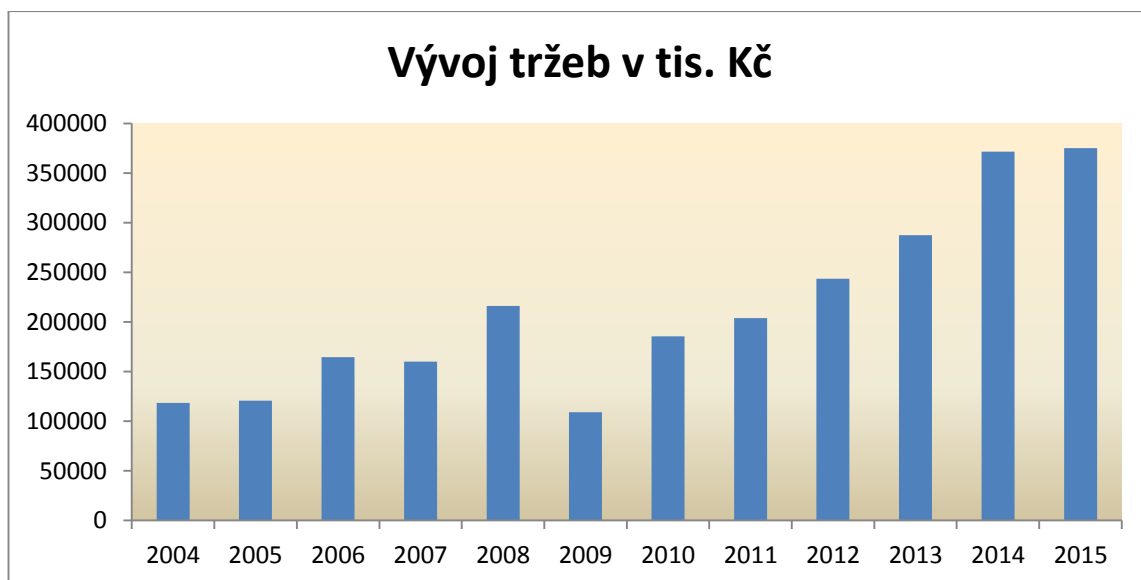
Od roku 2004, jak můžete vidět na grafu níže (Graf 1) firma snažila se udržet mírný nárůst tržeb každý rok, což se jí dařilo jen do roku 2009, kdy společnost postihla finanční krize a propad tržeb byl znatelný, až na polovinu. Po propadu v roce 2009, ze kterého se firma vzpamatovávala až do roku 2012, kdy se jí podařilo překonat tržby roku 2008 a pokračovat ve stoupavé tendenci.

Rok 2014, byl z hlediska nárůstu tržeb velice pozitivní. V meziročním srovnání se jedná téměř o třicetiprocentní nárůst, což je po předchozích nárůstech výjimečný výsledek. Největší podíl na tomto růstu měl zákazník Vanderlande s obratem 101,4 mil. Kč. Mezi další významné zákazníky patří firmy ze skupiny FEI (51,5 mil Kč) nebo firmy ze skupiny Bosch Packaging (42,4 mil. Kč). Export v roce 2014 činil 83 %.

Díky vyšším tržbám a lepšímu využití výrobních kapacit se rovněž podařilo zvýšit přidanou hodnotu meziročně o téměř 40 %. Provozní výsledek dosáhl hodnoty 37 261 tis. Kč a proti roku 2013 se jedná téměř o dvojnásobné zlepšení.

Zisk před zdaněním za rok 2014 činil 36 592 tis. Kč, což je zdaleka nejlepší výsledek firmy.

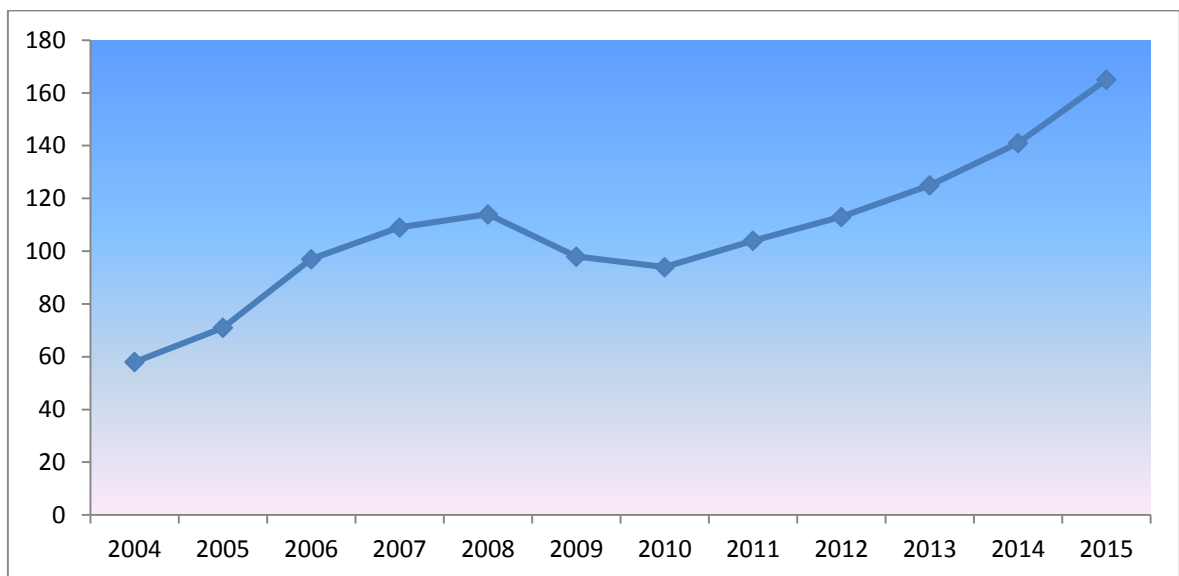
V roce 2015 firma dosáhla přibližně stejný objem tržeb jako v předešlém roce 2014 (vlastní zpracování)



Graf 1 – Vývoj tržeb společnosti (vlastní zpracování)

5.4 Počet zaměstnanců

Zde můžete na grafu (Graf 2) vidět počet zaměstnanců ve společnosti NTS Prometal Machining s. r. o. z historického hlediska. Počet zaměstnanců odráží ekonomický stav společnosti, od jejího založení se společnost rozrůstala jak ekonomicky, tak po stránce počtu zaměstnanců. V době finanční krize, což je především rok 2009 a následující roky musela společnost razantně snížit počet zaměstnanců, z důvodu snížení výroby, aby byla vůbec schopna přežít tuto finanční krizi. Finanční krize si však vyžádala restrukturalizaci ve vedení firmy a dotklo se to i nejvyšších míst, kde byl nucen odejít generální ředitel. Po změně vedení společnosti, se podařilo firmu udržet na trhu a postupem času zvyšovat výrobu a nabírat zaměstnance až do nynějšího stavu, kdy firma zaměstnává 165 zaměstnanců.(vlastní zpracování)



Graf 2 – Vývoj počtu zaměstnanců (vlastní zpracování)

5.5 Charakter společnosti

Vysoká kvalita za přijatelné ceny

Společnost NTS Prometal Machining s. r. o. je součástí Holandské skupiny NTS Group, která dokáže plnit požadavky zákazníků v následujících oblastech: obrábění kovových materiálů, zpracování plechových dílů, povrchové ochrany a montáže sestav. To vše při konkurenceschopných nákladech a v souladu s vysokými standardy kvality skupiny NTS.

Odborná kvalifikace

Firma sídlí ve Slavičíně, který se nachází ve Zlínském kraji. Důvodem této lokace je tradičně silné zastoupení strojírenské výroby ve zdejším regionu, což firmě umožňuje zaměstnávat nejlepší odborníky ve svém oboru.

V posledních letech se firma značně rozšířila a jejich služeb využívalo stále větší množství zákazníků. Přes 80 % své produkce společnost exportuje, zejména do Holandska a dalších západních zemí Evropy, roste podíl vývozu i mimo EU. NTS Prometal Machining, s. r. o. je subdodavatelem pro významné výrobce transportních systémů, balících strojů, optoelektroniky, reprografie, elektrotechniky, komunikačních zařízení a zdravotnické techniky.

Výrobní prostředky

Společnost reflektuje kvalitu a vize skupiny NTS ve všech činnostech. Firma má k dispozici širokou škálu moderních strojů a zařízení pro všechny hlavní technologie ve strojírenském oboru. Firma je vybavena 5D měřícím zařízením pro kontrolu zakázek vyžadujících dokonalou přesnost. Od roku 2007, po rozšíření výrobních kapacit o dalších 3000 m² pro zpracování plechu a povrchovou úpravu, je celková plocha firmy 6000 m².

Dobrá týmová spolupráce

Stejně pracovní postupy a stejně vysoká úroveň kvality jsou pilířem spolupráce mezi NTS Prometal Machining s. r. o. a dalšími dceřinými společnostmi v rámci NTS Group. Naše firma je otevřená novým znalostem, novým pohledům a novým technologiím.

Skupina NTS

Dvanáct specializovaných společností spojilo své síly k vytvoření skupiny NTS Group. Cílem skupiny NTS je realizace mechatronických systémů pro mezinárodně působící výrobce strojů a zařízení.

Optimalizace dodavatelského řetězce a společné podnikání s výrobními společnostmi v zemích s nižšími náklady umožňuje skupině NTS rychlé přizpůsobování se vývoji na trhu. Skupina NTS úzce spolupracuje s vysokými školami a vývojovými centry při rozšiřování vlastního know-how a technologií s cílem udržovat vysokou úroveň schopností reagovat na nové požadavky trhu. (interní zdroje)

5.6 Poslání, strategické cíle

Motto: KVALITA, FLEXIBILITA, ZODPOVĚDNOST,

1) V oblasti finálního produktu

Vedle tradičního produktu – strojních dílů, nabízí společnost i výrobně náročnější produkty – podsestavy strojů – moduly, kompletní stroje. Společnost trvale zvyšuje technickou úroveň.

2) V oblasti technologie

Udržování vysokého standardu v úrovni technologického vybavení.

3) V oblasti lidských zdrojů

Péče o neustálé zvyšování kvalifikace stávajících zaměstnanců, zvýšená pozornost výběru a vzdělávání nově přijímaných zaměstnanců.

4) V oblasti ekonomické

Mít vlastní kontrolní skupinu odpovídající za neustálé technicko-ekonomické sledování a vyhodnocování procesů ve společnosti a za jejich optimalizaci. Zvyšovat podíl duševní práce na celkové přidané hodnotě.

5) V oblasti řízení společnosti

Důsledně přizpůsobovat systém řízení nově vznikajícím podmínkám s cílem zachovat především jeho pružnost a účinnost.

6) V oblasti spolupráce se zákazníky

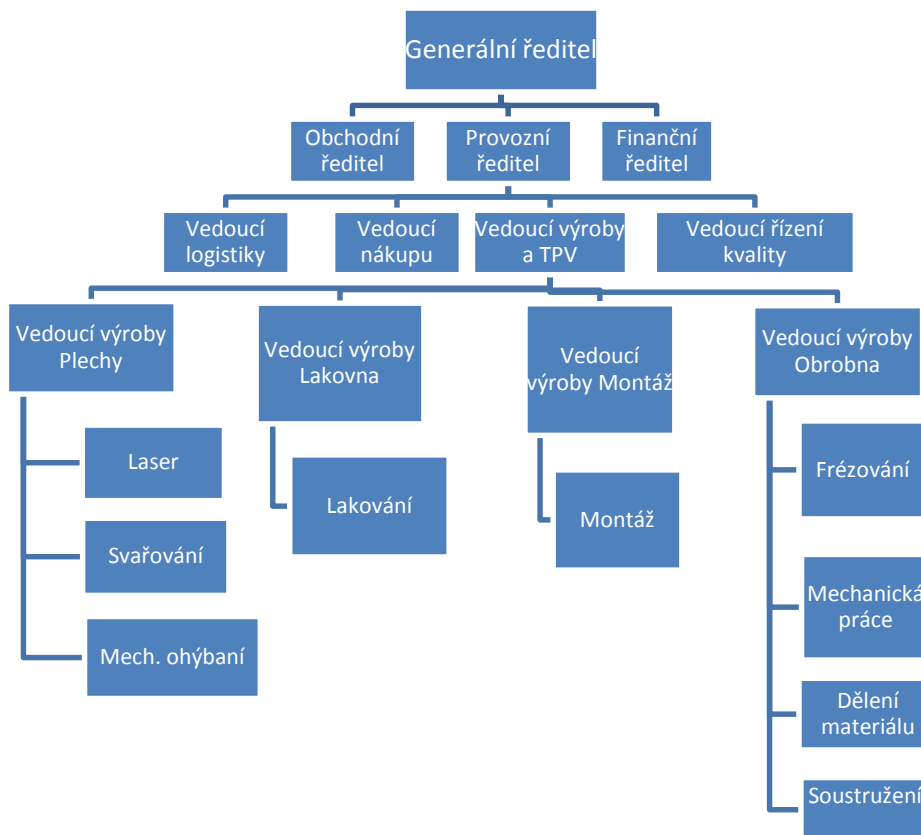
Vybudovat si silnou pozici u klíčových zákazníků – stát se „nepostradatelným“ dodavatelem.

