

Zefektivnění procesu výroby frézovacích nástrojů ve firmě ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a. s.

Bc. Veronika Žídková

Diplomová práce
2015



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: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Veronika Žídková**
Osobní číslo: **M120553**
Studijní program: **N6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Průmyslové inženýrství**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Zefektivnění procesu výroby frézovacích nástrojů ve firmě ZPS - FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a. s.**

Zásady pro vypracování:

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte teoretické podklady k dané oblasti.

II. Praktická část

- Zpracujte základní charakteristiku činnosti firmy ZPS - FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a. s.
- Proveďte analýzu současného stavu výrobního procesu.
- Na základě analýzy navrhněte možná řešení, která by vedla ke zlepšení současného stavu.
- Vypracujte projekt zefektivnění vybraných částí výrobního procesu.

Závěr

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

Seznam odborné literatury:

KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK. Štíhlý a inovativní podnik. Praha: Alfa Publishing, 2006, 237 s. ISBN 80-86851-38-9.
LIKER, Jeffrey K. The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer. New York: McGraw-Hill, c2004, xxii, 330 s. ISBN 0071392319.
MAŠÍN, Ivan a Milan VYTLAČIL. Nové cesty k vyšší produktivitě: metody průmyslového inženýrství. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství, 2000, 311 s. ISBN 80-902235-6-7.
SHINGO, Shigeo. A study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint. Rev. ed. New York, NY: Productivity Press, c1989, xxxiv, 275 s. ISBN 0-915299-17-8.
TUČEK, David a Roman BOBÁK. Výrobní systémy. Vyd. 2. upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 8073183811.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Dobroslav Němec**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů
Datum zadání diplomové práce: **16. února 2015**
Termín odevzdání diplomové práce: **27. dubna 2015**

Ve Zlíně dne 16. února 2015


prof. Dr. Ing. Drahomíra Pavelková
děkanka




prof. Ing. Felicita Chromjaková, PhD.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

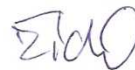
Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně



.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Diplomová práce je zaměřena na zvýšení efektivnosti vybraných pracovišť ve společnosti ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE, a.s. Teoretická část práce popisuje především metody zaměřené na analýzu přestaveb strojů, využití strojního zařízení a odstranění plýtvání. Cílem praktické části je na základě provedených analýz vybrat vhodné pracoviště, u kterého by bylo potřebné uplatnit metody průmyslového inženýrství popsané v teoretické části. Výsledkem projektového řešení je návrh řady opatření, které výrazně omezí plýtvání všeho druhu.

Klíčová slova: průmyslové inženýrství, SMED, využití strojů, vícestrojová obsluha, layout

ABSTRACT

Diploma thesis is focused on increasing the efficiency of selected workplaces in company ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE, a.s. The theoretical part mainly describes methods on analyzing exchanges of tools, machine utilization and elimination of waste. The aim of practical part is to choose appropriate workplace where it is necessary to use methods of industrial engineering which were described in theoretical part. The recommendations are discussed in project part including proposal for the significant elimination of all kinds of waste.

Keywords: Industrial Engineering, SMED, Machine Utilization, Multi-machine Operation, Layout

Tímto bych ráda poděkovala panu Ing. Dobroslavu Němcovi za odborné vedení, cenné rady, ochotu a čas, které mi věnoval během vypracování této diplomové práce.

Také bych chtěla poděkovat panu JUDr. Václavu Čmolíkovi za umožnění realizace mé diplomové práce ve společnosti ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE, a.s.

OBSAH

ÚVOD	10
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	13
1.1 KDO JE PRŮMYSLOVÝ INŽENÝR	13
1.2 KLASICKÉ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ.....	13
1.3 MODERNÍ PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ	14
2 VÝROBNÍ SYSTÉM A JEHO TYPOLOGIE	16
2.1 FORMY ORGANIZACE VÝROBNÍHO PROCESU	16
2.1.1 Proudová výroba	16
2.1.2 Skupinová výroba.....	16
2.1.3 Fázová výroba	17
2.2 TYPY VÝROBNÍCH PROGRAMŮ.....	17
2.2.1 Výroba podle zakázek	17
2.2.2 Výroba na sklad.....	17
2.2.3 Výroba řízená zásobami	17
2.3 HLEDISKO OPAKOVATELNOSTI VÝROBY	18
2.3.1 Kusová výroba	18
2.3.2 Sériová výroba	18
2.3.3 Hromadná výroba.....	18
3 ŠTÍHLÝ PODNIK	19
3.1 CHARAKTERISTIKA ŠTÍHLÉ VÝROBY	20
3.1.1 Štíhlé pracoviště	20
3.1.2 Metoda SMED	21
3.1.3 Štíhlý layout	21
3.1.4 Spaghetti diagram.....	22
3.2 PLÝTVÁNÍ VE VÝROBĚ.....	22
4 PRAVIDLO 80/20	24
5 SMED	25
5.1 CHARAKTERISTIKA METODY SMED	25
5.2 METODIKA SMED	26
6 5S	29
7 TECHNOLOGIE POUŽÍVANÉ PŘI VÝROBĚ FRÉZ	30
7.1 TECHNOLOGIE TŘÍSKOVÉHO OBRÁBĚNÍ.....	30
7.2 CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ TŘÍSKOVÉHO OBRÁBĚNÍ.....	31
7.2.1 Soustružení	31
7.2.2 Frézování.....	31
7.2.3 Protahování	32
7.2.4 Broušení	32
7.3 TEPelné ZPRACOVÁNÍ KOVOVÝCH MATERIÁLŮ	33
II PRAKTICKÁ ČÁST	34
8 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI	35

8.1	ZÁKLADNÍ INFORMACE.....	35
8.2	HISTORIE A SOUČASNOST	35
8.3	SPOLUPRÁCE S ODBORNÝMI VZDĚLÁVACÍMI INSTITUCEMI	36
8.4	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA	37
8.5	VÝROBNÍ DIVIZE FIRMY ZPS-FN.....	37
9	VÝROBNÍ PROGRAM FIRMY	39
9.1	PŘEHLED TRŽEB ZA PRODEJ VLASTNÍCH VÝROBKŮ.....	39
9.2	DRUHY VYRÁBĚNÝCH FRÉZ.....	41
9.3	VÝROBNÍ PROCES	45
9.4	POSTUP VÝROBY VÁLCOVÉ ČELNÍ NÁSTRČNÉ FRÉZY – NR PROFIL	46
9.4.1	Technologický postup nástrčné frézy.....	47
9.5	SWOT ANALÝZA	51
10	ANALÝZA DIVIZE TEPELNÉHO ZPRACOVÁNÍ.....	54
10.1	DETAILNÍ POPIS PRACOVNÍCH ČINNOSTÍ OBSLUHY VAKUOVÉ KALÍCI PECE.....	54
10.1.1	Vakuová kalící pec Schmetz	55
10.2	POSOUZENÍ MOŽNOSTI ZKRÁCENÍ ČASŮ PŘI PLNĚNÍ VAKUOVÉ PECE.....	57
11	ANALÝZA VYBRANÉHO PROBLÉMU DIVIZE FRÉZY	59
11.1	DIVIZE FRÉZY	59
12	SMED ANALÝZA VYBRANÉHO PRACOVIŠTĚ FRÉZEK FGU 32.....	60
12.1	SOUČASNÝ STAV PRACOVIŠTĚ FRÉZOVÁNÍ	60
12.1.1	Popis horizontální frézky FGU 32	60
12.1.2	Layout vybraného pracoviště	60
12.2	ANALÝZA PŘESTAVBY HORIZONTÁLNÍ FRÉZKY FGU 32	61
12.3	JÍZDNÍ ŘÁD PŘESTAVBY HORIZONTÁLNÍ FRÉZKY FGU 32.....	65
13	VYMEZENÍ PROJEKTU	66
13.1	DEFINICE PROJEKTU	66
13.2	HLAVNÍ A DÍLČÍ CÍLE PROJEKTU	66
13.3	ČASOVÝ HARMONOGRAM.....	66
14	ANALÝZA VYUŽITÍ VYBRANÝCH VÝROBNÍCH ZAŘÍZENÍ	67
14.1	PARETOVA ANALÝZA	67
14.2	SNÍMKY PRACOVNÍCH SMĚN STROJŮ JUNKER A WALTER	68
14.3	SOUČASNÝ STAV PRACOVIŠTĚ TŘÍ BRUSEK TYPU WALTER	70
14.3.1	Základní informace	70
14.3.2	Popis brusky Walter	71
14.4	LAYOUT PRACOVIŠTĚ	72
14.5	PŘESTAVBA BRUSKY WALTER BW 028	73
14.6	APLIKACE METODY SMED	75
15	NÁVRHY NA ŘEŠENÍ ANALYZOVANÝCH PROBLÉMŮ	79
15.1	JÍZDNÍ ŘÁD PŘESTAVBY BRUSKY WALTER BW 028.....	79
15.2	NÁVRH POŘÍZENÍ NOVÉHO MĚŘICÍHO ZAŘÍZENÍ.....	81
15.2.1	Důvody pro nové měřicí zařízení.....	81
15.2.2	Walter Helitoolcheck	82

15.2.3	TC – 210.....	83
15.2.4	Multicheck PC 500.....	84
15.3	NÁVRH ZAVEDENÍ DVOUSTROJOVÉ OBSLUHY.....	86
15.4	NOVÝ LAYOUT	87
15.5	NÁVRH VYUŽITÍ METODY 5S.....	87
16	HLAVNÍ PŘÍNOSY NAVRŽENÝCH ŘEŠENÍ	90
16.1	DOSAŽENÁ ROČNÍ ÚSPORA PO ZAVEDENÍ JÍZDNÍHO ŘÁDU U FRÉZEK FGU 32	90
16.1.1	Roční časová úspora.....	90
16.1.2	Roční finanční úspora	90
16.2	DOSAŽENÁ ROČNÍ ÚSPORA PO ZAVEDENÍ JÍZDNÍHO ŘÁDU U BRUSEK WALTER.....	91
16.2.1	Roční časová úspora.....	91
16.2.2	Roční finanční úspora	91
	ZÁVĚR	92
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	94
	SEZNAM OBRÁZKŮ	97
	SEZNAM TABULEK.....	99

ÚVOD

Firma ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. v níž jsem realizovala svoji diplomovou práci, vznikla v roce 1992 vyčleněním tohoto subjektu z mateřské společnosti ZPS a.s. jako samostatná dceřiná akciová společnost. V rámci velkého ZPS už dlouhou dobu před svým osamostatněním působila jako jeden z významných výrobních provozů této firmy zabývající se výhradně výrobou frézovacích nástrojů. Po konkurzu mateřské společnosti ZPS a.s. se v roce 2001 stala zcela samostatnou organizací a je v současné době je největším výrobcem frézovacích nástrojů z rychlořezné oceli v Česku.

Firma v současnosti disponuje velmi zkušenými a vysoce kvalifikovanými týmy technických i výrobních pracovníků. Firma se také může opřít o dlouholetou tradici ve svém oboru a zavedenou značku podpořenou trvale vysokou kvalitou svých finálních výrobků.

Cílem této diplomové práce bylo pokusit se najít i v takto dobře zavedené firmě rezervy, jejichž odstraněním spojeným s dalšími návrhy na zlepšení by se zvýšila efektivnost její výrobní činnosti.

Obsahem analytické části této diplomové práce je v první řadě detailní seznámení s výrobním programem firmy, vybavením jejích výrobních středisek a organizací celého výrobního procesu firmy. Nezbytné také bylo seznámení se s technologickými postupy výroby fréz a vytipování klíčových pracovišť, která mají pro úspěšnou budoucnost firmy zásadní význam a jejichž využití by mělo být co nejefektivnější. Důležitou roli při vytipování vhodných pracovišť určených k detailním rozborům a z nich vycházejícím návrhům na zefektivnění jejich činnosti mělo vhodné uplatnění metod průmyslového inženýrství.

Projektová část pak vychází z výsledků provedených analýz a zaměřuje se už cíleně na ta místa výrobního procesu, u nichž zjevně dochází k zbytečně velkému podílu neproduktivních činností. Vzhledem k charakteru výrobního procesu této firmy jsou to především časové snímky pracovního dne a uplatnění metody SMED, které slouží k odhalení hlavních příčiny plýtvání časem. Uplatnění Metody SMED a snímků pracovních směn je cíleně zaměřeno na klíčové profese prováděné na nejdražších strojních zařízeních firmy, tzn. na pracoviště, které mají pro úspěšnou činnost firmy zcela zásadní význam.

Výsledkem projektové části pak jsou konkrétní návrhy na potřebná opatření, jejichž realizace povede k výraznému zefektivnění výrobního procesu na těchto vybraných pracovištích a ve svém důsledku ke zvýšení konkurenceschopnosti firmy.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cílem této diplomové práce je především navrhnout vhodná opatření pro zvýšení efektivity výrobního procesu firmy ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. Práce se snaží zaměřit racionalizační opatření především na klíčová pracoviště, jejichž maximální využití má pro firmu zcela zásadní význam.

V diplomové práci je k naplnění výše uvedených cílů použito řady metod:

Především je to SWOT analýza, která je využita k prvnímu posouzení současného stavu firmy a ukazuje na slabé stránky společnosti, které by měly být odstraněny a také na příležitosti, které se firmě naskýtají a měla by být pokud možno co nejlépe využity.

Další metodou je posouzení současného layoutu výrobního úseku firmy z hlediska hmotných toků a možnosti jejich racionalizace. Tato analýza má přímý vztah k technologické dokumentaci určující postup výroby především nejsložitějších výrobků, které firma vyrábí a které, jak se ukazuje, bude na speciální zakázky a pravděpodobně v malých výrobních dávkách vyrábět v blízké budoucnosti stále větší množství.

Pro důsledné zaměření na klíčová pracoviště byla v práci použita Paretova analýza zaměřená na určení nejpodstatnějších technologických operací nutných pro výrobu nejčastěji vyráběných fréz. Jejím výstupem je množina zařízení, která mají nejdelší dobu přestaveb stroje na novou výrobní dávku a také nejdelší jednotkové časy výroby.

Vybraná výrobní zařízení pak byla analyzována metodou SMED s cílem odhalit jednak ty činnosti, které jsou v současnosti prováděny během přestavby stroje, ale mohly by být přesunuty mimo přestavbu, tzn. do časů „externích“ a tedy provedeny před přestavbou tzn. za chodu stroje obrábějícího ještě jednotlivé obrobky předchozí výrobní dávky. Tato metoda také pomůže odhalit činnosti, při nichž dochází zbytečnému plýtvání a které rovněž prodlužují čas přestavby. Výsledkem této analýzy je převedení některých činností z interních na externí a vyloučením všech činností nepotřebných (tzn. plýtvání časem), čímž se výrazně zkrátí doba přestaveb stroje a zvýší se podíl času, kdy je stroj v chodu a provádí technologickou operaci, pro kterou byl určen.

Další použitou metodou je zpracování Spaghetti diagramu pro posouzení původního a nového layoutu vybrané skupiny pracovišť, u nichž byl navržen nový způsob vícestrojové obsluhy a navrženo nové měřicí zařízení.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRŮMYSLOVÉ INŽENÝRSTVÍ

„Průmyslové inženýrství je interdisciplinární obor, který se zabývá projektováním, zaváděním a zlepšováním integrovaných systémů lidí, strojů, materiálů a energií s cílem dosáhnout co nejvyšší produktivity.“ (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 81)

Je to obor, který hledá jak efektivněji provádět práci a zabývá se odstraňováním plýtvání, nepravidelností, iracionality a přetěžování z pracovišť. Průmyslové inženýrství plánuje, navrhuje, zavádí a řídí integrované systémy, které produkují výrobky nebo poskytují služby a snaží se zde vytvářet a udržovat vysoký výkon, spolehlivost, údržbu, plnění plánu a řízení nákladů. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 82)

1.1 Kdo je průmyslový inženýr

Mezi nadřízenými a podřízenými pracovníky často bývá mezera a právě i z tohoto důvodu je zde průmyslový inženýr, který tuto mezeru vyplňuje a pomáhá ji překonávat. Můžeme o něm také říci, že je tlumočnick, to znamená, že je schopný tlumočit informace shora – dolů a zdola – nahoru. Průmyslový inženýr se na vše dívá z nadhledu, tím pádem má komplexní obraz o daném řešení. Stanovuje standardy, hodnotí práci a navrhuje pobídkový systém, protože efektivnější práce je obvykle snadnější práce a chce najít rychlejší, levnější a bezpečnější způsoby, jak danou práci provádět. Je hledačem lepších cest, snaží se vždy nalézt nejlepší možný způsob pro získání dokonalejšího a výkonnějšího celku. Úlohou průmyslového inženýra je také být průmyslovým moderátorem a podporovat tak zrod i využití myšlenek svých spolupracovníků. V neposlední řadě je maximalista. Pokud bude nutné řešit například přetypování práce z jednoho výrobku na druhý, pořídí si videozáznam a rozloží celkový čas. Jeho cílem je najít spolu s dalšími pracovníky co možná nejlepší a nejkratší pracovní postup. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 84 – 85)

1.2 Klasické průmyslové inženýrství

Klasické průmyslové inženýrství má dvě základní disciplíny:

- studium práce
- operační výzkum

Cílem studia práce je optimální využití lidských i materiálových zdrojů nacházejících se v daném podniku. Proto je nutné získávat informace, které pak slouží ke zvyšování produktivity. Toto studium využívá dvou technik:

- studium metod
- měření práce

Studium metod slouží k efektivnějšímu využívání materiálu, prostoru, strojů a zařízení i pracovníků. Měření práce umožňuje zlepšené plánování a řízení, nabízí základnu pro systémy odměňování. Záznamovými prostředky nejvíce používanými pro studium metod jsou:

- pohybové studie (therbligy)
- procesní analýza
- dotazníky
- videozáznamy a fotografie

Pro měření práce se v současnosti nejvíce využívají:

- MTM (Methods Time Measurement)
- UMS (Universal Maintenance Standards)
- USD (Unified Standard Data)
- UAS (Universellers Analysier System)
- MOST (Maynard Operation Sequence Technique).

Mezi nejvýznamnější techniky a metody využívané v rámci operačního výzkumu patří:

- síťové grafy (CPM, PERT)
- metody řešení sekvenčních úloh
- metody matematické statistiky (regresní a korelační analýza)
- metody hromadné obsluhy
- metody teorie zásob (deterministické a stochastické modely)
- metody teorie obnovy a údržby (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 89 – 94)

1.3 Moderní průmyslové inženýrství

Konkurenční prostředí je a bude dynamické, turbulentní a riskantní, proto byly vyvinuty nové moderní přístupy, zajišťující vysokou produktivitu, jako jedinou možnou obranu proti těmto vlivům. Rozdíl oproti klasickému průmyslovému inženýrství je v tom, že se zde počítá s faktorem, který lze obtížně matematicky popsat – s člověkem vykonávajícím práci. Dále se klade důraz na nefyzické investice (rozvoj pracovníků i organizační struktury), které by z hlediska zvyšování produktivity měly být upřednostňovány před investicemi fyzickými (nové stroje a zařízení).

Programy moderního průmyslového inženýrství podporují trvalý rozvoj produktivity v interní a externí oblasti. V interní oblasti se vedle studia práce, jako klasické disciplíny, programy moderního průmyslového inženýrství zaměřují zejména na:

- zvyšování kvalifikace a účasti zaměstnanců na řízení
- zlepšení organizačních systémů
- zvýšení dynamiky zlepšování procesů a odstranění plýtvání
- skutečné zajištění jakosti, měření a hodnocení produktivity

V externí oblasti se programy průmyslového inženýrství zaměřují na zvyšování produktivity v oblasti dodavatelských procesů.

Metody klasického i moderního průmyslového inženýrství jsou často hlavním bodem programu na přeměnu tradičního výrobního systému na výrobní systém zajišťující plynulou a synchronní výrobu. Metody průmyslového inženýrství tvořící základ moderních výrobních systémů jsou:

- 5S
- MOST
- Předcházení vadám
- TPM
- Rychlé změny (SMED)
- Kanban
- Nulové úrazy
- Jidoka
- Týmová organizace
- Zlepšování procesů
- Motivační systém (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 95 – 99)

2 VÝROBNÍ SYSTÉM A JEHO TYPOLOGIE

Výroba je prostředkem pro uspokojování potřeb vytvářením věcným statků a služeb. Výrobu lze definovat jako transformaci výrobních faktorů na statky a služby, které pak procházejí spotřebou a je výsledkem cílevědomého lidského chování. Řízení výroby je zaměřeno na optimální fungování výrobních systémů s ohledem na vytyčené cíle. Do výrobního systému patří všichni činitelé účastníci se procesem výroby jako provozní prostory, nezbytná technická zařízení, suroviny, polotovary, energie, informace, pracovníci podílející se na výrobě, rozpracované a hotové výrobky a odpady. (Tomek a Vávrová, 2000, s. 87; Keřkovský, 2001, s. 1 – 3)

Organizace výroby je uspořádání výrobních procesů a vstupů v prostoru a čase a jejich propojení do jednoho celku (výrobního systému). Základem organizace výroby jsou i informační zdroje ze dvou základních zdrojů – informace od zákazníků, jejich požadavky a objednávky a informace o trhu (prognózy odbytu, vývoje trhu). (Tuček a Bobák, 2006, s. 40)

2.1 Formy organizace výrobního procesu

Podle nepřetržitosti, rytmičnosti a plynulosti výrobního procesu rozeznáváme 3 základní formy jeho organizace:

2.1.1 Proudová výroba

Základním znakem proudové organizace výrobního procesu je rytmičnost, sladění operací a předmětné uspořádání pracovišť ve sledu technologického postupu. Výrobní proces se pravidelně opakuje ve stejných intervalech. Typická je orientace na jeden nebo relativně málo výrobků.

Pracoviště jsou uspořádána tak, že výrobek prochází plynule výrobou podle časového sledu operací, předepsaných technologickým postupem. Dílny a provozy jsou uspořádány předmětně, aby se minimalizovalo přepravování meziproductů a přerušování procesů. (Tuček a Bobák, 2006, s. 41 – 42)

2.1.2 Skupinová výroba

Skupinová výroba je zaměřená na zabezpečení velkého okruhu finálních výrobků nebo součástí, přičemž žádný z nich netvoří rozhodující podíl v produkci. Jde o předmětně uspořádanou výrobu a pracoviště, ne však rytmicky, proudově. Výrobní zařízení stejného tech-

nologického určení jsou seskupena do stejného místa (specializované dílny). Tato forma se snadno přizpůsobuje změnám typů výrobků a také nepotřebuje přísně daný výrobní program jako například forma proudová. (Tuček a Bobák, 2006, s. 44)

2.1.3 Fázová výroba

Tato forma organizace výrobního procesu je využívána u výrob s neopakovatelným nebo nepravidelně opakovatelným odváděním výrobků v průběhu delšího časového období. Typické jsou odpovídající výrobní kapacity a potřebné zdroje pro současnou potřebu i výhledové období. Pracoviště jsou uspořádány technologicky a jsou vybaveny převážně univerzálním zařízením. Součásti různých výrobků s rozmanitými tvary a funkčními určeními prochází technologicky specializovanými pracovišti. Přednosti a naopak omezení výrobního sortimentu na pracovištích je podmíněno pouze technologickým uspořádáním pracovišť. (Tuček a Bobák, 2006, s. 45)

2.2 Typy výrobních programů

Při analýze organizace a výrobních systémů rozlišujeme 3 typy zadávání výrobních programů:

2.2.1 Výroba podle zakázek

Výroba nebo její část je zahájena a prováděna podle požadavků konkrétního zákazníka. Výroba je dána zakázkou, to znamená, že zakázka určuje druh, termín výroby a způsob dodání, výroba většinou započne až po podepsání závazné objednávky. (Tuček a Bobák, s. 45 – 46)

2.2.2 Výroba na sklad

Výrobní proces je řízený podle prognózy očekávané budoucí poptávky. Výroba je určena podle předpovědí zjištěných průzkumem trhu. Používá se v případech kdy sortiment finálních výrobků je ohraničený a poptávka po každém výrobku je dostatečně významná a zjevná. (Tuček a Bobák, 2006, s. 46)

2.2.3 Výroba řízená zásobami

Poklesne – li zásoba hotových výrobků nebo komponent ve skladu pod určitou hladinu je zahájena výroba. Důležitý je výpočet a hodnoty parametrů – pojistné zásoby, běžné zásoby, celkové zásoby. (Tuček a Bobák, 2006, s. 46)

2.3 Hledisko opakovatelnosti výroby

Podle množství a počtu druhů výrobků se rozlišuje výroba – kusová (malosériová), sériová a hromadná. Hlavní rozdíl mezi těmito typy výrob je ve velikosti zpracovaného množství výrobků a způsobu přidělování potřebných výrobních faktorů, například charakteru uspořádání a využívání strojního vybavení, míře specializace pracovníků atd. Kusová, sériová a hromadná výroba se velmi liší v uspokojování individuálních potřeb zákazníka. Největší možnosti jak vyhovět přáním a potřebám zákazníka má kusová výroba, naopak u sériové a hromadné výroby to bývá velmi obtížné nebo i nemožné. (Keřkovský, 2001, s. 8 – 9)

2.3.1 Kusová výroba

Výroba velmi malých množství výrobků pomocí univerzálních strojů a zařízení. Naopak počet druhů vyráběných výrobků bývá velký. Výroba jednotlivých výrobků se buď opakuje (opakovaná kusová výroba), nebo neopakuje (neopakovaná kusová výroba). Jestliže se kusová výroba uskutečňuje pouze na základě objednávek konkrétních zákazníků, hovoříme o zakázkové výrobě. Výroba individuálních produktů zpravidla na základě individuální zákaznické poptávky. Problémem výroby je především malá možnost předpovědi požadavků. (Keřkovský, 2001, s. 8), (Tomek a Vávrová, 2000, s. 91)

2.3.2 Sériová výroba

V případě této výroby se výrobky vyrábějí v dávkách – sériích, kdy po dokončení série jednoho výrobku se přechází na výrobu dalšího výrobku. V případě, že se série jednotlivých výrobků pravidelně opakují a jsou stejně velké, hovoříme o rytmické sériové výrobě, v opačné situaci jde o nerytmickou sériovou výrobu. Průběh výrobního procesu je stabilnější než u kusové výroby. Můžeme ji rozdělit na malosériovou, středněsériovou a velkosériovou. (Keřkovský, 2001, s. 9), (Tomek a Vávrová, 2000, s. 91)

2.3.3 Hromadná výroba

Jedná se o stálou, časově neomezenou výrobu jednoho typu výrobku v masové míře. Jde většinou o výrobu s velkým stupněm mechanizace a automatizace. Za nejvyšší formu hromadné výroby bývá označována proudová výroba, jejímž znakem je plynulý optimalizovaný tok rozpracované výroby mezi pracovišti. (Keřkovský, 2001, s. 9; Tomek a Vávrová, 2000, s. 92)

3 ŠTÍHLÝ PODNIK

Štíhlost podniku spočívá v tom, dělat činnosti, které jsou potřebné, udělat je správně hned napoprvé, zvládnout je rychleji než ostatní a utrácet přitom méně peněz. Štíhlost podniku se také vyznačuje tím, že děláme to, co si zákazník žádá, ale s co nejmenším počtem činností, které hodnotu daného výrobku nebo služby nezvyšují. Být štíhlý tedy znamená schopnost vydělat víc peněz rychleji a s menším vynaložením úsilí.

