

Analýza výrobního procesu ve společnosti ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s.

Martin Vyoral

Bakalářská práce
2021



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: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Martin Vyoral**
Osobní číslo: **M180049**
Studijní program: **B6209 Systémové inženýrství a informatika**
Studijní obor: **Řízení výroby a kvality**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Analýza výrobního procesu ve společnosti ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s.**

Zásady pro vypracování

Úvod

Definujte cíle práce a použité metody zpracování práce.

I. Teoretická část

- Zpracujte literární rešerši z oblasti výrobního procesu a formulujte teoretická východiska pro zpracování praktické části práce.

II. Praktická část

- Proveďte analýzu výrobního procesu ve společnosti ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s.
- Zhodnoťte dosažené výsledky.
- Navrhněte vhodná opatření k odstranění zjištěných nedostatků a proveďte jejich ekonomické zhodnocení.

Závěr

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

Seznam doporučené literatury:

HALEVI, Gideon. *Handbook of production management methods*. 1st ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001, 313 s. ISBN 978-0-7506-5088-5.
JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. 1. vyd. Praha: Grada, 2016, 264 s. ISBN 978-80-247-5717-9.
KEŘKOVSKÝ, Miroslav a Ondřej VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3. dopl. vyd. Praha: C. H. Beck, 2012, 153 s. ISBN 978-80-7179-319-9.
TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 378 s. ISBN 978-80-247-1479-0.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Eva Juříčková, Ph.D.**
Ústav průmyslového inženýrství a informačních systémů

Datum zadání bakalářské práce: **15. ledna 2021**
Termín odevzdání bakalářské práce: **18. května 2021**

L.S.

doc. Ing. David Tužek, Ph.D.
děkan

Ing. Eva Juříčková, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 15. ledna 2021

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

Prohlašuji, že

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně

Jméno a příjmení:

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Tématem této bakalářské práce je Analýza výrobního procesu ve společnosti ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. Práce se skládá z teoretické a praktické části. Teoretická část se zabývá výrobním systémem a výrobním procesem, jejich prostorovým uspořádáním a plýtvání ve výrobním procesu. Dále jsou zde uvedeny informace o třískovém obrábění a vybrané analytické metody pro zkoumání výrobních procesů. V praktické části je podrobně zkoumán výrobní proces vybrané frézy, kdy na začátku materiál vstupuje ze skladu do dílny a výstupem je hotový výrobek – fréza. Hlavním cílem této práce je navrhnout opatření na zlepšení výrobního procesu na základě zjištěných poznatků a snížit náklady na výrobu vybrané frézy.

Klíčová slova: fréza, výrobní proces, výrobní systém, obrábění, Ishikawův diagram, Procesní analýza, prostorové uspořádání

ABSTRACT

The topic of this bachelor thesis is Analysis of the production process in the company ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. The thesis consists of theoretical and practical part. The theoretical part deals with the production system and production process, their spatial arrangement and wastage in the production process. Furthermore, information about chip machining and selected analytical methods for investigating manufacturing processes are presented. In the practical part, the manufacturing process of a selected milling machine is examined in detail, where at the beginning the material enters from the warehouse to the workshop and the output is the finished product – the milling cutter. The main objective of this work is to propose measures to improve the production process based on the findings and to reduce the cost of production of the selected milling cutter.

Keywords: milling cutter, production process, production system, machining, Ishikawa diagram, Process analysis, spatial arrangement

Na tomto místě bych moc rád poděkoval celé společnosti ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. a jejím zaměstnancům za vřelý přístup, i v této nelehké době, a hlavně velké poděkování patří panu JUDr. Václavu Čmolíkovi za jeho cenné rady, trpělivost a ochotu při zpracování této bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat mé vedoucí Ing, Evě Juříčkové, PhD. za její odborné rady při zpracovávání tohoto tématu. Na závěr bych také moc rád poděkoval své rodině a přítelkyni za podporu při studiu a při zpracovávání této práce.

OBSAH

ÚVOD	10
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE	11
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 VÝROBA	13
1.1 VÝROBNÍ SYSTÉM.....	14
1.1.1 Definice systému	14
1.1.2 Cíle výrobního systému.....	14
1.2 VÝROBNÍ PROCES	15
1.3 ČLENĚNÍ VÝROBNÍHO PROCESU	16
1.3.1 Rozdělení podle fází výrobního procesu	16
1.3.2 Rozdělení podle rozsahu výstupu.....	17
1.3.3 Dělení podle plynulosti výrobního procesu	18
1.3.4 Rozdělení podle charakteru technologie	18
1.3.5 Rozdělení podle organizace výroby	19
1.4 PROSTOROVÉ USPOŘÁDÁNÍ VE VÝROBĚ (LAYOUT)	20
1.4.1 Fixed position.....	20
1.4.2 Process layout.....	20
1.4.3 Cell layout	21
1.4.4 Product layout	21
1.5 PLÝTVÁNÍ VE VÝROBĚ.....	22
1.5.1 Nadprodukce ve výrobě	22
1.5.2 Nadbytečnost zásob.....	23
1.5.3 Plýtvání způsobené prostoji	23
1.5.4 Zbytečné pohyby	23
1.5.5 Plýtvání způsobené chybami.....	23
1.5.6 Plýtvání spojené s dopravou.....	24
1.5.7 Plýtvání prostřednictvím složitých procesů	24
2 VÝROBA FRÉZY TRÍSKOVÝM OBRÁBĚNÍM	25
2.1 SOUSTRUŽENÍ.....	25
2.1.1 Typy soustruhů.....	25
2.2 FRÉZOVÁNÍ	26
2.2.1 Typy fréz	26
2.2.2 Typy frézek	27
2.3 BROUŠENÍ	28
3 METODY PRO ANALYZOVÁNÍ A ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ	29
3.1 ISHIKAWŮV DIAGRAM	29
3.2 ŠPAGETOVÝ DIAGRAM.....	30

3.3	PROCESNÍ ANALÝZA	30
4	SHRnutí TEORETICKÝCH POZNATKŮ	31
II	PRAKTICKÁ ČÁST	32
5	PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI.....	33
5.1	ZÁKLADNÍ INFORMACE.....	33
5.3	ORGANIZAČNÍ STRUKTURA	35
5.4	TRŽBY ZA PRODEJ VLASTNÍCH VÝROBKŮ A SLUŽEB.....	36
5.5	ODBĚRATELSKÉ ZEMĚ ZA ROK 2020.....	37
5.6.1	Čelní válcové frézy	38
5.6.2	Tvarové frézy	38
5.6.3	Drážkovací frézy	39
5.6.4	Kopírovací frézy.....	39
5.6.5	Nástrčné frézy	40
5.6.6	Kotoučové frézy	40
5.6.7	Uhlové frézy.....	41
5.6.8	Technické frézy	41
6	ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU	42
6.1	INFORMACE O VYBRANÉ FRÉZE	42
6.2	PROSTOROVÉ USPOŘÁDÁNÍ PRACOVIŠŤ (LAYOUT).....	43
6.2.1	Středisko 2510.....	43
6.2.2	Středisko 2520 a 2530.....	43
6.3	VÝROBNÍ PROCES VYBRANÉ FRÉZY	47
6.3.1	Výroba frézy dle technologického postupu.....	47
6.4	PROCESNÍ ANALÝZA	57
6.4.1	Zhodnocení procesní analýzy.....	60
6.5	ISHIKAWŮV DIAGRAM	61
7	HLAVNÍ ZJIŠTĚNÉ NEDOSTATKY.....	63
7.1	VZDÁLENOST KONTROLNÍHO STANOVISŤE 2510	63
7.2	ORGANIZACE SKLADOVÁNÍ	63
7.3	STANDARDIZACE NA PRACOVIŠTI	64
7.4	STEREOTYP PRÁCE	64
8	NÁVRH NA ZLEPŠENÍ VÝROBNÍHO PROCESU.....	65
8.1	POUŽITÍ VÝKONNĚJŠÍHO OBRÁBĚCÍHO ZAŘÍZENÍ	65
8.2	ROZŠÍŘENÍ BUDOVY	66
8.3	VYBUDOVÁNÍ NOVÉHO KONTROLNÍHO STANOVISŤE PRO STŘEDISKO 2510.....	66
8.4	ZHOTOVENÍ STANDARDŮ PRO PRACOVIŠŤE	69
	ZÁVĚR	70
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	71

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	73
SEZNAM OBRÁZKŮ	74
SEZNAM TABULEK.....	76

ÚVOD

Díky nástrojům je možné měnit tvar i velikost opracovávaného předmětu. Pod pojmem nástroj si lze představit prostředek nebo pomůcku, která slouží k ručnímu či strojnímu zpracování. V průběhu historie se vývoj těchto nástrojů posouval kupředu jak z hlediska materiálu, kdy na počátku byly první nástroje kamenné, tak i z hlediska sortimentu.

Tato bakalářská práce je zaměřena na zkoumání výrobního procesu ve společnosti ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s., která se zabývá především výrobou nástrojů pro frézování z klasických rychlořezných ocelí. V současnosti je tato společnost největším českým výrobcem a jedním z nejvýznamnějších výrobců fréz na evropském trhu. I přes toto silné postavení se však musí společnost potýkat s konkurencí na trhu. Je proto nezbytné, aby tato společnost držela krok s rozvíjející se technologií, která jde neustále kupředu a snažila se co nejvíce vylepšovat svá pracoviště modernizací a odstraněním plýtvání ve výrobním procesu.

Teoretická část této práce je zpracována formou literární rešerše, která je poté aplikována v praktické části. Zabývá se oblastí výroby, výrobního procesu a jeho rozdělením, jsou zde poté uvedeny typy výrob, jejich prostorové uspořádání, a plýtvání ve výrobním procesu. Dále jsou zde uvedeny metody třískového obrábění, které se používají pro zhotovování frézovacích nástrojů a na závěr jsou uvedeny vybrané analytické metody používané při zkoumání výrobního procesu.

V praktické části této práce je představena společnost ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. spolu se základními informacemi a výrobním portfoliem. Dále je zde na základě vybraných dat zvolen výrobek, jehož proces výroby je podrobně zkoumán vybranými analytickými metodami. Návrhy pro zlepšení lze pak snadno aplikovat i na ostatní výrobky.

Závěr této práce pak tvoří návrhy ke zlepšení výrobního procesu na základě zjištěných nedostatků a jejich ekonomické zhodnocení.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ PRÁCE

Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je navrhnout opatření na základě získaných informací z provedených analytických metod, která povedou ke zlepšení výrobního procesu a snížení nákladů na výrobu fréz ve společnosti ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s.