7) V oblasti trvalého zlepšování

Udržovat trend minulých let. Zaměřit se na zkvalitnění technické, organizační a procesní stránky firmy. Zvyšovat celkovou úroveň kultury.(interní zdroje)

5.7 Organizační struktura

Společnost NTS Prometal Machining s. r. o. je řízena generálním ředitelem, jako jednatel je zvolen obchodní ředitel. Dále jak můžete vidět je hierarchie dělena dle odvětví s důrazem na výrobní odvětví společnosti, až po jednotlivé činnosti. (vlastní zpracování)



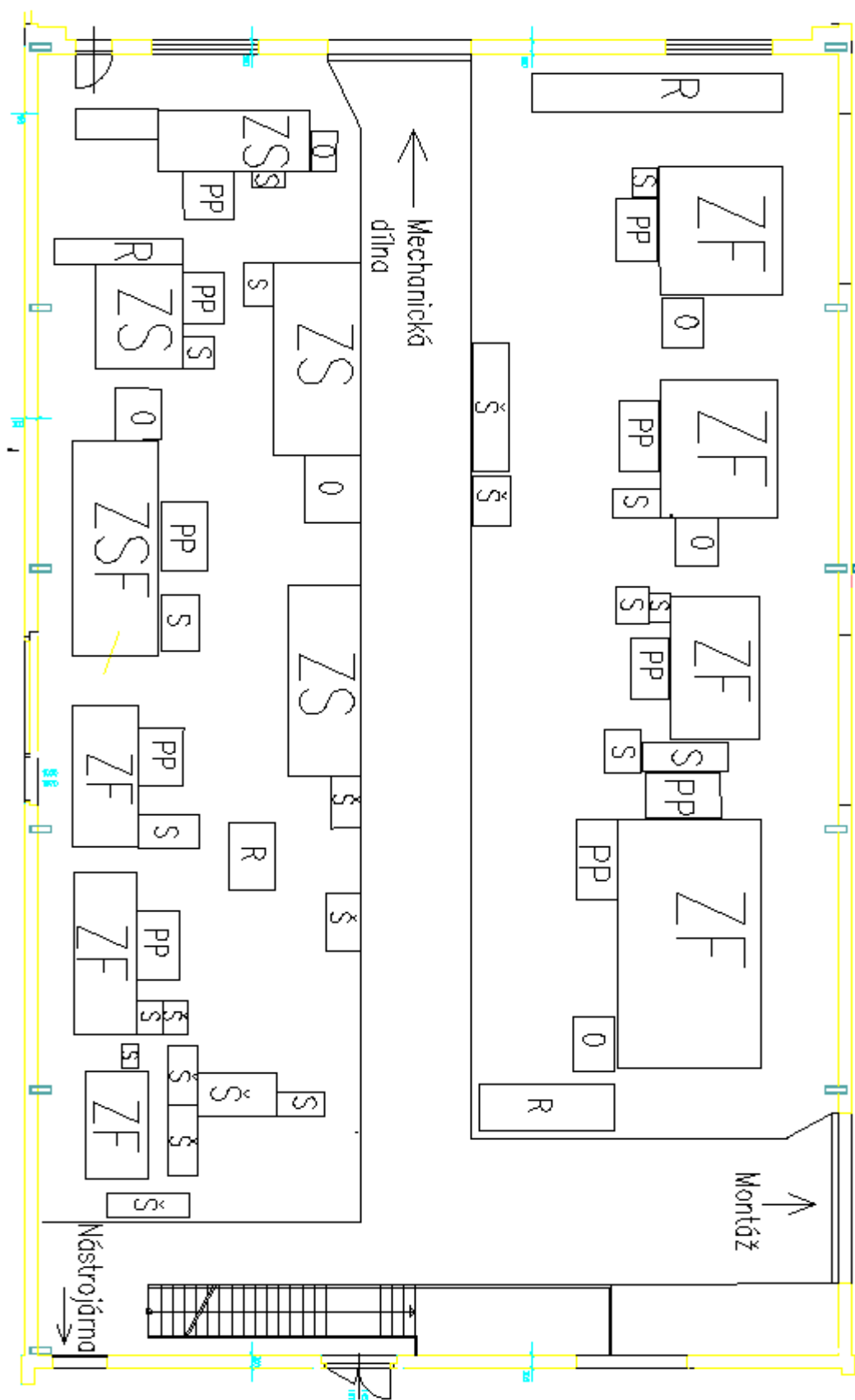
Obrázek 13 – Schéma organizační struktury (vlastní zpracování)

6 ANALÝZA VÝROBNÍHO ÚSEKU

V této kapitole je analyzován výrobní úsek ve společnosti NTS Prometal Machining, s. r. o. Rozčlením výrobního portfolia do tří skupin. Všechny výrobky budou podrobeny ABC analýze, z které bude vybrán jeden konkrétní výrobek, který bude analyzován podrobněji i s jeho výrobním procesem a budou analyzovány i některé druhy plýtvání, které vznikají při jeho výrobě, které budou dále detailněji zkoumány a budou zjištěny jejich příčiny.

6.1 Layout

Na obrázku (Obr. 14) můžete vidět layout výrobního úseku ve společnosti NTS Prometal Machining, s. r. o., jsou zde zobrazeny výrobní zařízení. Zkratky popisují jednotlivé objekty, ZF – zařízení fréza, ZS – zařízení soustruh, ZFS – soustružnickofrézařské zařízení, R – regál, O – vozík na odpad, S – stůl, PP – pracovní plocha, Š – šuplíky s nářadím.

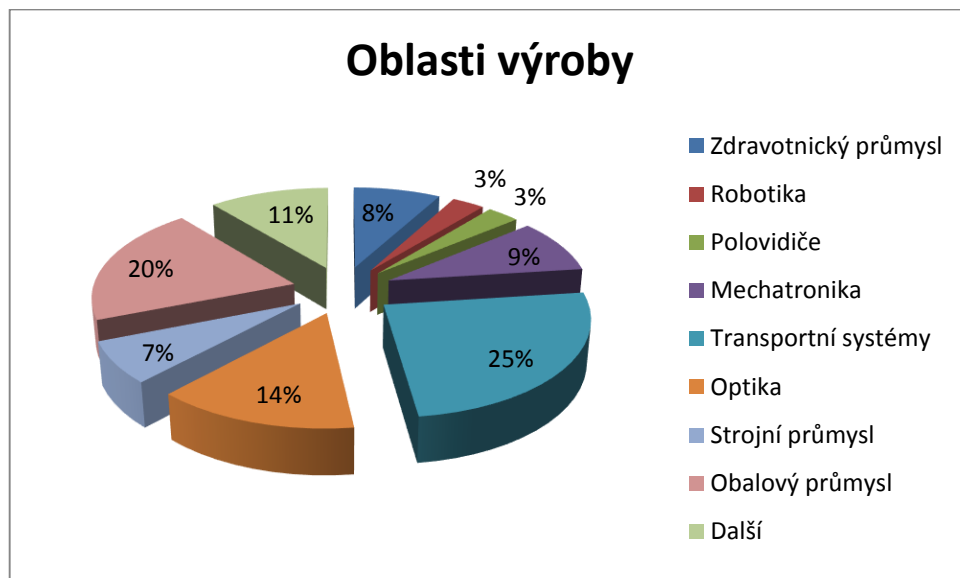


Obrázek 14 – Layout společnosti (vlastní zpracování)

6.2 Výrobky

Zákazníkem společnosti NTS Prometal Machining s. r. o. se může stát kterýkoli výrobce strojů a zařízení, jenž vidí přínos v subdodavatelském zajištění části své výroby. Firma je zaměřena na zakázky typu „široký sortiment dílů, malý počet kusů“ (řádově desítky až stovky kusů jedné položky za rok). (interní materiály)

Společnost NTS Prometal Machining s. r. o. nedisponuje pevně daným sortimentem výrobků, nabízí kapacity svých strojů a zaměřuje se na zhotovování výrobku dle výkresové dokumentace zákazníka. Společnost je schopna opracovávat výrobky hmotnostně od několika gramů, až po několik stovek kilogramů, nejrůznějších rozměrů. Společnost nabízí celkové zpracování výrobku, díky širokému spektru prací prováděných v této společnosti od jeho výroby, přes montáž až k povrchové úpravě.



Graf 3 – Oblasti výroby (interní zdroje)

Jak můžete vidět na grafu (Graf 3) Společnost NTS Prometal Machining, s. r. o. se zaměřuje na nejrůznější odvětví, od robotiky, kde dodává komponenty pro mikroskopy pro společnost FEI, až po transportní systémy pro společnost Vanderlande. Významnou částí je také obalový průmysl, do kterého společnost dodává balící linky a to především pro firmu Bosch.

6.2.1 Členění výrobků

Společnost NTS Prometal Machining s. r. o. klade vysoký důraz na kvalitu provedení jejich výrobků, což je jednou z předností společnosti, na které si zakládají i její zákazníci. Její výrobky by se daly rozčlenit do tří kategorií:

1. Komory pro elektronové mikroskopy
2. Zakázková výroba
3. Prototypy

Jelikož je velice složité rozčlenit výrobní sortiment firmy, v níže uvedených tabulkách jsem se snažil popsat výrobní sortiment dle cyklového času, celkového času operace a podle počtu kusů v operaci, což umožnilo zjistit, jaké parametry má typická výrobní dávka ve společnosti NTS Prometal Machining s. r. o. Z níže uvedených tabulky (Tab. 1 a Tab. 2) můžete vyčíst, že cyklový čas výrobku je v 50 % do 15 minut. V téměř polovině případů byl celkový čas operace pod 3 hodiny. Z tabulky (Tab. 3) vyčteme, že větší část bezmála 60 % dávek má velikost do 15 kusů.

*Tabulka 1 – Procentuální
podíl cyklových časů
(vlastní zpracování)*

Cyklový čas	Počet operací
0 - 3 min	5,09%
3 - 7 min	22,20%
7 - 15 min	23,50%
> 15 min	49,21%

*Tabulka 2 – Procentuální
podíl celkového času
operace (vlastní zpracování)*

Celkový čas operace	Počet operací
0 - 3 hod	47,60%

Celkový čas operace	Počet operací
3 - 7 hod	33,36%
7 - 12 hod	12,85%
> 12 hod	6,19%

Tabulka 3 – Procentuální podíl počtu kusů v operaci (vlastní zpracování)

Počet kusů v operaci	Počet operací
< 15	59,87%
15 - 25	15,36%
26 - 50	14,48%
51 - 200	9,22%
> 200	1,09%

6.2.2 Analýza výrobního portfolia obrobny

Jelikož společnost NTS Prometal Machining s. r. o. disponuje širokým sortimentem výrobků, bylo rozhodnuto podrobit sortiment ABC analýze podle různých kritérií a vybrat jednoho představitele, který bude podrobněji zkoumán v další podkapitole. Veškeré údaje v ABC analýze byly shromážděny za rok 2015

6.2.2.1 Analýza podle rozdílu pracnosti

V níže uvedené tabulce byl podroben sortiment společnosti ABC analýze podle rozdílu pracnosti, kdy byla porovnávána očekávaná pracnost v hodinách se skutečnou pracností v hodinách, která byla zjištěna ve výrobě. (vlastní zpracování)

Tabulka 4 - Rozdíl pracnosti (vlastní zpracování)

Pořadí	Kód výrobku	Rozdíl	Podíl	Kumulativní četnost	Typ výrobku
1.	4022-260-4761-4BW	216,59	22,26%	22,26%	A
2.	4022-261-4614-2EW	199,48	20,51%	42,77%	A
3.	1078879-EW	74,34	7,64%	50,41%	A
4.	1078919-R	69,32	7,13%	57,54%	A
5.	13.006.8717.1.1	57,57	5,92%	63,46%	A
6.	13.006.8717.1.0	52,57	5,40%	68,86%	A
7.	4022-510-83015/01	48,06	4,94%	73,80%	B
8.	10364212/078-0096-01	41,46	4,26%	78,06%	B
9.	3HNA013879-001-06	38,92	4,00%	82,06%	B
10.	0338933-000-AC	38,13	3,92%	85,98%	B
11.	102441666-01W	35,91	3,69%	89,67%	B
12.	B81000502-A	35,05	3,60%	93,28%	C
13.	XCA-20-01-A	22,63	2,33%	95,60%	C
14.	70420265-08-MN	22,19	2,28%	97,89%	C
15.	4022-510-42573/01	20,57	2,11%	100,00%	C

6.2.2.2 Analýza podle očekávaných nákladů

V tabulce 2 jsem rozčlenil výrobky dle očekávaných kalkulovaných nákladů na jednotlivé typy výrobku za celý rok 2015.