Štíhlá výroba znamená vyrábět jednoduše v samořízené výrobě. Zaměřuje se na snižování nákladů přes neúprosnou snahu po dosažení perfekcionismu. U štíhlé výroby jde především o maximalizaci přidané hodnoty pro zákazníka. Zeštíhlování je možno dosáhnout toho, abychom vyráběli víc, měli nižší režijní náklady, efektivněji využívali pracovní prostory a výrobní zdroje. Štíhlá výroba nemůže správně fungovat bez úzkého propojení s vývojem výrobků, technickou přípravou výroby, logistikou a administrativou podniku.

Štíhlá výroba je filozofie, která se snaží o eliminaci plýtvání v řetězci mezi zákazníkem a dodavatelem. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 17)

Prvky štíhlého podniku:

- **Štíhlá výroba** – štíhlé pracoviště, vizualizace, štíhlý layout, výrobní buňky, Kanban, princip pull, synchronizace, vyvážený tok, týmová práce, management toku hodnot, procesy kvality a standardizovaná práce, Kaizen – systém neustálého zlepšování, TPM, SMED – rychlé změny, redukce dávek
- **Štíhlá logistika** – management toku hodnot, Kaizen – systém neustálého zlepšování, TPM v logistice, kvalita a standardizace logistických procesů, management dodavatelských řetězců – SCM, spolupráce s dodavateli a odběrateli, optimalizace logistické sítě, informační a komunikační systém
- **Štíhlá administrativa** – 5S a vizualizace, týmová práce, management toku hodnot v administrativě, Kaizen office, štíhlý layout v administrativě, standardizovaná práce, procesy kvality v administrativě, efektivní management času
- **Štíhlý vývoj** – integrované inženýrství, zkušenosti lidí a týmová práce, management toku hodnot, Kaizen, CA technologie, DFMA, VA, projektový management, modularita, standardizace, unifikace produktů (Svět Produktivity, ©2012)

3.1 Charakteristika štlhlé výroby

Pojetí štlhlé výroby se zakládá na výrobě pružně reagující na požadavky zákazníka a poptávku, která je řízena decentralizovaně, flexibilními pracovními týmy, při malé hloubce výroby a je implementovaná s cílem dodat zákazníkům:

- přesně to, co potřebují
- v době, kdy to potřebují
- v potřebném množství
- v potřebném pořadí
- bez chyb
- při nejnižších možných nákladech (Synext, ©2008)

Řízení „štlhlé výroby“ (lean management) je silně zaměřeno na maximální uspokojení potřeb jednotlivého zákazníka. Další důležité principy lean managementu jsou:

- plánovací princip pull,
- princip zamezení plýtvání a optimalizace hodnototvorného řetězce,
- princip nepřetržitosti,
- princip zaměření se na podstatné aktivity a klíčové schopnosti. (Keřkovský, 2001, s. 65 – 66)

3.1.1 Štlhlé pracoviště

Je základem štlhlé výroby. Na tom, jak máme navržené pracoviště, závisí pohyby pracovníků, které na něm musí denně vykonávat. Od množství vykonaných pohybů na pracovišti se pak odvíjí spotřeba času, výkonové normy, výrobní kapacity a další parametry.

Ke štlhlému pracovišti patří i **zásady 5S**:

- Určení potřebných pomůcek a zařízení na pracovišti.
- Odstranění všeho zbytečného z pracoviště.
- Přesné definování místa pro uložení potřebných položek na pracovišti.
- Udržování čistoty a pořádku na pracovišti.
- Dodržování disciplíny, pořádku a rozvoj myšlení a kultury 5S. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 24)

3.1.2 Metoda SMED

Je to prvek štíhlé výroby pro rychlé změny výrobního sortimentu. Program rychlých změn má obvykle dva základní cíle:

- Získat část kapacity stroje, která se ztrácí díky jeho dlouhému přestavování. Tento cíl má smysl především tehdy, je – li daný stroj úzkým místem.
- Zajistit rychlou změnu z jednoho typu výrobku na druhý, a tím umožnit výrobu v malých dávkách. Výroba v malých dávkách znamená vyšší flexibilitu, nižší rozpracovanost výroby a kratší průběžnou dobu výroby. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 26)

3.1.3 Štíhlý layout

Layout je prostorové (dispoziční) uspořádání strojů a předmětů na vybraném prostoru (výrobní provoz, dílna, sklad apod.). (Mašín, 2005, s. 44)

Nesprávně rozvržený layout je v mnoha podnicích příčinou plýtvání. Změny jako rozšiřování a změna výrobního sortimentu probíhají někdy pod časovým tlakem a bez jasné koncepce, výsledkem jsou pak layouty, které způsobují nejen zbytečně dlouhé materiálové toky, ale také množství manipulačních, skladovacích a kontrolních činností, nepřehledné procesy a složité řízení logistiky a výroby.

- Technologický layout – jednotlivé strojní skupiny jsou rozvrženy podle své technologické podobnosti (soustruhy, brusky, frézky apod.).
- Produktový layout – respektuje technologický postup daného produktu.
- Výrobní buňky – výroba skupiny produktů, které mají společné charakteristiky (výrobní postup, zákazníci, velikost, tvar apod.). (Košturiak a Frolík, 2006, s. 135)

Tato metoda je založena na principech:

- Na základě podrobné analýzy vznikají úsporné hmotné toky v rámci celého podniku nebo jednotlivých pracovišť.
- Realizace pracoviště, na kterém byly omezeny prvky plýtvání.
- Detailní uspořádání pracoviště je vytvořeno týmem pracovníků s použitím moderních grafických nástrojů.

- Výrobní systém firmy a jednotlivá pracoviště jsou navrhována a zlepšována komplexně, tzn. s využitím dalších metod průmyslového inženýrství jako například Rychlá změna SMED, Kanban, MOST, vizuální řízení atd. (Produktivita, ©2006)

3.1.4 Spaghetti diagram

Tento diagram zachycuje veškeré pohyby pracovníka za určité časové období. Tyto pohyby se zaznamenávají do layoutu pracoviště. Takový způsob analýzy lze snadno uskutečnit při snímkování průběhu práce. Odhalí tak množství chůze na pracovišti a mimo něj a je velmi dobrým podkladem pro re – layout. Díky diagramu zobrazíme prostor, ve kterém se operátor nejvíce zdržuje. (API, ©2005 – 2015)

Sledování pohybů je nezbytnou součástí zeštíhlování procesů a odstraňování plýtvání. Jde o zachycení zbytečných pohybů, odchodů, zbytečných transportů a manipulace s cílem lépe organizovat layout pracoviště a minimalizovat logistické procesy včetně skladování. (Systemonline, ©2001 – 2015)

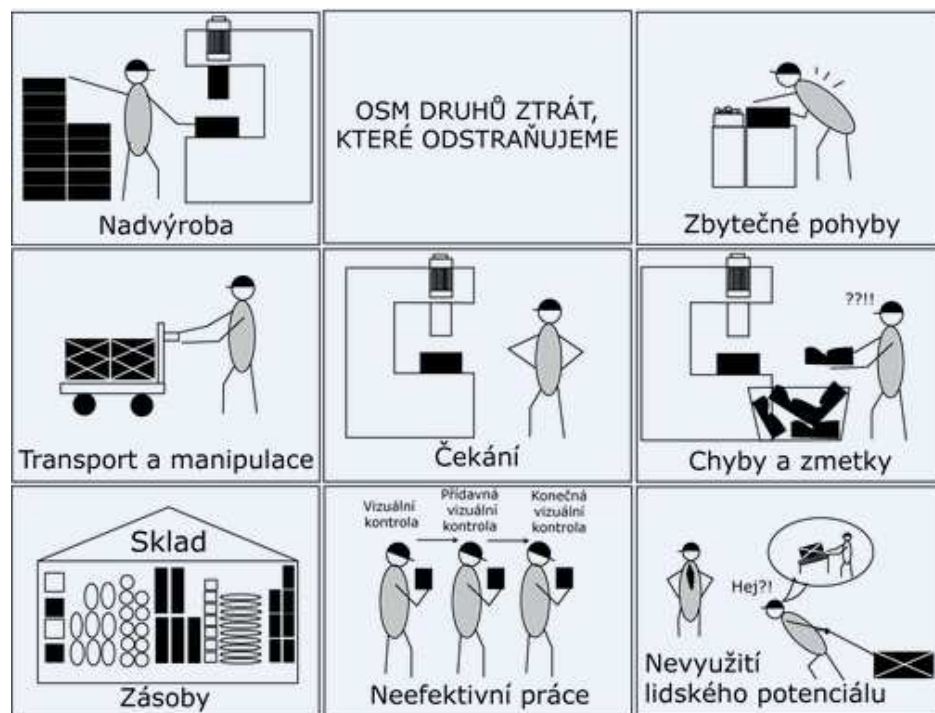
3.2 Plýtvání ve výrobě

Pojem plýtvání je ve filozofii štíhlého podniku klíčový. Plýtvání je všechno, co nepřidává výrobku nebo službě hodnotu, ale zvyšuje jejich náklady. Opakem je práce, při které narůstá hodnota produktu nebo práce přibližující produkt zákazníkovi, tedy činnost, za kterou je zákazník ochoten zaplatit. Největším problémem však není plýtvání zjevné, které lze většinou snadno odstranit, ale plýtvání skryté. Do kategorie skrytého plýtvání patří činnosti, jak je výměna nástrojů, kontrola dílů či odvedené práce, transport dílů či předávání nosičů informací, vybalování dílů, manipulace s díly, čekání na informace apod. (Mašín a Vytlačil, 2000, s. 45 – 46)

Prvky štíhlé výroby vedou k odstranění následujících forem plýtvání, které se v určitém rozsahu vyskytují v každém výrobním systému:

- **Nadvýroba** – jeden z nejhorších druhů plýtvání, protože vyžaduje dodatečné náklady, místo pro skladování a často i dodatečnou práci na znehodnocených výrobcích, které nebyly prodány.
- **Čekání** – je většinou zjevným plýtváním, patří sem čekání na materiál, čekání na opravu stroje, čekání seřízeného stroje na uvolnění do výroby a také pozorování běžícího stroje operátorem.

- **Nadbytečná manipulace a transport** – jsou nejčastějším druhem plýtvání, zbytečné přemísťování materiálu a výrobků.
- **Špatný pracovní postup** – může způsobit dodatečnou potřebu práce a spotřebu zdrojů, jedná se o dlouhé dráhy nástrojů před započítím vlastní operace, špatný materiál, nevhodná konstrukce výrobku, nástroje nebo přípravku.
- **Zásoby** – zakrývají velkou část problémů, jako například dlouhé časy výměn nástrojů, vadné výrobky, poruchy strojů, pohodlnost při plánování.
- **Zbytečné pohyby** – nepotřebné pohyby, které nepřidávají výrobkům žádnou hodnotu, zbytečná chůze na špatně uspořádaném pracovišti nebo chůze mezi vzdálenými stroji při vícestrojové obsluze.
- **Chyby pracovníků** – zvyšují náklady díky dodatečným činnostem jako například vícenásobný transport či manipulace, opakování operace, opakovaná kontrola, uvolnění místa pro vadné produkty, demontáž apod.
- **Nevyužití schopností pracovníků** – největší plýtvání ve firmě. (Mašín a Vytlačil, s. 46 – 47)



Obr. 1. Osm druhů plýtvání ve výrobě (Svět produktivity, ©2012)

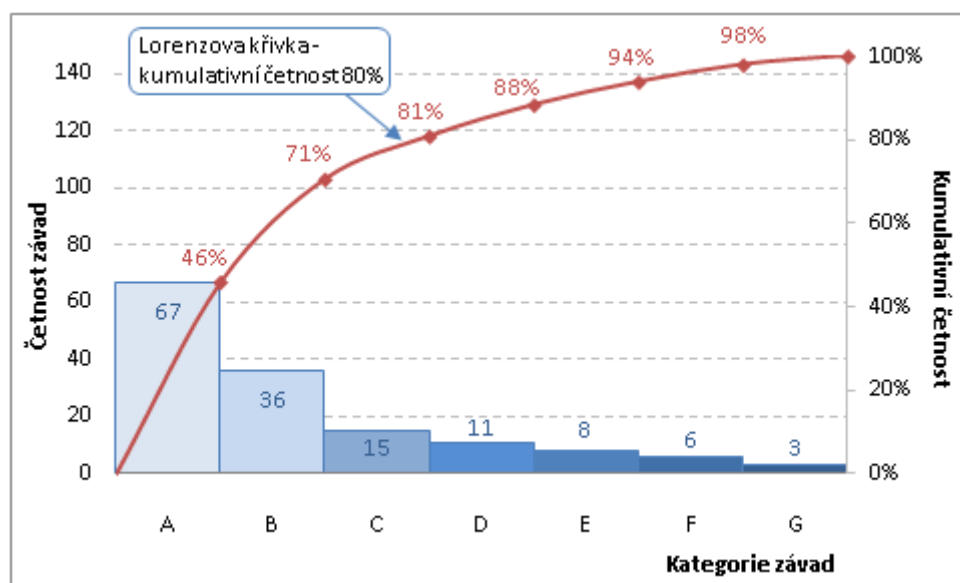
4 PRAVIDLO 80/20

Pravidlo 80/20 nám říká, že menšina příčin, vstupů či úsilí obvykle vede k většině výsledků, výstupů nebo prospěchu. Doslova to znamená, že 80 procent toho, čeho dosáhneme v práci je zapříčiněno 20 procenty vynaloženého času. Z jakéhokoli praktického hlediska je tedy převážná část úsilí z velké části zbytečná. Toto pravidlo tedy uvádí, že existuje nerovnováha mezi příčinami a výsledky, vstupy a výstupy, úsilím a odměnou.

V podnikání byla platnost pravidla potvrzena mnoha případy. Například 20 procent produktů přináší 80 procent finanční hodnoty obratu. Stejnou hodnotu přináší i 20 procent zákazníků. 20 procent produktů nebo zákazníků také obvykle vytváří 80 procent zisku organizace. (Koch, 1997, s. 11 – 12)

Paretův princip - poznatek, že jednotlivé položky v souborech nejsou stejně důležité. Pro vyvolání žádoucí změny je určit a ovlivnit nejvýznamnější položky, kterých nebude zpravidla mnoho (cca 20 %), ale mají značnou důležitost (cca 80 %). (Veber a kol., 2002, s. 104)

Pro Paretovu analýzu se používá sloupcový diagram, který je sestaven na základě dat získaných z datových nebo frekvenčních tabulek, údajů o dosahované jakosti a nákladech, dat o provozuschopnosti strojního vybavení apod. Tento graf nám pomůže určit významnost jednotlivých problémů lépe řečeno stanovit priority při jejich odstraňování. (Mašín, 2005, s. 59)



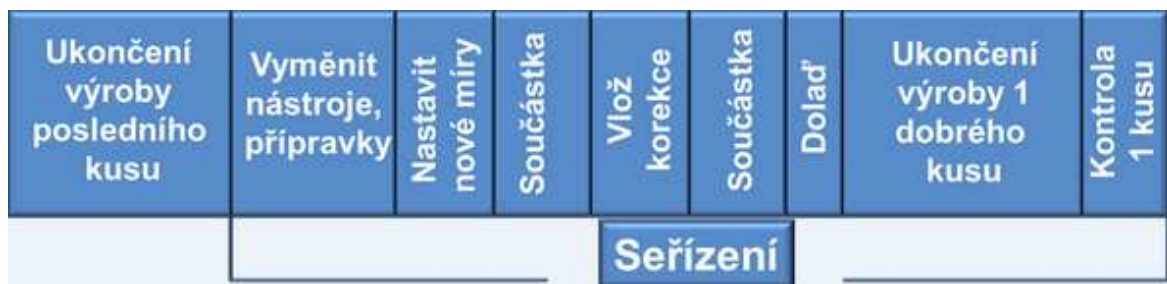
Obr. 2. Paretův diagram (Lorenz, 2007 – 2012)

5 SMED

5.1 Charakteristika metody SMED

Základní pojetí systému SMED je vyjádřena 3 kroky – oddělení interních a externích operací seřizování, přesun interních činností na externí a práce na zlepšování interních a externích operací v rámci seřizování. (Mašín, 2005, s. 75)

Čas seřizování je čas, který se počítá od ukončení výroby posledního kusu, kdy se odstraňuje staré nářadí a přípravky, nastavuje nové nářadí, nastavují se a doladují parametry procesů, zkušební běhy až po výrobu prvního dobrého kusu. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 107)



Obr. 3. Čas přestavby (Svět produktivity, ©2012)

Rychlé změny jsou neustálým procesem vedoucím k minimalizaci časů na seřizování stroje mezi výrobou dvou po sobě jdoucích různých výrobních zakázek. Nejznámější metodou pro rychlé změny je SMED (Single Minute Exchange of Die), kterou téměř 20 let vyvíjel, testoval a zdokonaloval Shingeo Shingo.

Závěry ze své studie Shingo shrnul do následujících bodů:

- Odstranění plýtvání z nadprodukce nelze dosáhnout bez metody SMED.
- Zkrácení doby cyklových časů vyžaduje malosériovou výrobu (metoda SMED je v tomto případě také rozhodující)
- Pokud chceme být schopni reagovat na změnu ve spotřebitelské poptávce, musíme mít zavedenu metodu SMED. (Shingo, 1989, s. 106)

Celý postup je založen na důkladné analýze seřizení, která se provádí pozorováním přímo na pracovišti. Radikálního zkrácování seřizovacích časů z několika hodin na několik minut lze dosáhnout postupně změnou organizace práce, standardizací postupu seřizení, tréninkem týmu, speciálními pomůckami s technickými úpravami stroje.

Můžeme říci, že program redukce časů na seřízení je potřebný všude tam, kde se seřízení vykonává často a časy na seřízení představují významné ztráty z kapacity stroje nebo linky. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 107)

Spotřebovaným časem a činnostmi při změnách a výměnách na novou výrobní zakázku nepřidáváme výrobkům žádnou hodnotu. Proto musíme chápat takové činnosti jako plýtvání a vynaložený čas na ně jako ztracený. Existují potom dvě možnosti, jak toto plýtvání snížit nebo jej eliminovat. První možností je zajištění co nejméně změn sortimentu a tím pádem také změn nástrojů. Druhou možností je zkrácení doby potřebné pro provedení změn a výměn. (Vytačil, Mašín a Staněk, 1997, s. 109)

První způsob znamená zejména sdružování výrobních dávek. Tento přístup má však za následek růst zásob, průběžné doby, rozpracovaných výrobků a vysoké výrobní náklady. Využití tohoto způsobu vede k dražší výrobě a ztrátě konkurenceschopnosti.

Se stále narůstajícími speciálními zakázkami se změny stávají stále častějšími a je proto možné zvolit pouze druhou možnost. Úspěchu dosáhneme jedině tím, že najdeme cestu, jak důmyslněji a rychleji provádět změny sortimentu a výměny nástrojů. Při snaze zkrátit dobu provádění těchto činností je důležité si vždy uvědomit, že je opravdu možné dosáhnout výrazného zlepšení. (Vytačil, Mašín a Staněk, 1997, s. 110)

Obecně se seřizování skládá z následujících kroků:

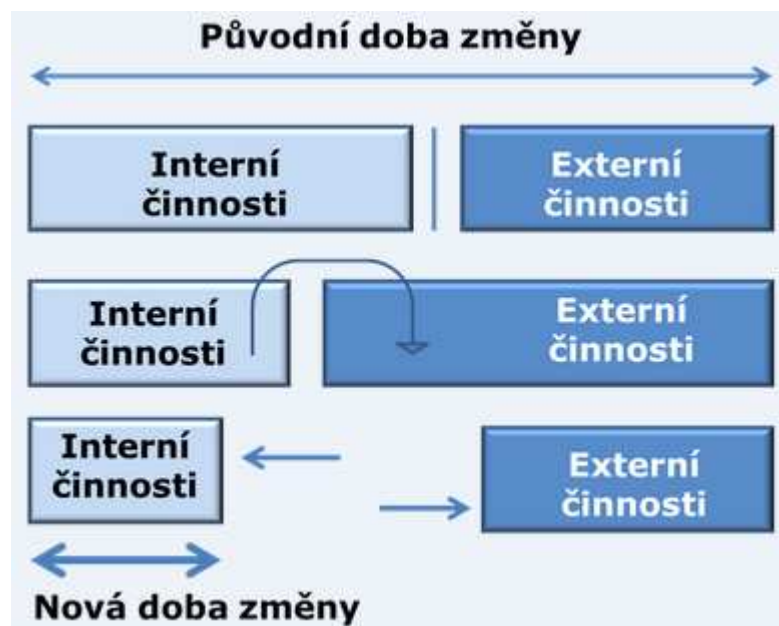
- příprava a kontrola nástrojů a materiálu (30 % času),
- montáž a výměna nástrojů a přípravků (5 % času),
- vlastní seřízení rozměrů a polohy strojů (15 % času),
- odzkoušení a následné úpravy (50 % času).

5.2 Metodika SMED

Při snížení spotřeby času na seřízení se používá následující princip:

- **1. krok** – oddělit práci, kterou je nutné provádět, když je zařízení vypnuté (interní seřízení), od práce, kterou je možné vykonávat za provozu zařízení (externí seřízení). Přípravu nástrojů a jejich údržbu je možno provádět i za chodu stroje, ale často se to děje právě naopak. Provedeme – li analýzu, kolik interních činností lze vykonávat jako externí, potřeba časů na interní seřizování může být zkrácena až o 30 až 50 %.

- **2. krok** – snížení interního času seřízení tak, že se stále více činností bude vykonávat externě (předem vykonané nastavení rozměrů a polohy, zjednodušení upevňování, přípravky pro dávku, pomocný pracovník, příprava pracoviště).
- **3. krok** – zlepšování a redukce interního a externího času seřízení. Hlavní řešením problému je organizace pracoviště a ostatních činností na pracovišti. Odstranění procesu nastavení rozměrů a polohy, který zabere mnoho času při všech typech přetypování. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 107 – 108)



Obr. 4. Princip přestavby (Svět produktivity, ©2012)

Neustálé odstraňování následujících druhů plýtvání při seřizování:

- **Plýtvání při přípravě na změnu** – doprava nástrojů po zastavení stroje, nadbytečné pohyby, nedostatečné plánování.
- **Plýtvání při montáži a demontáži** – hledání součástek a nástrojů, pozorování jiného pracovníka při práci, chybějící standardy, chůze, čekání, příprava prostoru po zastavení stroje, čtení dokumentace, kouření.
- **Plýtvání při doseřizování a zkouškách** – centrování a umístění nástrojů na správnou pozici příliš dlouhou dobu.
- **Plýtvání při čekání na zahájení výroby** – čekání na zahřátí nástroje, dlouhé čekání na uvolnění seřízeného stroje do výroby. (Vytačil, Mašín a Staněk, 1997, s. 111)

Desatero rychlé změny:

1. Výměna a seřizování je plýtvání.
2. Nikdy neříkej, že je to nemožné.
3. Zkrácení času potřebného na seřízení je práce celého týmu, který je třeba odměnit.
4. Analýza prováděná přímo na pracovišti a videozáznam jsou nejlepší argumenty.
5. Standardizace procesu seřízení.
6. Příprava pomůcek a nástrojů předem.
7. Při výměně se pohybují ruce, a ne nohy.
8. Šrouby jsou nepřátelé, otočení každého závitu stojí čas.
9. Nastavování polohy „od oka“ je třeba nahradit značkami, stupnicemi, dorazy.
10. Bez měřeného tréninku se závod nevyhrává. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 109 – 110)

Typické přínosy:

- Radikální snížení časů na seřízení.
- Analýza procesů a neustálé redukování časů na seřízení vede ke všeobecnému zlepšení výrobního procesu lepší organizací, pořádkem, sladěním, komunikací apod.
- Odstranění ztrát kapacity stroje.
- Snížení průběžné doby výroby.
- Snížení počtu chyb při seřizování a zlepšení kvality.
- Zvýšení bezpečnosti práce.
- Nižší zásoby náhradních dílů a příslušenství.
- Zapojení obsluhy strojů do seřizování. (Košturiak a Frolík, 2006, s. 114)

6 5S

Metoda založená na pěti zásadách, s jejichž pomocí je možné dosáhnout a udržet čisté a organizované pracoviště. Mezi tyto zásady patří seiri, seiton, seiso, seiketsu a shitsuke. (Mašín, 2005, s. 97)

V Japonsku se prosazují programy 5S, které obsahují řadu činností zaměřených na odstraňování plýtvání a zbytečných ztrát, díky nimž dochází k chybným výkonům, vadám i pracovním úrazům. Jednotlivé kroky této metody jsou:

1. **Roztříd'te** – roztřídění všech položek a ponechání jen toho, co je opravdu nutné, ostatního se zbavit.
2. **Uspořádejte** – pořádek, vše má své určené místo a vše je na svém místě.
3. **Pročistěte** – čistota, proces pročišťování působí jako určitý druh kontroly, která odhalí abnormální podmínky a zabrání tak havarijním stavům, jež by mohly ohrozit kvalitu nebo poškodit stroje.
4. **Standardizujte** – vytvoření pravidel, vypracování systému a standardizovaného postupu pro udržování a sledování prvních tří S.
5. **Udržujte** – sebekázeň, schopnost udržet si čisté a uspořádané pracoviště je trvalým procesem neustálého zlepšování. (Liker, 2007, s. 193 – 194)

Těchto pět S dohromady vytváří nepřetržitý proces zlepšování pracovního prostředí. Začne se tím, že se roztřídí a oddělí to, co je ve výrobním provozu nezbytné pro každodenní výkon práce, která přidává hodnotu, od toho co se používá jen zřídka nebo vůbec. Zřídka používané položky se označí červenou barvou a z pracoviště se odstraní. Každému dílu či nástroji se pak určí trvalé místo podle jejich potřeby pro práci. Tím pádem by měl pracovník okamžitě a snadno dosáhnout na každý běžně používaný díl či nástroj. Po té je nutné zajistit čistotu, aby vše bylo každý den v pořádku a čisté. Dále standardizace kvůli udržení prvních tří pilířů. Páté S udržuje účinnost přínosů 5S tím, že zajistí, aby se řádné dodržování správných postupů stalo zvykem. (Liker, 2007, s. 194)

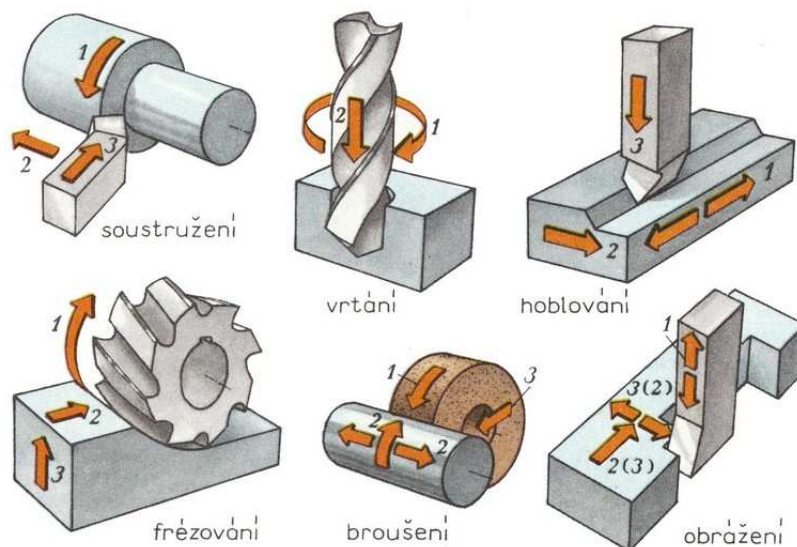
7 TECHNOLOGIE POUŽÍVANÉ PŘI VÝROBĚ FRÉZ

Třískové obrábění je technologický proces, při kterém je pomocí řezného nástroje a jeho břitu oddělena nadbytečná část materiálu z obrobku, tato nadbytečná část se nazývá tříska.