Metody zpracování práce

Při tvorbě této práce se pracovalo s interními zdroji společnosti, Pro detailnější přiblížení výrobního procesu frézy byla sledována vybraná zakázka, ve které se zhotovilo 200 kusů tvarové frézy pro drážky úsečových per. Na základě získaných informací se poté zhotovila procesní analýza. Sběr informací byl proveden na základě důkladného sledování výrobního procesu vybrané zakázky. Doplňující informace k procesu se získaly prostřednictvím komunikace se zaměstnanci. Za účelem vyhodnocení hlavních příčin zmetkovitosti byl po konzultaci s vedením společnosti zhotoven Ishikawův diagram. V následující kapitole byly poté sepsány hlavní zjištěné nedostatky.

Na základě získaných dat a zjištěných nedostatků je závěrečná část této práce zaměřena na návrhy na zlepšení výrobního procesu spolu s ekonomickým zhodnocením.

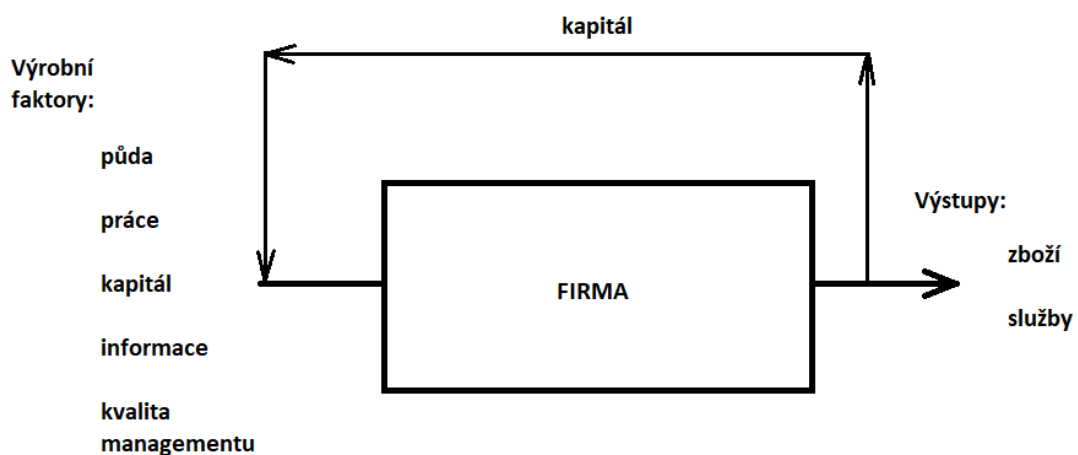
I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VÝROBA

Je mnoho způsobů, jak popsat výrobu, Makovec (2006, s. 4) popisuje výrobu jako „jednu z nejdůležitějších činností lidstva.“. Dle Keřkovského a Valsy (2012, s. 2) lze výrobu definovat jako „transformaci výrobních faktorů do ekonomických statků a služeb, které pak procházejí spotřebou.“. S touto definicí souhlasí jak Makovec, tak i Tomek a Vávrová (2007, s. 64) s doplněním, že výrobou věcných statků a služeb by mělo dojít k co největšímu uspokojení zákazníků. Je potřeba také uvést, že pro uskutečnění výroby jsou nezbytné výrobní faktory neboli výrobní zdroje, které jsou ve výrobním procesu využity pro výrobu hmotného (zboží) či nehmotného (služeb) výstupu. Keřkovský a Valsa (2012, s. 2) uvádějí 4 hlavní výrobní zdroje:

- Půda
- Práce
- Kapitál
- Informace

Pojem půda představuje přírodní zdroje, jako jsou například orná půda, lesy, nerostné suroviny, voda a vzduch. Pojem Práce bere v potaz všechny lidské zdroje, které se účastní procesu výroby. Pod pojmem Kapitál si lze představit hmotný či nehmotný statek, který může vzniknout během výroby a je použitý v další výrobě. Informace jsou veškeré know-how nebo také zpětná vazba, co se vrací zpátky do vstupů, například zavádění či zdokonalování výrobních postupů nebo potřebné změny technologie. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 3), (Tuček a Bobák, 2006, s. 16)



Obrázek 1 Koloběh výrobních faktorů (vl. zprac. dle Keřkovského a Valsy, 2012, s. 2)

1.1 Výrobní systém

Aby podnik fungoval efektivně musí mít systém, díky kterému bude mít efektivní provoz. Dle Tučka a Bobáka (2006, s. 12) definujeme výrobní systém jako „*soubor vybraných technik průmyslového inženýrství, nástrojů managementu a metod „štitle výroby“*“, které podporují dosažení podnikatelských cílů firmy.“ Podobnou definici má i Keřkovský a Valsa (2012, s. 4) s dodatkem, že do výrobního systému spadají všichni činitelé, kteří jsou součástí daného výrobního procesu a vzájemně na sebe působí a ovlivňují se. Mezi tyto činitele řadíme: výrobní prostory, materiál, stroje, energie, informace, pracovníky, výrobek a odpad. Tomek a Vávrová (2007, s. 191) popisují, že výrobní systém se zpravidla člení do tří fází:

- Předzhotovující – neboli předvýroba, zde patří výroba základních dílů prostřednictvím obráběním, tváření apod.
- Zhotovující – do této fáze spadá výroba základních podsestav, sestav.
- Dohotovující – montáž nebo výroba finálních výrobků.

1.1.1 Definice systému

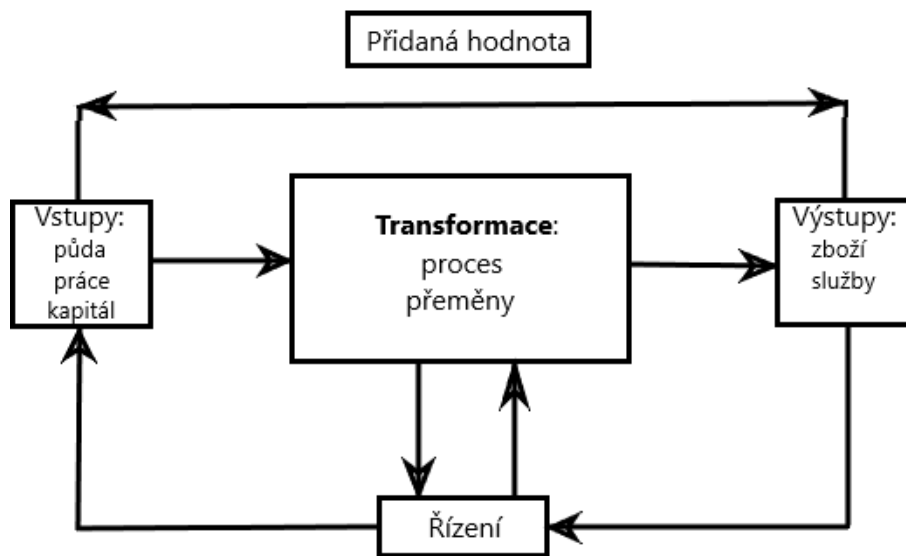
Kavan (2002, s. 25) popisuje systém jako „*množinu vzájemně propojených částí, které musí pracovat efektivně a společně*“ S touto definicí souhlasí i Tuček a Bobák (2006, s.18), kteří dále rozvádí, že systém má své klíčové znaky. Jedním z hlavních znaků je rozdělení systému vzhledem k okolí na mikrookolí a makrookolí. Pod pojem mikrookolí spadají veškerí zákazníci, konkurence, dodavatelé či zprostředkovatelé. Makrookolí je bráno daleko rozsáhleji a vstupují do něj sociální postoje, vzdělání, víra, legislativy, politické a vládní strany či technologické změny. (Tuček a Bobák, 2006, s. 15)

1.1.2 Cíle výrobního systému

Výrobní systém má za cíl být co nejefektivnější, aby nedocházelo k plýtvání zdrojů a měly by být co nejlépe využity ke tvorbě zisku. Z pohledu ekonomiky má za cíl zhotovit produkt či poskytnout danou službu (věcný cíl), dosáhnout podnikových cílů (hodnotový cíl) nebo také zajistit výrobu z hlediska pracovních sil (humánní cíl). (Jurová a kol., 2016, s. 93), (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 5)

1.2 Výrobní proces

Výroba je velmi úzce spjata s výrobním procesem. Slovy Keřkovského a Valsy (2012, s. 9) je výrobní proces „realizován „výrobním systémem“ – je to transformace výrobních faktorů na zboží/službu.“. Pod pojmem výrobní proces si lze představit, že se jedná o navržený postup, během kterého prochází materiál různými fyzikálními nebo chemickými změnami s cílem zvýšit jeho hodnotu. (Groover, 2010, s. 10)



Obrázek 2 Znárodnění vzniku přidané hodnoty (vl. zprac. dle Kavana, 2002, s. 19)

Je zde také potřeba doplnit, že výrobní procesy také vyžadují know-how v mnoha odvětvích, jako jsou plánování procesu, kalkulace, marketing, prodej, kontrola zásob, manipulace s materiálem a všechny tyto odvětví by se měly respektovat navzájem mezi sebou, tím, že budou hledat kompromisy v situacích, kdy dojde ke střetu zájmů mezi jednotlivými obory, a nebudou se shodovat, protože není možné se zaměřit pouze na jeden obor a nebrat v potaz ostatní. Toho se dá docílit použitím metod a analýz pro řízení výrobních procesů. (Halevi, 2001, s. 6)

Výrobní proces tedy používá vstupní zdroje ke tvorbě výstupů jinými slovy výrobků či služeb za použití transformačních procesů k navýšení jeho hodnoty. Mezi transformační procesy se řadí také skladování materiálů, polotovarů i hotových výrobků, přepravy a zpracovávání. Výstupem může být i informace ve formě zpětné vazby. Pokud budeme

vycházet z výše uvedeného, výrobní proces je tedy přeměna vstupů na výstupy s přidanou hodnotou (rozdíl mezi náklady pořízených vstupů a hodnotou výstupů) a výsledným produktem je tak zboží, které se poté dá dobře a za dobrou cenu prodat. (Kavan, 2002, s. 18), (Tuček a Bobák, 2006, s. 18)

1.3 Členění výrobního procesu

Typ technologie, výrobku nebo služby, velikost výroby, poptávka a trh mají vliv na typ výroby, který je ve firmě zaveden. Rozdělení je založeno na výstupu z výrobního systému. O tom všem rozhodují vlastnosti produktu (o jaký druh zboží se jedná, dále pak jeho tvar a podoba a také složitost výrobku) a vlastnosti výrobního programu (rozsah sortimentu a množství vyráběného najednou). (Tomek a Vávrová, 2007, s. 196)

1.3.1 Rozdělení podle fází výrobního procesu

Výroba se skládá ze tří jednotlivých etap. Tuček a Bobák (2006, s. 48) uvádí následující – předvýrobní, výrobní a povýrobní, které mají technickou, prostorovou a časovou ucelenost. Výrobní etapa, kterou tvoří výrobní proces je poté rozdělena na fáze a to – předzhotovující, zhotovující a dohotovující.