Tabulka 5 - Členění podle očekávaných nákladů (vlastní zpracování)

Pořadí	Kód výrobku	Náklady	Podíl	Kumulativní četnost	Typ výrobku
1.	078-0281-01-P2	1 197 082 Kč	11,85%	11,85%	A
2.	078-0281-01-P1	1 134 925 Kč	11,23%	23,08%	A
3.	4022-261-4614-2EW	1 087 927 Kč	10,77%	33,85%	A
4.	4022-260-4761-4BW	1 059 068 Kč	10,48%	44,33%	A
5.	B72242050-A	971 332 Kč	9,61%	53,95%	A
6.	8-110-630-420/0300	558 679 Kč	5,53%	59,48%	A
7.	3HNA013879-001-06	523 869 Kč	5,19%	64,66%	A
8.	102441666-01W	518 310 Kč	5,13%	69,79%	A
9.	VRA-01-D	484 825 Kč	4,80%	74,59%	B
10.	8-110-678-280/01	473 654 Kč	4,69%	79,28%	B
11.	4022-510-7663-4	461 554 Kč	4,57%	83,85%	B
12.	864-102-DW	448 490 Kč	4,44%	88,28%	B
13.	4022-510-8034-1	419 049 Kč	4,15%	92,43%	C
14.	864-101-JW	399 791 Kč	3,96%	96,39%	C
15.	74701298-3-PROMETALW	364 820 Kč	3,61%	100,00%	C

6.2.2.3 Analýza podle počtu vyrobených kusů

V níže uvedené tabulce jsou rozděleny výrobky společnosti podle počtu kusů, které byly u jednotlivých druhů výrobku vyrobeny za rok 2015.

Tabulka 6 - Členění podle počtu vyrobených kusů (vlastní zpracování)

Pořadí	Kód výrobku	Počet kusů	Podíl	Kumulativní četnost	Typ výrobku
1.	078-0281-01-P2	92904	55,70%	55,70%	A
2.	10369004/571498B	14684	8,80%	64,51%	A
3.	4022-510-7658-2	10050	6,03%	70,53%	B
4.	864-102-DW	7230	4,33%	74,87%	B
5.	864-101-JW	6260	3,75%	78,62%	B
6.	078-0281-01-P1	6149	3,69%	82,31%	B
7.	8-110-678-280/01	3975	2,38%	84,69%	B
8.	7663P4	3912	2,35%	87,04%	B
9.	10364212/078-0096-01	3500	2,10%	89,13%	B
10.	8480022/305870-0670	3280	1,97%	91,10%	C
11.	10363331/571847	3000	1,80%	92,90%	C
12.	10366001/572236-P1FR	3000	1,80%	94,70%	C
13.	14047741376-B	3000	1,80%	96,50%	C
14.	4022-264-5895-1B	2982	1,79%	98,29%	C
15.	3HNA013879-001-06	2860	1,71%	100,00%	C

6.2.2.4 Analýza podle pracnosti

Tabulka 4 znázorňuje rozdělení výrobků podle pracnosti v hodinách, které byly vykonány na jednotlivých typech výrobků za rok 2015.

Tabulka 7 - Členění podle pracnosti (vlastní zpracování)

Pořadí	Kód výrobku	Počet hodin	Podíl	Kumulativní četnost	Typ výrobku
1.	078-0281-01-P2	1557,82	14,10%	14,10%	A
2.	078-0281-01-P1	1099,67	9,95%	24,05%	A
3.	B72242050-A	1041,17	9,42%	33,47%	A
4.	4022-261-4614-2EW	894,12	8,09%	41,57%	A
5.	4022-260-4761-4BW	827,94	7,49%	49,06%	A
6.	102441666-01W	786,03	7,11%	56,17%	A
7.	8-110-678-280/01	639,25	5,79%	61,96%	A
8.	864-102-DW	615,79	5,57%	67,53%	A
9.	8-110-630-420/0300	598,30	5,41%	72,95%	B
10.	864-101-JW	563,99	5,10%	78,05%	B

Pořadí	Kód výrobku	Počet hodin	Podíl	Kumulativní četnost	Typ výrobku
11.	3HNA013879-001-06	537,43	4,86%	82,91%	B
12.	4022-510-8034-1	534,56	4,84%	87,75%	B
13.	4022-510-7663-4	484,60	4,39%	92,14%	C
14.	VRA-01-D	457,57	4,14%	96,28%	C
15.	4022-510-7664-6-1	411,28	3,72%	100,00%	C

6.2.2.5 Analýza podle počtu objednávek

V tabulce 5 jsou výrobky analyzovány podle počtu objednávek, které byly provedeny u jednotlivých výrobků za kalendářní rok 2015.

Tabulka 8 - Členění podle počtu objednávek (vlastní zpracování)

Pořadí	Kód výrobku	Počet objednávek	Podíl	Kumulativní četnost	Typ výrobku
1.	8-110-678-280/01	143	12,26%	12,26%	A
2.	8-110-631-875/0300	95	8,15%	20,41%	A
3.	ASM2442612-01-A	92	7,89%	28,30%	A
4.	102441666-01W	88	7,55%	35,85%	A
5.	8-110-631-878/0200	88	7,55%	43,40%	A
6.	8-110-630-427/01	88	7,55%	50,94%	A
7.	049548852-A	80	6,86%	57,80%	A
8.	VRA-01-D	73	6,26%	64,07%	A
9.	864-102-DW	63	5,40%	69,47%	A
10.	4022-261-4614-2EW	62	5,32%	74,79%	B
11.	049546037-G-P2	61	5,23%	80,02%	B
12.	8-101-881-577-01	60	5,15%	85,16%	B
13.	078-0281-01-P1	59	5,06%	90,22%	C
14.	8-110-630-428/00	58	4,97%	95,20%	C
15.	4022-510-7658-2	56	4,80%	100,00%	C

6.2.3 Výběr reprezentanta

Po podrobení výrobního portfolia důkladné ABC analýze podle různých hledisek bylo rozhodnuto, že je potřeba se více zaměřit na jeden konkrétní typ výrobku a to je především výrobek číslo 4022-260-4761-4BW. Ačkoli by se mohlo zdát, že tento výrobek nemusí být nejméně ideální, protože ne zdaleka v každé analýze spadal do výrobní skupiny A, a to hlavně v tabulce členění podle počtu objednávek (Tab. 8), kde se vůbec neumístil mezi prvními 15 výrobky a zařadil se mezi výrobky typu C. V tabulce (Tab. 6) členěné podle

počtu kusů vyrobených za rok 2015 se také neobjevil a patří tak někde hluboko do skupiny C. Hlavním kritériem, proč byl zvolen právě tento výrobek je především rozdíl pracnosti uvedený v tabulce (Tab. 4), kde se umístil na prvním místě. Důležitým bylo také členění podle očekávaných nákladů, kde se umístil na 4. Příčce (Tab. 5). Jako poslední kritérium bylo zvoleno analýza podle počtu hodin pracnosti (Tab. 7), kde spadal do výrobků typu A, a umístil se na 5. příčce. Jak je vidět, je lepší analyzovat výrobky z hlediska více proměnných, typickým příkladem je u tohoto výrobku srovnání počtu vyrobených kusů, kde se umístil hluboko ve skupině výrobků C se srovnáním počtu hodin pracnosti, kde mu patří 5. příčka. Při výběru vhodného reprezentanta, který by byl dále blíže analyzován, bylo také uvažováno o výrobku typu 078-0281-01-P1 a 078-0281-01-P2, které jsou dva druhy komponentů dohromady tvořící jeden výrobek. Tento výrobek se umístil na předních příčkách, jak v analýze dle hodin pracnosti (Tab. 7), tak v analýze očekávaných nákladů (Tab. 5). Dokonce výrobek 078-0281-01-P2 patřil nejčastěji vyráběný výrobek, co se týče množství za rok 2015. Výběr konkrétního výrobku byl také konzultován s vedením společnosti, kde bylo doporučeno zaměřit se na mikroskopovou komoru. Z toho důvodu, že společnost se chce na tento segment v budoucnu ještě více zaměřit, má s ním zkušenosti a v Evropě má společnost pouze jednoho konkurenta, který se zabývá výrobou mikroskopových komor. Oproti tomu kombinace výrobků 078-0281-01-P1 a 078-0281-01-P2 jsou technologicky méně náročné výrobky a kterákoli průměrně vybavená společnost zabývající se obráběním, by mohla společnost NTS Prometal Machining, s. r. o. nahradit ve výrobě tohoto výrobku, pokud by nabídla stejnou kvalitu za nižší cenu. Toto tvrzení však neplatí u mikroskopových komor, kde se jedná o velice komplikovaný výrobek a jen málo společností disponuje požadovanou technologií k výrobě, navíc několikaleté zkušenosti s výrobou dávají společnosti NTS Machining s. r. o. konkurenční výhodu a ztěžují vstup ostatních firem na tento trh.

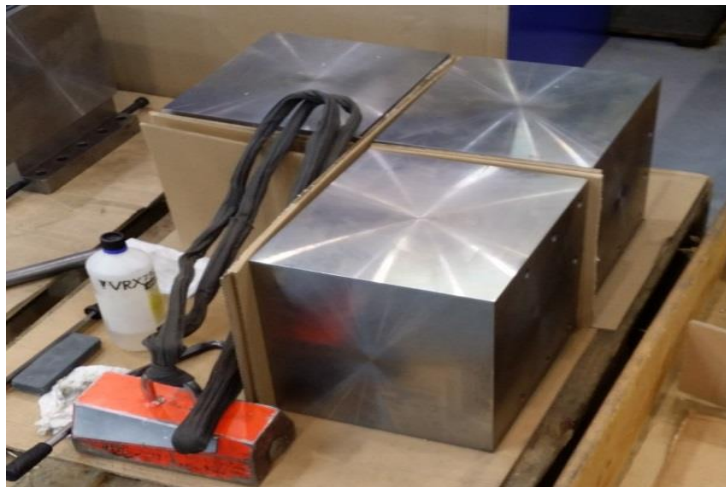
6.2.4 Postup výroby

FEI vakuová komora mikroskopu 4022-260-4761-4BW

Jedná se o velice složitou konstrukci vakuové komory elektronového mikroskopu pro společnost FEI, která se zaměřuje na optický průmysl. Tento výrobek prochází několika výrobními fázemi a zhotovuje se ve většině času na obrobně. Jedná se o velice komplikovaný a složitý výrobek, na který je kladen nejvyšší důraz na kvalitu povrchového úpravy a těsnících ploch tzv. centrických ploch, z důvodu, že komora je veškerý čas

vyplněna vakuem a musí dokonale těsnit, aby nedošlo ke vniknutí cizích částic do komory zvenčí, které by pak mohly znehodnotit výsledky měření elektronového mikroskopu.

Výrobek je rozdělen do několika fází. První je tok surového výkovku od dodavatele (kovárny) přímo k subdodavatelské firmě, která provádí první opracování výkovku. Pak vstupuje výrobek na dvě operace frézování na obrobnu, z které pak putuje do mechanické dílny, kde se výrobek ručně opracuje po frézování a putuje na konečnou povrchovou úpravu. Po dokončení povrchové úpravy jde výrobek na expedici k zabalení a putuje k zákazníkovi.