7.1 Technologie třískového obrábění

Základní pojmy:

- Polotovar – předmět, který je připraven k procesu obrábění.
- Obrobek – obráběný nebo částečně obrobený polotovar.
- Řezný nástroj – používá se k obrábění a skládá se z řezné části a stopky, který slouží k jeho upnutí do stroje.
- Řezná část nástroje (břit) – má tvar klínu, který je ohraničen plochou čela (po níž odchází třísky) a plochou hřbetu, průsečnicí těchto dvou ploch je ostří.
- Stopka nástroje – je to část, za kterou je nástroj upínán, u soustružnických nožů bývá většinou čtvercového nebo obdélníkového profilu, u některých nástrojů, jako jsou frézy, je stopka válcová nebo kuželová.
- Řezný pohyb – vzniká při procesu obrábění mezi obrobkem a nástrojem vzájemně
- Hlavní řezný pohyb – je stejný jako základní pohyb obráběcího stroje, například rotační pohyb vřetena u soustruhu, vrtaček a frézek
- Vedlejší řezný pohyb – nazývá se posuv a obvykle bývá kolmý na hlavní řezný pohyb, může být podélný, příčný, plynulý, kruhový nebo přerušovaný, a to podle způsobu obrábění. (Brychta a kol., 2007)



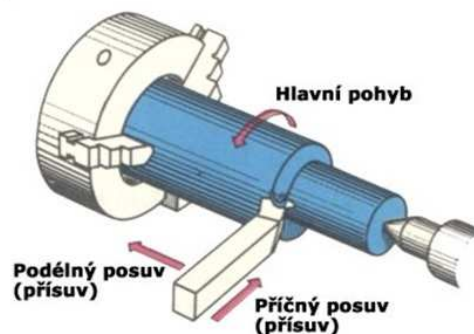
Obr. 5. Řezné pohyby u jednotlivých druhů třískového obrábění (Eluc)

7.2 Charakteristika jednotlivých druhů třískového obrábění

7.2.1 Soustružení

Je to nejběžnější způsob obrábění, tvoří přibližně 30 až 40 % z celkové pracovních obráběných součástí. Tímto způsobem obrábění se vyrábí vnitřní a vnější plochy součástí, které mají válcový nebo kuželový tvar.

Hlavním řezným pohybem, který provádí obrobek, je vždy rotace. Pracovní pohyb vykonává nástroj (nůž) a to buď ve směru osy obrobku (podélný posuv) nebo kolmo k ose obrobku (příčný posuv). (Brychta a kol., 2007)

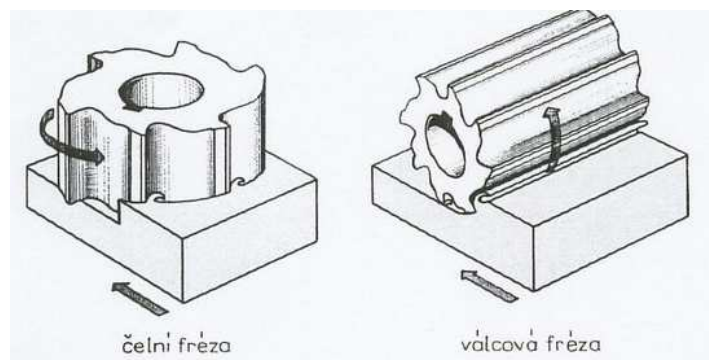


Obr. 6. Pracovní pohyby při soustružení (Eluc)

7.2.2 Frézování

Frézování je způsob obrábění, při kterém jsou plochy obráběny nástrojem s více břity, který se nazývá fréza, frézovací stroje jsou frézky.

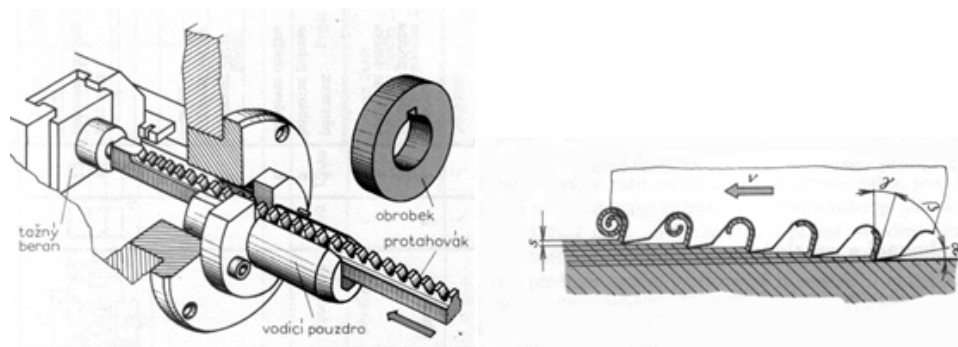
Hlavním řezným pohybem je zde rotační pohyb frézy, naopak vedlejší řezný pohyb konaný obrobkem, upnutým na stole stroje, je přímočarý pohyb, může být vykonáván také vřetenem s nástrojem. (Brychta a kol., 2007)



Obr. 7. Hlavní druhy frézovacích prací (Estránky, ©2015)

7.2.3 Protahování

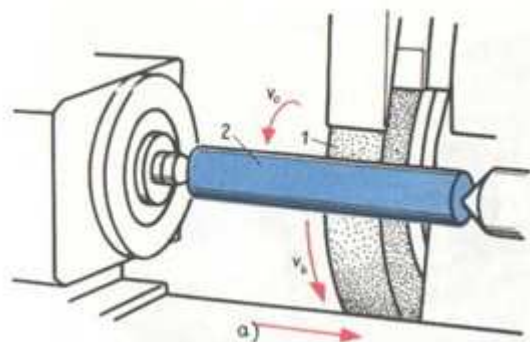
Je to způsob obrábění, u kterého mnohabřitý nástroj (protahovák) vykonává jednorázový přímočarý hlavní pohyb. Jednotlivé břity zubů nástroje jsou uspořádány tak, že následující zub vždy o malou hodnotu převyšuje zub předcházející. Každý zub postupně odebírá materiál. První zuby obráběnou plochu hrubují, další ji obrábějí na čisto, poslední zuby obráběnou plochu kalibrují, popř. vyhlazují a zpevňují obrobek. Nástroj se obrobkem protáhne. Protahování patří k produktivním způsobům obrábění. Ve velkosériové výrobě fréz se používá pro zhotovení vnitřních drážek nástrčných fréz. (Brychta a kol., 2007)



Obr. 8. Princip protahování a odebírání třísek (Eluc)

7.2.4 Broušení

K broušení se používá brousící kotouč, jehož brusivo se skládá z tvrdých zrn, sloužících k odebírání materiálu z obrobku. Zrna brusiva jsou umístěna po obvodu brousícího kotouče nepravidelně a nemají stejnou ani geometrii břitu. Profil odebírané třísky je u broušení velmi malý. Hlavním řezným pohybem je vždy otáčivý pohyb brusného kotouče. Při výrobě fréz se obvykle používá broušení rotačních ploch a tvarové broušení. (Brychta a kol., 2007)



Obr. 9. Broušení válcové plochy ve hrottech (Eluc)

7.3 Tepelné zpracování kovových materiálů

Tepelným zpracováním rozumíme všechny postupy, při kterých materiál záměrně ohříváme a následně ochlazujeme určitým způsobem tak, aby získal potřebné vlastnosti (tvrdost, pevnost, houževnatost, stabilitu struktury).

Při výrobě řezných nástrojů, tzn. také nástrojů frézovacích, se uplatňuje především kalení a popouštění oceli.

Účelem kalení je významné zvýšení tvrdosti materiálu, kterého se dosahuje jeho zahřátím a prudkým ochlazením. Výsledkem následného popouštění kalené oceli je odstranění vnitřních pnutí a křehkosti martenzitických struktur, které jsou důsledkem kalení. Výsledkem popouštění je nepatrný pokles tvrdosti, při současném výrazném poklesu křehkosti.

Chemicko – tepelným zpracováním (cementováním a nitridováním) je povrch oceli sycen různými prvky, aby se dosáhlo požadovaných vlastností např. žáruvzdornost, korozivzdornost, odolnosti proti opotřebení atd. Při výrobě fréz je používáno nitridování.

- Kalení – postup tepelného zpracování ocelí, při kterém je dílec ohřán na kalicí teplotu a po setrvání na této teplotě se následně ochladí tak, aby se v oceli změnila její vnitřní struktura, to znamená, že dílec je tvrdý a křehký. Kalitelnost je schopnost daného druhu oceli dosáhnout kalením zvýšené tvrdosti.
- Popouštění – tento postup probíhá po kalení, kdy je dílec ohřán na popouštěcí teplotu a následně ochlazen, popouštění se může několikrát opakovat, záleží to na druhu materiálu, tak ocel změní svou vnitřní strukturu, dílec bude méně tvrdý než po kalení, ale za to bude houževnatější. Nástrojové oceli se popouští za nízkých teplot ohřevu (cca 350 °C).
- Kryogenní zpracování – zmrazení kalených ocelí zajišťuje především rozměrovou stabilitu, tímto způsobem zpracováním je možné docílit u vybraných druhů oceli ještě výraznějšího zvýšení materiálových vlastností, jako je otěruvzdornost, životnost, výkon, než při klasickém zušlechťení
- Nitridace – patří mezi procesy chemicko – tepelného zpracování. Je to sycení povrchu oceli dusíkem, který reaguje se železem, příp. i jinými přidávanými prvky (hlavně Al a Cr). Tím se vytvářejí tvrdé nitridy, které způsobují značné zvýšení tvrdosti povrchové vrstvy o tloušťce 0,05 až 0,5 mm. Nitridování se provádí při teplotách 480 °C až 520 °C. (ZPS-FN, ©2015)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

8.1 Základní informace

Název firmy: ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s.

Sídlo: třída Tomáše Bati 5334, 760 01 Zlín

Datum zápisu: 19. srpna 1992

Právní forma: Akciová společnost

Předmět podnikání:

- Zámečnictví, nástrojařství
- Výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona
- Činnost účetních poradců, vedení účetnictví, vedení daňové evidence

Počet zaměstnanců: 130

Akcie:

- 100 ks kmenové akcie na jméno v listinné podobě ve jmenovité hodnotě 5000 Kč
- 204 ks kmenové akcie na jméno v listinné podobě ve jmenovité hodnotě 500 000 Kč

Základní kapitál: 102 500 000 Kč – splaceno 100%

Ostatní skutečnosti:

Dne 1. 5. 2008 na základě Smlouvy o prodeji části podniku prodala společnost ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. – Divizi Vrtáky, kupujícímu společnosti Vrtáky a.s., Kyjov, Boršovská 2591, IČ 277 49 363.

Obchodní korporace se podřídila zákonu jako celku postupem podle § 777 odst. 5 zákona č. 90/2012 Sb., o obchodních společnostech a družstvech. (Justice, ©2012 – 2014)

8.2 Historie a současnost

Tradice výroby fréz se v této společnosti datuje od 30. let 20. století, tehdy byla výroba nástrojů součástí strojírenské výroby koncernu Baťa slučujícího různá zpracovatelská odvětví. Na základě předešlých zkušeností byla počátkem 50. let zahájena výroba nástrojů z rychlořezných ocelí (HSS). Tato výroba už patřila pod Závody přesného strojírenství, jež

se ve světě proslavili, hlavně díky produkci obráběcích strojů, a jsou známy pod zkratkou ZPS. V roce 1992 vznikla uvnitř ZPS a.s. dceřiná společnost ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. Od června roku 2001 je samostatnou akciovou společností. Společnost je organizačně členěna do čtyř divizí, a to Divize Vedení a správy, Divize Marketing a obchod, Divize Frézy, Divize Tepelného zpracování.

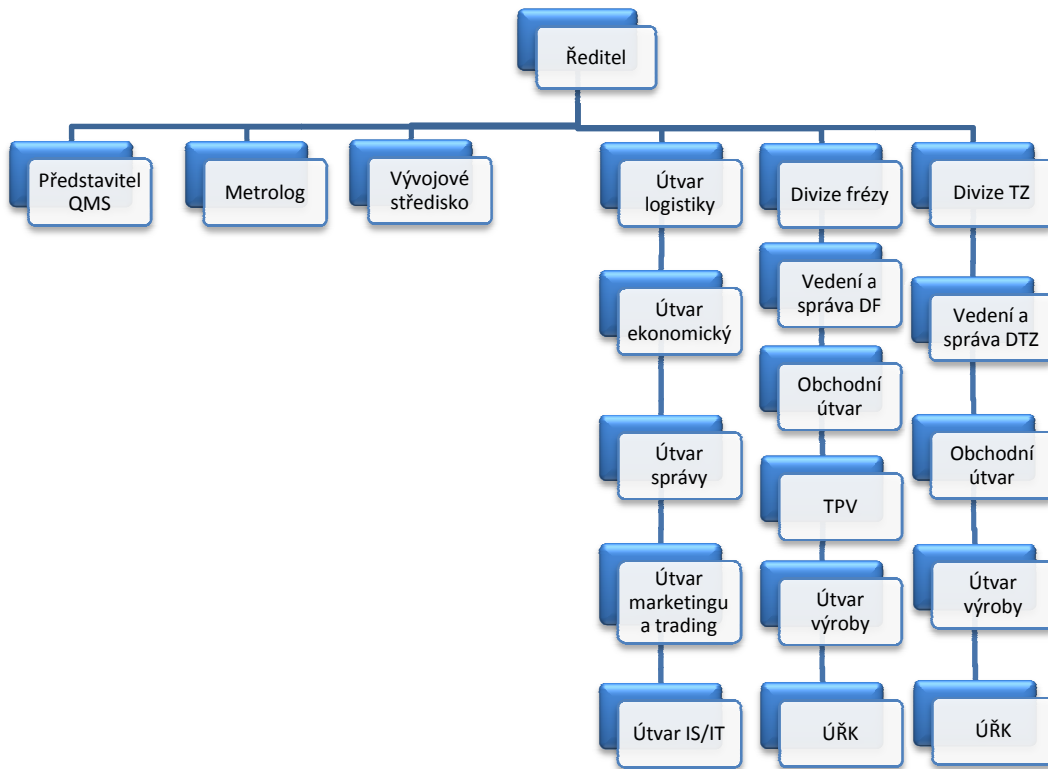
Tato společnost toho může mnoho nabídnout jako například dlouholetou tradici a zkušenosti, vysokou jakost výrobků, hustou obchodní síť a příznivou cenu. To vše jí dopomáhá k udržení vysokého tržního podílu na tuzemském trhu a k neustále rostoucímu uplatnění v exportu zejména na evropských trzích. V současné době je největším exportním regionem Německo. ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. je největším tuzemským výrobcem fréz z rychlořezných ocelí. Z hlediska regionálního působení společnost nabízí služby tepelného zpracování nástrojových ocelí a dalších kovů. Zde můžeme zařadit především kalení, popouštění, iontová a plazmová nitridace.

ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. má zaveden systém managementu v souladu s normou EN ISO 9001 : 2008 pro následující obor platnosti vývoj a výroba fréz, tepelné zpracování nástrojových ocelí ve vakuu a nitridace. (ZPS-FN, ©2015)

8.3 Spolupráce s odbornými vzdělávacími institucemi

Společnost ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. spolupracuje s několika vysokými a středními školami. Z vysokých škol je to například katedra materiálového inženýrství Fakulty technologické a také zejména Střední průmyslová škola polytechnická – Centrum odborné přípravy ve Zlíně, kde firma podporuje nejlepší studenty některých strojních oborů a zajišťuje jim nástroje potřebné pro jejich výuku. (interní zdroje)

8.4 Organizační struktura



Obr. 10. Organizační struktura společnosti (vlastní zpracování)

Organizační struktura společnosti ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. je založena na divizním organizačním systému. Útvary jsou přizpůsobeny liniově – štábnímu způsobu řízení. Ředitel společnosti má na starost obchodní vedení. Za realizační procesy odpovídají divize, jež zajišťují uspokojování požadavků zákazníků na dodávku produktů. Naopak za procesy podpůrné má odpovědnost ředitel, útvar logistiky, útvar ekonomický, útvar správy, útvar marketingu a útvar IS/IT. (interní zdroje)

8.5 Výrobní divize firmy ZPS-FN

Výroba firmy je řízena kombinovaným způsobem:

Výroba na sklad se využívá u všech pravidelně vyráběných a běžně poptávaných typů frézovacích nástrojů a to výhradně z důvodů umožnění rychlé reakce na poptávku jakéhokoli zákazníka a okamžité uspokojení jeho potřeby. To sice vede k značně zvýšeným nárokům na rozpracovanost a hlavně enormní výši zásob v prodejním skladu, současně to však dává firmě velkou konkurenční výhodu nad jejími konkurenty, kteří tento systém neprovozuji.

Výroba na zakázku se praktikuje u výroby speciálních, málo poptávaných, příp. jen jednorázově poptávaných typů vyráběných fréz.

Výroba je rozdělena do dvou divizí, a to divize frézy a divize tepelného zpracování, Divize frézy je umístěna ve třech etážích budovy č. 71. Divize tepelného zpracování je umístěna ve vedlejší přízemní budově č. 81.

Divize Frézy vznikla z historicky nejstarší části společnosti, její sídlo je v 71. budově průmyslového areálu ve Zlíně. Předmětem výroby jsou frézy z klasických rychlořezných ocelí, do kterých patří HSS, HSSCo5, HSSCo8 a HSSE-PM. Frézy odpovídají normám DIN a ČSN. Výrobní sortiment zahrnuje stopkové frézy (válcové, drážkové, kopírovací), frézy se strmým kuželem, frézy tvarové se stopkou i otvorem, kotoučové frézy a v neposlední řadě také frézy speciální dle přání zákazníka. Ve výrobních střediscích této divize jsou u všech vyráběných fréz prováděny veškeré operace třískového obrábění předepsané příslušnými technologickými postupy.

Výrobní střediska Divize Frézy jsou organizačně uspořádána jako technologická, tzn., jsou z větší části vybavena vždy jen jedním, případně dvěma druhy výrobních zařízení (převážně stroji pro třískové obrábění kovů). Částečně je to dáno tím, že nejtěžší stroje musí být umístěny v přízemní etáži a propojení všech tří hlavních výrobních středisek, které jsou umístěny nad sebou, je velmi snadná díky jejich propojení nákladním výtahem.

Divize Frézy vyrábí široký sortiment standardních a speciálních fréz, především z rychlořezných ocelí HSS ale také i ze slinutých materiálů. Nezbytné tepelné zpracování fréz (kalení, popouštění), se realizuje formou mezidivizní kooperace v Divizi Tepelné zpracování. Pro úplné dohotovení se frézy vrací zpět do Divize Frézy, v jejichž výrobních střediscích se realizuje ještě konečné broušení ostří vyráběných nástrojů.

Divize Tepelného zpracování se nachází ve vedlejší budově č. 81, v níž se tradičně nacházelo středisko tepelného a chemicko-tepelného zpracování bývalé firmy ZPS a.s. a součástí firmy ZPS – Frézovací nástroje se stalo až v roce 1992. Původní klasický způsob výrobního procesu kalení a popouštění v solných lázních byl postupně plně nahrazen novým způsobem a to vakuovým kalením a popouštěním v pecích. Stále větší část výrobních kapacit ve středisku tepelného zpracování je využívána pro práce na zakázkách zaměřených především na kalení a popouštění nástrojových materiálů ve vakuu a plazmovou nitridací. (interní zdroje)

9 VÝROBNÍ PROGRAM FIRMY



Obr. 11. Ukázka výrobního sortimentu (ZPS-FN, ©2015)

Vyráběné frézy je možno rozdělit do následujících dvou skupin.

Frézy z rychlořezných ocelí HSS:

válcové čelní frézy, drážkovací frézy, tvarové frézy, kopírovací frézy, nástrčné frézy, kotoučové frézy, podtáčené tvarové frézy, úhlové tvarové frézy

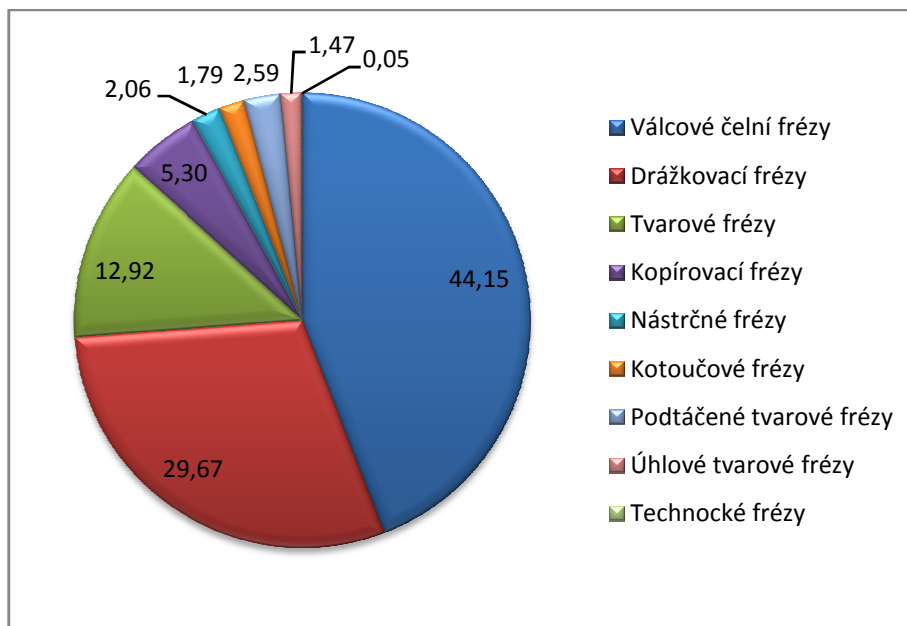
Frézy s břitovými destičkami ze slinutých karbidů:

válcové čelní frézy, tvarové frézy, kopírovací frézy, technické frézy (ZPS-FN, ©2015)

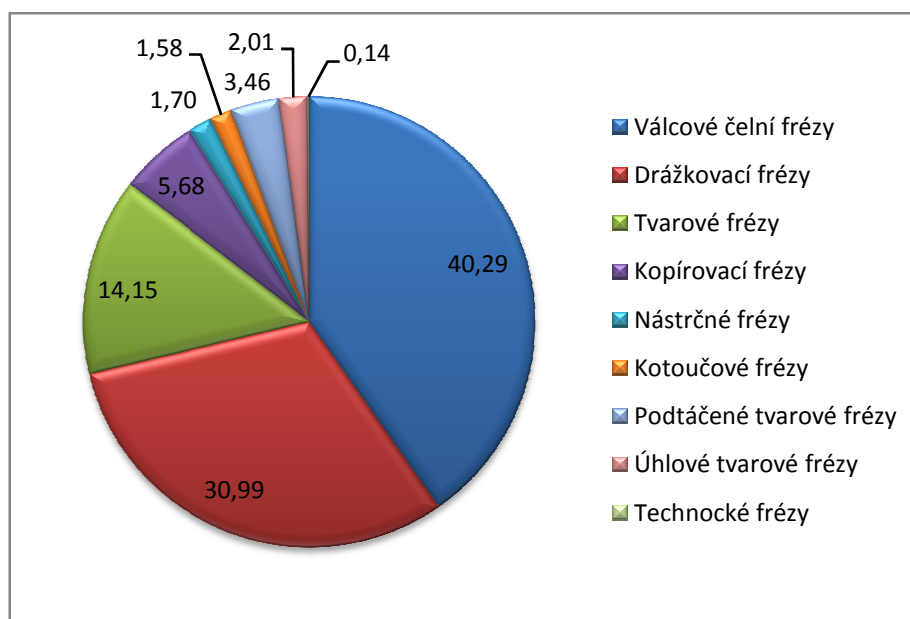
9.1 Přehled tržeb za prodej vlastních výrobků

Tab. 1. Tržby za prodej vlastních výrobků (vlastní zpracování)

Období	2012	2013	2014
Výrobní skupiny	% - ní podíl výrobních skupin fréz		
Válcové čelní frézy	43,07	44,15	40,29
Drážkovací frézy	26,74	29,67	30,99
Tvarové frézy	15,37	12,92	14,15
Kopírovací frézy	7,12	5,30	5,68
Nástrčné frézy	1,54	2,06	1,70
Kotoučové frézy	1,71	1,79	1,58
Podtáčené tvarové frézy	2,47	2,59	3,46
Úhlové tvarové frézy	1,93	1,47	2,01
Technologické frézy	0,05	0,05	0,14
Tržby za prodej vlastních výrobků v Kč	103 289 713	101 985 045	121 295 319

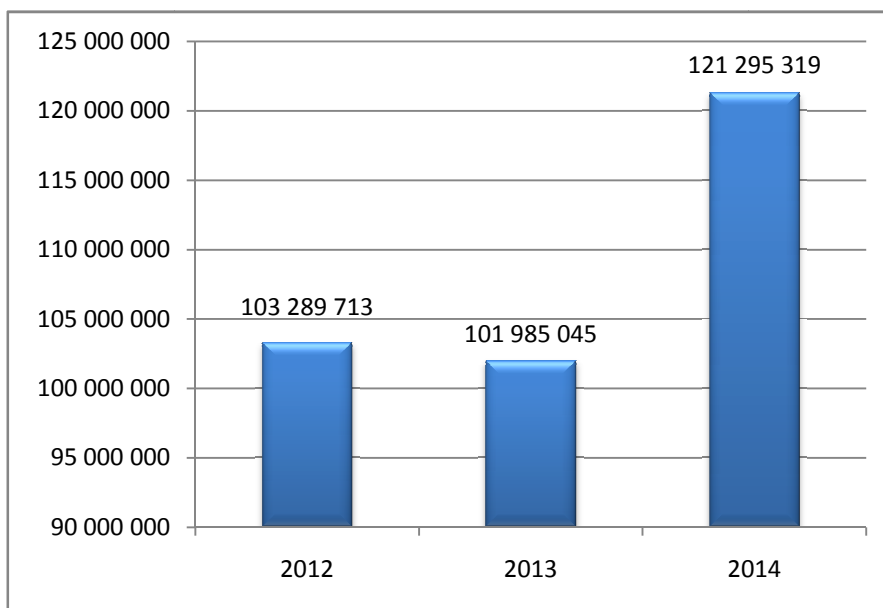


Obr. 12. Graf procentního podílu výrobních skupin fréz na tržbách za rok 2013 (vlastní zpracování)



Obr. 13. Graf procentního podílu výrobních skupin fréz za rok 2014 (vlastní zpracování)

Ze srovnání grafů vyplývá, že největší procentní podíl na tržbách za prodej vlastních výrobků mají frézy válcové čelní (40,29%), druhý největší podíl frézy drážkovací (30,99%) a třetí jsou frézy tvarové (14,15%). Oproti roku 2013 vidíme u válcových čelních fréz mírný pokles, naopak u fréz drážkovacích a tvarových byl zaznamenán mírný nárůst.