- Předvýrobní etapa – obstarání materiálu a technická příprava pro nadcházející výrobu.
- Výrobní etapa – proces výroby, skládá se z fází:
 - Předzhotovující – zde patří příprava (zpracování surovin).
 - Zhotovující – výrobek je vyráběn v této fázi a dostává se do finální podoby.
 - Dohotovující – Vzhledové a ochranné úpravy (balení) výrobku.
- Povýrobní etapa – zde spadá expedice, doprava a prodej výrobku.

Předvýrobní etapa	
Předzhotovující fáze	Výrobní etapa
Zhotovující fáze	
Dohotovující fáze	
Povýrobní etapa	

Obrázek 3 Fáze výrobní etapy (vl. zprac. Dle Tučka a Bobáka, 2006, s. 49)

1.3.2 Rozdělení podle rozsahu výstupu

Dělení do jednotlivých skupin zde probíhá dle počtu vyráběného množství.

- Kusová
- Sériová
- Hromadná

Kusová výroba se vyznačuje velkým počtem druhů výrobků s nízkým počtem vyráběného množství. Pro výrobu se nejčastěji používají univerzální stroje a zařízení. Výroba jednotlivých druhů se může opakovat. Taková výroba se nazývá opakovaná kusová výroba nebo se neopakuje, takový typ se nazývá neopakovaná kusová výroba. Může se také vyrábět na základě objednávek zákazníků, taková výroba se poté nazývá výroba zakázková. (Keřkovský a Valsa, s. 12) (Tomek a Vávrová, 2007, s. 197)

Sériová výroba je výroba v dávkách – sériích. Průběh výrobního procesu je zde stabilnější než u výroby kusové. Máme zde rytmickou sériovou výrobu, kdy se série výrobků pravidelně opakují ve stejně velkém množství, nebo naopak nerytmickou sériovou výrobu. (Keřkovský a Valsa, s. 12) (Tomek a Vávrová, 2007, s. 197)

Hromadná výroba neboli mass production je výroba jednoho druhu výrobku ve velkém množství. Výstupem jsou výrobky pro masovou spotřebu. Je zde velmi obtížná změna výrobního programu, ale velkou výhodou je snadné plánování a řízení. Dobrým příkladem pro hromadnou výrobu ve strojírenství je výroba surové oceli. (Tomek a Vávrová, 2007, s. 197)

Ve firmách se většinou nesetkáváme pouze s jedním typem těchto výrob, ale s vícero. Příkladem jsou firmy s klasickou hromadnou výrobou, kde jsou některé provozy podobné kusové výrobě, například údržba či nářad'ovna. (Keřkovský a Valsa, s. 14)

1.3.3 Dělení podle plynulosti výrobního procesu

Zde výrobu dělíme na:

- Plynulou
- Přerušovanou

Plynulá výroba je typ výroby, která probíhá prakticky nepřetržitě, buďto z technologických či jiných důvodů, proto se jí také říká výroba nepřetržitá. Jedná se o typ výroby, která jede 24 hodin denně 7 dní v týdnu, jedinou výjimkou jsou pouze situace, kdy probíhá oprava výrobního zařízení. Vhodným příkladem pro plynulou výrobu ve strojírenství může být například výroba surové oceli. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 11)

Přerušovaná výroba naopak probíhá v určitých časech – směnách, např. v pracovní době od 6 do 14 hod., pouze v pracovních dnech apod. Tento typ výroby je typický pro strojírenství. Výroba zde probíhá v operacích a jednotlivé operace se mohou uskutečňovat buď na jiných pracovištích, nebo na tom stejném. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 11)

Při rozhodování, zda zvolit plynulou či přerušovanou výrobu je důležité také vzít v potaz, že výroba plynulá vyžaduje chod i během nocí, svátků i víkendů, což může být pro společnost velmi nákladné. Na druhou stranu přerušovaná výroba má hlavní výhodu ve vytváření časového prostoru pro údržbu a opravu strojů, ovšem nevýhoda je taková, že vlivem přerušované výroby se protahuje doba výroby a dochází také ke zvyšování výrobních zásob, což může vést také ke zvýšení nákladů. (Keřkovský a Valsa, s. 11)

1.3.4 Rozdělení podle charakteru technologie

Mechanická výroba

Materiál nemění své látkové vlastnosti, pouze se mění jeho tvar a jakost. Příkladem je strojírenská výroba. (Jurová a kol., 2016, s. 110)

Chemická výroba Oproti mechanické, tato výroba mění látkové vlastnosti surovin a materiálů. (Jurová a kol., 2016, s. 111)

Biologická a biochemická výroba

Na rozdíl od chemické výroby se zde používá přírodních procesů ke změně látkové vlastnosti surovin a materiálů, například kvašení či zrání. (Jurová a kol., 2016, s. 111)

1.3.5 Rozdělení podle organizace výroby

Proudová výroba (někdy označována také jako pásová) - Zde probíhá hromadná výroba jednoho nebo více vysoce příbuzných výrobků a pracoviště je uspořádáno tak, že výrobek prochází v proudu, v pořadí dle technologického postupu. Používá se zejména v hromadné i sériové výrobě. Mezi výhody se řadí zvýšení produktivity, zkrácení výrobního cyklu a snížení vlastních nákladů výroby. Nevýhodou je, že tato výroba je citlivá na poruchy, které mohou vyvolat zastavení celé linky, tím pádem je také složité dělat změny na výrobcích. (Tuček a Bobák, 2006, s. 42)

Skupinová výroba – Jedná se o předmětně specializovanou výrobu. Je to skupina pracovišť, kde jsou stroje stejného technologického určení seskupené do stejného místa (specializovaných dílen). Výrobní zařízení zde na rozdíl od proudové výroby nejsou uspořádány v proudu, ale rytmicky. Máme dva typy skupinové výroby – periodickou, která se vyznačuje pravidelným opakováním výrobní skladby a neperiodickou, kde dle změn ve výrobním programu dochází k nepravidelnému opakování výrobní skladby. Na rozdíl od proudové výroby je zde snadná přizpůsobivost výrobních změn. (Tuček a Bobák, 2006, s. 44)

Fázová výroba – Tato výroba se vyznačuje vysokou přizpůsobivostí a používá se u procesů, kde je odvádění výrobků neopakované nebo nepravidelně opakované v dlouhém časovém období, je zde snadná změna výrobního programu. Používají se zde univerzální (víceúčelová) zařízení na víceúčelových pracovištích a stanovení výrobního programu se odvíjí od specifikací zákazníků. Nevýhodou této výroby je náročnější kvalifikace pracovníků a delší výrobní čas, což je způsobeno vysokou rozpracovaností. (Tuček a Bobák, 2006, s. 45)

1.4 Prostorové uspořádání ve výrobě (layout)

Layout je celkové uspořádání výrobního procesu v půdorysné podobě a detailně zobrazuje výrobní halu/dílnu včetně personálu, vybavení, skladovacích prostor, výrobních linek a strojů.

Tuček a Bobák (2006, s. 234) definují layout jako „*relativně ohraničenou část výrobního procesu přizpůsobenou pro vykonávání určitého výrobního úkolu (pracovních operací)*“.

Keřkovský a Valsa (2012, s. 18) popisují, že dobře rozvržený layout má velký vliv na efektivitu daného pracoviště, jelikož správné rozvržení výrobních zařízení zajišťuje rychlou a plynulou přepravu výrobků a materiálů. Máme čtyři typy uspořádání pracovišť – pevné (fixed), technologické (process), buňkové (cell) a předmětné (product).

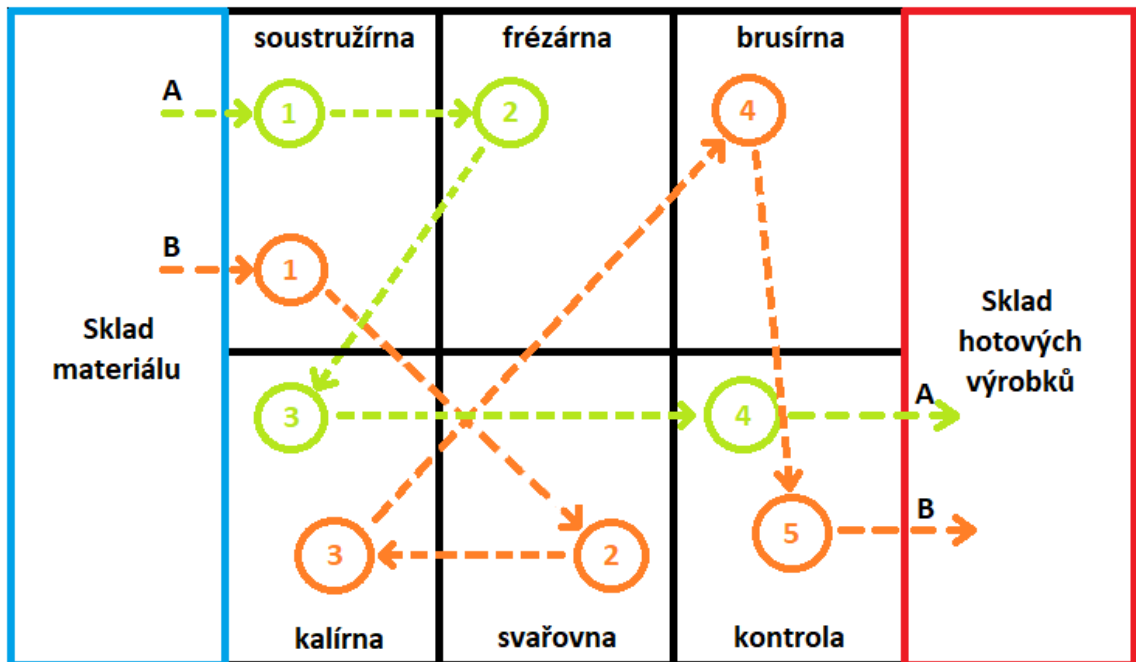
1.4.1 Fixed position

Používá se v případech, pokud je výrobek velký a těžký, a tudíž je složité s ním pohybovat nebo ho přemísťovat, musí proto zůstat během výroby na jednom místě. Tento typ rozvržení se označuje jako rozvržení s pevným uspořádáním. Při pevném uspořádání se pracovníci či zařízení přesunují po pracovišti dle potřeby. Mezi příklady patří výroba lodí, letadel, lokomotiv nebo těžkých strojů. (Groover, 2007, s. 17)