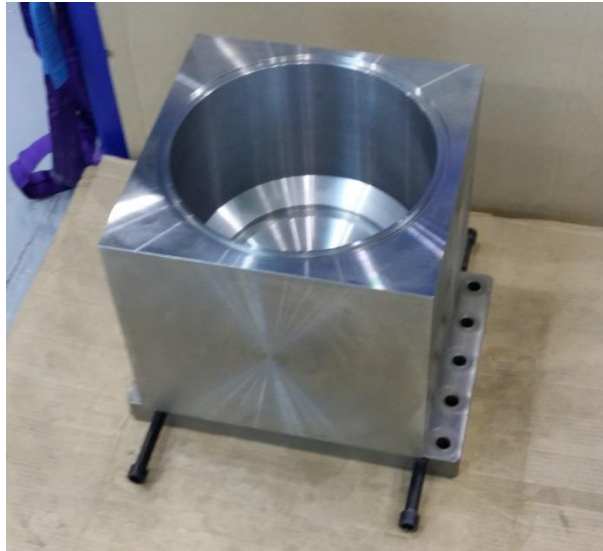


Obrázek 15 – Surový výkovek (vlastní zpracování)

1. Výroba polotovaru

Množství vyrobených komor je stanoveno podle ročního výhledu a smluv podepsaných se společností FEI, na základě těchto odhadů si společnost stanoví půlroční výhled výroby těchto mikroskopových komor, firma si stanovila vlastní velikost dávky na osm kusů. Po naplánování výhledu, se kontaktuje kovárna, jakožto dodavatel výkovků, se kterým se naplánuje roční plán dodávky výkovků, protože dodací lhůta výkovku je 5 měsíců od data objednání. Surový výkovek z oceli z materiálu typu 12020 po výrobě putuje přímo k subdodavateli do kooperace, kde je opracován na soustruhu typu Karusel, který se odlišuje od klasických soustruhů vertikálním směrem soustružení. Důvodem, proč je výkovek odeslán k dodavateli na opracování je ten, že společnost NTS Prometal Machining s. r. o. nedisponuje technologií tohoto typu. Jakmile výrobek dorazí od dodavatele prochází vstupní kontrolou v laboratoři, kde se kontroluje, zdali má výrobek požadované parametry. Měří se především drsnost ploch do 0,8 mikronů, která se měří speciálním měřícím zařízením, k tomu určeným, je to důležité z důvodu těsnění, aby se

docílilo vakuum a do mikroskopu se nedostávaly zvenčí cizí částice, které mohou ovlivnit výsledky měření. Zásadní význam má tvar vnitřní dutiny, šířka vnitřní dutiny, Velmi důležitý je i tvar zápichu, který se měří podle šablony k tomu vytvořené. Tato část je velice důležitá proto, že na ni přijde těsnící okružní, které udržuje vakuum. V minulosti se objevily případy, kdy byl zápich vysoustružen, pod špatným úhlem a těsnící okružní špatně drželo a netěsnilo. Po vstupní kontrole výrobek pokračuje na další operaci na obrobnu.



Obrázek 16 – Výkovek po dodavatelské operaci (vlastní zpracování)

2. Operace – frézování 1. úsek

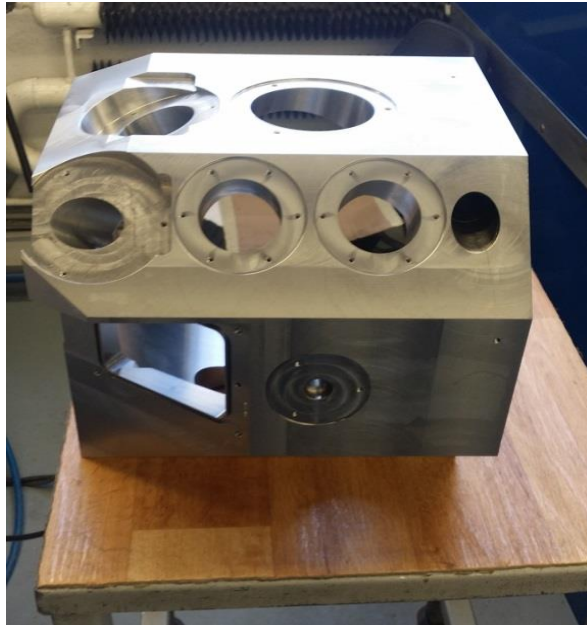
Další činností je frézování a vrtání, které je rozděleno do dvou úseků, které se provádí na největším dvoupaletovém frézovacím pětiosém CNC zařízení Mazak 730. Seřizovací čas zařízení je 450 minut, je k ní potřeba 24 nástrojů. Po seřízení se na výrobku provádí především frézování, vrtání, operační čas k tomu potřebný je 320 minut.



*Obrázek 17 – Obrobek po 1. upnutí
(vlastní zpracování)*

3. Operace – frézování 2. úsek

Po první části frézování přichází na řadu druhý úsek práce vyžadující odlišné upnutí obrobku na témže stroji, přetypování stroje, které trvá 450 minut a je k ní potřeba 40 nástrojů. Po přetypování se na výrobku provádí frézování a vrtání, na těch částech obrobku, které 1. upnutí zakrývalo čas operace je 420 minut.



*Obrázek 18 – Obrobek po 2. upnutí
(vlastní zpracování)*

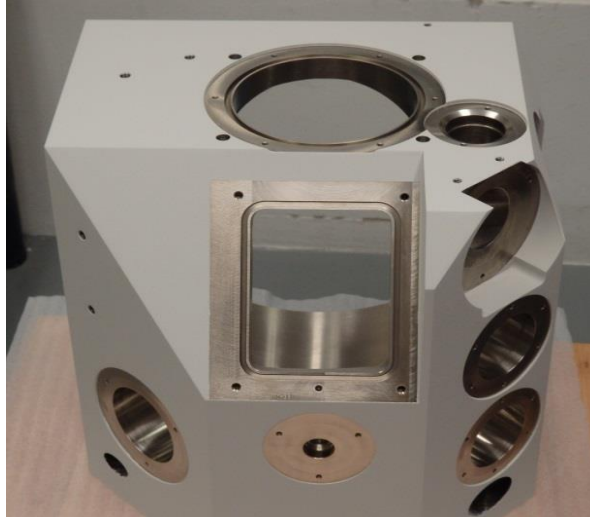
4. Mechanická úprava

Další operací je ruční opracování. Z CNC zařízení má obrobek neohraněné hrany po frézování a jen předběžně, nařezané závity, pracovník je zkontroluje a dořezává je na velikost M4 a M6. Tento postup je vyvolán skutečností, kdy závitníky malých průměrů 6 a 4 milimetrů se v CNC zařízeních často lámaly, proto se přešlo k ručnímu dokončování závitů, které se pak vyfouknou vzduchem a vystříkají odmašťovacím prostředkem, aby zde nezůstaly nečistoty, které by zabránili dokonalému poniklování u povrchové úpravy. Vnitřní závity se odjehlují, odstraňují se ostřiny, jak již bylo řečeno, výrobek musí být dokonale hladký. Po odjehlení se začistí a kontrolují rozměry kalibrických dír, které se měří kalibrickými měřidly. Pracovník v mechanické dílně pod světlem za pomoci lupy kontroluje centrické plochy, zdali je struktura rovnoměrná a dále je čistí speciálními nástroji. Po broušení se celý výrobek čistí cyklohexanem z důvodu nečistot, jakmile je vyčištěn zakonzervuje se výrobek olejem, který je určený pro přepravu, zabalí se a odešle se na poniklování, ten chrání výrobek proti mechanickému poškození, protože je tvrdý a navíc chrání proti korozi. Povrchovou úpravu provádí dodavatelská firma.

5. Povrchová úprava

Závěrečnou operací je povrchová úprava. Z mechanické dílny putuje obrobek k subdodavateli, který provádí poniklování. Od dodavatele putuje obrobek zpět do firmy, kde

se kontroluje kvalita povrchové úpravy, zdali pod niklovou vrstvou nezůstaly nečistoty. Po kontrole povrchové úpravy se zabalí a putuje k zákazníkovi v předem připravených paletách.



Obrázek 19 – Mikroskopová komora po povrchové úpravě (vlastní zpracování)



Obrázek 20 – Mikroskopová komora připravená k expedici (vlastní zpracování)

6.3 Strojní zařízení

Společnost NTS Prometal Machning s. r. o. disponuje širokou škálou výrobního zařízení nejrůznějšího typu, vhodného pro opracování výrobku do rozměru 730 x 850 x 560 mm a váhou do několika stovek kilogramů. Společnost disponuje CNC zařízeními s 5 i 7 osami

frézování značky Mazak. Tyto zařízení mají vlastní operační systém Mazatrol. Dále také vlastní nejmodernější soustruhy Japonské značky Okuma.

Společnost NTS Prometal Machining s. r. o. disponuje čtyřmi CNC zařízeními japonské značky Mazak to jsou především Mazak 730, 630, 500 a Nexus 410. Tato značka pokrývá většinu odvětví frézování ve společnosti, jde o typově stejné zařízení, odlišující se pouze maximální vahou a rozměrem zpracovatelné obrobku.

Mazak 730 – 5x, II – největší CNC zařízení ve společnosti, lze na něm opracovávat obrobek až do velikosti 730 x 850 x 560 mm, do váhy 500 kg. Je to dvoupaletové zařízení, rychlost otáček je 10 000 za minutu, zásobník je na 80 nástrojů. Je vhodný pro největší a nejkomplicovanější výrobky, které se ve společnosti vyrábějí. Na tomto zařízení se vyrábí vakuové mikroskopové komory.



Obrázek 21 – Zařízení Mazak 730 (vlastní zpracování)

Mazak 630 – 5x , jedná se o nejstarší CNC frézovací zařízení, lze na něm opracovávat obrobek velikosti 630 x 765 x 600 mm, rychlost nástroje je 12 000 otáček za minutu. Výhodou tohoto zařízení je jeho spolehlivost. Nevýhody jsou složitá obsluha a špatně vyřešený chladič systém.



Obrázek 22 - Mazak 630 s typickým představitelem (vlastní zpracování)

Mazak 500, 5x , CNC zařízení jednoduché na obsluhu, slouží ke kusové výrobě do 20 ks s velikostí obrobku 350 x 550 x 510 mm. Má pásmový zásobník na 40 nástrojů, váha obrobku maximálně do 300 kg, rychlost otáčení nástroje je 12 000 otáček.



Obrázek 23 - Mazak 500 s typickým představitelem (vlastní zpracování)

Mazak Nexus 410 A, 3x. Maximální rozměr obrobku je 560 x 410 x 510 mm. Jednoduché CNC zařízení na obsluhu pro obrobení menších jednodušších dílů s rychlostí otáček 12 000 za minutu, zařízení s revolverovým zásobníkem na 30 nástrojů, jednoduchá obsluha stroje, na tomto zařízení se zaškolují noví zaměstnanci.



Obrázek 26 - Okuma LB 4000 s typickým představitelem (vlastní zpracování)

Multus B200W 7x – soustružnicko frézařské multifunkční centrum, rychlost otáčení hlavního vřetena je 12 000 otáček, vedlejší 5 500 otáček za minutu, otáčky vřetene nástroje 20 000 za minutu. Délka obrobku 200 mm, limitující je délka nástroje včetně upínače, která tvoří 200 mm. Zásobník na 40 nástrojů. Hodí se k výrobě komplikovanějších menších, tenčích součástí. Velkou výhodou je především univerzálnost, vrtání pod úhlem, samo programovatelné zařízení, kdy odpadá potřeba programování z technologie. Hodí se pro obrábění měkčích materiálů, jako je například hliník.



Obrázek 27 – Okuma Multus s typickým představitelem (vlastní zpracování)

Makino S56 3x – 800 x 450 x 450 mm CNC zařízení s operačním systémem Fanuk, rychlost otáček je 20 000 za minutu a zásobníkem na 30 nástrojů. Zařízení je vhodné pro opracovávání plastu a hliníku z důvodu velké rychlosti. Na tomto stroji se vyrábí nejčastěji

vyráběný výrobek ve společnosti a to lopatky na rotační kotouč k třídící lince pro firmu Siemens.