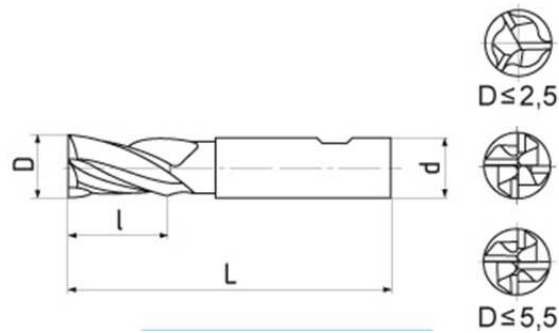
Obr. 14. Graf tržeb za prodej vlastních výrobků za období 2012 – 2014 (vlastní zpracování)

V tomto grafu vidíme tržby za prodej vlastních výrobků za období 2012 – 2014 tvořené výrobními skupinami fréz. V roce 2012 byly tržby ve výši 103 289 713 Kč, o rok později, a to v roce 2013 došlo k mírnému poklesu tržeb na 101 985 045 Kč, naopak v roce 2014 můžeme pozorovat významný nárůst tržeb na 121 295 319 Kč.

9.2 Druhy vyráběných fréz

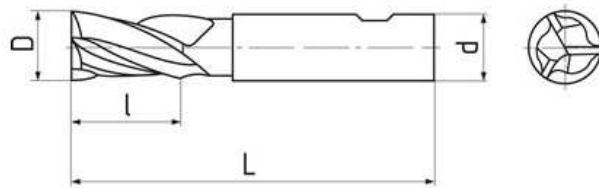
Frézy jsou několikabřité rotační nástroje, jejichž břity jsou vytvořeny do tělesa, kterým bývá válec nebo kužel. Frézy se vyrábí v mnoha druzích, provedeních a velikostech, různými výrobními technologiemi. Odlišují se materiálem, počtem břitů, tvarem, konstrukcí a způsobem upnutí. Při obrábění frézami hraje nejdůležitější roli kvalita obrobeného povrchu. Velmi důležitý je výběr správného druhu frézy a také pevné upnutí frézy, které zaručí kvalitu obrobených ploch.

- **Frézy válcové čelní** – Materiál: Rychlořezná ocel HSS Co8 – vysoce výkonná ocel s dobrou houževnatostí a výbornou teplotní odolností. Vhodná především pro frézování vysoce pevných materiálů, austenitických ocelí, ocelí pro tváření za tepla atd.



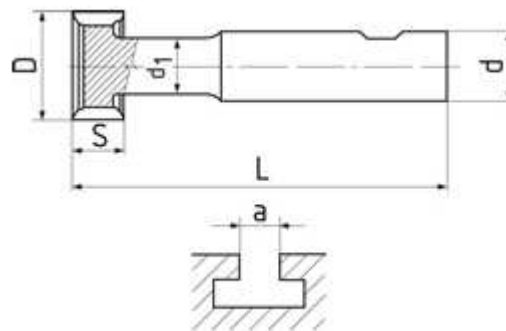
Obr. 15 Fréza válcová čelní krátká (interní zdroje)

- **Drážkovací frézy** – Materiál: Rychlořezná ocel HSSE – PM – vysoce výkonná ocel vyrobená použitím práškové metalurgie. Díky homogenní struktuře má vyšší rozměrovou stálost a trvanlivost ostří. Je vhodná pro obrábění např. titanu a jeho slitin, jež jsou vysoce pevné a těžko obrobitelné materiály. Nástroje z této oceli jsou standardně povlakovány povlakem AlTiN pro dosahování nejlepšího výsledku.



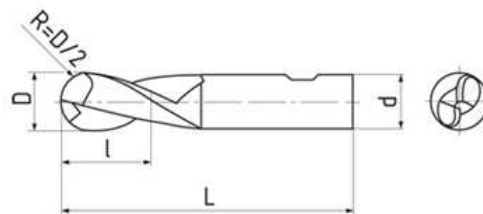
Obr. 16. Fréza pro drážky per krátká (interní zdroje)

- **Tvarové frézy** – Materiál: Rychlořezná ocel HSS Co5 – vysoce výkonná rychlořezná ocel s dobrou houževnatostí pro frézy a frézování materiálů do pevnosti 1200 MPa.



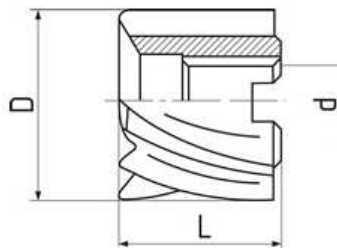
Obr. 17. Fréza pro drážky T (interní zdroje)

- **Kopírovací frézy** – Materiál: Rychlořezná ocel HSSE – PM – vysoce výkonná ocel vyrobená použitím práškové metalurgie. Díky homogenní struktuře má vyšší rozměrovou stálost a trvanlivost ostří. Je vhodná pro obrábění např. titanu a jeho slitin, jež jsou vysoce pevné a těžko obrobitelné materiály. Nástroje z této oceli jsou standardně povlakovány povlakem AlTiN pro dosahování nejlepšího výsledků.



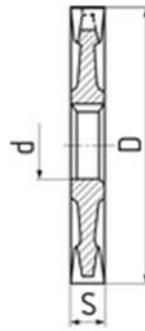
Obr. 18 Fréza kopírovací (interní zdroje)

- **Nástrčné frézy** – Materiál: Rychlořezná ocel HSS Co5 – vysoce výkonná rychlořezná ocel s dobrou houževnatostí pro frézy a frézování materiálů do pevnosti 1200 MPa.



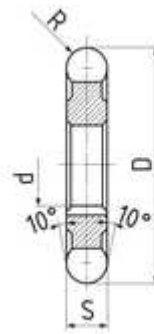
Obr. 19. Fréza válcová čelní hrubozubá (interní zdroje)

- **Kotoučové frézy** – Materiál: Rychlořezná ocel HSSE – litá vysoce výkonná rychlořezná ocel s dobrou houževnatostí, vhodná hlavně pro kotoučové frézy a nástroje o větších průměrech. Ostří se nachází na čelech i na obvodě kotoučové frézy.



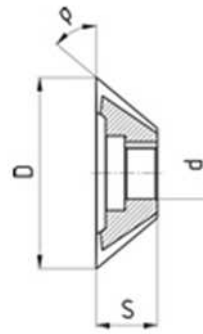
Obr. 20 Fréza kotoučová
jemnozubá(interní zdroje)

- **Podtáčené tvarové frézy** – Materiál: Rychlořezná ocel HSS – rychlořezná ocel středního výkonu, z hlediska houževnatosti se používá na frézy menších průměrů a frézování materiálů do pevnosti 900 MPa.



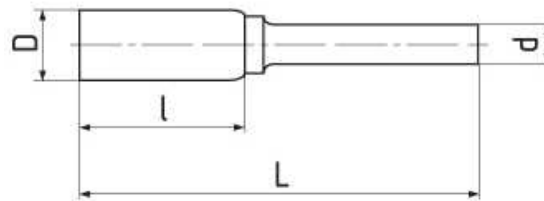
Obr. 21. Fréza půlkruhová
vypouklá (interní zdroje)

- **Úhlové tvarové frézy** – Materiál: Rychlořezná ocel HSS – rychlořezná ocel středního výkonu, z hlediska houževnatosti se používá na frézy menších průměrů a frézování materiálů do pevnosti 900 MPa. Ostří se nachází na čele i obvodě úhlové frézy.



Obr. 22 Fréza úhlová čelní
(interní zdroje)

- **Technické frézy** – Materiál: Slinutý karbid – vhodný pro obrábění nejrůznějších druhů materiálů, od měkkých jako jsou mosazi a slitiny Al, až po nejtvrďší materiály jako je bílá litina a žárovevné slitiny o velké pevnosti.



Obr. 23. Technická fréza (interní zdroje)

9.3 Výrobní proces

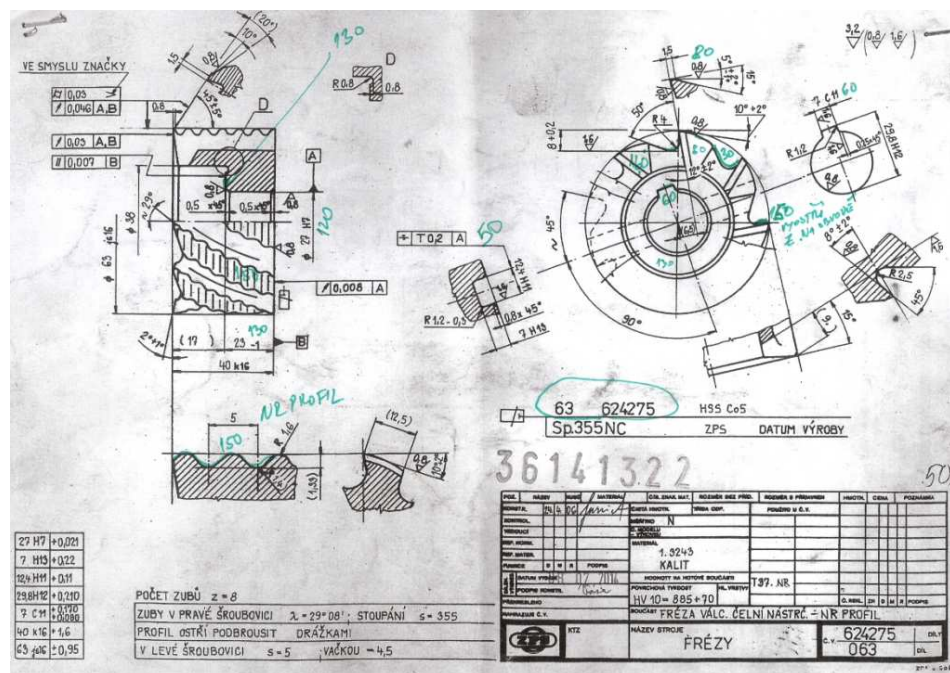
Celý proces výroby fréz začíná ve skladu hutních polotovarů, kde se nachází ocelové tyče, ze kterých se frézy vyrábí. Všechny tyče mají barevné označení podle druhu materiálu a těmito barvami je značena i dokumentace (složky) k jednotlivým frézám podle toho, ze kterého druhu materiálu se vyrábí. Ze skladu jsou tyče přivezeny na pásovou pilu, kde se materiál nadělí na požadovanou délku, potom následuje třískové obrábění (soustružení, frézování, broušení), tepelné zpracování, další třískové obrábění (broušení), výstupní kontrolu a nakonec do skladu hotových výrobků.

Tab. 2. Orientační barevné označení složek podle druhu materiálu (vlastní zpracování)

Materiál (firemní)	Barva	ČSN	DIN 17350 (EN 10027 - 2)	EN ISO 4957	BÖHLER
HSS	zelená	19830	13343	HS6-5-2C	S 600
HSS Co5	modrá	19852	13243	HS6-5-2-5	S 705
HSS Co8	žlutá	19856	13247	HS2-9-1-8	S 500
ASP	červená		ASP (2030) ASP (2052)		
Litá	hnědá	422993			

9.4 Postup výroby válcové čelní nástrčné frézy – NR profil

Pro dobré zdokumentování celého postupu výroby frézovacího nástroje byla po poradě s projektovým týmem vybrána Válcová čelní nástrčná fréza – NR profil. Důvodem této volby byla značná složitost tohoto nástroje, která vyžaduje uplatnění prakticky všech operací třískového obrábění, které jsou ve výrobním úseku k dispozici.



Obr. 24 Technický výkres nástrčné frézy (interní zdroje)

9.4.1 Technologický postup nástrčné frézy

1. Vyskladní potřebné hutní polotovary (válcované kruhové tyče)



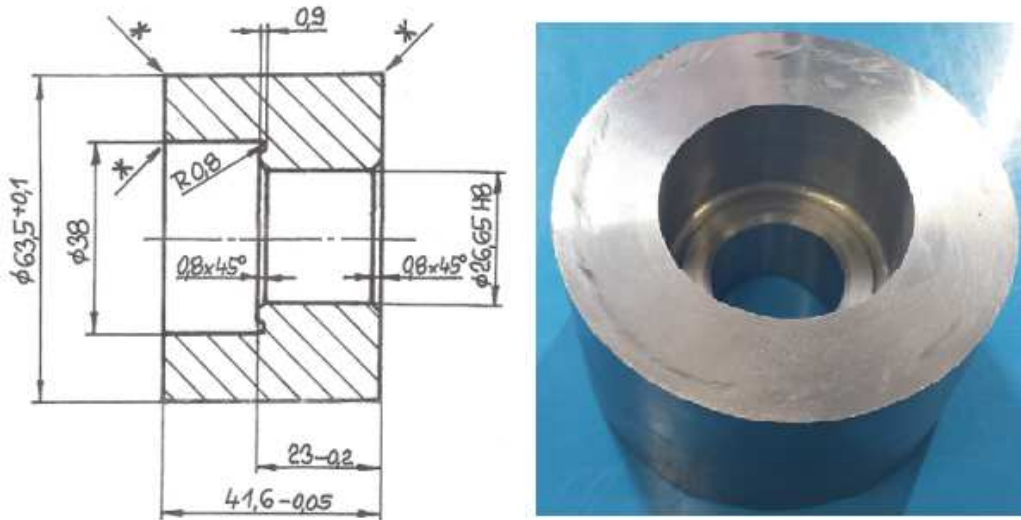
Obr. 25. Sklad materiálu (vlastní zpracování)

2. Dělí materiál na pásové pile



Obr. 26. Zhotovení polotovaru na pásové pile (vlastní zpracování)

3. Upne do měkkých čelistí, zarovná čelo, zhotoví otvor $\phi 26,65$ H8, soustruží $\phi 63,5$ + 0,1, srazí hranu u otvoru $0,8 \times 45^\circ$, přepne, zarovná čelo na $41,6 - 0,05$, dokončí $\phi 63,5$ + 0,1, zhotoví vybrání $\phi 38$, vnitřní čelo na míru $23 - 0,2$, zhotoví zápch na čele R 0,8 / hl. 0,9, srazí hranu u otvoru $0,8 \times 45^\circ$



Obr. 27. Obrobek (vlastní zpracování)

4. Upne na trn, frézuje zuby na obvodě, úhel 8° , přepne, frézuje odlehčení na hřbetu zubu pro BJ pod úhlem 25° šířka fasetky 3 mm



Obr. 28. Zubové mezery (vlastní zpracování)

5. Odmastí

6. Frézuje drážku 12,4 H11



Obr. 29. Příčná drážka (vlastní zpracování)

7. Protáhne drážku 7 C11, odmastí
8. Jehlí drážku 7 C11
9. Frézuje zuby na čele
10. Brousí * ostří dle přípravku BO
11. Jehlí zuby, jehlí drážku 12,4 H11



Obr. 30. Fréza s drážkou v otvoru, vyfrézovanými a vybroušenými zuby na čele (vlastní zpracování)

12. Kalí, konzervuje



Obr. 31. Rošty na frézy (vlastní zpracování)

13. Brousí otvor *27 H7, pravé čelo

14. Brousí vnitřní čelo na míru 23 – 1

15. Odmagnetuje

16. Vyostří zuby na obvodě, brousí NR profil



Obr. 32. Fréza s vyostřenými zuby na obvodě (vlastní zpracování)

17. Vyostří zuby na čele, brousí stažení 15°, ostří zuby na čele, brousí rožky

18. Výstupní kontrola

19. Sklad hotových výrobků



Obr. 33. Hotový výrobek (vlastní zpracování)

9.5 SWOT analýza

SWOT analýza je využívána pro zjištění vnitřních činitelů, což jsou silné a slabé stránky a vnějších činitelů, jimiž jsou příležitosti a hrozby působící na společnost. Silné stránky a příležitosti nám pomáhají v dosahování cílů a naopak slabé stránky a hrozby ohrožují cíl společnosti.

Tab. 3. SWOT analýza (vlastní zpracování)

	Silné stránky	Slabé stránky
Interní faktory	<ul style="list-style-type: none"> • Dlouhodobá tradice a zkušenosti • Široké portfolio výrobků • Kvalitní produkty • Zvyšování počtu nových zákazníků • Rostoucí uplatnění v exportu • Příznivé ceny výrobků • Výhodná pozice firmy na trhu 	<ul style="list-style-type: none"> • Nedostatek kvalifikovaných pracovníků na trhu práce • Vyšší rozpracovanost polotovarů pro flexibilní reakci na poptávku • Vysoká hodnota skladových zásob • Některé ze strojů jsou již zastaralé • Prostoje drahých výrobních zařízení • Příliš dlouhé časy přestaveb

	Příležitosti	Hrozby
Externí faktory	<ul style="list-style-type: none"> • Zvyšování produktivity práce pomocí nových technologií • Zvyšování využití drahých obráběcích strojů • Inovace výrobních procesů • Vyšší stupeň automatizace • Zefektivnění systému motivace zaměstnanců • Využití know-how technických pracovníků firmy pro možnost přijímání speciálních výrobních zakázek 	<ul style="list-style-type: none"> • Tlak na růst mezd neodpovídající růstu produktivity práce • Nadnárodní obchodní řetězce zajišťující kompletní dodávky koncovým zákazníkům • Vstup nové konkurence na trh • Technologický pokrok konkurence • Pokles poptávky • Ekonomická nepříznivost

Silnou stránkou firmy, jsou především dlouhodobé zkušenosti v oblasti výroby fréz a tepelného zpracování. To má vliv na to, že může firma v současné době nabídnout široké portfolio výrobků, které mají vysokou kvalitu. I díky tomu ale také díky příznivým cenám výrobků dochází ke zvyšování počtu nových zákazníků. Mezi silné stránky můžeme také zařadit výhodnou pozici firmy na trhu a rostoucí uplatnění v exportu zejména na Německém trhu.

Jako slabá stránka je zde určitě nedostatek kvalifikovaných pracovníků na trhu práce disponujících specifickými požadavky na znalosti a dovednosti pro výrobu fréz. Dále také vyšší rozpracovanost polotovarů a vyšší hodnota skladových zásob nezbytných pro flexibilní reakci na poptávku. Příliš zastaralý strojový park u některých skupin strojů s rizikem jejich zvýšené poruchovosti. Příliš velké prostoje především u některých klíčových a drahých výrobních zařízení a dlouhé časy přestaveb.

Příležitostí pro společnost je zvyšování produktivity práce pomocí nových technologií jako například zavádění dalších CNC strojů. Další příležitostí je vyšší stupeň automatizace výroby a s tím spojené zvyšování produktivity práce. Zajímavou příležitostí je využití technického know-how firmy pro přijímání většího počtu zakázek speciální výroby. Společnost

by také mohla využít příležitosti zavést vyšší stupeň standardizace a dodržování postupů. Důležitým bodem je mimo jiné i zefektivnění systému motivace zaměstnanců.

Hlavní hrozbou je vstup nové konkurence na trh, která by mohla zapříčinit pokles poptávky po výrobcích společnosti ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. tím, že by vyráběla a nabízela kvalitnější a levnější produkty. Výraznou hrozbou jsou také nadnárodní obchodní řetězce zajišťující kompletní dodávky koncovým zákazníkům nebo technologický pokrok konkurence.

10 ANALÝZA DIVIZE TEPELNÉHO ZPRACOVÁNÍ

Na základě posouzení odborných pracovníků firmy bylo řešitelskému týmu doporučeno posoudit možnost zefektivnění pracovní činnosti obsluhy zařízení pro tepelné zpracování ve výše uvedené divizi, jehož činnost je značně závislá na zdlouhavé ruční práci operátorů. Úkolem zde bylo provedení podrobné analýzy všech výrobních činností souvisejících s tepelným zpracováním se zvláštním zaměřením na problematiku možnosti zefektivnění systému skládání vsázky, a to jak z hlediska času, který je na tuto činnost v současnosti spotřebováván, tak na umožnění takového sestavení vsázky, aby maximálně vyplnila celý prostor vakuové kalící pece.

10.1 Detailní popis pracovních činností obsluhy vakuové kalící pece

Proces tepelného zpracování, především kalení a následného popouštění je nezbytný pro získání potřebné tvrdosti všech řezných nástrojů vyrobených z rychlořezné oceli a určených pro třískové obrábění kovů tzn. prakticky pro veškeré finální výrobky firmy.

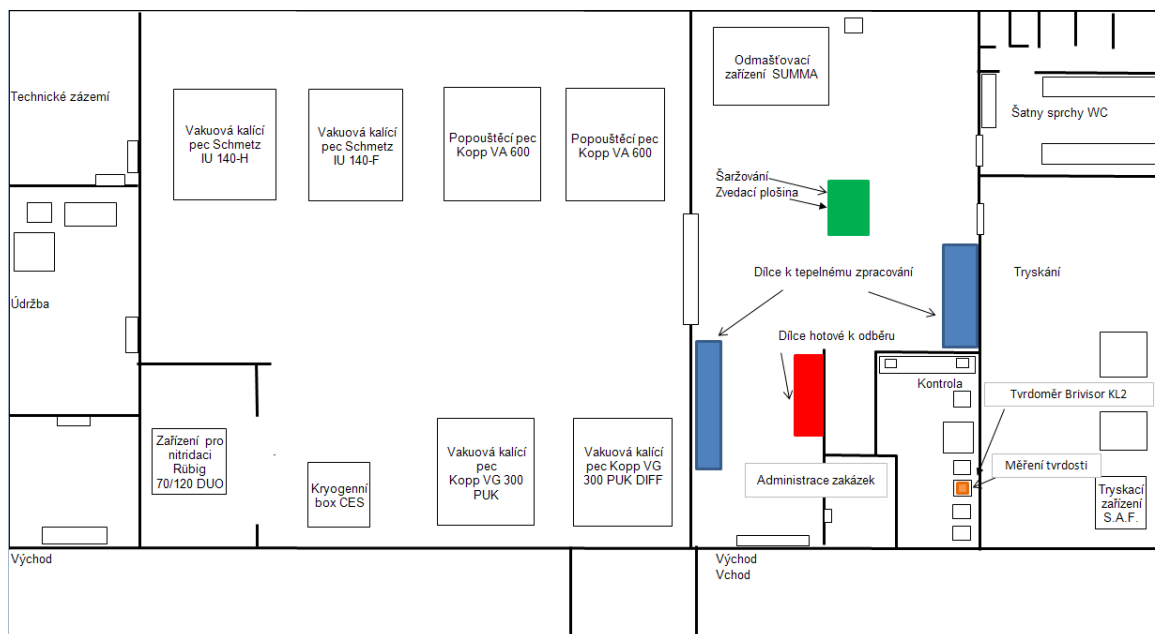
Ještě před samotným kalením se musí veškeré frézy vždy odmastit v prací lázni s odmašťovadly, protože jinak se při kalení při 400 °C začnou oleje odpařovat a chytat do izolace, proto je důležité, aby frézy byly bez oleje a úplně suché. Odmaštění trvá zhruba 20 minut.