1.4.2 Process layout

Jednotlivé součásti větších výrobků se často vyrábějí v továrnách, ve kterých jsou stroje uspořádány dle funkce nebo typu. Soustruhy jsou v jedné dílně, frézky v jiném oddělení a brusky zase v jiném (soustružírny, frézárny apod.). Toto uspořádání se nazývá technologicky uspořádané pracoviště. (Groover, 2007, s. 17)

U Technologicky uspořádaného pracoviště se výrobky nebo materiál pohybují mezi jednotlivými pracovišti, viz obrázek 4. Mezioperační doprava je zde náročná, a proto jsou vytvářeny mezi pracovišti mezisklady. Toto uspořádání se vyskytuje nejčastěji ve strojírenské výrobě. (Tomek a Vávrová, 2007, s. 197)



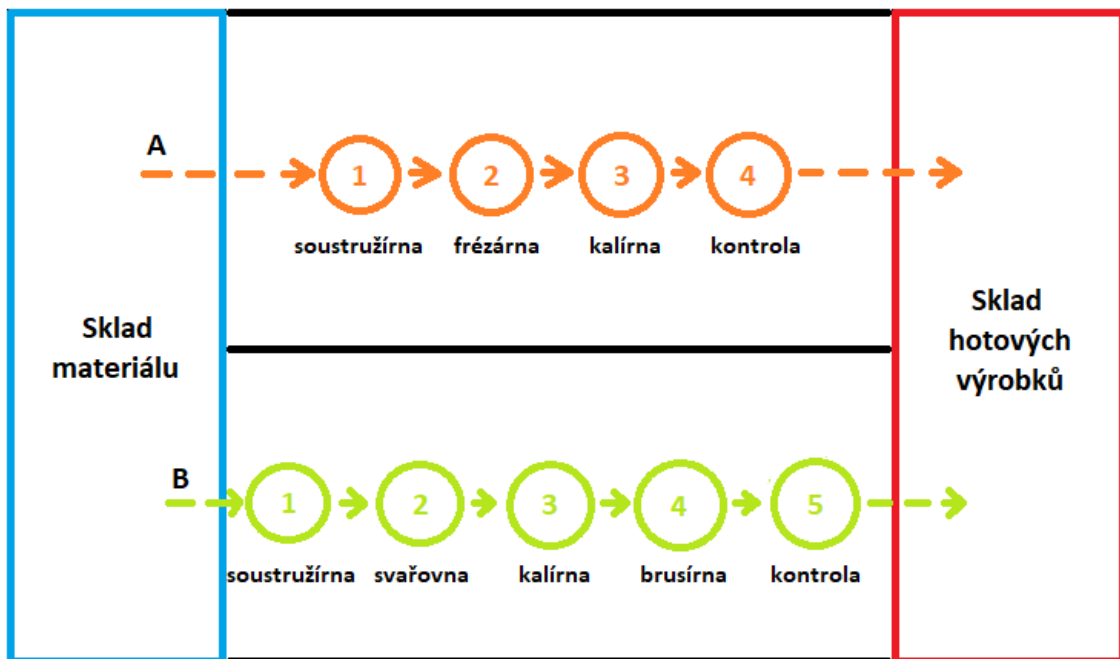
Obrázek 4 Technologické uspořádání (vl. zprac. dle Tomka a Vávrové, 2007, s. 198)

1.4.3 Cell layout

Buňkové uspořádání se vyznačuje pracovišti, která udržují výrobní proces v jedné „buňce“, aby nemuselo dojít ke zdlouhavému přesouvání výrobků narozdíl od technologicky uspořádaného pracoviště. Každá buňka se specializuje na výrobu určité sady dílů. Buňkové uspořádání je často spojováno s hromadnou výrobou. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 19)

1.4.4 Product layout

Předmětné uspořádání je charakteristické tím, že výrobní zařízení jsou umístěny podle technologického postupu, aby došlo k co nejmenšímu přesunování materiálů nebo výrobků viz obrázek 5. Materiál či výrobky jsou obvykle přesouvány mezi jednotlivými zařízeními mechanizovaným dopravníkem. Příkladem je montážní linka automobilů nebo domácích spotřebičů. (Tomek a Vávrová, 2007, s. 197-198)



Obrázek 5 Předmětné uspořádání (vl. zprac. dle Tomka a Vávrové, 2007, s. 198)

Při rozhodování o tom, jak uspořádat pracoviště by se měly brát v potaz všechny výhody a nevýhody, které každé uspořádání nabízí. Požadavky a poptávka zákazníků z hlediska objemu výroby a typu výrobku by měly být klíčové pro zvolení správného výrobního layoutu. (Keřkovský a Valsa, 2012, s. 21)

1.5 Plýtvání ve výrobě

Dle Jurové (2016, s. 88.) je potřeba k odstranění plýtvání procesy výrobní a administrativní, dále tvrdí, že plýtvání lze rozdělit do sedmi skupin a těmi jsou nadprodukce (příliš časté dodávky), nadbytečné zásoby (hromadění zásob), defekty (opravy a zmetky), zbytečná manipulace (podávání, přenášení, otáčení, ohýbání), špatné zpracování (špatná úroveň kvality), čekání (prostoje) a transport (složitost přepravy). Během posledních let byla přidána také osmá skupina a to – nevyužití lidského potenciálu.

1.5.1 Nadprodukce ve výrobě

Jedná se o vyšší produkce výrobků, které převyšují požadavky zákazníků nebo se může také jednat o výrobu navíc pro „případy nouze“. Kvůli tomu pak vznikají větší nároky na skladovací prostory, dále pak vytváření větších počtů reportů a standardů, vytváří se také

více informací, materiálu a kapacity pracovníků se využijí na zbytečné úkony a procesy. (Chromjaková, 2013, s. 47)

1.5.2 Nadbytečnost zásob

Nadbytečné zásoby jsou jedním z hlavních problémů v oblasti zeštíhlování procesů, ať už se jedná o jakýkoliv typ zásob, mohou to být nepotřebné standardy, dokumentace, materiál, hotové nebo nedokončené výrobky. Dochází tak ke zbytečnému zabírání místa a zvyšují se náklady na skladování. Je proto důležité vypořádat se se zásobami a najít optimální výši, ovšem tento úkon si vyžaduje velkou námahu, například v oddělení nákupu, kde velké zásoby mohou být nespecifikované objednávky, vzniklé v důsledku špatné komunikace ve firmě. (Chromjaková, 2013, s. 47) (Jurová a kol., 2016, s. 88)

1.5.3 Plýtvání způsobené prostoji

Čekání je součástí každého výrobního procesu, toto plýtvání lze snadno najít a vzniká v momentech, kdy se nedá dále pokračovat v procesu výroby kvůli úkonům, který brání v provedení procesu a nepřináší do něj žádnou hodnotu. Nejčastějšími typy čekání jsou nedostatky materiálů, strojní poruchy nebo potřebná byrokracie (podpisy vícera pracovníků). Je proto potřeba se zamyslet, proč tento druh čekání existuje. (Chromjaková, 2013, s. 48) (Jurová a kol., 2016, s. 89)

1.5.4 Zbytečné pohyby

Plýtvání zbytečnými pohyby vzniká tehdy, kdy činnost pracovníka nepřidává do procesu výroby žádnou hodnotu. Zde se řadí činnosti od větších úkonů, když pracovník jde za mistrem, protože nerozumí danému úkonu (v nejhorší situaci musí vícekrát projít celou výrobní halou), hledání nástrojů po pracovišti až po menší činnosti, jako například zbytečné zvedání součástek ze zásobníku. Těmto typům plýtvání lze zamezit ergonomickými analýzami, aby došlo k omezení těchto zbytečných pohybů, jejichž ztracený čas by se dal využít na daleko prospěšnější činnosti. (Chromjaková, 2013, s. 48) (Jurová a kol., 2016, s. 89)

1.5.5 Plýtvání způsobené chybami

Tento druh plýtvání se také řadí mezi velmi důležité, při práci by měl mít každý pracovník co nejmenší chybovost, aby se zabránilo zbytečnému navýšení nákladů, protože opravy vyžadují čas, práci a finanční prostředky. Je velmi těžké chybovost eliminovat, neboť

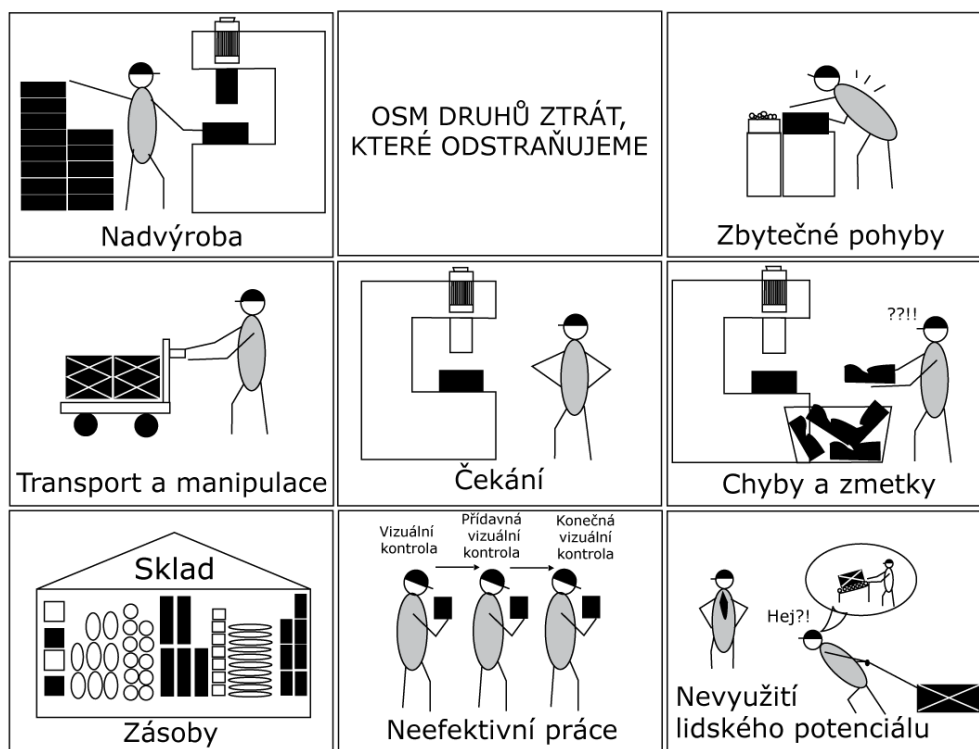
v drtivém případě lze chyby řešit až po dokončení daného úkonu, ale lze se zaměřit na předejití nejčastěji vzniklých chyb, například důkladnější kontrolou při zadávání údajů nebo lépe a srozumitelněji vysvětlit požadavky v emailech či dokumentacích. (Chromjaková, 2013, s. 48) (Jurová a kol., 2016, s. 89)