Obrázek 28 – Makino S56 s typickým představitelem (vlastní zpracování)

Mastun MT 50 klasický soustruh s rychlostí 1 800 otáček za minutu, s maximálním průměrem soustruženého obrobku do 315 mm, hodí se na sérii do 5 kusů, většinou se používá pro dokončovací operace. Mezi jeho výhody patří výborná přesnost, mezi hlavní nedostatky patří zastaralost.

Mezi Akira-Seiki 1850 3x CNC zařízení s rychlostí otáčení vřetene 12 000 otáček za minutu s maximálním rozměrem obrobku 1350x640x660 mm. Toto zařízení se hodí na výrobu dlouhých kusů, je k tomu uzpůsoben pracovní stůl svou délkou. Zásobník na nástroje je z boku a je na 36 nástrojů. Vyrábí se na ní těsnící stěny k mikroskopickým komorám.



Obrázek 29 – Akira SV 1850 s typickým představitelem (vlastní zpracování)

6.4 Přetypování zařízení

Po analyzování výrobního postupu mikroskopové komory bylo rozhodnuto se zaměřit na přetypování. Z toho důvodu, že během pozorování byla zachycena velká proměnlivost v časech přetypování, které byly mnohdy způsobeny různými faktory. Na základě těchto zjištění bylo rozhodnuto popsat postup přetypování. Dalším důvodem bylo i to, že ve výrobní firmě tohoto druhu, dochází velice často k přechodu na jiné druhy výrobků i během jednoho dne a případné ušetření času by v horizontu delší doby mohlo přinést zajímavou finanční úsporu, protože časy přetypování nepřidávají výrobku žádnou hodnotu, je třeba je snížit na minimum.

6.4.1 Analýza činnosti

Autor využil k zaznamenávání činnosti přestavby videokameru, byl natočen jeden videozáznam celé přestavby s výrobou prvního finálního výrobku. Nebylo možné zaznamenat více přestaveb z důvodu, že v období analýzy byla přestavba prováděna pouze jednou, bylo neplánovaně odstaveno zařízení z důvodu poruchy a z důvodu, že výrobek není vyráběn periodicky, ale je plánován výhledově a na požádání zákazníka, který má se společností NTS Prometal Machining, s. r. o. uzavřenou smlouvu na určité množství za rok, které je dodáváno v průběhu roku.

V níže uvedené tabulce (Tab. 9) je zmapován postup jednotlivých činností prováděných operátorem CNC zařízení. Natáčení přestavby proběhlo v noční směně, přestavba obsahuje přichystání nástrojů, které bylo provedeno operátorem na konci odpolední směny a probíhalo za chodu stroje, který opracovával poslední kus z předcházející zakázky.

Následující operací bylo upevnění obrobku do přípravku pro přenesení jeřábem, vkládání nástrojů do zařízení a jejich kontrola, demontáž kusu minulé zakázky a upnutí obrobku na paletu zařízení, kontrola programu, tyto činnosti již byly provedeny pracovníkem noční směny. Tato přestavba byla velice náročná, jak z pohledu času tak i náročnosti a složitosti práce.

Tabulka 9 – Průběh přestavby (vlastní zpracování)

Pořadí	Popis činnosti	Druh činnosti	Čas ukončení	Doba trvání
1.	Příprava a měření nástrojů 23 nástrojů	externí	0:18:55	0:18:55
2.	Rozhovor	externí	0:20:05	0:01:10
3.	Chůze pro paletový vozík a přemístění palety	externí	0:24:04	0:03:59
4.	Upevnění na jeřáb a přemístění výkovku	externí	0:25:33	0:01:29
Pořadí	Popis činnosti	Druh činnosti	Čas ukončení	Doba trvání
5.	Očištění výkovku	externí	0:27:11	0:01:38
6.	Dořezání závitu pro upnutí do přípravku	externí	0:32:04	0:04:53
7.	Vyfoukání otvorů závitů	externí	0:32:52	0:00:48
8.	Čištění výkovku	externí	0:33:50	0:00:58
9.	Čištění plochy přípravku na přenesení	externí	0:35:15	0:01:25
10.	Upnutí do přípravku	externí	0:42:00	0:06:45
11.	Otočení upnutého výkovku	externí	0:44:47	0:02:47
12.	Utažení šroubů do přípravku na přenesení	externí	0:45:28	0:00:41
13.	Přesun jeřábem	externí	0:46:54	0:01:26
14.	Čekání	externí	0:52:27	0:05:33
15.	Chůze pro paletu s přípravky	externí	0:54:42	0:02:15
16.	Úklid nářadí	externí	0:58:36	0:03:54
17.	Rozhovor	externí	0:59:41	0:01:05
18.	Studování postupu - rozhovor	externí	1:00:54	0:01:13
19.	Řešení problémů s nástroji	externí	1:07:08	0:06:14
20.	Ruční nahrání dat o nástrojích na USB disk	externí	1:11:21	0:04:13
21.	Změření chybějícího nástroje	externí	1:12:17	0:00:56
22.	Převoz vozíku s nástroji k zásobníku	externí	1:13:10	0:00:53
23.	Výměna plátu ostří u nástroje	externí	1:18:49	0:05:39
24.	Kontrola nástrojů z minulé operace	interní	1:23:33	0:04:44
25.	Ruční nahrání seznamu nástrojů	interní	1:24:35	0:01:02
26.	Vyskládání starých nástrojů	interní	1:27:16	0:02:41
27.	Vkládání nových nástrojů	interní	1:33:23	0:06:07
28.	Kontrola vyložení konkrétního nástroje	interní	1:34:39	0:01:16
29.	Kontrola správnosti pořadí nástrojů	interní	1:35:51	0:01:12

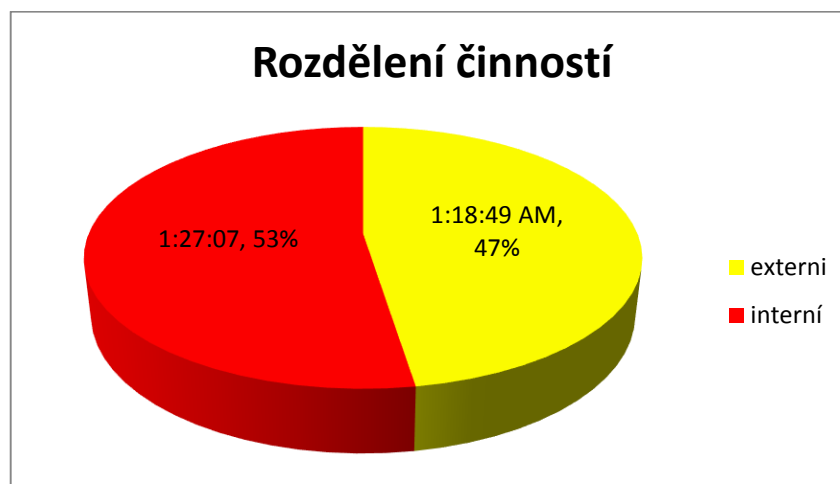
30.	Demontáž dílu minulé operace	interní	1:38:54	0:03:03
31.	Upevnění dílu minulé operace na jeřáb	interní	1:42:04	0:03:10
32.	Čištění dílů minulé operace	interní	1:43:52	0:01:48
33.	Přesun dílu z předcházející operace	interní	1:44:29	0:00:37
34.	Očištění plaety	interní	1:47:06	0:02:37
35.	Demntáž upínacích dílů z minulé operace	interní	1:50:16	0:03:10
36.	Očištění upínacích prostředků z minulé operace	interní	1:54:06	0:03:50
37.	Přemístění upínacích dílů jeřábem	interní	1:55:28	0:01:22
38.	Čištění paletové plochy zařízení	interní	2:04:20	0:08:52
39.	Přenesení upínacího přípravku jeřábem	interní	2:09:20	0:05:00
40.	Upevnění upínacího přípravku do stroje	interní	2:17:04	0:07:44
41.	Vyfuknutí nečistot a očištění povrchu přípravku	interní	2:17:46	0:00:42
42.	Přemýstění obrobku na paletu	interní	2:21:51	0:04:05
43.	Upnutí obrobku na paletu	interní	2:29:51	0:08:00
Pořadí	Popis činnosti	Druh činnosti	Čas ukončení	Doba trvání
44.	Očištění vnitřních stykových ploch zařízení	interní	2:36:32	0:06:41
45.	Kontrola programu	interní	2:41:32	0:05:00
46.	Zaměření rozměrů obrobku	interní	2:45:29	0:03:57
47.	Kontrola frézovacího nástroje	interní	2:45:56	0:00:27
48.	Spuštění program obrábění	externí	8:25:56	5:42:33
	Ukončení výroby prvního kusu			8:25:56

6.4.2 Rozdělení činností na interní a externí

V níže uvedeném grafu (Graf 4) jsou rozděleny pracovních činností na externí, ty které mohou být redukovány nebo odstraněny a interní činnosti. Jak můžete vidět, externí činnosti mají 47 % podíl na přestavbě a interní 53 %. Větší část této přestavby tvoří interní činnosti, které je potřeba převést do externích nebo zredukovat na minimální hodnotu, tak aby bylo ušetřeno co nejvíce času. V průběhu přetypování se vyskytuje celá řada plýtvání, jak rozhovorů mezi jednotlivými operátory, čekání nebo zbytečná chůze. Tento typ plýtvání není až tak významný, pokud se jedná o plýtvání v externích činnostech, pokud má operátor přichystány všechny potřebné nástroje pro montáž obrobku v době, kdy stroj dokončí předchozí kus nebo zakázku.

V tabulce není uveden podrobnější popis činnosti operátora po dobu spuštění programu, protože nebyly shledány žádné větší příležitosti pro zefektivnění této práce, operátor po spuštění programu kontroloval chod stroje, odstraňoval nečistoty, kontroval požadované

rozměry, vykonával zákonnou půlhodinovou přestávku a nutné přestávky. Doba opracování prvního finálního kusu byla 5:42:33. Není zde také uvedena výměna prvního obrobeného kusu z osmi kusů v dávce za další kus. Tato výměna trvala celkem 21:30. Byla podstatně rychlejší, z důvodu, že neobsahovala upnutí a očištění upínací palety, která tvoří mezičlánek mezi paletou zařízení Mazak 730 a upínacím prostředkem pro přenesení komory pomocí jeřábu. Tato paleta je po celou pevně spojena s paletou zařízení Mazak 730a to i po dobu opracovávání uvnitř stroje. Operátor manipuluje pouze s prostředkem na přenesení pomocí jeřábu, na kterém je upevněna mikroskopová komora.



Graf 4 – Rozdělení činností přestavby (vlastní zpracování)

6.4.3 Přesun interních činností do externích činností

Podstatou celého procesu SMED analýzy, jak zkrátit doby přetypovacích časů je převedení interních procesů, tedy procesů, kdy stroj nepracuje do externích činností, kdy stroj pracuje. Až na výjimky se jedná hlavně o činnosti spojené s výměnou obrobeného kusu za nový neobrobený kus, kdy výměna obsahuje demontáž dílu minulé operace, přenesení dílu jeřábem na paletu, očištění ploch nového i starého kusu, očištění palety zařízení, přenesení nového kusu jeřábem a upevnění na paletu zařízení.

6.4.4 Odstranění plýtvání

Při zkoumání záznamu přestavby bylo zjištěno, že operátor zbytečně prováděl některé činnosti, především zbytečnou chůzi, kdy zapomněl určité nářadí, či přípravky a vracel se pro ně. Operátoři mezi sebou vedli také soukromé rozhovory. Objevila se také situace, kdy operátor čekal na konec provozu zařízení, aby mohl začít s přestavbou, po zastavení stroje šel zkontrolovat vyložení nástroje, které mohl udělat v průběhu čekání na dokončení CNC

programu. V převážné většině se ale jednalo o plýtvání, které se vyskytovalo v době, kdy stroj pracoval tedy o externí činnosti.

6.4.5 Zkrácení časů interních činností

Dalším důležitým krokem ve zkrácení doby přetypování bude zkrátit co nejvíce interní činnosti, tak aby bylo dosaženo co největší efektivity a úspory času. Normovací časy stanové pro operátory v porovnání s pořízeným videozáznamem často neodpovídají reálnému obrazu přetypování. Je tedy potřeba standardizovat a co nejvíce urychlit veškeré interní časy, které není možné z povahy práce přesunout do externích činností, a tím docílíme požadované redukce času.