Po odmaštění se frézy naskládají do přípravků (roštů), výška a šířka přípravků je stejná, a respektuje rozměry kalící pece a liší se pouze velikost a rozteč otvorů pro uložení fréz. Hmotnost každé vsázky včetně přípravků je maximálně 600 kg. Indikaci aktuální teploty vsázky během celého procesu zajišťuje drát s válečkem na konci, který se jedním koncem zastrčí dovnitř vsázky a jeho druhý konec se vloží do systému pece, který na základě informací o teplotě řídí celý proces. Pro získání potřebné tvrdosti se frézy napřed zakalí (zahřejí) v peci na předepsanou teplotu a poté prudce zchladí. Po kalení vždy následuje operace popouštění, která spočívá na novém zahřátí fréz na popouštěcí teplotu, která je vždy podstatně nižší než teplota kalící a také následné ochlazování je pomalejší než v případě kalení. Účelem popouštění je odstranění velké křehkosti, která je výsledkem kalení a dosažení větší stability vnitřní struktury. Tyto nutné vlastnosti jsou kompenzovány mírným snížením tvrdosti nástroje, k němuž při popouštění dochází. Pokud k tomu nedojde, popouštění se opakuje. Poté se ještě u každé zakalené frézy zkontroluje, zda u ní vlivem tepelného zpracování nedošlo k deformaci její osy a pokud ano provede se přímo na tomto

pracovišti její vyrovnání. Frézy se následně opískují a nakonzervují na konzervační lince olejem a vrátí se zpátky do uložení, ve kterém přišly.

Vzhledem k tomu, že režimy kalení jsou pro různé materiály odlišné je nutno do kalící pece vždy společně dát jen ty výrobní dávky, které jsou z téhož materiálu a u nichž se požaduje stejná výsledná tvrdost. Do pece se musí společně dávat jen ty frézy, které jsou přibližně stejně velké (nejlépe stejného průměru a pokud možno ne příliš rozdílných délek). Každá pec je vybavena programovým vybavením, které má předem nastaveny optimální parametry teplot ohřevu a chlazení pro jednotlivé způsoby tepelného zpracování. V případě potřeby lze standardně nastavený program s ohledem na specifiku dané operace kvalifikovaným pracovníkem obsluhy upravit.

Když už je vsázka vyhřátá na požadovanou kalící teplotu, nechá se ve výdrží na této teplotě po určitou dobu. Výdrž na teplotě záleží na složení vsázky, menší polotovary znamenají kratší dobu a naopak. Následně dojde k prudkému ochlazení dusíkem, většinou až na 40 °C, aby frézy byly měřitelné. Po ukončení programu se vsázka vyveze z pece, změří se tvrdost u všech fréz, když je to v pořádku, jdou na rovnání, pískování, konzervování a zpět do Divize Frézy na dokončovací operace vybroušení ostří.



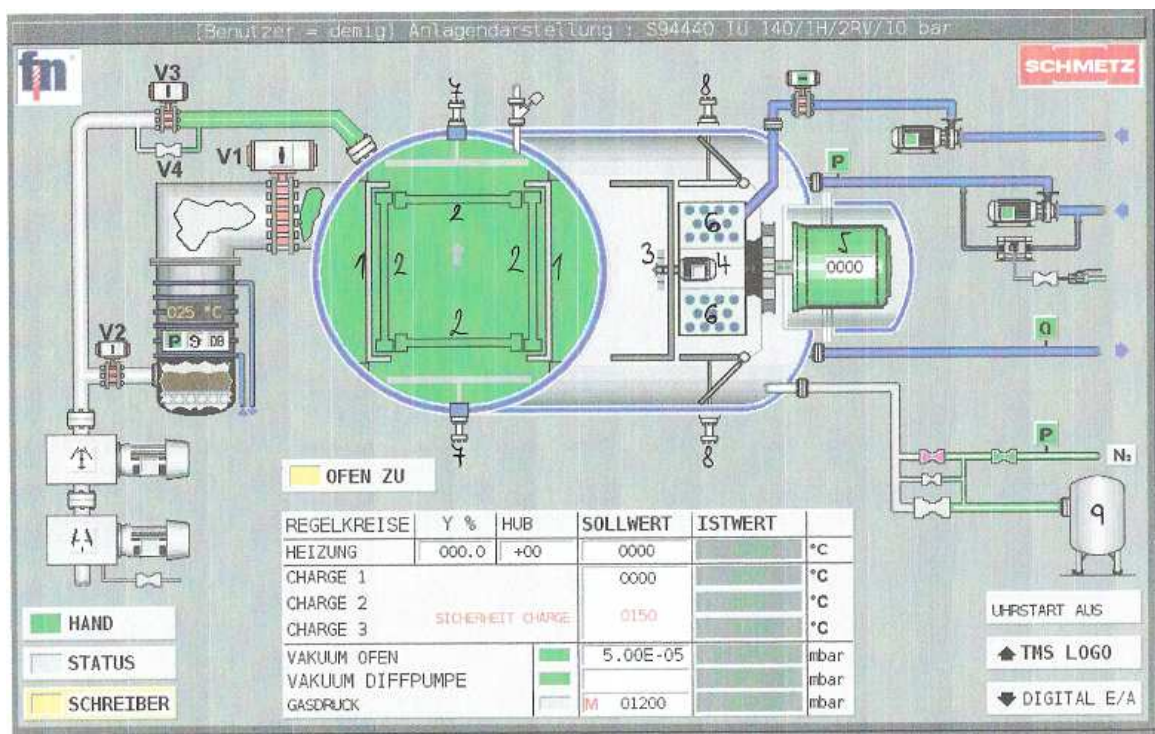
Obr. 34. Layout divize tepelného zpracování (vlastní zpracování)

10.1.1 Vakuová kalící pec Schmetz

Celou pec můžeme chápat jako tlakovou nádobu, což znamená, že s používáním a výrobou v této peci je spojena spousta bezpečnostních předpisů. Při ohřívání vsázky jsou přední

klapky zavřené, to znamená, že topná komora je uzavřená a topí se menší objem pece. Nejvyšší teplota je v topné komoře, kde se dá dosáhnout až 1300 °C, kolem topné komory by měla být teplota zhruba okolo 160 °C.

Ve vakuové kalící peci se topí elektrickým odporem. Topné tyče jsou vyrobené z grafitu. Když se dosáhne kalící teploty, to je asi 1200 °C, pustí se do pece 3 až 10 barů dusíku, začne proudit vzduch a přední klapky se otevřou. Podle zadních klapky, kdy je jedna otevřená a druhá zavřená, proudí vzduch a teplo odevzdává ve výměníku tepla. Vzduch proudí kolem dokola přes výměník a tím chladí vsázku. Po 20 vteřinách se to otočí a chladí zase opačně.



Obr. 35. Vakuová kalící pec Schmetz – půdorysné schéma (interní zdroje)

- | | | |
|--------------------------|---------------------------|-------------------|
| 1 – topná komora | 4 – motor vrtule | 7 – přední klapky |
| 2 – topné tyče z grafitu | 5 – hlavní chladicí motor | 8 – zadní klapky |
| 3 – vrtule konvekce | 6 – výměník tepla | 9 - dusík |



Obr. 36. Vakuová kalící pec Schmetz (vlastní zpracování)

10.2 Posouzení možnosti zkrácení časů při plnění vakuové pece

Současný způsob sestavení vsázky pro kalící proces probíhá do značné míry intuitivně, na základě zkušeností obsluhy pece s využitím standardizovaných komponentů sloužících pro uložení fréz do vymezeného prostoru pece.

Tyto komponenty sestávají především z masivní základové desky ve tvaru obdélníku respektujícího půdorysné rozměry prostoru pece a deseti standardních vodících tyčí, které jsou do této základní desky pevně vsazeny směrem kolmo nahoru. Tyto vodící tyče zajišťují kompaktnost dvojité řady roštů nasazených na vodících tyčích.

Jednotlivé standardizované rošty umístěné v několika etážích nad sebou jsou obvykle opatřeny množstvím otvorů, jejichž průměry odpovídají rozměrům stopkových fréz, které jsou do nich ve svislé poloze vkládány. Na některé rošty jsou také umísťovány nízké kovové palety pro uložení nástrčných fréz.

Rošty jsou upevněny nad sebou do volně měnitelného počtu různě vysokých etáží respektujících délku fréz kolmo postavených v rostech a v součtu svých výšek respektujících také délku vodících tyčí. Měnitelné výšky jednotlivých etáží jsou nastaveny kombinací standardizované sady rozpěrek navlečených mezi jednotlivé etáže na vodící tyče.

Každá sestava dané vsázky vypadá naprosto odlišně a hlavní snahou obsluhy pece je umístit do ní maximum fréz, tak aby byla tepelná energie ohřevu co nejvíce využita.

Celkový čas vynaložený na sestavení jedné vsázky se pohybuje v rozmezí 3 až 3,5 hodin a vedení firmy se tento čas zdá neúměrně dlouhý. Je tomu skutečně tak, protože pouhé naskládání připravených výrobních dávek polotovarů fréz do již připravené sestavy vhodných roštů by mohlo trvat maximálně hodinu. Největším problémem je ale vybrat z množiny výrobních dávek připravených na operaci tepelného zpracování určitou skupinu výrobních dávek fréz hodících se z důvodů stejného předepsaného režimu jejich tepelného zpracování a podobné hmotnosti do jedné vsázky a snažit se přitom o maximální využití prostoru pece.

Omezující požadavky určující sestavení každé vsázky - musí v ní být umístěny jenom:

- frézy, u nichž je požadován stejný způsob tepelného zpracování,
- frézy podobné hmotnosti kvůli jejich rovnoměrnému zahřátí v peci,
- frézy podobných průměrů (pokud jde o stopkové nástroje) kvůli otvorům v roštu
- frézy (pokud jde o stopkové nástroje) podobných délek kvůli výšce etáže



Obr. 37. Dvě fáze sestavení vsázky (vlastní zpracování)

Zhodnocení analýzy tepelného zpracování

Sestavení optimální vsázky tak, aby maximálně vyplňovala prostor pece a respektovala výše uvedené požadavky při širší výrobního sortimentu a různosti fréz, které jsou pro operaci tepelného zpracování v daný den k dispozici, není možné exaktně vyřešit. Současné skládání vsázek, založená na intuici a zkušenosti pracovníků obsluhy, je při širokém a různorodém sortimentu vyráběných fréz zatím jediným smysluplným řešením.

11 ANALÝZA VYBRANÉHO PROBLÉMU DIVIZE FRÉZY

Vzhledem k neschůdnosti nalezení smysluplného řešení v racionalizaci sestavování vsázek připravovaných pro tepelné zpracování byla pozornost přenesena na Divizi Frézy, kde množství obráběcích strojů, vícestrojový režim jejich obsluhy a případně i jejich rozmístění dává mnoho příležitostí k analýze možností zvýšení efektivity.

11.1 Divize Frézy

Divize frézy má celkem 3 výrobní střediska (2510, 2520 a 2530), která se nachází, jak již bylo uvedeno, ve třech etážích budovy č. 71. První etáž je rozdělena na střediska 2510 a 2520.

Ve středisku 2510, ve kterém výrobní proces začíná, je umístěn sklad s hutním materiálem a pásové pily na dělení materiálu. V jejich blízkosti jsou pracoviště třískového obrábění určená pro základní úpravu nadělených polotovarů. Jsou to různé druhy soustruhů sloužících k zarovnání čela, zhotovení otvoru, soustružení ostří, zhotovení vybrání atd.

Ve středisku 2520, nacházejícím se rovněž v přízemí budovy, probíhá broušení obrobku. Toto středisko je vybaveno řadou CNC obráběcích strojů, které mají svůj počítač, což umožňuje vytvoření a uložení programu ve stroji. Tyto stroje jsou značně velké a velmi těžké, právě z toho důvodu jsou umístěny v první etáži, jelikož ve vyšších etážích by svou nosností příliš zatěžovaly stropní konstrukci. Jsou to vesměs brusky typu Junker, Walter, Rollomatic a Studer.

Celá druhá etáž patří také středisku 2510, nachází se v ní řada dalších strojů třískového obrábění, jsou to především různé druhy frézek – frézka zubových mezer, frézka horizontální, frézka drážek, frézka konzolová, dále také protahovačka drážek a několik soustruhů. Dále je zde umístěna výstupní kontrola, výdejna nástrojů a sklad hotových výrobků.

Ve třetí etáži je středisko 2530, kde jsou umístěny brusky, například bruska hrotová, bruska ploch, bruska čelních ploch, bruska vertikální, bruska na otvory.

Ve středisku 2510 probíhá výroba tzv. za měkka, což znamená ještě před tepelným zpracováním (kalením, popouštěním apod.) a ve zbylých dvou střediscích 2520, 2530 jsou prováděny operace až po tepelném zpracování, kdy je ocel tvrdá, jelikož při kalení změní svou vnitřní strukturu a je na běžných obráběcích strojích kromě brusek neopracovatelná.

12 SMED ANALÝZA VYBRANÉHO PRACOVIŠTĚ FRÉZEK FGU 32

Jako vhodné místo pro vyzkoušení uplatnění metody SMED na pracovišti s vícestrojovou obsluhou bylo odbornými pracovníky divize vybráno pracoviště tří frézek FGU 32 obsluhované jedním pracovníkem zajišťujícím zároveň i jejich přestavby.

12.1 Současný stav pracoviště frézování

Pracoviště je vybaveno třemi horizontálními frézky typu FGU 32, na kterých se provádí frézování bočních zubů kotoučových fréz.

Operátor pracuje v třístrojové obsluze na dalších dvou horizontálních frézách stejného typu. Operátor upne obrobek do upínacího trnu a po vyfrézování jej vyjme a upne do trnu další obrobek. V průběhu frézování má za úkol obsluhovat nebo přestavovat i další dva zmíněné stroje. Avšak v době analýzy bylo zjištěno, že byl jeden stroj přestavován, ale ostatní dva po celý tento čas stály.

12.1.1 Popis horizontální frézky FGU 32

Tato frézka byla vyrobena v roce 1990, je vybavena přesným otočným stolem Kitagawa, vodorovným vřetenem a ručními koly na osách X, Y, Z. Slouží pro frézování bočních zubů kotoučových fréz.

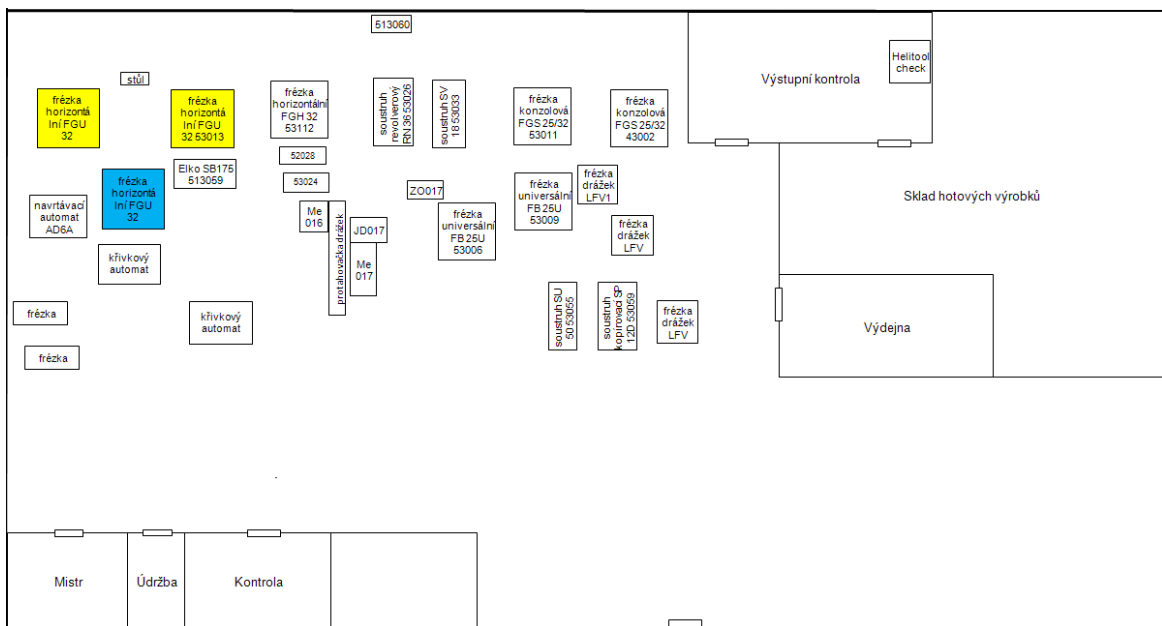
- Technické parametry:
 - Délka pracovní plochy stolu: 1250 mm
 - Šířka pracovní plochy stolu: 320 mm
 - Upínací rozměr stolu: 320 x 1250 mm
 - Podélný posuv (X): 850 mm
 - Svislý posuv (Z): 420 mm
 - Příčný posuv (Y): 275 mm
 - Výkon hlavního elektromotoru: 7kW
 - Rozměry stroje d x š x v: 3400 mm x 2400 mm x 1720 mm
 - Hmotnost stroje: 2800 kg

12.1.2 Layout vybraného pracoviště

Na tomto pracovišti se nachází řada strojů třískového obrábění, jsou to především různé druhy frézek – frézka zubových mezer, frézka horizontální, frézka drážek, frézka konzolo-

vá, dále také protahovačka drážek a několik soustruhů. Dále je zde umístěna výstupní kontrola s měřícím zařízením Helitoolcheck, výdejna náradí a sklad hotových výrobků.

V layoutu je barevně vyznačeno pracoviště třístrojové obsluhy, konkrétně modrou barvou je označena frézka, která byla předmětem analýzy a žlutou barvou jsou označeny další dvě frézky, které operátor obsluhuje.



Obr. 38. Layout střediska 2510 (vlastní zpracování)

U horizontálních frézek FGU 32 má operátor k dispozici stůl, na kterém má uloženy polotovary pro danou výrobní zakázku a k ní příslušnou výrobní dokumentaci, v níž můžeme najít výrobní průvodku, výkres frézy, technologický postup a průvodku tepelného zpracování. Dále by zde měl mít také přesně na svém místě uloženo všechno potřebné náradí, to však bylo ledabyle poházené po stole a kolem strojů.

Na tomto pracovišti je také vyhrazeno odkladní místo, kam se ukládají obrobky, které jsou již vyfrézované, a zároveň je zde také vyhrazené místo, kde jsou uloženy obrobky, které mají tímto stupněm výrobního procesu teprve projít.

12.2 Analýza přestavby horizontální frézky FGU 32

Na začátku analýzy prováděné pozorováním na pracovišti bylo zjištěno, že přestavby doposud nemají žádný pevně stanovený standardizovaný postup, kdy kterou činnost dělat. To má za následek, že si tyto činnosti každý seřizovač provádí podle svého uvážení. Přestavba

začíná od vyfrézování posledního kusu obrobku z minulé výrobní zakázky a končí po vyfrézování prvního kusu, schváleného kontrolou, z nové výrobní zakázky.

Proces přestavby lze rozdělit do těchto základních kroků:

- **Přípravné práce** – na začátku seřizovač přiřadí dokumentaci k výrobním zakázkám a vyhledá si výrobní dokumentaci k aktuální výrobní zakázce, po té si vyhledá správný nástroj (2 ks fréz) k frézování bočních zubů a to tak, že změří pomocí posuvného měřidla frézované zuby a rozteč zubů mezi sebou, pak připraví stroj k výměně nástrojů tím, že změní jeho polohu, podélným posuvem (osa X), svislým posuvem (osa Z) a příčným posuvem (osa Y).
- **Měření potřebných parametrů** – seřizovač si nejprve změří hloubku u obou fréz, tzn. hloubku mezi nábojkou a výškou zubu, dále si vypočítá potřebné parametry pro nastavení fréz tak, že sečte hloubku naměřenou u obou fréz a šířku fazetky, pak si ještě musí vyhledat rozpěrné kroužky, které slouží k tomu, aby držely rozteč mezi dvěma frézami a změřit jejich šířku pomocí posuvného měřidla
- **Výměna fréz a upínacího trnu** – pomocí klíče seřizovač povolí šroub, který drží frézy ve vodorovném vřetenu stroje a demontuje původní frézy, potom vymění upínací trn, nejdříve vyjme podložku a následně imbusovým (šestihranným) klíčem povolí šrouby, tím se upínací trn uvolní a je možné jej vyjmout, najde si nový upínací trn a připevní ho do stroje, očistí obrobek od ostřin na brusném kameni a upne ho do trnu, po té připevní palec k obrobku, tzn. že se zub opře o palec a tím se zajistí, aby se otáčel o stejný počet stupňů.
- **Nastavení parametrů** – jako první si seřizovač nastaví ve stroji úhel zubu, který si změří posuvným měřidlem, následuje zadání počtu zubů a nastavení výchozí pozice mezi frézou a obrobkem, pomocí páky jezdí stůl nahoru a dolů, tím se nastavuje požadovaná hloubka, další pákou se jezdí směrem dopředu a dozadu a slouží k přijíždění a odjíždění od zubu, podélný posuv je ovládaný pomocí tlačítek umístěných na ovládacím panelu stroje, další co musí seřizovač nastavit jsou dorazy pro rozjezd stolu (délka na kterou stůl s obrobkem jezdí), aby se nestalo to, že zajede příliš daleko například do nábojky.
- **Kontrola požadovaných parametrů** – po vyfrézování prvního zubu se obrobek demontuje z upínacího trnu a seřizovač s ním jde na mezioperační kontrolu, kde zkontroluje všechny požadované parametry pomocí výškoměru a optického přístro-

je, pokud je vše v pořádku, pokračuje ve frézování ostatních bočních zubů kotoučové frézy.

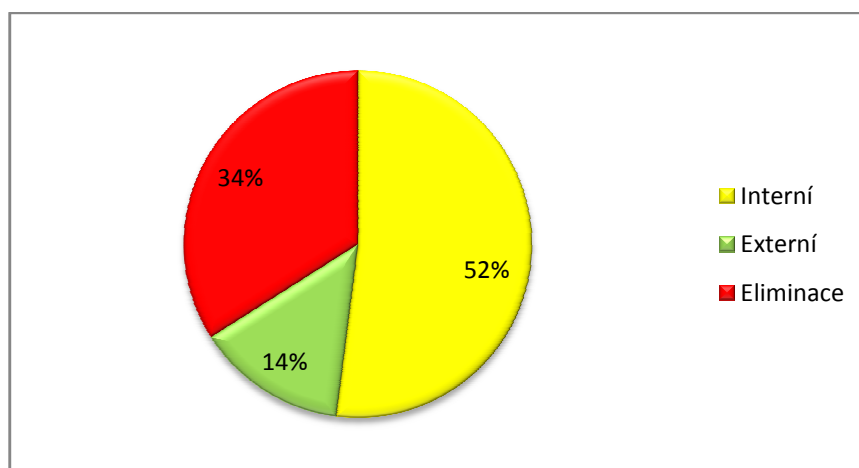
V níže uvedené tabulce můžeme vidět původní rozdělení činností, kdy všechny činnosti byly prováděny až po zastavení stroje a jsou tedy označeny jako interní. Dále je zde uvedeno nové rozdělení činností, kdy některé z interních činností byly převedeny na externí, to znamená, že mohou být vykonány za chodu stroje a některé z interních činností se ukázaly jako plýtvání, tím pádem byly eliminovány.

Tab. 4. Přestavba horizontální frézky FGU 32 (vlastní zpracování)

	Činnost	Doba trvání (m:s)	Původní Kategorie	Nová Kategorie
1	chystání dokumentace	0:25	interní	externí
2	hledání 2ks fréz	0:35	interní	externí
3	broušení tvaru u obou fréz	2:06	interní	externí
4	měření obroušeného tvaru fréz	1:40	interní	externí
5	příprava výměny nástrojů	0:38	interní	interní
6	demontáž původních fréz	0:32	interní	interní
7	změření a výpočet nastavení fréz	0:38	interní	externí
8	hledání a měření rozpěrných kroužků	1:24	interní	externí
9	montáž nových fréz	1:30	interní	interní
10	demontáž a čištění původního trnu	1:04	interní	interní
11	hledání nového trnu	0:22	interní	externí
12	montáž a čištění trnu	1:39	interní	interní
13	čištění obrobku	0:32	interní	externí
14	upnutí obrobku do trnu	2:19	interní	interní
15	demontáž obrobku a špatného trnu	2:46	interní	eliminace
16	hledání nového trnu	0:25	interní	eliminace
17	montáž a čištění trnu	1:54	interní	eliminace
18	upnutí obrobku do trnu	2:14	interní	eliminace
19	nastavení požadovaných parametrů ve stroji	4:50	interní	interní
20	nastavení výchozí polohy, spuštění stroje	2:15	interní	interní
21	změna parametrů	0:31	interní	eliminace
22	nastavení výchozí polohy mezi obrobkem a frézou	1:50	interní	eliminace
23	demontáž obrobku, kontrola nastavení	0:26	interní	interní
24	nastavení výchozí polohy mezi obrobkem a frézou	2:39	interní	eliminace
25	nastavení dorazů pro rozjezd stolu	1:19	interní	interní
26	zastavení, demontáž a měření obrobku	0:50	interní	interní
27	demontáž frézy, přidání rozpěrného kroužku	1:00	interní	eliminace
28	upnutí obrobku do trnu	0:27	interní	interní
29	čekání	0:20	interní	eliminace
30	spuštění stroje	0:21	interní	interní

31	nastavení stroje z manuálu do automatu	0:26	interní	interní
32	zkouška frézování prvního zubu	1:29	interní	interní
33	zastavení a dotažení fréz	0:26	interní	eliminace
34	spuštění stroje, frézování	0:57	interní	interní
35	zastavení, demontáž a čištění obrobku	0:39	interní	interní
36	mezioperační kontrola	3:49	interní	interní
37	rozhovor s pracovníkem kontroly	1:16	interní	eliminace
38	upnutí obrobku do trnu	0:36	interní	interní
39	spuštění stroje, frézování	2:10	interní	interní
40	zastavení, demontáž a čištění hotové frézy	0:41	interní	interní
41	výstupní kontrola	3:22	interní	eliminace
celkový čas		55:22		

V následujícím grafu můžeme vidět znázorněný podíl interních, externích činností a eliminace (plýtvání) na celkovém čase přestavby. Jak je již patrné z tabulky uvedené výše, všechny činnosti byly původně prováděny až po zastavení stroje, jsou tedy označeny jako interní. Z celkového času 55 minut a 22 sekund, který daná přestavba trvala, tvoří po převedení interní činnosti 52 % (28 minut a 57 sekund) a externí činnosti tvoří 14 % (7 minut a 42 sekund), eliminace (plýtvání) tvoří zbylých 34 % (18 minut 43 sekund). Plýtvání bylo způsobeno především montáží špatného upínacího trnu, což mělo za následek provedení dalších činností, které přestavbu jen prodloužily. Další značné prodloužení času přestavby bylo způsobeno tím, že seřizovač špatně nastavil polohu stroje mezi obrobkem a frézou, což způsobilo, že zajel do nábojky a kvůli tomu musel jít s obrobkem na výstupní kontrolu.