1.5.6 Plýtvání spojené s dopravou

Výroba jako taková se bez dopravy neobejde. Výrobní proces se skládá z několika částí a přesun materiálu mezi jednotlivými úseky může být poměrně dosti složitý např.: sklady jsou obvykle vzdáleny od výrobní linky, tudíž je nutné zajistit dodávku materiálu k výrobě co nejrychlejší a nejefektivnější cestou v přesném množství což představuje plýtvání nadbytečnou dopravou. (Chromjaková, 2013, s. 48) (Jurová a kol., 2016, s. 89)

1.5.7 Plýtvání prostřednictvím složitých procesů

Při výrobě dochází též k plýtvání tak, že pracoviště jsou špatně rozložena a tím vznikají složitosti v technologickém procesu výroby. Plýtvání se zde dá eliminovat tak, že lze spojit dvě pracoviště buďto dopravníkem anebo umístit tyto pracoviště blízko sebe. (Chromjaková, 2013, s. 48) (Jurová a kol., 2016, s. 89)



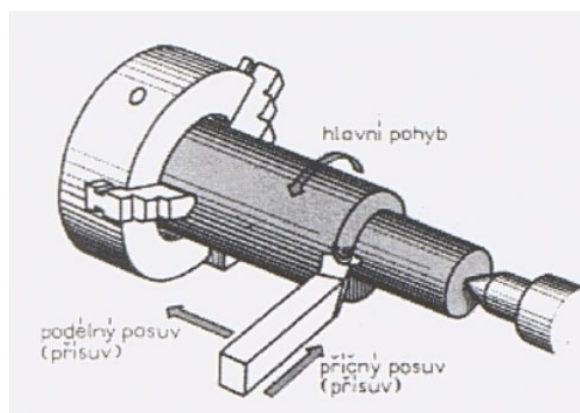
Obrázek 6 Osm druhů plýtvání ve výrobě (svetproduktivity.cz, ©2012)

2 VÝROBA FRÉZY TŘÍSKOVÝM OBRÁBĚNÍM

Obrábění je metoda, která slouží ke zhotovení kusů nebo nástrojů pro výrobu. Je to technologický proces, při kterém dochází za pomoci řezného nástroje k odebrání materiálu. Ve výrobě jsou používány polotovary, tj. materiál, který je připravený k obrábění. Obrobený polotovar se poté nazývá obrobek. Řezný nástroj se skládá z řezné části (břit), která má tvar klínu a upínací části (stopka), za kterou je nástroj upínán. Břit nástroje je ohraničený čelem, po kterém odchází tříska a hřbetem. Břit a hřbet mohou být spojeny buďto s hlavním či vedlejším ostřím. (Kocman, 2011, s. 7)

2.1 Soustružení

Metoda třískového obrábění, při které dochází k obrábění vnitřních i vnějších rotačních ploch. Soustružením lze zhotovit válcovité či kuželovité plochy. Hlavní pohyb zde vykonává obrobek a vedlejší pohyb nástroj, kterým je nejčastěji soustružnický nůž. Soustružení se provádí na obráběcím stoji zvaném soustruh a představuje nejjednodušší a nejpoužívanější způsob obrábění. (Němec, 2007, s. 177)

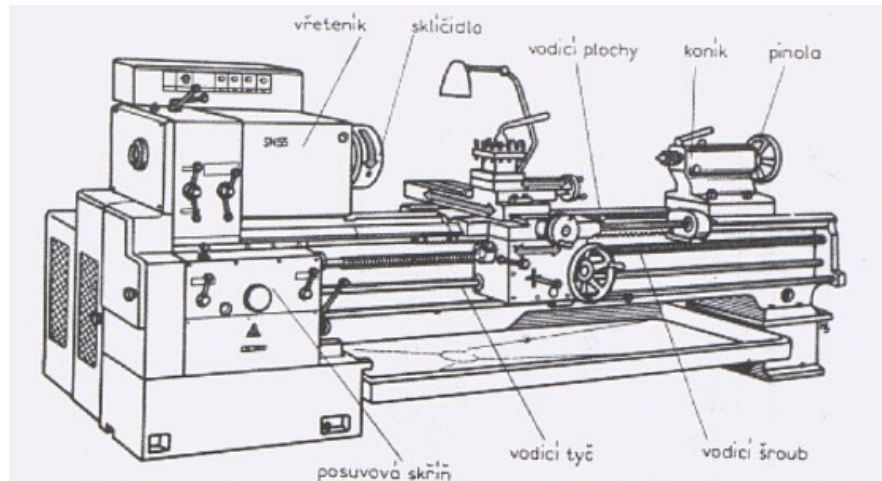


Obrázek 7 Pracovní pohyby při soustružení (Němec, s. 177)

2.1.1 Typy soustruhů

- Hrotové – používají se pro obrábění válcových ploch, viz obrázek 8.
- Čelní – pro soustružení krátkých válcových ploch s většími průměry.
- Svislé – Jak již název napovídá, obrobek se otáčí po svislé ose, slouží k obrábění součástí o větších průměrech a kratších délek.
- Revolverové – používají se v sériové výrobě, výhodou je, že revolverová hlava umožňuje provádět vícero úkonů v jednom upnutí.

- Automatické a poloautomatické soustruhy – používají se ve velkosériové a hromadné výrobě.
- Číslově řízené soustruhy – tento typ se používá v sériové výrobě, je plně automatizovaný a jede podle předem vytvořeného programu. (Němec, 2007, s. 177)



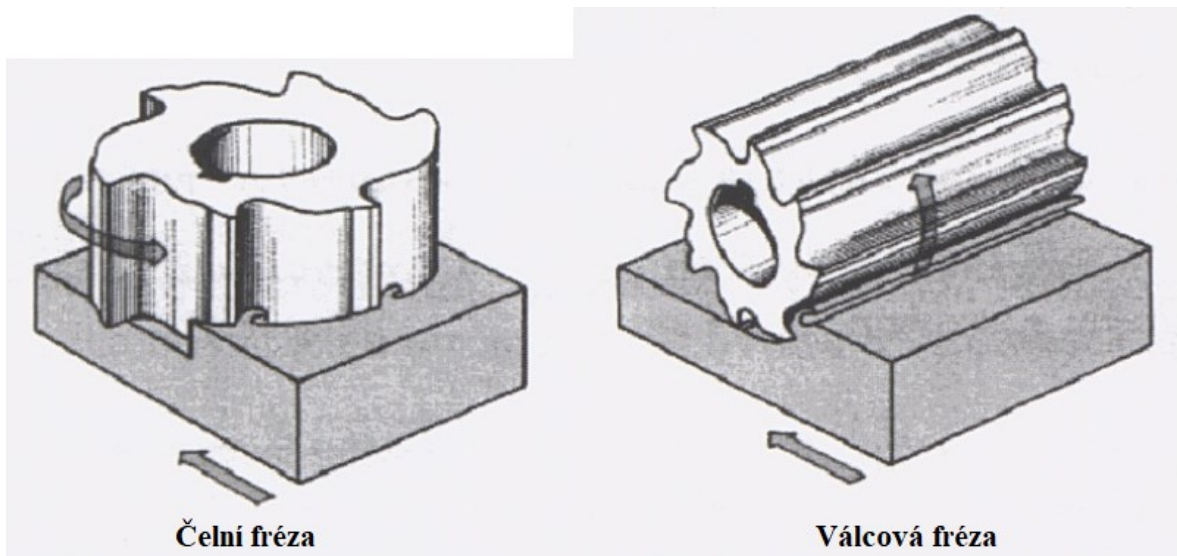
Obrázek 8 Univerzální hrotový soustruh (Němec, s. 177)

2.2 Frézování

U frézování dochází k odebrání materiálu za pomoci vícebřitého nástroje (frézy). Je to proces, kterým se obrábí rovinné i tvarové plochy. Narozdíl od soustružení zde hlavní pohyb vykonává nástroj a vedlejší pohyb stůl, na kterém je upnutý obrobek. (Němec, 2007, s. 181)

2.2.1 Typy fréz

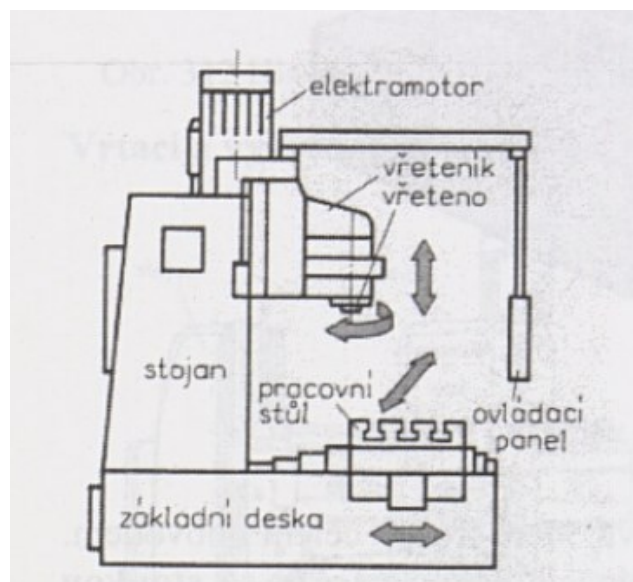
Frézy můžeme dělit na stopkové (s válcovou či kuželovou stopkou), které se upínají přímo do vřeten stroje a nástrčné, které se upínají za pomoci upínacího trnu. Nejčastěji používané frézy jsou čelní a válcové, dále pak také čelní válcové, jež mohou frézovat oběma způsoby. (Němec, 2007, s. 181)



Obrázek 9 Frézování čelní a válcovou frézou (Němec, s. 181)