6.4.6 Návrh nového jízdního řádu

V této části můžete vidět nový návrhem jízdního řádu, pro tento druh přestavby (Tab. 10). Pro návrh bylo využito předchozích tří kroků k odstranění nepotřebných činností a převedení interních časů s cílem co největší úspory času a zrychlení přestavby.

Tabulka 10 – Nový jízdni řád (vlastní zpracování)

Pořadí	Popis činnosti	Druh činnosti	Doba trvání	Čas ukončení
1.	Chůze pro paletový vozík a přemístění palety	externí	0:03:59	0:03:59
2.	Upevnění na jeřáb a přemístění výkovku	externí	0:01:29	0:05:28
3.	Očištění výkovku	externí	0:01:38	0:07:06
4.	Dořezání závitu pro upnutí do přípravku	externí	0:04:53	0:11:59
5.	Vyfoukání otvorů závitů	externí	0:00:48	0:12:47
6.	Čištění výkovku	externí	0:00:58	0:13:45
7.	Čištění plochy přípravku na přenesení	externí	0:01:25	0:15:10
8.	Upnutí do přípravku	externí	0:06:45	0:21:55
9.	Otočení upnutého výkovku	externí	0:02:47	0:24:42
10.	Utažení šroubů do přípravku na přenesení	externí	0:00:41	0:25:23
11.	Přesun jeřábem	externí	0:01:26	0:26:49
12.	Chůze pro paletu s přípravky	externí	0:02:15	0:29:04
13.	Úklid nářadí	externí	0:03:54	0:32:58
14.	Studování postupu - rozhovor	externí	0:01:13	0:34:11
15.	Změření chybějícího nástroje	externí	0:00:56	0:35:07
16.	Převoz vozíku s nástroji k zásobníku	externí	0:00:53	0:36:00
17.	Výměna plátu ostří u nástroje	externí	0:05:39	0:41:39
18.	Kontrola nástrojů z minulé operace	interní	0:04:44	0:46:23
19.	Vyskládání starých nástrojů	interní	0:02:41	0:49:04

20.	Vkládání nových nástrojů	interní	0:06:07	0:55:11
21.	Kontrola správnosti pořadí nástrojů	interní	0:01:12	0:56:23
22.	Očištění vnitřních stykových ploch zařízení	interní	0:06:41	1:03:04
23.	Kontrola programu	interní	0:05:00	1:08:04
24.	Zaměření rozměrů obrobku	interní	0:03:57	1:12:01
25.	Kontrola frézovacího nástroje	interní	0:00:27	1:12:28
26.	Spuštění program obrábění	externí	5:42:33	6:55:01
	Čas přestavby bez výroby 1. kusu		1:12:28	
	Čas přestavby s výrobou 1. kusu		6:55:01	

Přestavba zařízení tohoto typu v podmínkách této společnosti, jejíž výroba je převážně kusová, je velice komplikovaná, protože ji ovlivňuje velké množství faktorů a může být řečeno, že přestavba ve většině případů nebude probíhat za stejných podmínek. Ve výše uvedené tabulce (Tab. 10) je vidět aplikace nového jízdniho řádu. Oproti předešlé situaci bylo navrženo několik zlepšení a odstranění plýtvání.

Jako první věc byla odstraněna příprava a měření nástrojů, o které by se měl starat nástrojář, eliminace rozhovorů a čekání. Operátor si přichystá paletu s přípravky z minulé operace, dále má na starosti vychystání a očištění výkovku, včetně očištění a upnutí, kontrolu ostrosti nástrojů s případnou výměnou plátů ostří. Na tyto činnosti nemusí být kladen tak vysoký důraz, pokud operátor provádí tyto činnosti v době, kdy zařízení pracuje a ví, že má dostatek času, protože zařízení bude ještě dlouho v provozu, může dbát na kvalitu odvedené práce.

Druhou podstatnější částí je stav, kdy je zařízení zastaveno a od této chvíle všechny činnosti které operátor provádí, jsou až do doby znovu zprovoznění stroje interní, tedy je třeba dbát na efektivitu a rychlost provedené práce.

V této části byla ponechána kontrola nástrojů z minulé operace, vyskládání starých nástrojů a vkládání nových nástrojů bez eliminace. Tyto tři zmíněné operace jdou provádět i při chodu stroje, kdy operátor může otevřít zásobník a kontrolovat a vyměňovat nástroje. Byly ponechány v novém jízdniho řádu z toho důvodu, že je doporučeno nezasahovat do stroje, pokud je v provozu a z důvodu, že by si musel operátor zajistit, aby nástroj, který používal, už nebude zařízení využívat. Bylo by potřeba také přepsat pořadí nástrojů v zařízení podle jednotlivých uložených míst a mohlo by dojít k umístění nástroje na chybné místo a tím způsobit zničení nástroje, znehodnocení obrobku či poškození zařízení.

Byla dána přednost bezpečnosti před ušetřením několika minut a tyto činnosti zde byly ponechány.

Nejvýznamnější částí nového jízdního řádu je eliminace činnosti spojené s výměnou obrobeného kusu za nový neobrobený kus. Tyto činnosti v součtu dohromady tvoří padesát čtyři minut a bylo by možné je přesunout do externích činností, pokud by firma investovala do koupě dodatečné palety pro upnutí obrobku, podrobněji je tato problematika rozebrána v další kapitole.

6.5 Faktory vstupující do přestavby

V tomto typu výroby, která se velice přibližuje kusové výrobě, má mnoho specifikací a tou hlavní je proměnlivost. Do přestavby vstupuje velké množství faktorů, které ovlivňují čas přestavby. Až na nepatrné odchylky je každá výroba jedinečná a nelze na ni uplatňovat celkovou standardizaci, můžeme však standardizovat jednotlivé faktory, které čas přestavby ovlivňují. Při pozorování práce ve výrobním prostředí společnosti a při provádění analýzy výrobního procesu byly zachyceny tyto faktory, které vstupují do přestavby a ovlivňují její délku. Je potřebné brát jednotlivé faktory v úvahu, pracovat s nimi, díky tomu může být přestavba urychlena a zefektivněna.

6.5.1 Předcházející práce

Tento faktor při správných okolnostech může výrazně pomoci k urychlení přestavby. Pokud operátor CNC zařízení pracuje na zařízení, kde probíhá dlouhý pracovní proces, má možnost si připravit nástroje, potřebné nářadí, upínací prostředky s předstihem a mít všechno připraveno v době, kdy zařízení přestane pracovat a je potřeba na něm provést přestavbu. Může tak zabránit zbytečnému plýtvání v době, kdy stroj čeká na přestavbu a nevyrobí.

6.5.2 Přípravenost nástrojů

Velice významnou okolností je stav nástrojů, zdali jsou nástroje vychystány a CNC operátor je pouze vloží do zařízení nebo jsou nástroje umístěny v ostatních zařízeních a je potřeba je shromáždit a složit. V tomto bodě hraje hlavní roli nástrojář, který se stará o stav a připravenost nástrojů. Rozhodující je také zásoba a duplicita některých druhů nástrojů. Pokud nástrojář nestihne připravit nástroje z důvodu velkého vytížení během dne, musí

tuto činnost provádět operátor zařízení. Negativní vliv na přestavbu to může mít v době, kdy zařízení nepracuje a operátor připravuje potřebné nástroje pro přestavbu.

6.5.3 Spolupráce s předcházejícím operátorem

Pomoc a ochota operátora CNC zařízení z předcházející směny může mít podstatný vliv na dobu přestavby. Například, jak již bylo řečeno, pokud je přestavba prováděna v noční směně, nemusí být připraveny nástroje, zařízení pracuje v kratších intervalech nebo je potřeba, aby CNC operátor byl celou dobu u zařízení z důvodu častého vstupu do zařízení nebo vykonával dohled na prováděnou práci. V těchto situacích pomoc od operátora z předcházející směny významným způsobem snižuje dobu přestavby. Například jeden operátor kompletuje nástroje a měří je, zatímco druhý upíná obrobek na paletu pro přenesení.

6.5.4 Faktor pracovní směny

Druh pracovní směny, který přichází na dobu přestavby je také potřeba zohlednit. V noční směně jsou zaměstnanci pomalejší, mají nižší efektivitu práce, častěji se vyskytují formy plýtvání, ať už chůze, či rozhovory a je obtížnější udržet pozornost. Tento faktor působí na všechny podniky, nelze to vztahovat na tento konkrétní případ, ale je třeba ho brát na vědomí.

6.5.5 Náhodné chyby

CNC frézovací stroje jsou velice komplikovaná zařízení a čas od času se může, vyskytnou neočekávaná chyba, ať už porucha na stroji, zlomení nástroje, mohou nastat situace, kdy běžně odzkoušený postup nefunguje. Jako například situace v době natáčení přestavby, kdy odeslání seznamu nástrojů z měřicího zařízení nefungovalo a bylo potřeba přetáhnout informace pomocí USB disku, což však operátor CNC zařízení z noční směny nedovedl. Přenos musel provést operátor z odpolední směny, pokud by v době problému nebyl v hale pracovník, který by byl schopný řešit tento problém, musel by operátor z noční směny zadávat informace o nástrojích ručně, což by sebou mohlo nést vysoké riziko chyby v přepisování informací. Tyto chyby se vyskytují ve všech podnicích a nelze jim ve většině případů předcházet.

6.5.6 Kvalita CNC programu

Toto hledisko se netýká samotné přestavby, ale spíše výroby prvního finálního kusu. Tento parametr je stěžejním u výrobků, které jsou vyráběny ve společnosti prvně. Kdy kvalita provedení CNC programu z technologického úseku hraje podstatnou roli. Do nekvalitně provedeného programu musí operátor vstupovat a upravovat jej, což prodlužuje dobu výroby, narušuje plán výroby a v součtu tyto úpravy stojí i nemalé finanční prostředky.

6.5.7 Faktor kamery

Požizování záznamu přestavby kamerou, mohlo vyvolat u operátora CNC zařízení potřebu předvádět nadstandardní výkon z obav, že bude záznam poskytnut některému z vedoucích pracovníků společnosti ke kontrole. Tento způsob zaznamenávání přestavby nijak neovlivnil výsledky samotného měření. Je zde pouze popsáno, že přestavba nemusí pobíhat ve všech případech stejně efektivně a faktor kamery může snižovat objektivitu pořízených dat, tedy ukázkou reálného obrazu, jak přestavba obvykle probíhá.

6.5.8 Individuální schopnosti zaměstnance

Každý zaměstnanec má odlišné schopnosti, například organizaci práce, zvládání fyzické zátěže a bude dosahovat rozdílných času. Podnik nijak nemůže ovlivnit toto hledisko, protože není možné, aby se přestavbou zabýval pouze jeden zaměstnanec k tomu určený.

7 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ

V této kapitole jsou popsány návrhy, které budou sloužit k odstranění zjištěného plýtvání a nedostatků ve výrobním procesu. Návrhy budou zahrnovat kroky ke zrychlení časů přestavby, tak aby byly odstraněny pokud možno všechny typy plýtvání, prostojů, a aby bylo dosaženo co nejrychlejšího a nejefektivnějšího procesu přestavby.