Obr. 39. Rozdělení činností na interní, externí a eliminace (vlastní zpracování)

12.3 Jízdní řád přestavby horizontální frézky FGU 32

Tab. 5. Jízdní řád přestavby horizontální frézky FGU 32 (vlastní zpracování)

	Činnost	Doba trvání (m:s)	Kategorie
	Předpříprava		
1	nachystání dokumentace	0:25	externí
2	nachystání 2ks fréz	0:35	externí
3	broušení tvaru u obou fréz	2:06	externí
4	měření obroušeného tvaru fréz	1:40	externí
5	změření a výpočet nastavení fréz	0:38	externí
6	hledání a měření rozpěrných kroužků	1:24	externí
7	hledání nového trnu	0:22	externí
8	čištění obrobku	0:32	externí
	Příprava		
9	příprava výměny nástrojů	0:38	interní
10	demontáž původních fréz	0:32	interní
11	montáž nových fréz	1:30	interní
12	demontáž a čištění původního trnu	1:04	interní
13	montáž a čištění nového trnu	1:39	interní
14	upnutí obrobku do trnu	2:19	interní
	Nastavení parametrů		
15	nastavení požadovaných parametrů ve stroji	4:50	interní
16	nastavení výchozí polohy, spuštění stroje	2:15	interní
17	demontáž obrobku, kontrola nastavení	0:26	interní
18	nastavení dorazů pro rozjezd stolu	1:19	interní
19	zastavení, demontáž a měření obrobku	0:50	interní
20	upnutí obrobku do trnu	0:27	interní
	Kontrolní frézování		
21	spuštění stroje	0:21	interní
22	nastavení stroje z manuálu do automatu	0:26	interní
23	zkouška frézování prvního zubu	2:26	interní
25	zastavení, demontáž a čištění obrobku	0:39	interní
26	mezioperační kontrola	1:54	interní
27	upnutí obrobku do trnu	0:36	interní
28	spuštění stroje, frézování	2:10	interní
29	zastavení, demontáž a čištění hotové frézy	0:41	interní
30	mezioperační kontrola	1:55	interní
	celkový čas interní přestavby	28:57	

Celkový čas přestavby frézky FGU 32 byl s využitím metody SMED snížen z 55 minut 22 sekund na 28 minut a 57 sekund. Úspora času tedy činí 26 minut a 25 sekund.

13 VYMEZENÍ PROJEKTU

13.1 Definice projektu

Název projektu: Zefektivnění procesu výroby frézovacích nástrojů ve firmě ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s.

Vedení projektu: Bc. Veronika Žídková, diplomantka
Ing. Dobroslav Němec, vedoucí práce

13.2 Hlavní a dílčí cíle projektu

Hlavní cíl: Zefektivnění výrobního procesu brusek Walter

Dílčí cíle: Analýza doby přestavby pracoviště s třístrojovou obsluhou
Vytvoření nového jízdního řádu přestavby
Analýza a návrh zvýšení využití strojního zařízení
Návrh pořízení nového měřicího zařízení
Identifikace a eliminace plýtvání

13.3 Časový harmonogram

Tab. 6. Časový harmonogram projektu (vlastní zpracování)

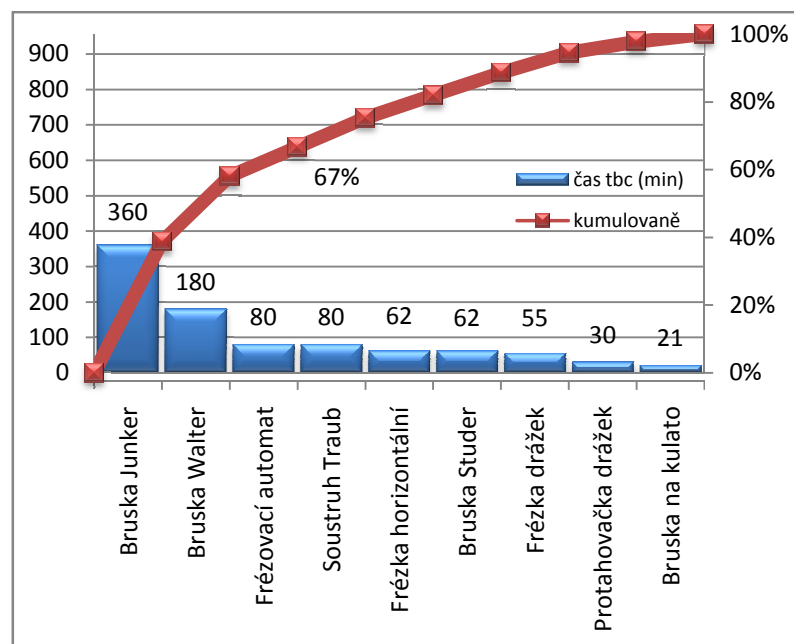
	1. měsíc	2. měsíc	3. měsíc	4. měsíc
Seznámení s výrobním procesem	■ ■			
Snímek pracovního dne		■ ■		
Analýza současného stavu přestavby		■ ■ ■		
Aplikace metody SMED			■ ■ ■ ■	
Vytvoření jízdního řádu				■ ■ ■
Návrh zvýšení využití strojního zařízení				■ ■ ■ ■

14 ANALÝZA VYUŽITÍ VYBRANÝCH VÝROBNÍCH ZAŘÍZENÍ

Cílem této kapitoly je v první řadě zjistit, která výrobní zařízení Divize Frézy mají pro její výrobní proces největší význam, k čemuž byla využita Paretova analýza zaměřená na největší podíly jednotkových (kusových časů) a také dávkových časů (zahrnujících především přestavbu stroje) vynaložených na výrobu nejčastěji vyráběných typů fréz (tzn. fréz čelních válcových).

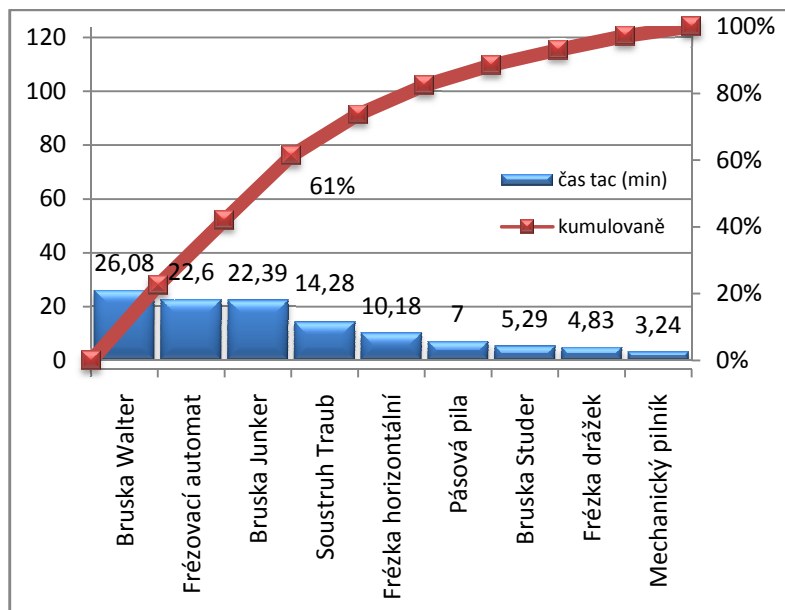
Dalším kritériem upřesňujícím výběr nejvhodnějšího pracoviště, jehož racionalizace bude mít pro firmu největší význam, jsou snímky pracovních směn realizované u nejdůležitějších pracovišť (vybraných Paretovu analýzou), které jasně specifikují pracoviště, které si zaslouží analýzu časů přestaveb a také analýzu dalších plýtvání časem souvisejícím s vícestrojovou obsluhou.

14.1 Paretova analýza



Obr. 40. Paretoův diagram časy t_{bc} (vlastní zpracování)

Z uvedených grafů, které ukazují časy t_{ac} a t_{bc} u vybraných strojů, je jasně patrné, že je potřeba věnovat pozornost především bruskám Walter a Junker, jejichž časy přestaveb (t_{bc}) a časy jednotkové (t_{ac}) jsou nejdelší a podstatně vyšší, než u ostatních strojů. Není náhodou, že se jedná zároveň i o nejdražší obráběcí stroje firmy, u nichž musí být také dbáno na maximální míru jejich využití.

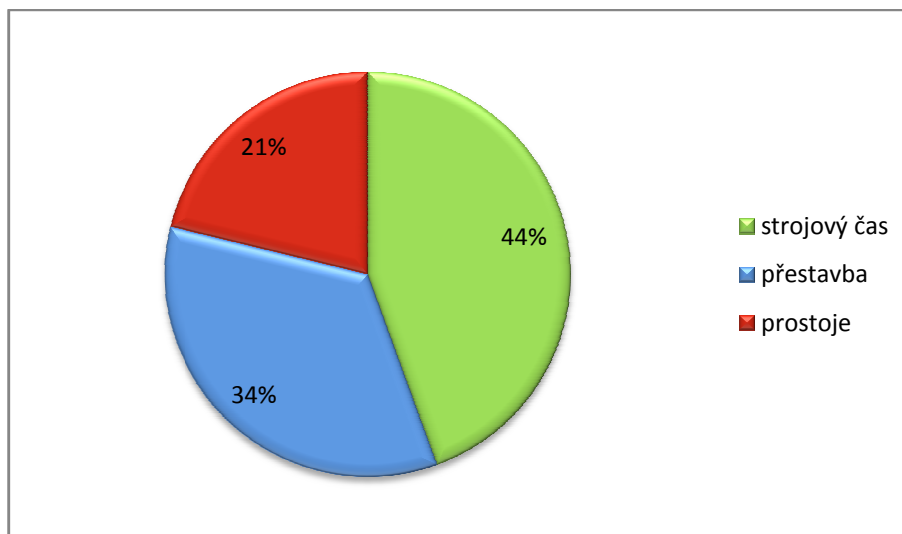


Obr. 41. Paretův diagram časy t_{ac} (vlastní zpracování)

14.2 Snímky pracovních směn strojů Junker a Walter

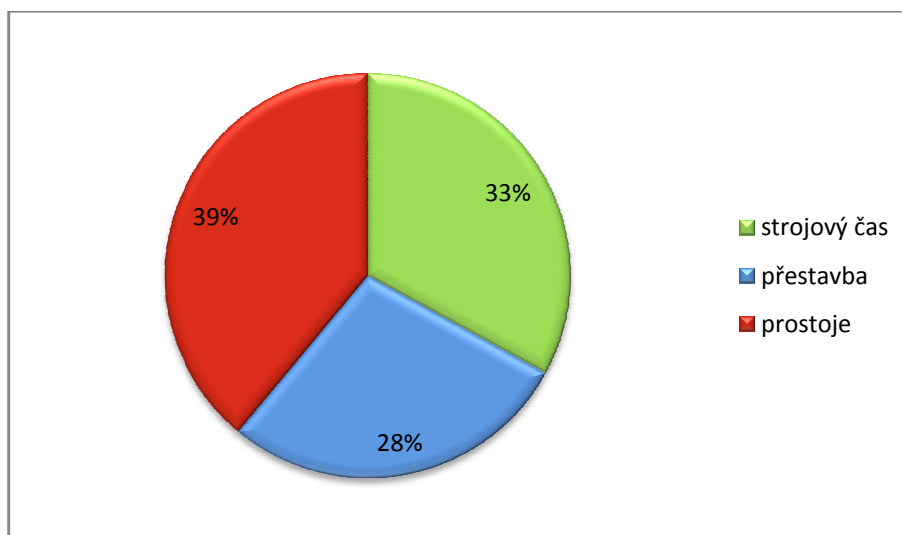
Pro posouzení plynutí časem při pracovní směně klíčových strojních zařízení bylo provedeno třídenní pozorování pracovišť a na jejich základě pak vyhotoveny snímky pracovní směny. Na základě výsledků Paretovy analýzy se pozorování zaměřilo na dvě brusky typu Junker obsluhované a současně přestavované jedním pracovníkem a na sousední skupinu tří brusek typu Walter, u nichž je zavedena třístrojová obsluha jedním pracovníkem, který zároveň provádí jejich přestavbu po ukončení výroby jedné výrobní dávky na dávku následující.

Výsledkem průměrných hodnot výše uvedeného sledování bylo zjištění procentuálního rozložení sumy strojových časů, časů přestaveb a prostojů v průběhu směny následující:



Obr. 42. Snímek pracovní směny – pracoviště dvou brusek Junker (vlastní zpracování)

Ve výše uvedeném grafu je zobrazený snímek pracovní směny brusek Junker, ze kterého vyplývá, že využití strojního zařízení je méně než 50 % a to jak z důvodu přestaveb, které činí 34 %, tak z důvodu prostoje 21 %, které byly zapříčiněny především čekáním na seřizovače, který jeden stroj přestavoval a druhý obsluhoval, což znamená, že musel přibližně každých 15 až 20 minut jít ke stroji, demontovat vybroušený kus a upnout do upínacího trnu další kus, tím se samozřejmě zase prodloužila doba přestavby.



Obr. 43. Snímek pracovní směny – pracoviště tří brusek Walter (vlastní zpracování)

V druhém snímku pracovní směny je podíl strojového času tedy času, kdy byly stroje opravdu v chodu a vyráběly, ještě podstatně menší 33 % než je tomu u brusek Junker, to

bylo zapříčiněno jednak častými přestavbami 28 %, kdy se dokonce stalo, že seřizovači skončila výroba na všech třech strojích zároveň a musel je začít přestavovat, což mělo za následek opravdu velké množství prostojů 39 %, jelikož samozřejmě není možné zvládnout přestavbu všech tří strojů naráz, takže zatímco na jednom stroji probíhala přestavba, další dva stroje po celou dobu stály a čekaly.

Na základě provedeného pozorování bylo zjištěno, že nejvíce prostojů je u brusek Walter, z toho plyne, že seřizovač nestačí obsluhovat tři stroje, jelikož když jeden stroj přestavuje nebo obsluhuje, tak další dva velmi často stojí. Seřizovač se nezvládá dostatečně soustředit ani na jednu práci, což má za následek řadu neproduktivních činností. Z toho vyplývá, že člověk je využitý dostatečně, ale stroje nikoli.

Závěr – další podrobné analýzy a návrh řešení budou zaměřeny výhradně na pracoviště brusek Walter.

14.3 Současný stav pracoviště tří brusek typu Walter

14.3.1 Základní informace

Na tomto pracovišti se nachází šest CNC obráběcích strojů typu Walter, sloužících k finálnímu broušení většiny druhů vyráběných fréz, s třístrojovou obsluhou.

Popis činností operátora při přestavbě

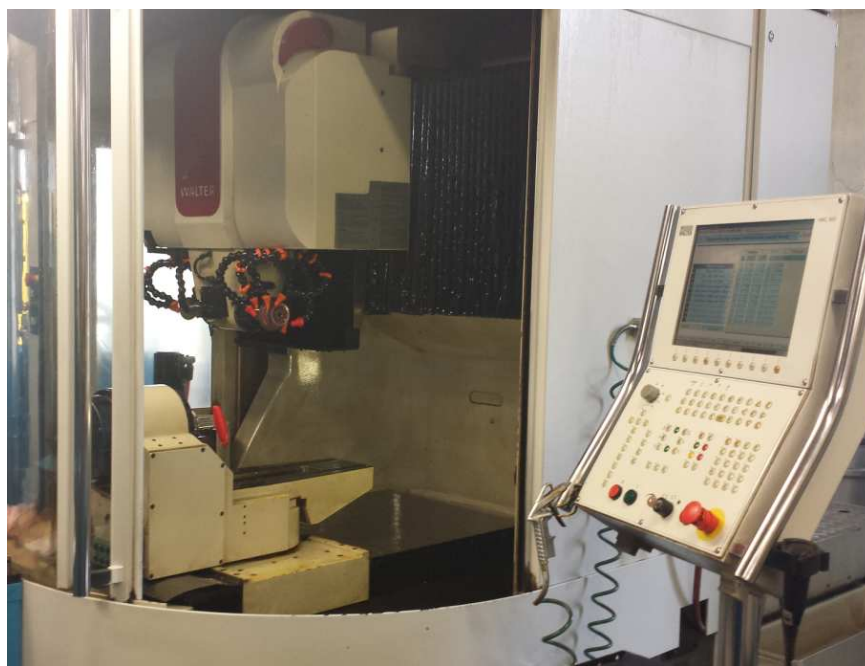
Operátor, obsluhující brusku Walter BW 028 jejíž přestavba bude analyzována s využitím metody SMED, pracuje v třístrojové obsluze tzn. ještě na dalších dvou bruskách Walter BW 018 a BW 038. Operátor upne obrobek do upínacího trnu, nastaví do počítače naměřené, požadované parametry (průměr, úhly čela, šířku fazetky) a spustí kontrolní broušení obrobku. Po vybroušení daného parametru, obrobek vyjme z upínacího trnu, provede kontrolu pomocí mikrometru a optického přístroje popř. Brinellovy lupy, a pokud zjistí, že není nastavení zcela v pořádku, tak jej v počítači upraví.

V průběhu provádění analýzy bylo zjištěno, že při přestavbě jednoho stroje, seřizovač odbíhal obsluhovat druhý stroj (bruska BW 038), na kterém probíhalo broušení výrobní zakázky, takže bylo potřeba přibližně každých 15 minut jít k tomuto stroji, vyjmout obroušený obrobek, očistit ho, uložit do přípravku na stole, vzít další obrobek, upnout ho do stroje a spustit broušení. K tomu všemu měl ještě přestavovat i třetí stroj (bruska BW 018), což nestíhal, takže tento stroj stál a čekal na přestavbu přibližně 1 hodinu a 12 minut. Po té jej

začal přestavovat spolu s prvním strojem, u kterého stále přestavba nebyla dokončena, a zároveň obsluhoval i zmíněný druhý stroj, který také po ukončení broušení obrobku pár minut čekal, než seřizovač přijde a vymění obrobek za další. Jak bylo zjištěno z provedeného pozorování, nastávají i situace, že seřizovač přestavuje jeden stroj, druhý obsluhuje a třetí po celou dobu přestavby prvního stroje stojí nebo také dochází k tomu, že musí přestavovat všechny tři stroje najednou.

14.3.2 Popis brusky Walter

Na pracovišti se nachází šest strojů tohoto typu s roky výroby 1996, 2004, 2006, 2008, 2012 a 2013. Všechny tyto brusky jsou určeny k finálnímu broušení všech druhů vyráběných fréz. Stroje disponují pěti pohyblivými osami, vysokým výkonem, výbornou kinematikou a dostatečnou tuhostí, která výrazně zabezpečí tlumení vibrací.



Obr. 44. CNC bruska Walter (vlastní zpracování)

Technické parametry:

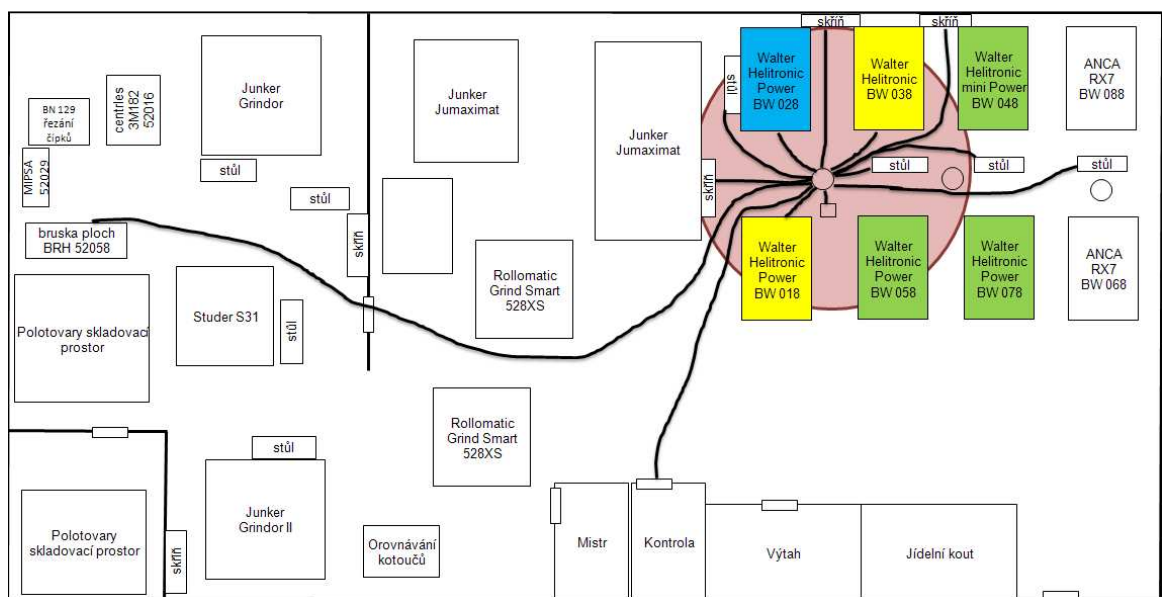
- Pracovní rozsah:
 - Max. průměr broušení: 320 mm
 - Max. délka obrobku pro vnější broušení: 350 mm
 - Max. délka obrobku pro čelní broušení: 280 mm
 - Pohyb v ose X: 470 mm
 - Pohyb v ose Y: 320 mm

- Pohyb v ose Z: 660 mm
- Otočný stůl osa C: $\pm 200^\circ$
- Osa A: ∞
- Max. hmotnost obrobku: 50 kg
- Rychloposuv X/Y/Z: 15 m/min
- Hmotnost stroje: 4300 kg
- Brousící vřeteník se dvěma vřeteny:
 - Průměr vřetena: 80 mm
 - Max. průměr brousícího kotouče: 200 mm
 - Otáčky brousícího vřetena: 0 – 9500 ot/min
 - Příkon stroje: 25 kVA

14.4 Layout pracoviště

Na tomto pracovišti se nachází řada CNC obráběcích strojů, jsou to zejména brusky typu Studer, Junker, Rollomatic, Walter a ANCA. Také je zde prostor pro skladování obrobků připravených pro tento stupeň výrobního procesu.

Bruska, která je předmětem analýzy, je v layoutu zvýrazněna modrou barvou a žlutou barvou jsou zvýrazněny další dva stroje, které zároveň obsluhuje daný operátor. Druhé pracoviště v třístrojové obsluze je vyznačeno zelenou barvou.



Obr. 45. Spaghetti diagram vybraného pracoviště střediska 2520 (vlastní zpracování)

Pro všech šest brusek je zde umístěn stůl s potřebným nářadím, které bylo v době pozorování různě poházené po stole a i v šuplících bylo nářadí ve značném nepořádku. To znamená, že si seřizovači musí chodit ke stolu pro nářadí, které zrovna potřebují a pak ho sem zase vrátit. U strojů jsou umístěny tři skříně, do kterých seřizovač chodí pro kotouče a další potřebné nářadí.

S předním kotoučem pak musí jít tam i zpět přes celé středisko k brusce vzdálené cca 20 m. Po přestavbě a vybroušení prvního kusu chodí seřizovač pokaždé na mezioperační kontrolu. Stává se, například když přijde seřizovač z přestávky, že tuto cestu musí někdy absolvovat i v průběhu výroby, kdy už je stroj přestavený, je to z toho důvodu, že když stroj chvíli stojí, tak se zchladí a může se rozladit.

U stroje má seřizovač umístěný stolek, na který si ukládá výrobní zakázku a k ní patřící výrobní dokumentaci, která mu slouží k nastudování, naměření a následnému nastavení potřebných parametrů do počítače.

14.5 Přestavba brusky Walter BW 028

Přestavba pracovníka začíná od vybroušení posledního kusu obrobku z minulé výrobní zakázky do vybroušení prvního kusu, schváleného kontrolou, z nové výrobní zakázky.

Proces přestavby lze rozdělit do těchto základních kroků:

- **Přípravné práce** – po ukončení výroby posledního kusu z minulé výrobní zakázky, ho seřizovač demontuje z upínacího trnu a také demontuje přední a zadní kotouč a uklidí je do skříně. Dále musí ve skříně najít nový přední kotouč, jít ho orovnat na brusku vzdálenou zhruba 20 m, po orovnaní tento kotouč změří pomocí posuvného měřidla (úhel kotouče – kotouč nesmí být rovný, ale podseknutý do středu) a očistí ho vzduchem a hadrem. Následuje uchycení předního kotouče ve stroji momentovým klíčem, vyhledání zadního kotouče ve skříně a uchycení ve stroji, zkouška spuštění kotoučů a úprava předního kotouče brusným kamenem, aby při broušení nebyl příliš ostrý.
- **Měření potřebných parametrů** – seřizovač zastaví a demontuje oba kotouče a jde je zaměřit, první změří brusnou hranu u předního kotouče výškoměrem, tyto hodnoty se pak zadávají do počítače, aby stroj při broušení poznal, kde je počátek kotouče, také si změří průměr pomocí posuvného měřidla. U zadního kotouče si výškoměrem a kalkulačkou změří a vypočítá výšku a vnější průměr, tyto údaje jsou

důležité pro správné vybroušení zubů na fréze. Následuje uchycení kotoučů ve stroji a úklid nepotřebných nástrojů (momentových klíčů). Po té seřizovač nastaví chladicí trysky kvůli chlazení kotoučů, aby nedošlo k jejich přehřátí. Očistí si stroj vzduchem a pracovní plochu otře hadrem. Jde pro testovací obrobek k jinému stroji, který mu poslouží k tomu, aby mohl vyrovnat upínací trn proti házivosti frézy, jinak by to mohlo mít za následek výrobu neshodných kusů.