2.2.2 Typy frézek

Frézky rozdělujeme dle polohy vřetena na svislé a vodorovné. Dále se určují podle typu na stolové, konzolové, rovinné a speciální. (Němec, 2007, s. 182)

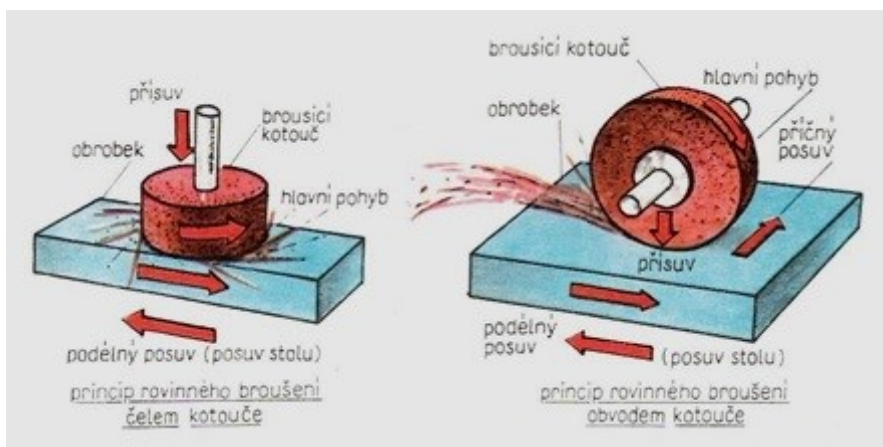


Obrázek 10 Svislá stolová frézka (Němec, 2007, s. 182)

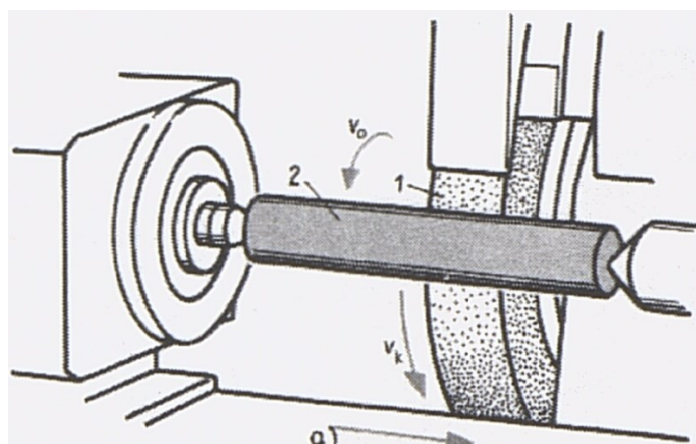
2.3 Broušení

Broušení je obráběcí metoda, při které je materiál odebrán s vysokou řeznou rychlostí tvrdými zrní brusiva brousícího kotouče. Tyto brousící zrna jsou nepravidelně rozmístěny po ploše kotouče, nemají stejnou geometrii břitu a jejich velikost je v rozsahu 0,003 – 3 mm. Hlavní řezný pohyb zde vykonává nástroj a vedlejší posuvný pohyb vykonává stroj. Broušením se dají opracovávat i ty nejtvrďší materiály a lze dosáhnout velmi kvalitního povrchu výrobku. (Němec, 2007, s. 182)

Broušení lze přirovnat k frézování, neboť k řezání dochází buďto po obvodu, nebo na ploše brusného kotouče podobně jako u obvodového či čelního frézování. Rozdíl mezi broušením a frézováním je, že brusná zrna na kotouči jsou daleko menší a je jich více než zubů na fréze, řezná rychlost při broušení je daleko větší než při frézování a brusný kotouč se při opotřebování samoostří, to je způsobeno tím, že se během obrábění abrazivní částice otupí a zlomí a vytvoří se tím nové. (Groover, 2010, s. 605)



Obrázek 11 Principy rovinného broušení (ELUC)



Obrázek 12 Broušení válcové plochy ve hrozech (Němec, 2007, s. 183)

3 METODY PRO ANALYZOVÁNÍ A ZEFEKTIVNĚNÍ VÝROBNÍCH PROCESŮ

Analytické metody slouží pro eliminaci plýtvání a odhalení příčin problémů ve výrobě. Při shromažďování informací o procesu je zapotřebí využívat vícero metod od grafických, statistických i běžné technické dokumentace pro dosažení co nejpřesnějšího výsledku. (Svozilová, 2011, s. 19)

3.1 Ishikawův diagram

Ishikawův diagram také známý jako „fish bone“ jehož autorem je Kaoru Ishikawa, slouží k popisu příčin a důsledků hlavních problémů procesů. Tento diagram ukazuje spojení mezi problémy a jejich možnými příčinami. Diagram má tedy za cíl analyzovat a určit nejpravděpodobnější příčinu problému.

Ishikawův diagram je univerzální a jeho využití lze nalézt nejenom v analytických technikách, ale také v oblastech kvality, rizik a řešení problémů, dále je také často využíván v týmových technikách jako je brainstorming.

Příčiny vzniklých problémů hledáme v základních vlivech, také nazývané jako „8M“:

- Man power – People (Lidé) - příčiny, které jsou zaviněny lidmi.
- Methods (Metody) – zde spadají veškeré příčiny, které vznikly v důsledku pravidel, směrnic, legislativy či normami.
- Machines (Stroje) - příčiny které vznikly kvůli zařízením (stroje, počítače, nářadí, nástroje).
- Materials (Materiál) - příčiny způsobené vadou nebo vlastností materiálů.
- Measurements (Měření) - příčiny způsobené špatným měřidlem či chybným měřením.
- Mother nature – Environment (Prostředí) - příčiny vznikající vlivem prostředí – například teplota či vlhkost.
- Management – příčiny způsobené špatným řízením.
- Maintenance (Údržba) – zde patří například chybná údržba.

(Management mania, ©2015)

Postup při tvoření diagramu probíhá tak, že se nakreslí hlava a páteř, které ukazují vzniklý problém a následně jsou dokresleny žebra značící jednotlivé vlivy, které daný problém zapříčiňují. Vyplňování diagramu poté probíhá pokládáním otázky „proč“ na každou příčinu. Jakmile je diagram vytvořen probíhá následné zkoumání diagramu a hledání hlavní příčiny. Posledním krokem je návrh, jak dané příčiny odstranit. (Košuriak, 2010, s. 191)

3.2 Špagetový diagram

Špagetový diagram je jedním z nástrojů štíhlé výroby sloužící k eliminaci plýtvání ve výrobním procesu. Jedná se o vizuální reprezentaci materiálového toku nebo lidí prostřednictvím úkolů nebo činností v procesu. Podrobně popisuje tok, vzdálenost, a dobu čekání transportu materiálu ve výrobním procesu. Diagram taktéž stopuje kroky pracovníků, kteří se pohybují při plnění úkonů mezi jednotlivými pracovišti. Název vznikl podle pokrmu, jelikož jeho vyobrazení vypadá komplikovaně a chaoticky jako dlouhé „špagety“.

Výhody diagramu:

- Pomáhá identifikovat neefektivitu na pracovišti.
- Pomáhá snížit plýtvání v oblasti dopravy.
- Pomáhá zvyšovat efektivitu a snižovat únavu pracovníků v důsledku zbytečných pohybů.

(Lean-fabrika.cz, ©2012) (Whatissixsigma, ©2021)

3.3 Procesní analýza

Procesní analýza je jedna ze základních metod sloužící k mapování výrobních i nevýrobních procesů. Tato metoda pomáhá porozumět procesům v organizaci a následně jak je řídit a zlepšit, jednoduše řečeno tato metoda popisuje „jak se co dělá“ a „jak to probíhá“. Procesní analýza může sloužit ke zkoumání jednoho konkrétního procesu anebo se může jednat o komplexní analýzu všech procesů v organizaci. V momentě, kdy jsou odhaleny nedostatky, používá se tato metoda k eliminaci plýtvání a zlepšení a zefektivnění procesu. Každé jednotlivé operace mají svůj symbol pro lepší přehlednost (transport, operace, čekání, kontrola, nastavení a skladování). (Management mania, ©2015)

4 SHRUTÍ TEORETICKÝCH POZNATKŮ

Teoretická část je provedena formou literární rešerše, která je v první kapitole zaměřena na výrobu, výrobní systém a výrobní procesy spolu s definicemi těchto termínů. Byla zde následně uvedeno rozdělení výrobních procesů, a to z hledisek fází procesu, rozsahu výstupu, plynulosti, charakteru technologie a organizace výroby. Další podkapitola informuje o typech prostorového uspořádání a jaké jsou jejich klady a zápory. Tyto příklady jsou pak dále použity v praktické části této práce, kde se na základě těchto informací určilo, o jaký typ výrobního procesu se jedná ve společnosti ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. a na jakém principu technologického uspořádání je výroba v této společnosti založena.

Závěr první kapitoly se věnuje plýtvání, kde byly detailně vysvětleny typy plýtvání, se kterými je možné se setkat ve výrobním procesu a jak těmto druhům plýtvání zamezit.

Druhá kapitola popisuje typy třískového obrábění, které se používají v oblasti výroby fréz. Je zde stručně charakterizováno soustružení, frézování a broušení. Tato kapitola tak navazuje na obráběcí operace, které jsou popsány dále v praktické části.

Třetí kapitola rozebírá vybrané analytické metody, které jsou využity ke zkoumání výroby a na jejichž základě zjištěných výstupů mohou být poté navržnuta opatření pro zlepšení výrobního procesu. Tato kapitola tak tvoří hlavní jádro této práce, neboť objasňuje použité analytické metodiky v praktické části, které jsou nezbytné ke splnění stanoveného cíle této práce.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 PŘEDSTAVENÍ SPOLEČNOSTI

ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. je akciová společnost sídlící ve Zlíně, která se zabývá výrobou a distribucí fréz z rychlořezných ocelí nebo slinutých karbidů. Tato společnost je největším českým výrobcem fréz z HSS oceli a řadí se mezi nejvýznamnější výrobce na evropském trhu.

5.1 Základní informace

Datum vzniku a zápisu: 19. srpen 1992

Spisová značka: B 891/KSBR Krajský soud v Brně

Obchodní firma: ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s.