Nákup nového strojního zařízení

Toto řešení je z pohledu podniku nejoptimálnější vzhledem k přestavbám. Nové moderní zařízení jsou na tak vysoké technologické úrovni, kdy doby přestaveb strojů trvají pouhé sekundy, maximálně desítky sekund. Pro společnost NTS Prometal Machining, s. r. o. bych doporučil zakoupení nového CNC frézovacího paletového stroje s počtem palet mezi pěti a deseti kusy. Důvodem nákupu tohoto zařízení je, že technologie tohoto stroje umožňuje práci na jednom výrobku, zatímco operátor CNC zařízení upíná další obrobky na palety. Zařízení je samo schopno nalézt požadovanou paletu s výrobkem v regálu, vyzvednout ji a přesunout jej na pracovní plochu, kde je dále opracováno. Zařízení tedy eliminuje zdlouhavé přetypovací časy a pracuje samostatně téměř bez zásahu operátora. Je tedy možné měnit druh zakázky během několika vteřin na požádání. Zařízení tohoto typu ukládají do paměti poslední operaci prováděnou na obrobku, což sebou nese výhodu odstranění zdlouhavého zadávání příkazů, pokud je nezbytně nutné přejít na výrobu jiného sortimentu a po vyhotovení tohoto výrobku, když se stroj vrací zpět k předešlému kusu. Další výhodou tohoto zařízení je, že má svůj samostatný zásobník pouze pro toto zařízení a odpadá tím zdlouhavé vychystávání nástrojů, není také potřeba měřit nástroje, zařízení si samo změří nástroj a uloží rozměry do paměti. Stroj si sám ze zásobníku vyzvedne nástroj a pokračuje v práci, počet nástrojů v zásobníku je téměř neomezený a záleží pouze na požadavku zákazníka. Je možné také naprogramovat zařízení tak, aby při zlomení nástroje například závitníku, vyzvedlo stejný nástroj, pokud bude v zásobníku obsažen vícekrát a pokračovalo v práci, bez toho, aniž by bylo potřeba zastavovat zařízení a vychystávat nový nástroj. Stroj využívá také možnosti informování příslušného zaměstnance pomocí mobilního telefonu, pokud dojde k závadě na stroji. Ze zvolených výrobců zařízení bych doporučil například italského výrobce MCM, jehož zařízení splňují výše popsané parametry a společnost je ochotna se podílet na zpracování layout a dále spolupracovat na využití tohoto zařízení ve společnosti NTS Prometal Machining, s. r. o. nebo například zařízení německého výrobce Heller. Zařízení společnosti MCM můžete vidět na obrázku

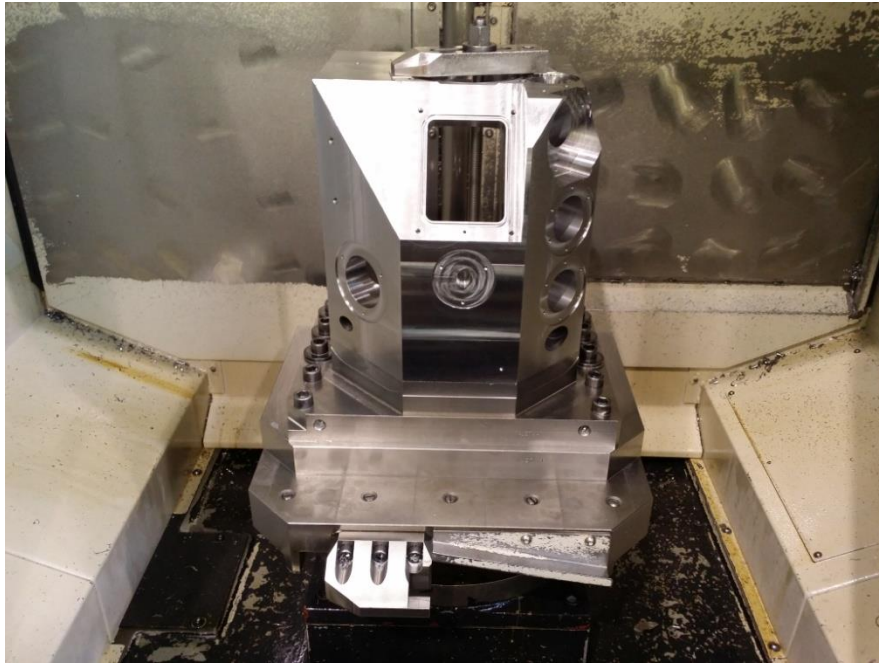
(Obr. 30). Toto řešení je zdaleka finančně nejnáročnější, ale maximálně efektivně řeší veškeré faktory, které vstupují do výroby.



Obrázek 30 – Více paletové CNC zařízení MCM (Directindustry.com, © 2015)

Nákup dodatečné palety

Méně finančně náročnou variantou je pořízení další palety pro upínání výrobků. Výroba mikroskopové komory probíhá na zařízení Mazak 730, což je dvou paletové zařízení. Bohužel společnost NTS Prometal Machining, s. r. o. disponuje na tomto zařízení pouze jednou paletou, na kterou se dá upnout výrobek. Hlavní účel dvoupaletového zařízení, tedy je, že zařízení pracuje s jednou paletou a na druhé paletě operátor CNC zařízení připravuje další výrobek, tak aby v okamžiku kdy, zařízení přestane pracovat, byla doba přestavby v ideálních podmínkách rovna času potřebnému výměně palety s obrobeným kusem za paletu s neobrobeným kusem, kterou provádí stroj. Tato nově pořízená paleta by pomohla výrazně snížit čas přestavby.



*Obrázek 31 – Systém upnutí mikroskopové komory
(vlastní zpracování)*

Nákup samostatných nástrojů pro mikroskopovou komoru

Další variantou, která by eliminovala faktor vychystávání nástrojů je pořídit nástrojovou sadu pouze pro tento typ výrobků. V obou operacích přetypování je potřeba dohromady 64 nástrojů a 64 upínačů. Pokud nastane situace, kdy nejsou vychystány nástroje a operátor je bude muset vychystat sám například na noční směně, kde nebude přítomný nástrojář, v době kdy zařízení stojí, což je nejhorší možnou variantou z tohoto pohledu a firmu stojí peníze. Pokud by byly zakoupeny nástroje a uloženy v nástrojárně pouze pro výrobu tohoto druhu výrobku nebo pro soubor výrobků může být zamezeno vychystávání. Další možností jak zkrátit práci s nástroji je pořízení držáků nástrojů s čipem, do kterého by zařízení zapisovalo rozměry nástroje před operací a ukládalo nové rozměry nástrojů, po každé provedené operaci. Tyto držáky s čipy by pak odstranily měření nástrojů, protože rozměr by byl stále zapsán v upínači s čipem.

Zaměstnaní dalšího nástrojáře

Společnost NTS Prometal Machining, s. r. o. disponuje dvanácti výrobními zařízeními, z toho je 8 fréz a čtyři soustruhy. Přestavby prakticky mohou probíhat v průběhu celého dne, ať už v ranní, odpolední, tak noční směně i několikrát za den na stejném zařízení, navíc pokud zařízení pracuje v krátkých pracovních cyklech a je potřeba často měnit výrobky nebo dohlížet na průběh pracovní operace není možné, aby se operátoři CNC

zařízení podíleli na přípravě nástrojů a veškerá práce o ně tudíž spadá do kompetence nástrojáře. Z těchto důvodů není možné, aby se staral jeden nástrojář o takové množství strojů sám. Z pozorování výrobního procesu vyplývá, že nástrojář ve společnosti je přetížen, protože se musí starat nejen o administrativní věci ohledně nástrojů, ale také jejich měření a přípravu. Roli nástrojáře by mohl zastoupit také CNC operátor z předcházející směny, který by v době přesčasu pomohl operátorovi dané směny, pokud by hrozilo dlouhé odstavení stroje z důvodů přípravy nástrojů.

Finanční hodnocení technologů mistrem obrobny

Z důvodu objevujících se chyb a nevytlačení CNC programů z oddělení technologie, kdy vlivem rychlé nebo nekvalitně provedené práce se zbytečně prodlužuje doba výroby. Tato situace nastává především v případech, kdy je potřeba vytvořit CNC program na výrobek, který ještě nikdy nebyl v podniku vyráběn. Pokud porovnáme situaci, kdy technolog neodvede práci dokonale z důvodů časové vytíženosti, a CNC operátor budeme muset do programu zasahovat a prodlouží tak výrobu daného výrobku jenom o jednu hodinu. Ve finančním srovnání se dostáváme při uvažované ceně hodiny práce technologa na 150 Kč vůči ztrátě hodiny práce stroje 1 500 Kč, je ztráta 1 350 Kč za každou hodinu, kterou stroj zbytečně tráví čekáním. Z toho důvodu bych uvažoval, aby mistr obrobny měl možnost rozhodovat určitým procentem o odměnách a osobním ohodnocení jednotlivých technologů, jakožto nezaujatá osoba. Informace o kvalitě programů by si vyžádal od CNC operátorů, kteří by mu hlásili nedostatky. Tím by se dosáhlo zkvalitnění provedené práce a snížení komplikací spojené s vyladováním CNC programů.

7.1 Finanční zhodnocení návrhů

Finančně nejnáročnější projektem by byl nákup nového výrobního zařízení, jehož cenu společnost odhaduje na 1 200 000 € v závislosti na pořízeném příslušenství. Nelze však brát tuto investici pouze jako investici, která má v budoucnu přinést pouze úsporu, je to především investice do inovace, která společnosti pomůže obnovit potřebný technologický park a udržet konkurenceschopnost společnosti.

Zařízení MCM, kde je čas přestavby maximálně několik desítek vteřin, by společnost mohla jenom odstraněním tohoto faktoru ušetřit 141 420 Kč/rok vis následující výpočet a to pouze u mikroskopových komor. Ten to čas obsahuje přechod zařízení na nový výrobek, který trvá 1:22:43 kdy čas přechodu je součet časů operací od 24. do 45. (Tab. 9). Tento

součet obsahuje výměny kusu, a pokud by byly odstraněny i časy které obsahují kontrolu, vyskládání starých a vkládání nových nástrojů. Za předpokladu, že by měl nový stroj stejný hodinový tarif, jako ten stávající.

$$\text{Roční úspora času} = 1:22:42 * 13 \text{ ks} * 2 \text{ přestavby} = 2 \ 151,5 \text{ min}$$

$$21,5 * 87 \text{ ks} * 2 * \text{ přestavby} = 3741 \text{ min}$$

$$\text{Roční úspora peněz} = (2 \ 151,5 + 3741) \text{ min} * 24 \text{ Kč} = 141 \ 420 \text{ Kč}$$

Pro nákup nové palety bylo kalkulováno s úsporou času, která je uvedena v tabulce s analýzou činnosti (Tab. 9). Výpočet je rozdělen do dvou částí. První část obsahuje výpočet úspory času pro první kusy, které budou vyrobeny jako první, hned po přestavbě. Pokud budeme předpokládat 13 kusů těchto výrobků, které byly vypočítány, jako 100 ks vyděleno 8 kusy interní dávky. Tento rozdíl v době trvání je způsoben složitějším upnutím prvního kusu hned po přestavbě. Čas pro upnutí těchto kusů trvá 54:00. V druhé části u dalších 87 kusů kalkulujeme s časem výměny 21:30, který je dán faktem, že výměna obrobeného kusu za neobrobený je zde výrazně rychlejší. Po sečtení těchto jednotlivých časů a vynásobením minutovým tarifem stroje, který je 24 Kč za minutu jsme se dostali na výslednou úsporu 123 480 Kč za rok. Cena dodatečné palety pro zařízení Mazak 730 je 500 000 Kč.

$$\text{Roční úspora času} = 0:54:00 * 13 \text{ ks} * 2 \text{ přestavby} = 1 \ 404 \text{ min}$$

$$21,5 * 87 \text{ ks} * 2 \text{ přestavby} = 3 \ 741 \text{ min}$$

$$\text{Roční úspora peněz} = (1 \ 404 + 3 \ 741) \text{ min} * 24 \text{ Kč} = 123 \ 480 \text{ Kč}$$

$$\text{Doba návratnosti} = 500 \ 000 \text{ Kč} / 259 \ 200 \text{ Kč} = 4,049 \text{ roku}$$

Tato finanční úspora je vyčíslena pouze pro mikroskopové komory za jeden rok, pokud bude paleta použita pro všechny výrobky, které budou vyráběny na zařízení Mazak 730, a budou vhodné pro tento typ palety, může být roční úspora daleko vyšší a návratnost daleko kratší.

Pokud se jedná o finanční vyčíslení pořízení nástrojů pro obě operace, což je dohromady 64 nástrojů činí částka 147 747 Kč, pokud k tomu společnost bude pořizovat ještě upínače, což by bylo v hodné, protože nástroj bez upínače nelze použít, dostáváme se na částku 206 000 Kč za upínače k nástrojům. V součtu pak tato částka činí 353 747 Kč, částky byly získány od pracovníků z technického úseku. Návratnost investice lze však velice těžce vyčíslit, protože nelze s přesností vypočítat roční úsporu, z toho důvodu, že připravenost

nástrojů zaleží na velkém množství okolností, jako je například momentální rozmístění nástrojů v ostatních zařízeních v době přestavby. I přestože nelze s přesností vyčíslit úsporu, dostatečná zásoba nástrojů s upínači pomůže snížit riziko prodloužení přestavby z důvodů dlouhé přípravy a kompletování nástrojů a společnosti bych nákup dodatečných nástrojů určitě doporučil.