- **Nastavení parametrů** – seřizovač upne první kus z nové výrobní zakázky a nastaví parametry do počítače. Vyhledá si mikrometr a kalibrační váleček ve skříni pro naměření správného průměru a změří průměr u surového kusu frézy a nastaví průměr do počítače. Pak jde na kontrolu pro údaje k nastavení úhlu vyostření. Následuje zkouška najetí kotouče k fréze a broušení, vyhledání baterky a Brinellovy lupy pro kontrolu obroušení zubu a průměru. Na základě kontroly seřizovač zjistil, že musí změnit nastavení průměru v počítači (zmenšil hodnoty, tzn., že kotouč bude ke kusu přijíždět, aby se dostal na hranu ostří, díky které dosáhneme požadovaného průměru), to se opakovalo ještě čtyřikrát. Po té ve skříni hledal zmetkový kus, aby si na něm nastavil správné parametry pro vybroušení čela s tím, že až by bylo vše správně nastavené, dal by do stroje frézu z výrobní zakázky. Následně, když byl průměr správně nastavený, začal nastavovat parametry pro broušení čela frézy. Kontrola a změna nastavení parametrů pro čelo se odehrála pětkrát, při kontrole musel frézu ojehlit a očistit kartáčem, aby ji mohl proměřit na optickém přístroji, pak si a propočítal hodnoty pro změnu nastavení čela. Při poslední kontrole zjistil, že první (najížděcí) kus je neshodný, takže upnul do trnu druhý a změnil parametry. Tato situace se odehrála znovu, kdy kvůli malému průměru musel upnout do trnu třetí kus, druhý kus byl neshodný a opět změnil parametry pro průměr. Zmetkový kus označil červeně, aby kontrola poznala, že se jedná o neshodný kus. Po další kontrole průměru mikrometrem, ojehlení a očištění kartáčem, proměřil kus na optickém přístroji, očistil ho vzduchem a odnesl na kontrolu.
- **Mezioperační kontrola** – zde pracovníci zkontrolují vybroušenou frézu podle výrobní dokumentace pomocí optického přístroje, mikrometru, Brinellovy lupy a posuvného měřidla.
- **Další činnosti během přestavby:**
 - Obsluha brusky Walter BW 038 – při obsluze tohoto stroje musel seřizovač vždy demontovat vybroušenou frézu, očistit ji (vzduch, hadra) a provézt vi-

zuální kontrolu, pak upnul do trnu další frézu a spustil stoj, mezi tím odbíhal přestavovat brusku BW 028 nebo později také brusku BW 018.

- Přestavba brusky Walter BW 018 – tento stroj stál a čekal na přestavbu přibližně 1 hodinu a 12 minut, po té seřizovač demontoval původní kotouče, uklidil je do skříně, vyhledal si výrobní zakázku a nové kotouče, naměřil u nich potřebné hodnoty, pak je uchytil do stroje, vyhledal si upínací trn a potřebné nářadí, vyměnil upínací trn, očistil trn vzduchem a pracovní plochu stroje hadrem a upnul frézu, pak uklidil nástroje.

14.6 Aplikace metody SMED

V následující tabulce vidíme zaznamenaný průběh přestavby a původní rozdělení činností, kdy se všechny činnosti odehrávaly za klidu stroje a jsou tedy označeny jako interní. Dále je zde již aplikována metoda SMED, tzn., že některé interní činnosti byly převedeny na externí a jiné, které představují plýtvání, zase eliminovány.

Tab. 7. Přestavba brusky Walter BW 028 (vlastní zpracování)

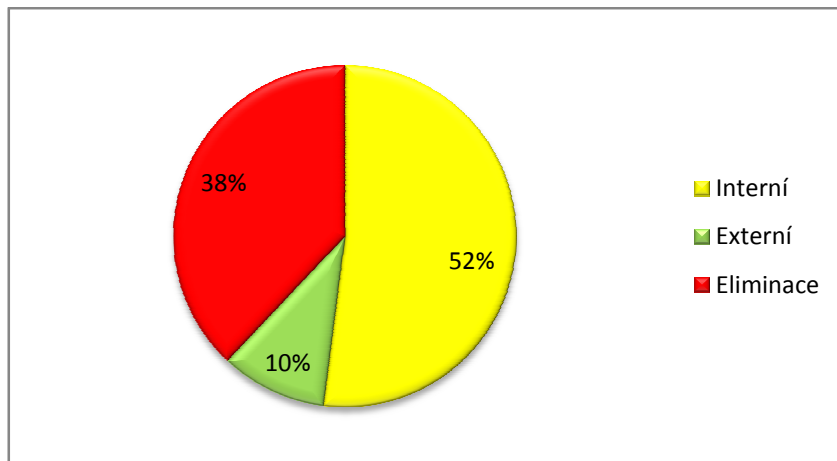
	Činnost	Doba trvání (m:s)	Původní kategorie	Nová kategorie
1	demontáž posledního kusu, kontrola	1:48	interní	interní
2	demontáž a úklid předního a zadního kotouče	1:30	interní	interní
3	hledání čisté hadry	0:21	interní	externí
4	obsluha dalšího stroje	2:17	interní	interní
5	hledání, orovnění předního kotouče	4:50	interní	externí
6	čištění předního kotouče	0:53	interní	externí
7	hledání nástrojů	0:29	interní	externí
8	uchycení kotouče ve stroji	0:50	interní	interní
9	převzetí zkontrolované frézy	0:20	interní	interní
10	hledání, uchycení zadního kotouče	0:52	interní	interní
11	úprava předního kotouče brusným kamenem	0:49	interní	interní
12	demontáž, čištění, kontrola kotoučů	1:18	interní	interní
13	hledání kalkulačky	0:23	interní	externí
14	změření parametrů u předního kotouče	2:46	interní	externí
15	změření parametrů u zadního kotouče	4:03	interní	externí
16	hledání nástrojů	0:21	interní	externí
17	uchycení kotoučů ve stroji	2:28	interní	interní
18	úklid nástrojů	0:14	interní	externí
19	obsluha dalšího stroje	3:17	interní	interní
20	nastavení chladících trysek	1:46	interní	interní
21	čištění stroje	0:25	interní	interní

22	chůze pro testovací obrobek	0:31	interní	externí
23	měření, zkouška upínače	2:58	interní	interní
24	rozhovor	1:27	interní	eliminace
25	kontrola upínače	0:14	interní	interní
26	upnutí frézy, nastavení parametrů	2:23	interní	interní
27	hledání, úklid nástrojů	2:00	interní	externí
28	změření průměru fréz	0:30	interní	externí
29	nastavení průměru do počítače	2:14	interní	interní
30	obsluha dalšího stroje	1:28	interní	interní
31	chůze na kontrolu pro potřebné parametry	1:03	interní	externí
32	nastavení požadovaných parametrů	5:30	interní	interní
33	zkouška najetí kotouče k fréze, broušení	2:09	interní	interní
34	hledání nástrojů	0:23	interní	externí
35	kontrola obroušení, čištění nástroje	1:52	interní	interní
36	změna parametrů pro průměr, spuštění stroje	1:43	interní	interní
37	rozhovor	1:42	interní	eliminace
38	zastavení stroje, kontrola	0:49	interní	interní
39	změna parametrů průměru, spuštění stroje	0:37	interní	interní
40	rozhovor	1:33	interní	eliminace
41	obsluha dalšího stroje	3:01	interní	interní
42	zastavení stroje, kontrola	0:51	interní	interní
43	změna parametrů pro průměr, spuštění stroje	0:45	interní	interní
44	hledání zmetkového kusu	1:59	interní	eliminace
45	zastavení stroje, kontrola	1:28	interní	interní
46	změna parametrů pro průměr, spuštění stroje	0:31	interní	interní
47	čekání, postávání	1:34	interní	eliminace
48	začátek přestavby dalšího stroje	2:59	interní	eliminace
49	zastavení stroje, kontrola	0:55	interní	interní
50	změna parametrů pro průměr, spuštění stroje	0:22	interní	interní
51	hledání další výrobní zakázky	1:14	interní	eliminace
52	přestavba dalšího stroje	2:45	interní	eliminace
53	obsluha dalšího stroje	1:44	interní	interní
54	zastavení stroje, kontrola	0:41	interní	interní
55	nastavení parametrů čela, spuštění stroje	2:14	interní	interní
56	chůze, rozhovor	1:05	interní	eliminace
57	měření požadovaných parametrů u kotoučů	6:35	interní	eliminace
58	zastavení stroje, kontrola	0:43	interní	interní
59	změna parametrů čela, spuštění stroje	1:48	interní	interní
60	rozhovor	0:59	interní	eliminace
61	přestavba dalšího stroje	2:33	interní	eliminace
62	zastavení stroje, kontrola	5:05	interní	interní
63	změna parametrů čela, spuštění stroje	1:22	interní	interní
64	obsluha dalšího stroje	1:55	interní	interní
65	rozhovor	0:55	interní	eliminace

66	zastavení stroje, kontrola	0:42	interní	interní
67	změna parametrů čela, spuštění stroje	1:36	interní	interní
68	přestavba dalšího stroje	1:49	interní	eliminace
69	zastavení stroje, kontrola	0:56	interní	interní
70	jehlení, čištění obrobku	1:18	interní	interní
71	hledání nástrojů	0:53	interní	externí
72	měření, výpočet, změna parametrů čela	13:03	interní	interní
73	rozhovor s mistrovou	0:28	interní	eliminace
74	měření, nastavení parametrů čela, spuštění stroje	3:42	interní	interní
75	úklid nástrojů	0:36	interní	externí
76	obsluha dalšího stroje	1:23	interní	interní
77	přestavba dalšího stroje	1:14	interní	eliminace
78	kontrola, změna parametrů čela	5:02	interní	interní
79	čekání na optický přístroj, rozhovor	1:21	interní	eliminace
80	kontrola, změna parametrů čela	4:43	interní	interní
81	upnutí druhého kusu obrobku (první kus zmetek)	0:55	interní	interní
82	měření, změna parametrů, spuštění stroje	1:10	interní	interní
83	obsluha dalšího stroje	2:14	interní	interní
84	přestavba dalšího stroje	2:23	interní	eliminace
85	zastavení stroje, kontrola	1:06	interní	eliminace
86	jehlení, čištění obrobku	0:40	interní	eliminace
87	kontrola, změna parametrů	2:43	interní	eliminace
88	upnutí třetího kusu obrobku (druhý kus zmetek)	0:25	interní	eliminace
89	nastavení parametrů, spuštění stroje	1:20	interní	eliminace
90	označení zmetkového kusu	0:32	interní	eliminace
91	čekání, pocházení	0:42	interní	eliminace
92	počítání obrobků	2:32	interní	eliminace
93	čekání, chůze, svačina	0:42	interní	eliminace
94	zastavení stroje, kontrola	1:00	interní	eliminace
95	jehlení, čištění hotového kusu	0:49	interní	interní
96	kontrola, čištění hotového kusu	0:47	interní	eliminace
97	odnesení hotového kusu na kontrolu	0:33	interní	eliminace
98	přestavba dalšího stroje	2:43	interní	eliminace
99	svačina, rozhovor, chůze	4:01	interní	eliminace
100	obsluha dalšího stroje	1:30	interní	interní
101	přestavba dalšího stroje	4:12	interní	eliminace
102	čekání na potvrzení dobrého kusu kontrolou	16:39	interní	eliminace
celkový čas		3:17:33		

V následujícím grafu je zobrazený podíl interních, externích činností a eliminace na celkovém čase přestavby. Z celkového času 3 hodiny, 17 minut a 33 sekund, který daná přestavba trvala, tvoří po aplikaci metody SMED interní činnosti 52 % (1 hodinu, 42 minut a 5 sekund) a externí činnosti 10 % (20 minut a 16 sekund), činnosti k eliminaci tvoří 38 % (1

hodinu, 15 minut a 12 sekund). Plýtvání bylo způsobeno především tím, že seřizovač musel přestavovat i druhý stroj. Dále bylo zjištěno plýtvání v podobě čekání na potvrzení shodného kusu kontrolou, tato doba činí v průměru 15 minut. Jako další příklad můžeme uvést špatné nastavení parametrů, což způsobilo, že již druhý broušený kus byl zmetek a seřizovač musel parametry znovu měnit a upnout do trnu třetí kus.



Obr. 46. Rozdělení činností na interní, externí a eliminace (vlastní zpracování)

15 NÁVRHY NA ŘEŠENÍ ANALYZOVANÝCH PROBLÉMŮ

15.1 Jízdní řád přestavby brusky Walter BW 028

Tab. 8. Jízdní řád přestavby brusky Walter BW 028 (vlastní zpracování)

	Činnost	Doba trvání (m:s)	Kategorie
	Předpříprava		
1	nachystání nástrojů	0:30	externí
2	nachystání předního a zadního kotouče	1:00	externí
3	orovnění předního kotouče	5:00	externí
4	čištění předního kotouče	1:00	externí
5	změření parametrů u předního kotouče	3:30	externí
6	změření parametrů u zadního kotouče	3:30	externí
7	nachystání testovacího obrobku	0:30	externí
8	změření průměru fréz	0:30	externí
9	chůze na kontrolu pro potřebné parametry	1:00	externí
	Příprava		
10	demontáž posledního kusu, kontrola	1:48	interní
11	demontáž a úklid předního a zadního kotouče	1:30	interní
12	obsluha dalšího stroje	2:17	interní
13	uchycení předního kotouče ve stroji	0:50	interní
14	uchycení zadního kotouče ve stroji	0:52	interní
15	úprava předního kotouče brusným kamenem	0:49	interní
16	demontáž, čištění, kontrola kotoučů	1:18	interní
17	uchycení kotoučů ve stroji	2:28	interní
18	obsluha dalšího stroje	3:17	interní
19	nastavení chladících trysek	1:46	interní
20	čištění stroje	0:25	interní
21	měření, zkouška upínače	2:58	interní
22	kontrola upínače	0:14	interní
	Nastavení parametrů pro průměr		
23	upnutí frézy, nastavení parametrů	2:23	interní
24	nastavení průměru do počítače	2:14	interní
25	obsluha dalšího stroje	1:28	interní
26	nastavení požadovaných parametrů	5:30	interní
27	zkouška najetí kotouče k fríze, broušení	2:09	interní
28	kontrola obroušení, čištění nástroje	1:52	interní
29	změna parametrů pro průměr, spuštění stroje	1:43	interní
30	zastavení stroje, kontrola	0:49	interní
31	změna parametrů průměru, spuštění stroje	0:37	interní
32	obsluha dalšího stroje	3:01	interní
33	zastavení stroje, kontrola	0:51	interní

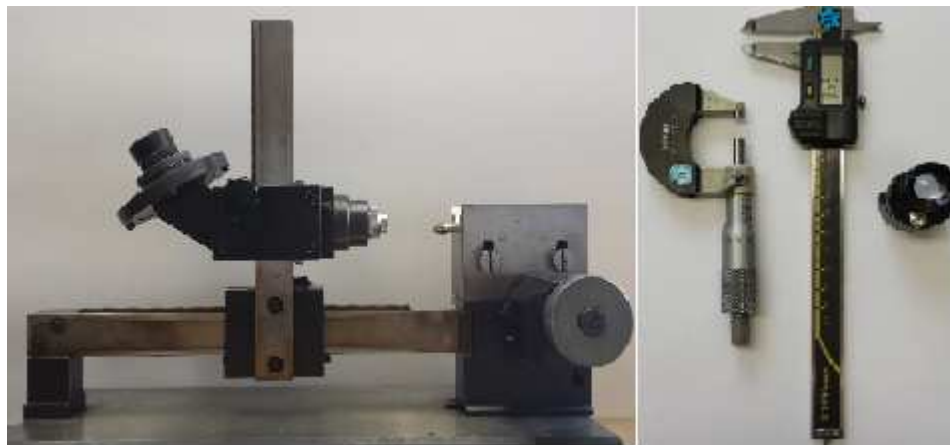
34	změna parametrů pro průměr, spuštění stroje	0:45	interní
35	zastavení stroje, kontrola	1:28	interní
36	změna parametrů pro průměr, spuštění stroje	0:31	interní
37	zastavení stroje, kontrola	0:55	interní
38	změna parametrů pro průměr, spuštění stroje	0:22	interní
39	obsluha dalšího stroje	1:44	interní
40	zastavení stroje, kontrola	0:41	interní
Nastavení parametrů pro čelo			
41	nastavení parametrů čela, spuštění stroje	2:14	interní
42	zastavení stroje, kontrola	0:43	interní
43	změna parametrů čela, spuštění stroje	1:48	interní
44	zastavení stroje, kontrola	5:05	interní
45	změna parametrů čela, spuštění stroje	1:22	interní
46	obsluha dalšího stroje	1:55	interní
47	zastavení stroje, kontrola	0:42	interní
48	změna parametrů čela, spuštění stroje	1:36	interní
49	zastavení stroje, kontrola	0:56	interní
50	jehlení, čištění obrobku	1:18	interní
51	měření, výpočet, změna parametrů čela	13:03	interní
52	měření, nastavení parametrů čela, spuštění stroje	3:42	interní
53	obsluha dalšího stroje	1:23	interní
54	kontrola, změna parametrů čela	9:45	interní
55	upnutí druhého kusu obrobku (první kus zmetek)	0:55	interní
56	měření, změna parametrů, spuštění stroje	1:10	interní
57	obsluha dalšího stroje	2:14	interní
Kontrola broušení			
58	zastavení stroje, jehlení, čištění obrobku	0:49	interní
59	kontrola hotového kusu na TC 210	2:00	interní
Úklidové práce			
60	čištění a úklid nástrojů	1:00	externí
celkový čas interní přestavby		1:42:15	

Celkový čas přestavby brusky Walter BW 028 byl s využitím metody SMED snížen z 3 hodin, 17 minut a 33 sekund na pouhou 1 hodinu, 42 minut a 15 sekund. Úspora času zjištěná prostým odečtením celkového času interní přestavby podle jízdního řádu od celkového času přestavby sledované metodou SMED činí 1 hodinu 35 minut a 28 sekund.

Tato úspora však musí být korigována o některé zcela nahodilé činnosti č. 44, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, jejichž součet časů činí 13 minut a 42 sekund. Pro další výpočty úspor bude tedy počítáno s úsporou času 1 hodina, 21 minut a 46 sekund.

15.2 Návrh pořízení nového měřicího zařízení

Bylo zjištěno, že s nárůstem speciálních objednávek s různými tvary zubových mezer, rádiusy, apod. již nedostačuje měření na klasických velmi zastaralých měřicích zařízeních, jako jsou optický přístroj („tobolák“ – produkt ZPS) na měření úhlu čela, úhlů na průměru, Brinellova lupa měří šířku fazetky, také se s ní kontroluje vzhled frézy, jestli nemá zlomený nebo zabroušený zub, mikrometr slouží na změření průměru a posuvné měřidlo měří délku ostří a celkovou délku. Měření pomocí takových nástrojů je zdlouhavé, složité, nepřesné a hlavně zde není žádná možnost jak změřit rádius menší než 1 (poloměr kružnice 1 mm), který v současné době zákazníci čím dál tím více požadují.



Obr. 47. Optický přístroj, mikrometr, posuvné měřidlo, Brinellova lupa (vlastní zpracování)

15.2.1 Důvody pro nové měřicí zařízení

Ke zdůvodnění potřeby nového měřicího zařízení je možno uvést několik příkladů jen z jednoho týdne.

U výrobní zakázky 160418F.015, která je běžně vyráběna ve středisku 2520, je problém se zvětšením na optickém přístroji, které je nedostačující. Operátoři proto musí míry změřit na tomto zařízení víceméně odhadem podle svých zkušeností, novější zaměstnanci s tím mají problém. Měřicí přístroj Helitoolcheck je v tomto případě také nedostačující, některé hodnoty na něm nelze s přesností změřit, například rádius čela (výrobce udává měření od průměru 3 mm).

Speciální objednávka 13502/631D1 frézy s průměrem 63 mm x 5,07 a rádiusem 2,1, operátor prováděl dokončovací operaci na Walteru a při kontrolním měření neviděl nedobrou plochu na fasetce bočního čela frézy, výsledkem byla neshoda u všech kusů. Rádius

s přesností $R 2,1 + 0,2$ mm dokáže sice operátor nastavit ve stroji, ale už nemá, kde si ověřit, zda tam takový rádius opravdu je.

15.2.2 Walter Helitoolcheck

Měřicí zařízení Helitoolcheck na výstupní kontrole využívají v případě potřeby všechna oddělení ve firmě, avšak možnost měření je pouze na ranní směně, jelikož na výstupní kontrole není zaveden třísměnný provoz.

Nevýhody Walter Helitoolcheck:

- Je omezen možnostmi upnutí kusu, neupne neobroušenou stopku, neupne nože apod.
- Je vhodný k měření spíše na výstupní kontrole kvůli tomu, že má již vytvořené programy, které měří všechny parametry frézy, které jsou potřeba změřit u již hotového kusu. To znamená, že když přijde seřizovač a potřebuje změřit pouze některé parametry, tak musí nechat proběhnout buď celý program, nebo zdlouhavě vytvářet program nový, což prodlužuje čas měření.
- Měření trvá asi 10 minut, záleží na náročnosti frézy (počet zubů), pak může trvat i déle.
- Přístroj není schopen měřit při teplotách nad 30 °C , v takovém případě se zobrazí tabulka kritická teplota a doporučení přístroj vypnout a chladit, je to dané špatnou konstrukcí, počítač je v uzavřeném prostoru, takže se rychle přehřívá.
- Příliš mnoho slunečního světla způsobuje, že zařízení měří nepřesně.
- Má slabé rozlišení a pouze zvětšuje – průchozí světlo zvětšuje až třicetkrát, automaticky zobrazí frézu už desetkrát zvětšenou a dopadající světlo (autofocus) zvětší osm až desetkrát, automaticky zobrazí frézu také osm až desetkrát zvětšenou, není zde možnost zmenšení.
- V základním vybavení nebyla čeština, v současné době je jen částečně
- Zaškolení pro toto zařízení trvalo 3 týdny
- Pouze automatické posuvy – když se pracovník kontroly splete a zadá menší průměr, tak může najet přístrojem do připevněné frézy, v takovém případě je zde tlačítko stop, které ovšem restartuje celé zařízení.



Obr. 48. Měřicí zařízení Walter Helitoolcheck (interní zdroje)

15.2.3 TC – 210

Vysoce přesný měřicí systém určený pro rychlé a jednoduché, bezkontaktní měření jakéhokoliv druhu řezného nástroje. Jakýkoliv druh řezných geometrií a poloměrů přesných nástrojů vyrobených z karbidů nebo HSS (rychlořezné oceli) lze měřit s použitím kamery s vysokým rozlišením, zoomem a uživatelsky přívětivým softwarem.

TC – 210 je ideální v oblastech materiálové kontroly, opravy nástrojů, výroby a výstupní kontroly. TC – 210 je profilový projektor s možností importu souborů ve formátu DXF.

Technické parametry:

- měření délek – osa X (150 mm), osa Y (120 mm)
- přesný měřicí systém – osa X (0,001 mm), osa Y (0,001 mm), úhel ($< 0,01^\circ$)
- software - měřicí software IPM
- kamera – USB kamera s rozlišením 2048 x 1600 pixelů
- osvětlení – prstencové světlo s LED studeným světelným zdrojem a difuzorem

Výhody TC – 210:

- Program má český jazyk již v základním vybavení a má nejnovější software.
- Není náročný na čas, zaškolený operátor zvládne naměřit potřebné parametry během 3 – 4 minut.

- Každý pracovník ze střediska 2520 by měl být schopen naučit se zhruba za pouhé 2 až 3 dny na něm měřit.
- Dále disponuje plynulým a okamžitým zvětšením a zmenšením viditelné části na obrazovce pomocí ručního ovládání.
- Možnost přenášení souboru ve formátu DXF – porovnání naskenovaného tvaru s šablonou vytvořenou konstruktérem.
- Možnost zvětšení a zmenšení od 0 do 130.
- Přístroj je celkem malý, takže je možné ho dát například na pracovní stůl.
- Potřebuje pouze elektřinu.
- Nevadí mu světlo ani teplota, vždy naměří přesné hodnoty.
- Velkou výhodou je, že není potřeba vytváření žádných programů, pracovník si pouze vyhledá šablonu vytvořenou konstruktérem a s ní porovná naskenovaný tvar frézy, což mu celé zabere zhruba 3 minuty.



Obr. 49. Měřicí zařízení TC 210 (interní zdroje)

15.2.4 Multicheck PC 500

Dalším měřicím zařízením, o jehož koupi firma uvažovala, bylo Multicheck PC 500.

Multicheck PC500 je vhodný pro měření jakéhokoliv typu vrtačky, frézy, záhlubníků, výstružníků, ocelových profilů a upnutých nástrojů. Je ideální jak pro výstupní kontrolu, tak pro průběžné měření přímo u stroje. Využití najde hlavně ve výrobě řezných nástrojů, ale také například u koncových zákazníků na vstupní kontrole.

Základní znaky měřicího softwaru:

- velmi jemné nastavení osy X a Y
- měřicí rozsah: osa X 150 mm, osa Y 150 mm
- elektronický měřicí systém s prosklenými měřidly na obou osách, rozlišení 0,001 mm, přesnost měřidel $\pm 0,003$ mm

- změření jakékoliv délky, úhlu a poloměru
- měření opotřebení
- automatický senzor hran
- řešení až do 1280 x 1024 pixelů (přesnost měření 0,005 mm)
- vytváření inspekčních zpráv (export dat do MS Word a MS Excel)
- digitální snímky tiskne ve vysoké kvalitě



Obr. 50. Měřicí zařízení Multicheck PC 500 (interní zdroje)

Na základě porovnání schopností obou zvažovaných zařízení se jako vhodnější a efektivnější jeví měřicí zařízení TC – 210, jehož cena činí 864 360 Kč (31 500 €).

Současně bylo doporučeno, aby měřicí zařízení TC – 210 bylo umístěno ve středisku 2520 poblíž CNC brusek Walter, které by jej využívaly nejvíce, jelikož práce prováděné na těchto strojích vyžadují velkou přesnost. Navíc by odpadlo dlouhé čekání na potvrzení shodného kusu od pracovníků na mezioperační kontrole, které trvá okolo 15 min. Měření na TC – 210 by operátorovi zabralo pouze zhruba 3 minuty, po zapracování a delší době používání je možné zkrácení této doby na 2 minuty.

15.3 Návrh zavedení dvoustrojové obsluhy

Z provedených analýz bylo zjištěno, že třístrojová obsluha u brusek Walter není vhodným řešením. Hlavním důvodem jsou velmi dlouhých časů přestaveb a jejich časté opakování z důvodu poměrně malých velikostí výrobních dávek.