Identifikační číslo: 46966650

Základní kapitál: 102,5 milionů Kč

Sídlo: třída Tomáše Bati 5334, 760 01 Zlín

Počet zaměstnanců:

Právní forma: Akciová společnost

Předmět podnikání: činnost účetních poradců, vedení účetnictví, vedení daňové evidence, výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 ž 3 živnostenského zákona, zámečnictví, nástrojářství

(Rejstřík firem, ©2021)

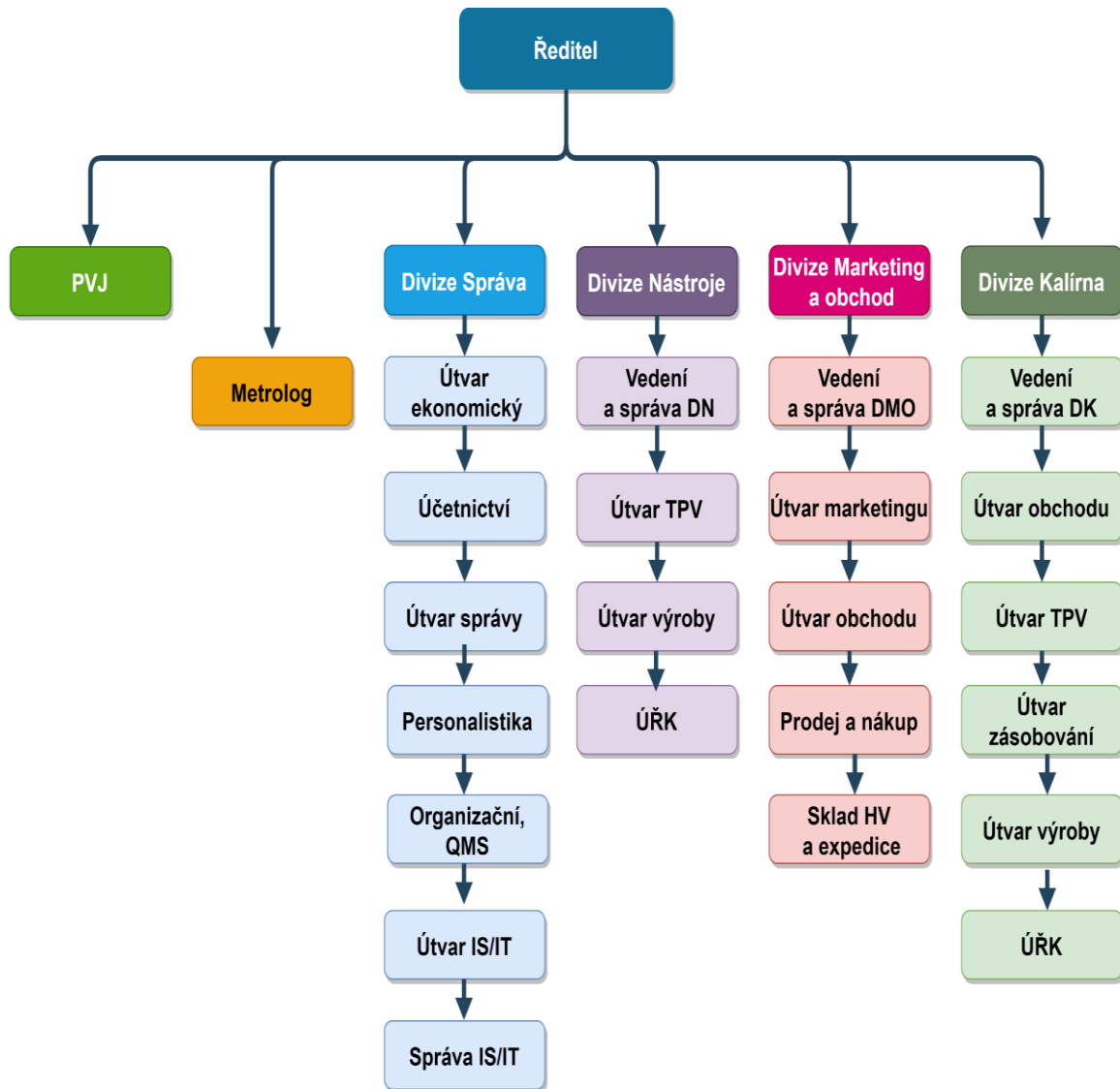
5.2 Historie a současnost společnosti

Společnost se může pyšnit bohatou historií, která má počátek ve 30. letech 20. století. V té době patřila pod část strojírenské výroby koncernu značky Baťa. Poté po skončení druhé světové války na začátku 50. let po rozpadu Baťovských strojíren vznikly Závody přesného strojírenství (ZPS), pod které společnost dále spadala. V té době společnost vyráběla nástroje z rychlořezných ocelí (HSS). V 90. letech 20. století vznikla samostatná dceřiná společnost ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. a zároveň také čekala firmu modernizace v podobě nových strojů a nových technologií zpracování pro výrobu a kalení fréz. V létě 2001 byla společnost koupena v rámci konkurzu skupinou českých investorů, kteří společnost vedou dodnes.

Udržování svých dlouholetých tradic a zkušeností spolu s výhodnými cenami v poměru s vysokou kvalitou výrobků si společnost vybudovala hustou obchodní sítí a je v dnešní době největším českým výrobcem a jedním z nejvýznamnějších výrobců fréz z HSS oceli na evropském trhu. Tomu také napomáhá velikost nabízeného sortimentu, která převyšuje konkurenci.

Aby společnost mohla dále rozvíjet své řady zaměstnanců a udržovala potřebnou kvalifikaci pracovníků, zahájila proto spolupráci s vybranými vysokými a středními školami. Velmi blízká je spolupráce se Střední průmyslovou školou polytechnickou ve Zlíně, kde zajišťuje pro vybrané studenty finanční příspěvky ve formě prospěchového stipendia a dále vybudovala pro strojírenské obory školící středisko, kde mohou studenti navštěvovat odborné praxe. (ZPS-FN, ©2021)

5.3 Organizační struktura

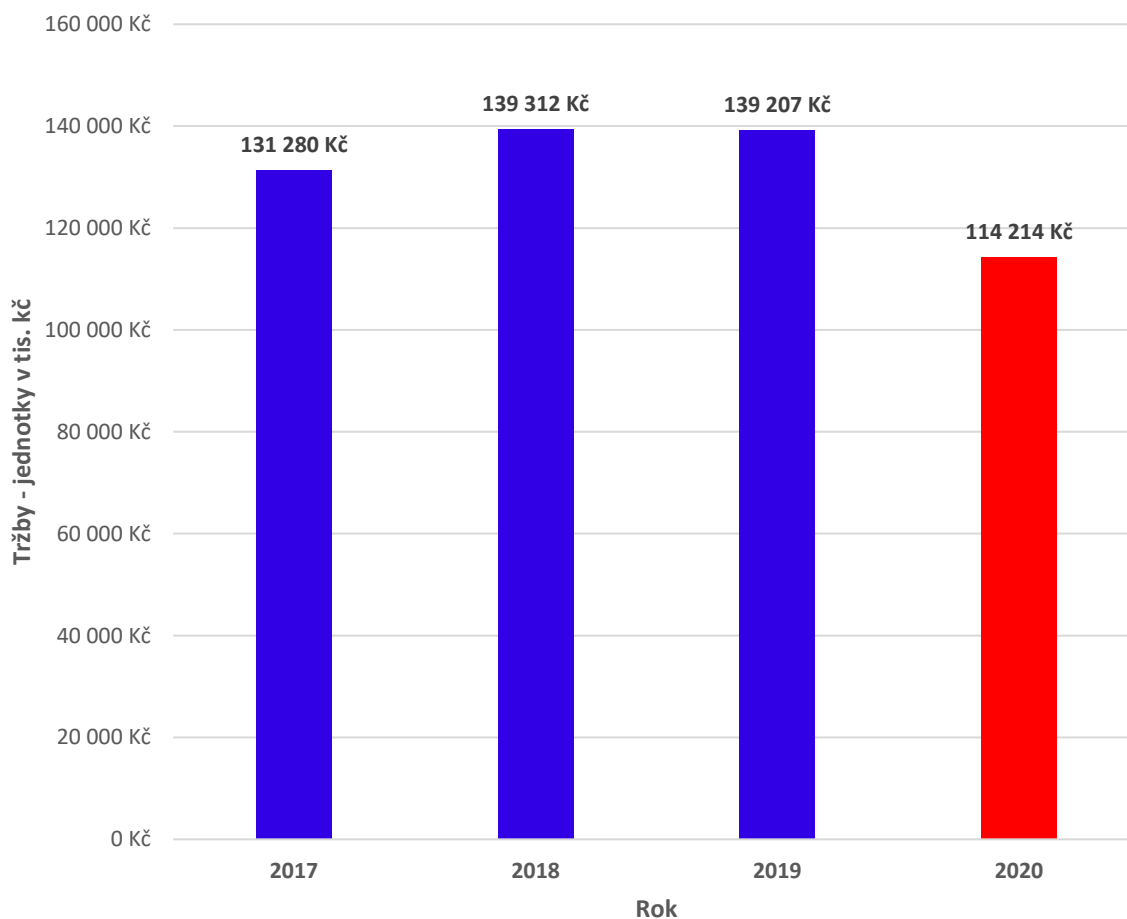


Obrázek 13 Organizační struktura společnosti (vlastní zpracování)

5.4 Tržby za prodej vlastních výrobků a služeb

Níže znázorněný graf viz Obrázek 14 zobrazuje průběh tržeb v letech 2017 až 2020. Z grafu je zřejmé, že si společnost v posledních letech udržovala stabilní tržby přesahující 130 milionů Kč za prodej vlastních výrobků až na menší pokles v minulém roce, který s velmi vysokou pravděpodobností způsobila pandemie koronaviru spolu s vládními restrikcemi, kdy kvůli nařízením měla společnost omezenou výrobu.