Podobná situace nastává, pokud budeme vyčíslovat investici a návratnost při zaměstnání dodatečného nástrojáře. Pokud budeme uvažovat s měsíční mzdou 25 000 Kč před zdaněním, dostáváme se na částku 300 000 Kč za rok. Jak již bylo řečeno návratnost je obtížně vypočitatelná, protože podmínky přestavby se stále mění, výhodou dalšího nástrojáře je, že by se mohl s kolegou střídat na během směn a tím bychom zajistily, že například v odpolední směně bude na pracovišti přítomen pracovník starající se o nástroje a operátoři by se mohli věnovat obsluze CNC zařízení. Jako alternativu bych viděl zaškolení pracovníka uvnitř podniku, který by byl v době potřeby převeden k přípravě nástrojů. Dalším přínosem by bylo porovnání výkonnosti práce jednotlivých nástrojářů a odhalení nízké pracovní výkonnosti.

ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo analyzovat výrobní proces ve společnosti NTS Prometal Machining, s. r. o. Zorientovat se v sortimentu výrobků společnosti, který čítá několik tisíc druhů výrobků. Pomocí metod, které byly zvoleny byl vybrán jeden konkrétní výrobek a bylo zjištěno plýtvání, ke kterému dochází při jeho výrobě a navrhnout možnosti, jak proces ještě více zefektivnit.

V teoretické části jsem čerpal z literárních zdrojů, které obsahují historii průmyslového inženýrství, co je za vědní obor, popisují práci průmyslového inženýra, štíhlým podnikem, druhý plýtvání, vybranými metodami průmyslového inženýrství a také obsahují teoretický základ, ze kterého jsem čerpal pro mé metody a analýzy, které byly použity v praktické části.

V praktické části byla stručně představena společnost NTS Prometal Machining, s. r. o., její historie, cíle a vize. Pro zjištění nejdůležitější části výrobního programu (tzn. okruh nejdůležitějších a nejčastěji vyráběných výrobků) byla použita ABC analýza, z tohoto okruhu byl vybrán jeden konkrétní výrobek, tím byla mikroskopová komora, u níž jsem sledoval po celou dobu průběh výroby, od surového výkovku až po finální výrobek, který se odesílal zákazníkovi. Výroba této mikroskopové komory je ovlivňována velkým množstvím faktorů. Jako nejdůležitější se jevily příliš dlouhé časy přestaveb strojů, pro jejímž zkrácení byla využita metoda SMED. Při analyzování video záznamu bylo zjištěno, že nejdelší interní čas zabere výměna obrobeného kusu za neobrobený kus, (z důvodu velké hmotnosti je potřeba používat jeřáb) a komora má také velmi složité a zdlouhavé upnutí.

V doporučení, jak řešit tento problém byly navrženy dva způsoby, jak může být tento čas výrazně zkrácen nebo dokonce úplně eliminován. Finančně nejnáročnější by bylo pořízení nového více paletového CNC frézovacího zařízení, jehož cena se pohybuje okolo 1 200 000 € a dokázal by téměř eliminovat tento problém, pořízení tohoto stroje by bylo také vítanou technologickou inovací, která by přinesla společnosti nové možnosti, jak ještě více zdokonalit svůj výrobní proces. Dalším možným návrhem, který není tak finančně náročné je pořízení dodatečné palety pro upnutí pro zařízení Mazak 730, na kterém jsou mikroskopové komory vyráběny.

Mezi další návrhy patří také nákup nové sady nástrojů, které by byly určeny pouze pro výrobu určitého okruhu výrobků včetně mikroskopové komory a zaměstnání dalšího nástrojáře. Tato kombinace by maximálně zefektivnila práci s přípravou nástrojů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BOBÁK, Roman. Výrobní a logistická výkonnost podniků gumárenského a plastikářského průmyslu v České republice. Zlín: Česká společnost průmyslové chemie, místní pobočka Gumárenská skupina Zlín, 2011. ISBN 978-80-02-02354-8.

CHAPMAN, Stephen N. Thefundamentalsofproductionplanning and control. UpperSaddle River, NJ: Pearson/PrenticeHall, 2006. ISBN 0-13-017615-X. Dostupné také z: http://katalog.k.utb.cz/F/?func=service&doc_library=UTB01&doc_number=000034731&line_number=0002&func_code=WEB-BRIEF&service_type=MEDIA

DENNIS, Pascal. Leanproductionsimplified: a plainlanguageguide to theworld's most powerfulproductionsystem. 2nd ed. BocaRaton: CRC Press, c2007. ISBN 978-1-56327-356-8.

Directindustry.com/[online]. [cit. 2016-05-13]. Dostupné z: <http://www.directindustry.com/prod/mcm-machining-centers-manufacturing/product-5994-987833.html>

FEKETE, Milan. Efektivnyprodukčný systém. Vyd. 1. Bratislava: Kartprint, 2012. ISBN 978-80-89553-09-9.

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

JACOBS, F. Robert. Manufacturingplanning and controlforsupplychain management. 6th ed. New York, NY: McGraw-Hill/Irwin, 2011. TheMcGraw-Hill/Irwinseries in operations and decisionsciences. ISBN 978-0-07-337782-7.

JUROVÁ, Marie. Výrobní procesy řízené logistikou. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2013. ISBN 978-80-265-0059-9.

KAVAN, Michal. Výrobní a provozní management. 1. vyd. Praha: Grada, 2002. Expert. ISBN 80-247-0199-5.

KEŘKOVSKÝ, Miloslav a Ondřej VALSA. Moderní přístupy k řízení výroby. 3., dopl. vyd. V Praze: C.H. Beck, 2012. C.H. Beck pro praxi. ISBN 978-80-7179-319-9.

KOŠTURIÁK, Ján. Průmyslové inženýrství: Kdo je průmyslový inženýr. [Http://www.ipaslovakia.sk](http://www.ipaslovakia.sk) [online]. 2007 [cit. 2016-05-10]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/cz/ipaslovnik/prumyslove-inzenyrstvi>

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium. ISBN 80-86851-38-9. Dostupné také z:

http://toc.nkp.cz/NKC/200701/contents/nkc20061651846_1.pdf

MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. TPM: management a praktické zavádění. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000. ISBN 8090223559.

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

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

SALVENDY, Gavriel. Handbook of industrial engineering: technology and operations management. 3rd ed. New York: Wiley, 2001. ISBN 0-471-33057-4. Dostupné také z:

<http://www.loc.gov/catdir/description/wiley034/2001022320.html>

SHIMOKAWA, Koichi a Takahiro FUJIMOTO. The birth of lean: conversations with Taiichi Ohno, Eiji Toyoda, and other figures who shaped Toyota management. Cambridge, MA: Lean Enterprise Institute, c2009. ISBN 978-1-934109-22-9

SHINGŌ, Shigeo. A study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint. Rev. ed. New York, NY: Productivity Press, c1989. ISBN 0-915299-17-8.

Somentequalidade.wordpress.com: Shigeo Shingo [online]. 2012 [cit. 2016-05-13].

Dostupné z: <https://samentequalidade.wordpress.com/2012/05/01/shigeo-shingo/#more-307>

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. Výrobek a jeho úspěch na trhu. 1. vyd. Praha: Grada, 2001. Manažer. ISBN 80-247-0053-0.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ABC analýza Způsob výběru nejdůležitějších členů ze souboru

SMED Single Minute Exchange of Die – metoda pro zefektivnění přetypování

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 – Role průmyslového inženýra (ipaslovakia.sk © 2007)</i>	15
<i>Obrázek 2 – Schéma štíhlé výroby (Košturiak, 2006, s. 23)</i>	20
<i>Obrázek 3 - Technologický a předmětný layout (Mašín, 200, s. 54)</i>	22
<i>Obrázek 4 – Druhy plýtvání (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 45)</i>	26
<i>Obrázek 5 – Poměr plýtvání a přidané hodnoty (Mašín, Vytlačil, 2003, s. 20)</i>	28
<i>Obrázek 6 – Metody štíhlého podniku (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 99)</i>	29
<i>Obrázek 7 – Princip Kanbanu (Mašín, Vytlačil, 2000, s. 266)</i>	32
<i>Obrázek 8 – Shigeo Shingo (Somentequalidade.wordpress.com © 2012)</i>	35
<i>Obrázek 9 – Postup metody SMED(Mašín, Vytlačil, 2000, s. 2015)</i>	38
<i>Obrázek 10 – Graf ABC analýzy (Keřkovsk, Valsa, 2001, s. 112)</i>	40
<i>Obrázek 11 – Logo společnosti (interní zdroje)</i>	42
<i>Obrázek 12 – Foto společnosti (interní zdroje)</i>	43
<i>Obrázek 13 – Schéma organizační struktury (vlastní zpracování)</i>	48
<i>Obrázek 14 – Layout společnosti (vlastní zpracování)</i>	50
<i>Obrázek 15 – Surový výkovek (vlastní zpracování)</i>	58
<i>Obrázek 16 – Výkovek po dodavatelské operaci (vlastní zpracování)</i>	59
<i>Obrázek 17 – Obrobek po 1. upnutí (vlastní zpracování)</i>	60
<i>Obrázek 18 – Obrobek po 2. upnutí (vlastní zpracování)</i>	61
<i>Obrázek 19 – Mikroskopová komora po povrchové úpravě (vlastní zpracování)</i>	62
<i>Obrázek 20 – Mikroskopová komora připravená k expedici (vlastní zpracování)</i>	62
<i>Obrázek 21 – Zařízení Mazak 730 (vlastní zpracování)</i>	63
<i>Obrázek 22 - Mazak 630 s typickým představitelem (vlastní zpracování)</i>	64
<i>Obrázek 23 - Mazak 500 s typickým představitelem (vlastní zpracování)</i>	64
<i>Obrázek 24 - Mazak Nexus 410 s typickým představitelem (vlastní zpracování)</i>	65
<i>Obrázek 25 - Okuma LB 3000 s typickým představitelem (vlastní zpracování)</i>	65
<i>Obrázek 26 - Okuma LB 4000 s typickým představitelem (vlastní zpracování)</i>	66
<i>Obrázek 27 – Okuma Multus s typickým představitelem (vlastní zpracování)</i>	66
<i>Obrázek 28 – Makino S56 s typickým představitelem (vlastní zpracování)</i>	67
<i>Obrázek 29 – Akira SV 1850 s typickým představitelem (vlastní zpracování)</i>	68
<i>Obrázek 30 – Více paletové CNC zařízení MCM (Directindustry.com, © 2015)</i>	78
<i>Obrázek 31 – Systém upnutí mikroskopové komory (vlastní zpracování)</i>	79

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1 – Procentuální podíl cyklových časů (vlastní zpracování)</i>	<i>52</i>
<i>Tabulka 2 – Procentuální podíl celkového času operace (vlastní zpracování)</i>	<i>52</i>
<i>Tabulka 3 – Procentuální podíl počtu kusů v operaci (vlastní zpracování)</i>	<i>53</i>
<i>Tabulka 4 - Rozdíl pracnosti (vlastní zpracování)</i>	<i>54</i>
<i>Tabulka 5 - Členění podle očekávaných nákladů (vlastní zpracování)</i>	<i>54</i>
<i>Tabulka 6 - Členění podle počtu vyrobených kusů (vlastní zpracování)</i>	<i>55</i>
<i>Tabulka 7 - Členění podle pracnosti (vlastní zpracování)</i>	<i>55</i>
<i>Tabulka 8 - Členění podle počtu objednávek (vlastní zpracování)</i>	<i>56</i>
<i>Tabulka 9 – Průběh přestavby (vlastní zpracování)</i>	<i>69</i>
<i>Tabulka 10 – Nový jízdní řád (vlastní zpracování)</i>	<i>72</i>

SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf 1 – Vývoj tržeb společnosti (vlastní zpracování)</i>	44
<i>Graf 2 – Vývoj počtu zaměstnanců (vlastní zpracování)</i>	45
<i>Graf 3 – Oblasti výroby (interní zdroje)</i>	51
<i>Graf 4 – Rozdělení činnosti přestavby (vlastní zpracování)</i>	71

PŘÍLOHA P I: NÁZEV PŘÍLOHY