Důsledkem této situace je skutečnost, že nejvíce prostojů je právě u těchto strojů a že seřizovač nestačí obsluhovat tři stroje a pokud jeden stroj přestavuje, tak minimálně jeden ale často i další dva obsluhované stroje stojí. Navíc je zřejmé, že pokud by během přestavby pracovaly i oba další stroje odbíhání operátora v průběhu přestavby k dalším dvěma strojům z důvodu výměny dohotovených obrobků by výrazně prodloužilo už i tak dlouhou dobu této přestavby.

Dokonce se stalo, že seřizovači skončila výroba na všech třech strojích zároveň a musel je začít přestavovat, což mělo za následek opravdu velké množství prostojů, jelikož samozřejmě není možné zvládnout přestavbu všech tří strojů naráz, takže zatímco na jednom stroji probíhala přestavba, další dva stroje po celou dobu stály a čekaly.

Operátor se celkem logicky nedokáže dostatečně soustředit na několik činností na třech strojích současně, a pokud je k tomu nucen, má to za následek řadu neproduktivních činností a vznik neshodných kusů. Z toho vyplývá, že člověk je využitý až příliš, ale drahé stroje nikoli.

Dalším problémem v tomto případě je častý vznik interference, tzn. situace, kdy došlo k ukončení obrobení posledního kusu výrobní dávky u dvou případně i u všech tří strojů současně. Případně může docházet k situacím, že délka jednotkového času obrábění se u některých výrobních dávek shodovala, to znamená, že dva nebo i tři stroje skončily ve stejný okamžik a čekaly na operátora z důvodu výměny kusu. Tím se výrazně snižuje využití výrobního zařízení.

Při obsluze dvou strojů je operátor schopen snadno určit řazení výrobních dávek za sebou tak, aby nedocházelo k jejich ukončení zároveň, což u obsluhy tří strojů je prakticky vyloučeno. Případně by se mohl vytvořit program, který by určoval posloupnost výrobních dávek tak, aby došlo k vytvoření optimálního systému člověk-stroj.

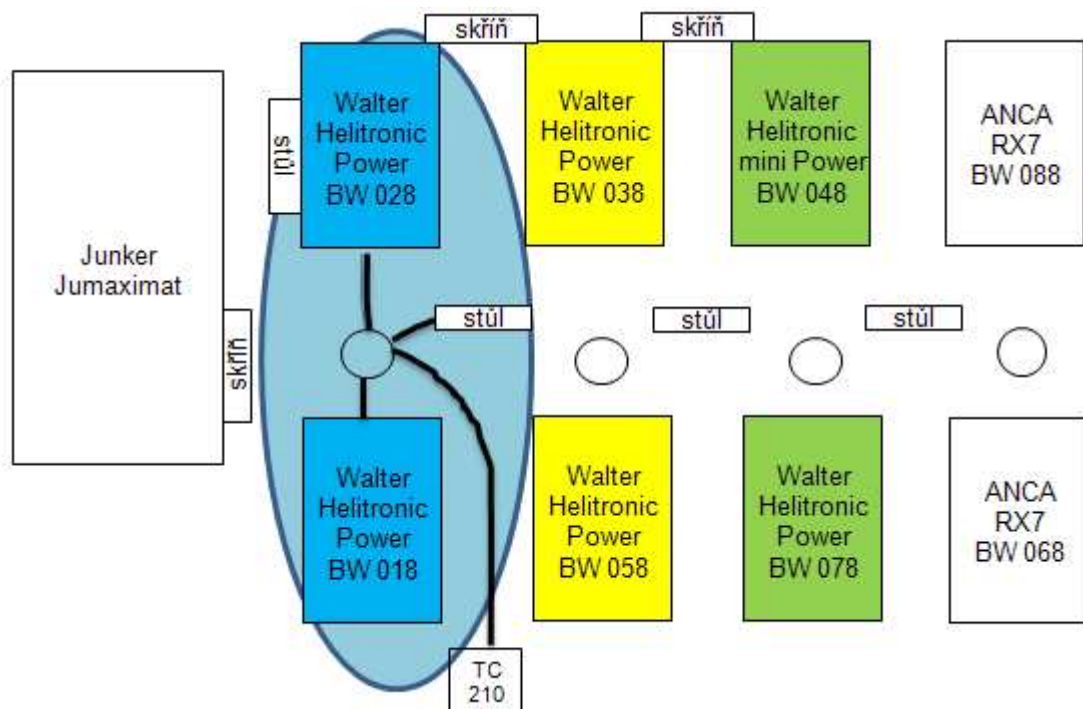
Vícestrojová obsluha sice ušetří náklady na personál, ale při příliš nízkém počtu zaměstnanců není možné plně využít výrobní potenciál především drahých výrobních zařízení a

v celkovém důsledku tato úspora může mít negativní vliv na hospodářský výsledek podniku.

Pro úspěšné uplatnění režimu dvoustrojové obsluhy je nutné zavést vhodný systém motivace pracovníků založené na využití strojů.

15.4 Nový layout

Na základě aplikace metody SMED a zjištěných rezerv, byl vytvořen nový layout pracoviště. Modrou elipsou je vymezena zóna, v níž se operátor dříve analyzovaného pracoviště tentokrát ovšem obsluhující a přestavující jen dva stroje pohybuje. Ve srovnání s původním layoutem je zde patrné zkrácení tras jeho pochůzek, což je způsobeno především zavedením dvoustrojové obsluhy místo původní obsluhy tří strojů a také pořízením nového měřicího zařízení umístěného přímo u pracoviště. Existence tohoto zařízení ušetří seřizovačům, často i opakované, chování na mezioperační kontrolu v průběhu přestavby a odstraní i následné čekání na její výsledek.



Obr. 51. Nový layout pracoviště (vlastní zpracování)

15.5 Návrh využití metody 5S

Během pozorování byly zjištěny určité nedostatky týkající se pořádku a uspořádání věcí nacházejících se na pracovišti, tzn., že by firma měla zvážit možnost zavedení metody 5S.

Například zde chybí prostory pro ukládání osobních věcí a také prostory pro nápoje a potraviny.



Obr. 52. Nápoje a věci osobní potřeby na pracovišti (vlastní zpracování)

Hlavním velkým nedostatkem je umístění pouze jednoho stolu s potřebným nářadím pro všech šest brusek Walter, které navíc bylo často různě pohozené po stole a i v šuplících bylo nářadí ve značném nepořádku. To znamená, že seřizovač si chodí ke stolu pro nářadí, které zrovna potřebuje a pak si je odnese ke stroji, až ho nepotřebuje, tak ho vrátí zpět na stůl nebo ho uloží zpátky do šuplíku. Stalo se také, že seřizovač zapomněl vrátit nářadí na své místo a druhý seřizovač jej pak nemohl najít, to vede ke zbytečným pohybům, ztrátě času a tím pádem k plýtvání.



Obr. 53. Nářadí uložené ve společném stole (vlastní zpracování)

Pro odstranění zbytečných pohybů v rámci hledání a uklízení nářadí bych navrhla pořízení pojízdného dílenského vozíku, kde by měl seřizovač umístěno všechno nejčastěji používané nářadí. Vytvořil by se seznam všech nástrojů, které se zde mají nacházet. Pracovník by

vždy tyto nástroje vracel do svého vozíku a po skončení směny by je očistil a uložil zpět na své místo.



*Obr. 54. Návrh dílenského vozíku
(Alfavaría, ©2015)*

Dále tato firma absolutně postrádá barevné značení na pracovištích. V následující tabulce je uvedeno, jak by mohlo vypadat barevné značení podlah. Pracovní plocha by měla být celá pokryta šedou barvou, chodníky, uličky a pracovní úseky, po nichž se mohou zaměstnanci pohybovat, by měly být označeny žlutě. Dále prahy dveří, klesající nebo stoupající podlahu označit černožlutou barvou, aby se zamezilo riziku úrazu a pruh pro označení uložení materiálu, polotovarů a hotových výrobků by měl mít barvu bílou. Červenou barvou se označují například hasicí přístroje a jiné protipožární vybavení.

Tab. 9. Návrh barevného značení ve výrobě (vlastní zpracování)

Oblast	Barva	Velikost
pracovní plocha	šedá	plocha podlahy
chodníky	žlutá	pruh šíře 10 cm
prahy dveří	černožlutá	pruh šíře 10 cm
pruh ohraničující místa pro uložení materiálu	bílá	pruh šíře 5 cm
oblast, která musí zůstat volná z důvodů BOZP	červená	pruh šíře 10 cm

16 HLAVNÍ PŘÍNOSY NAVRŽENÝCH ŘEŠENÍ

16.1 Dosažená roční úspora po zavedení jízdního řádu u frézek FGU 32

Základní informace o pracovišti

- na pracovišti je jeden operátor obsluhující a seřizující tři frézky
- pouze ranní směna
- cena hodiny práce každého ze strojů je cca 84 Kč
- průměrné hodinové mzdové náklady operátora činí 120 Kč
- uspořený čas oproti původnímu stavu 26 min

16.1.1 Roční časová úspora

Uspořený čas = 26 min

Počet přestaveb za směnu = 4

Počet pracovních dnů v roce = cca 250 dnů

Celková časová úspora = $(26 \times 4) \times 250 = 26\,000$ min = 433 hodin/rok

Při srovnání původního a nového stavu získáváme celkovou časovou úsporu 433 hodin práce za rok.

16.1.2 Roční finanční úspora

Cena hodiny práce stroje = 84 Kč

Mzdové náklady/hod. = 120 Kč

Finanční úspora na stroji = $84 \times 433 = 36\,372$ Kč/rok

Finanční úspora mzdových nákladů = $120 \times 433 = 51\,960$ Kč/rok

Celková finanční úspora = $36\,372 + 51\,960 = 88\,332$ Kč/rok

Z předcházejících výpočtů vyplývá celková finanční úspora 88 332 Kč/rok oproti původnímu stavu. Složka celkových finančních úspor se skládá z úspory mzdových nákladů ve výši 51 960 Kč/rok a finanční úspory na stroji 36 372 Kč/rok.

16.2 Dosažená roční úspora po zavedení jízdního řádu u brusek Walter

Základní informace o pracovišti:

- na pracovišti je jeden operátor obsluhující a seřizující tři brusky
- operátoři provádí přestavbu během třisměnného provozu
- cena hodiny práce každého ze strojů je cca 160 Kč
- průměrné hodinové mzdové náklady operátora činí 125 Kč
- uspořený čas oproti původnímu stavu 81 min

16.2.1 Roční časová úspora

Uspořený čas = 81 min (z toho 14 minut díky nasazení nového měřicího zařízení)

Počet přestaveb za 1 den = 6

Počet pracovních dnů v roce = cca 250 dnů

Celková časová úspora = $(81 \times 6) \times 250 = 121\,500$ min = 2025 hodin/rok

Při srovnání původního a nového stavu získáváme celkovou časovou úsporu 2025 hodin práce za rok.

16.2.2 Roční finanční úspora

Cena hodiny práce stroje = 160 Kč

Mzdové náklady/hod. = 125 Kč

Finanční úspora na stroji = $160 \times 2025 = 324\,000$ Kč/rok

Finanční úspora mzdových nákladů = $125 \times 2025 = 253\,125$ Kč/rok

Celková finanční úspora = $324\,000 + 253\,125 = 577\,125$ Kč/rok

Z předcházejících výpočtů je jasně patrná značná celková finanční úspora činící 577 125 Kč/rok oproti původnímu stavu. Složka celkových finančních úspor se skládá z úspory mzdových nákladů ve výši 253 125 Kč/rok a finanční úspory na stroji 324 000 Kč/rok.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo analyzovat vybranou skupinu pracovišť firmy ZPS-FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. a navrhnout vhodná opatření pro zefektivnění její činnosti.

Na základě doporučení vedení společnosti bylo jako první analyzováno vybrané pracoviště Divize Tepelného zpracování a to konkrétně pracoviště obsluhy vakuové kalící pece se zaměřením na údajně velmi zdlouhavé ruční vychystávání vsázek fréz uložených v několika patrech nad sebou na standardizovanou paletu před jejím vložením do kalící pece.

Zevrubná analýza tohoto problému vedla ke zjištění, že zdlouhavost sestavování jednotlivých vsázek je podmíněna širokým výrobním sortimentem vyráběných fréz nejrůznějších tvarů, průměrů a délek. Výrobní dávky rozpracovaných fréz, které se v daný okamžik v přípravně vsázek sejdou, jsou vždy tvarově a hmotnostně značně odlišné a z této pokaždé jiné a často velmi nesourodé skupiny výrobních dávek je třeba sestavit vsázku maximálně využívající celý prostor pece.

Analýzou bylo zjištěno, že jednotlivé výrobní dávky fréz je navíc třeba v první řadě rozdělit do skupin podle jejich předepsaných kalících režimů, a teprve poté je nutné vybrat v rámci každé z těchto skupin do každé vsázky jen frézy podobné hmotnosti a podobných rozměrů, z důvodů jejich stejnoměrného prohřátí. Splnění všech těchto požadavků neskýtá žádný lepší způsob než současné využití zkušeností pracovníků jak je tomu dosud.

Další analýzy se proto zaměřily na problematiku zefektivnění přestaveb strojů a jejich využití při práci ve vícestrojové obsluze. Již první analýza provedená s využitím metody SMED u horizontálních frézek FGU 32 pracujících v režimu třístrojové obsluhy ukázala značné možnosti úspor interních časů v průběhu sledované přestavby jejich přesunem do časů externích. Také ukázala nízké využití těchto strojů v režimu třístrojové obsluhy.

Po výsledcích těchto analýz bylo rozhodnuto zaměřit projekt na zefektivnění přestaveb a celkové využití klíčových strojů, které mají největší podíl na pracnosti výroby a zároveň jsou i nejdražší, takže je nutno zkoumat i jejich využití.

Na základě výsledků Paretovy analýzy a časových snímků využití vybraných strojů v průběhu pracovních směn byla projektová část práce zaměřena výhradně na pracoviště tří brussek Walter pracujících v režimu třístrojové obsluhy. S využitím metody SMED byl analyzován průběh vybrané nejčastější přestavby pro výrobu čelní válcové frézy a v návaznosti na výsledky analýzy byl zpracován Jízdní řád optimalizující tuto činnost, který prokázal

možnost úspory 81 minut. Vzhledem k četnosti analyzované přestavby prováděné u této skupiny brusek, pracujících v třísměnném provozu, nejméně 6 krát za den, představuje dosažená roční úspora při dodržování Jízdního řádu a s přihlédnutím k ceně práce stroje a hodinové mzdě celkem 577 125 Kč za rok.

Dále práce řešila možnost zvýšení využití strojů Walter převedením jejich současné třístrojové obsluhy na obsluhu dvoustrojovou. Ukázalo se totiž, že během přestavby jednoho ze strojů prakticky vždy jeden z dalších dvou strojů stál a čekal rovněž na přestavbu. Výjimečně se stalo, že stály i oba stroje a pokud oba další stroje zcela výjimečně pracovaly, prodlužoval se zase čas přestavby z důvodu odbíháním pracovníka k oběma těmto strojům z důvodů výměny dokončených kusů a případně kontrole jejich chodu.

V případě realizace tohoto návrhu by šest současných brusek Walter obsluhovali místo současných dvou pracovníků pracovníci tři. Znepokojivé malé využití těchto mimořádně drahých strojů by bylo nesporně významně zvýšeno a vyrobená produkce za směnu by byla značně vyšší. Projektový tým proto doporučuje vyzkoušet variantu dvoustrojových obsluh nejméně na dobu jednoho měsíce a poté vyhodnotit její vliv na zvýšení objemu výroby na těchto pracovištích a posoudit ekonomickou stránku tohoto opatření.

Jako součást opatření ke zkrácení doby přestaveb bylo v projektu navrženo zakoupení nového měřicího přístroje a jeho umístění v blízkosti skupiny strojů Walter. Vzhledem k tomu, že tento přístroj budou využívat kromě strojů Walter i další pracoviště střediska není o návratnosti této investice, která zajistí kromě časových úspor přestaveb strojů také zlepšení přesnosti vyráběných součástí a omezení výroby vadných kusů pochyb.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ALFAVARIA, ©2015. *Alfavaría.cz* [online]. [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: <http://www.alfavaria.cz/cz/menu/20/nabizime-vam/voziky-na-naradi/clanek-143-montazni-voziky-vybavene-dilenskym-naradim-matador/>
- API – Akademie produktivity a inovací, ©2005 – 2012. Nástroj průmyslového inženýrství. *E-api.cz* [online]. [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://e-api.cz/article/68428.casove-studie-8211-nastroj-prumysloveho-inzenyrstvi>
- BRYCHTA, Josef a kol., 2007. Nové směry v progresivním obrábění. *Elearn.vsb.cz* [online]. [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/NSPO/texty.pdf>
- ELUC. Obrábění a zpracování kovů. *Eluc.cz* [online]. [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://eluc.cz/verejne/lekce/1059>
- ESTRÁNKY, ©2015. Frézování válcovou a čelní frézou. *Estranky.cz* [online]. [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: http://www.tch.estranky.cz/fotoalbum/fotoalbum/frezovani_zpusoby/frezovani-valcovou-a-celni-frezou.jpg.html
- JUSTICE, ©2012 – 2014. Obchodní rejstřík. *Or.justice.cz* [online]. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik>
- KEŘKOVSKÝ, Miloslav, 2001. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 1. vyd. Praha: C. H. Beck. ISBN 80-7179-471-6.
- KOCH, Richard, 1999. *Pravidlo 80/20: umění dosáhnout nejlepších výsledků s co nejmenším úsilím*. 1. vyd. Praha: Management Press. ISBN 80-7261-008-2.
- KOŠTURIÁK, Ján a Zbyněk FROLÍK, 2006. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing. ISBN 80-86851-38-9.
- LIKER, Jeffrey K., 2004. *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw-Hill. ISBN 0-07-139231-9.
- LORENC, Miroslav, ©2007 – 2013. Paretova analýza. *Lorenc.info* [online]. [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://lorenc.info/3MA381/graf-paretova-analyza.htm>
- MAŠÍN, Ivan, 2005. *Výkladový slovník průmyslového inženýrství a štíhlé výroby*. 1. vyd. Liberec: Institut technologií a managementu. ISBN 80-903533-1-2.

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

PRODUKTIVITA, ©2009. Lean Layout. *Produktivita.cz* [online]. [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.produktivita.cz/cs/metody-pi/lean-layout.html>

SHINGO, Shigeo, 1989. *A study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint*. New York, NY: Productivity Press. ISBN 0-915299-17-8.

SVĚT PRODUKTIVITY, ©2012. Štíhlý podnik. *Svetproduktivita.cz* [online]. [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivita.cz/clanek/metodika-stihly-podnik.htm>

SVĚT PRODUKTIVITY, ©2012. SMED. *Svetproduktivita.cz* [online]. [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivita.cz/slovník/SMED.htm>

SVĚT PRODUKTIVITY, ©2012. Plýtvání. *Svetproduktivita.cz* [online]. [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: <http://www.svetproduktivita.cz/clanek/metodika-plytvani.htm>

SYNEXT, ©2008. Štíhlá výroba. *Synext.cz* [online]. [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.synext.cz/stihla-vyroba-lean-production.html>

SYSTEMONLINE, ©2001 – 2015. Štíhlá logistika. *Systemonline.cz* [online]. [cit. 2015-04-14]. Dostupné z: <http://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/stihla-logistika.htm>

TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ, 2000. *Řízení výroby*. 2. vyd., Praha: Grada. ISBN 80-7169-955-1.

TUČEK, David a Roman BOBÁK, 2006. *Výrobní systémy*. 2. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 80-7318-381-1.

VEBER, Jaromír, 2002. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 1. vyd. Praha: Grada. ISBN 80-247-0194-4.

VYTLAČIL, Milan a Ivan MAŠÍN, 1999. *Dynamické zlepšování procesů: programy a metody pro eliminaci plýtvání*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-3-2.

VYTLAČIL, Milan., Ivan MAŠÍN a Miroslav STANĚK, 1997. *Podnik světové třídy: geneze produktivity a kvality*. 1. vyd. Liberec: Institut průmyslového inženýrství. ISBN 80-902235-1-6.

ZPS-FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s., ©2015. *Zps-fn.cz* [online]. [cit. 2015-04-10]. Dostupné z: <http://www.zps-fn.cz/>

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Osm druhů plýtvání ve výrobě (Svět produktivity, ©2012)</i>	23
<i>Obr. 2. Paretův diagram (Lorenc, 2007 – 2012)</i>	24
<i>Obr. 3. Čas přestavby (Svět produktivity, ©2012)</i>	25
<i>Obr. 4. Princip přestavby (Svět produktivity, ©2012)</i>	27
<i>Obr. 5. Řezné pohyby u jednotlivých druhů třískového obrábění (Eluc)</i>	30
<i>Obr. 6. Pracovní pohyby při soustružení (Eluc)</i>	31
<i>Obr. 7. Hlavní druhy frézovacích prací (Estránky, ©2015)</i>	31
<i>Obr. 8. Princip protahování a odebírání třísek (Eluc)</i>	32
<i>Obr. 9. Broušení válcové plochy ve hrotech (Eluc)</i>	32
<i>Obr. 10. Organizační struktura společnosti (vlastní zpracování)</i>	37
<i>Obr. 11. Ukázka výrobního sortimentu (ZPS-FN, ©2015)</i>	39
<i>Obr. 12. Graf procentního podílu výrobních skupin fréz na tržbách za rok 2013 (vlastní zpracování)</i>	40
<i>Obr. 13. Graf procentního podílu výrobních skupin fréz za rok 2014 (vlastní zpracování)</i>	40
<i>Obr. 14. Graf tržeb za prodej vlastních výrobků za období 2012 – 2014 (vlastní zpracování)</i>	41
<i>Obr. 15 Fréza válcová čelní krátká (interní zdroje)</i>	42
<i>Obr. 16. Fréza pro drážky per krátká (interní zdroje)</i>	42
<i>Obr. 17. Fréza pro drážky T (interní zdroje)</i>	42
<i>Obr. 18 Fréza kopírovací (interní zdroje)</i>	43
<i>Obr. 19. Fréza válcová čelní hrubozubá (interní zdroje)</i>	43
<i>Obr. 20 Fréza kotoučová jemnozubá (interní zdroje)</i>	44
<i>Obr. 21. Fréza půlkruhová vypouklá (interní zdroje)</i>	44
<i>Obr. 22 Fréza úhlová čelní (interní zdroje)</i>	45
<i>Obr. 23. Technická fréza (interní zdroje)</i>	45
<i>Obr. 24 Technický výkres nástrčné frézy (interní zdroje)</i>	46
<i>Obr. 25. Sklad materiálu (vlastní zpracování)</i>	47
<i>Obr. 26. Zhotovení polotovaru na pásové pile (vlastní zpracování)</i>	47
<i>Obr. 27. Obrobek (vlastní zpracování)</i>	48
<i>Obr. 28. Zubové mezery (vlastní zpracování)</i>	48
<i>Obr. 29. Příčná drážka (vlastní zpracování)</i>	49

Obr. 30. Fréza s drážkou v otvoru, vyfrézovanými a vybroušenými zuby na čele (vlastní zpracování).....	49
Obr. 31. Rošty na frézy (vlastní zpracování)	50
Obr. 32. Fréza s vyostřenými zuby na obvodě (vlastní zpracování).....	50
Obr. 33. Hotový výrobek (vlastní zpracování).....	51
Obr. 34. Layout divize tepelného zpracování (vlastní zpracování)	55
Obr. 35. Vakuová kalící pec Schmetz – půdorysné schéma (interní zdroje)	56
Obr. 36. Vakuová kalící pec Schmetz (vlastní zpracování)	57
Obr. 37. Dvě fáze sestavení vsázky (vlastní zpracování).....	58
Obr. 38. Layout střediska 2510 (vlastní zpracování)	61
Obr. 39. Rozdělení činností na interní, externí a eliminace (vlastní zpracování)	64
Obr. 40. Paretův diagram časy t_{bc} (vlastní zpracování)	67
Obr. 41. Paretův diagram časy t_{ac} (vlastní zpracování)	68
Obr. 42. Snímek pracovní směny – pracoviště dvou brusek Junker (vlastní zpracování).....	69
Obr. 43. Snímek pracovní směny – pracoviště tří brusek Walter (vlastní zpracování)	69
Obr. 44. CNC bruska Walter (vlastní zpracování)	71
Obr. 45. Spaghetti diagram vybraného pracoviště střediska 2520 (vlastní zpracování).....	72
Obr. 46. Rozdělení činností na interní, externí a eliminace (vlastní zpracování)	78
Obr. 47. Optický přístroj, mikrometr, posuvné měřidlo, Brinellova lupa (vlastní zpracování).....	81
Obr. 48. Měřicí zařízení Walter Helitoolcheck (interní zdroje)	83
Obr. 49. Měřicí zařízení TC 210 (interní zdroje)	84
Obr. 50. Měřicí zařízení Multicheck PC 500 (interní zdroje)	85
Obr. 51. Nový layout pracoviště (vlastní zpracování).....	87
Obr. 52. Nápoje a věci osobní potřeby na pracovišti (vlastní zpracování)	88
Obr. 53. Nářadí uložené ve společném stole (vlastní zpracování)	88
Obr. 54. Návrh dílenského vozíku (Alfavarria, ©2015).....	89

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Tržby za prodej vlastních výrobků (vlastní zpracování).....</i>	<i>39</i>
<i>Tab. 2. Orientační barevné označení složek podle druhu materiálu (vlastní zpracování).....</i>	<i>46</i>
<i>Tab. 3. SWOT analýza (vlastní zpracování)</i>	<i>51</i>
<i>Tab. 4. Přestavba horizontální frézky FGU 32 (vlastní zpracování).....</i>	<i>63</i>
<i>Tab. 5. Jízdní řád přestavby horizontální frézky FGU 32 (vlastní zpracování)</i>	<i>65</i>
<i>Tab. 6. Časový harmonogram projektu (vlastní zpracování)</i>	<i>66</i>
<i>Tab. 7. Přestavba brusky Walter BW 028 (vlastní zpracování).....</i>	<i>75</i>
<i>Tab. 8. Jízdní řád přestavby brusky Walter BW 028 (vlastní zpracování)</i>	<i>79</i>
<i>Tab. 9. Návrh barevného značení ve výrobě (vlastní zpracování).....</i>	<i>89</i>