Graf tržeb za prodej vlastních výrobků v letech 2017 - 2020 v tis. Kč



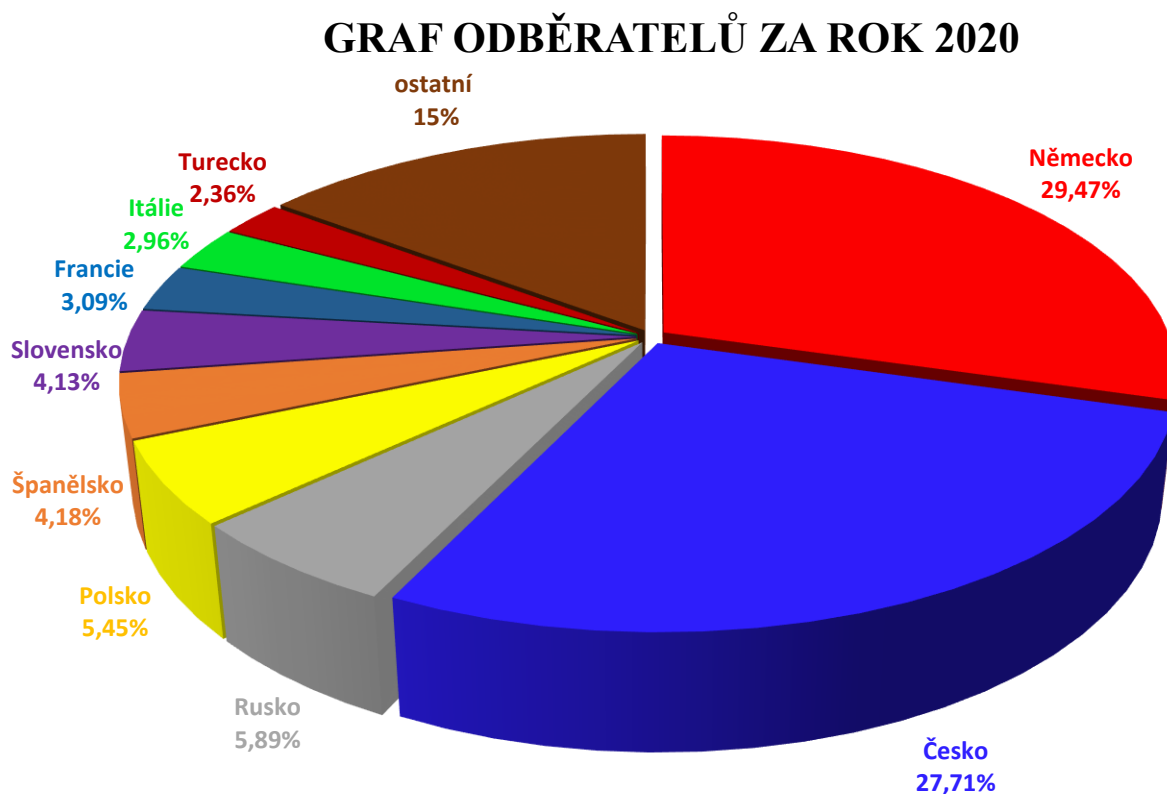
Obrázek 14 Graf tržeb v letech 2017–2020 (interní zdroje)

5.5 Odběratelské země za rok 2020

Následující graf viz Obrázek 15 znázorňuje, že společnost ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. je exportně zaměřenou společností, která své výrobky vyváží do více než 50-ti států po celém světě. Vzhledem k této skutečnosti byla do grafu zaznačena kategorie ostatní, do které spadá zbytek států, jejichž jednotlivé podíly se pohybují okolo 1% a méně.

Více než 70% vlastní produkce je vyvážena do zahraničí. Mezi hlavní zahraniční odběratele patří výhradně Německo se skoro 30% podílem, dále pak Rusko, Polsko, Španělsko a Slovensko, které zastupují také poměrně velká procenta podílů na vývozu.

Graf také znázorňuje, že i tuzemskému prodeji se daří dobře, tomu napomáhá dobré jméno a značka firmy, která ručí za vysokou kvalitu nástrojů.



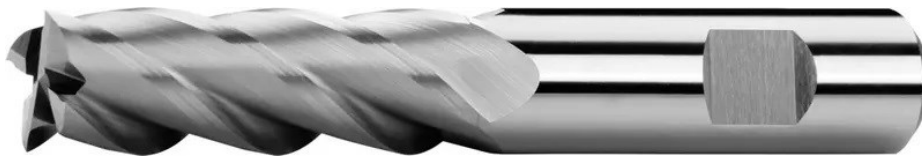
Obrázek 15 Graf odběratelů za rok 2020 (vlastní zpracování)

5.6 Výrobní program firmy

Jak již bylo zmíněno výše, společnost ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. se zabývá výrobou fréz pro profesionální obrábění kovů. Jedná se zejména o standardizované a speciální frézy s certifikací DIN a ČSN, vyráběné ze 4 druhů kvalitativních úrovní rychlořezných ocelí (HSS, HSSCo5, HSSCo8 a HSSE-PM), které nabízí vysokou výkonnost a houževnatost oceli. Jelikož společnost nabízí širokou škálu výrobního sortimentu, který čítá až přes 8000 druhů fréz, byly pro ukázkou vybrány pouze některé druhy.

5.6.1 Čelní válcové frézy

Frézy válcové čelní dlouhé, typ N, hladká stopka, vyrobené z rychlořezné oceli HSS Co8, dle normy DIN 844L, vhodné na dokončování a hrubování, pro obrábění ocelí. Fotografie produktu viz Obrázek 16.



Obrázek 16 Čelní válcová fréza dlouhá (interní zdroje)

5.6.2 Tvarové frézy

Frézy pro drážky úsečových per, hladká stopka, vyrobené z rychlořezné oceli HSS Co5, dle normy DIN 850, vhodné na drážky úsečových per, pro obrábění ocelí a slitin chromu. Fotografie produktu viz Obrázek 17.



Obrázek 17 Tvarová fréza (interní zdroje)

5.6.3 Drážkovací frézy

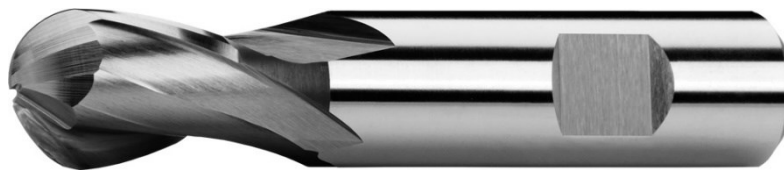
Frézy pro drážky per krátké, nesouměrné, typ N, ploška weldon, vyrobené z rychlořezné oceli HSS Co8, dle normy DIN 327K, vhodné na drážkování, pro obrábění ocelí, nerezových ocelí a litiny. Fotografie produktu viz Obrázek 18.



Obrázek 18 Drážkovací fréza (interní zdroje)

5.6.4 Kopírovací frézy

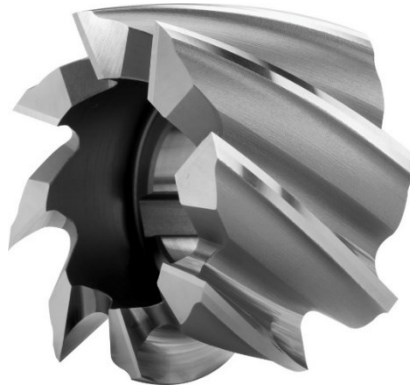
Frézy kopírovací krátké, 2 zuby, ploška weldon, vyrobené z rychlořezné oceli HSS Co8, dle normy ~DIN 1889, vhodné na dokončování, drážkování a hrubování, pro obrábění ocelí, nerezových ocelí, litiny a slitin chromu. Fotografie produktu viz Obrázek 19.



Obrázek 19 Kopírovací fréza (interní zdroje)

5.6.5 Nástrčné frézy

Frézy válcové čelní, polohrubozubé, typ N, vyrobené z rychlořezné oceli HSS Co5, dle normy DIN 1880, vhodné na dokončování, pro obrábění ocelí, nerezových ocelí a litiny. Fotografie produktu viz Obrázek 20.



Obrázek 20 Nástrčná fréza (interní zdroje)

5.6.6 Kotoučové frézy

Frézy kotoučové, polohrubozubé, typ N, vyrobené z rychlořezné oceli HSS Co5, dle normy DIN 885 A, vhodné na drážkování, pro obrábění ocelí, litiny, slitin hliníku, mědi a slitin mědi. Fotografie produktu viz Obrázek 21.



Obrázek 21 Kotoučová fréza (interní zdroje)

5.6.7 Úhlové frézy

Frézy úhlové čelní, vyrobené z rychlořezné oceli HSS, dle normy DIN 842, vhodné na rybinové drážky, pro obrábění ocelí, litiny, mědi a slitin mědi. Fotografie produktu viz Obrázek 22.



Obrázek 22 Úhlová fréza (interní zdroje)

5.6.8 Technické frézy

Technické frézy SK, tvar SPG, ozubení MY, vyrobené ze slinutých karbidů (SK), vhodné na rotační pilování, pro obrábění ocelí, nerezových ocelí, litiny, hliníku, slitin hliníku, titanu a slitin titanu. Fotografie produktu viz Obrázek 23.



Obrázek 23 Technická fréza (interní zdroje)

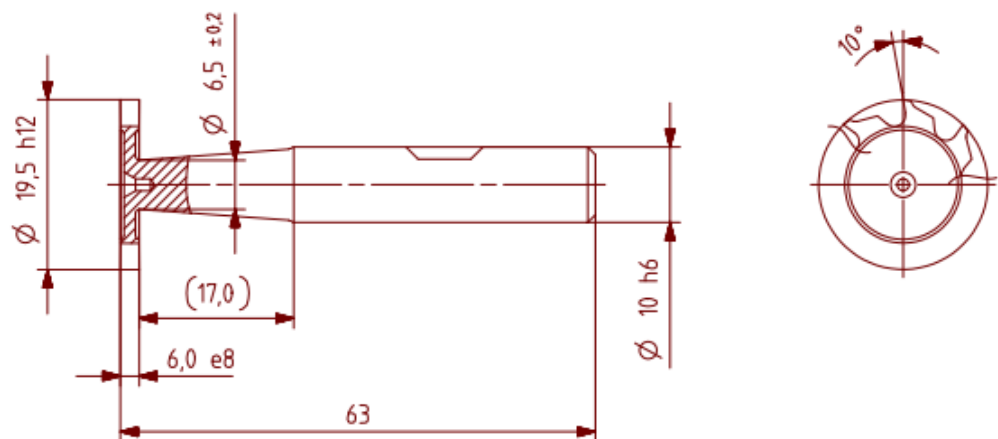
6 ANALÝZA VÝROBNÍHO PROCESU

6.1 Informace o vybrané fréze

Po konzultaci s vedením společnosti byla vybrána fréza pro drážky úsečových per s hladkou stopkou, která zastupuje výrobní skupinu tvarových fréz. Vzhledem k náročnosti výroby této frézy je větší prostor pro zlepšení výrobního procesu a snížení finanční náročnosti na výrobu.

Tato fréza je zhotovena z rychlořezné oceli HSS Co5. Materiál HSS Co5 je vysoce výkonná rychlořezná ocel s dobrou houževnatostí pro frézy. Frézy tohoto typu jsou vhodné pro obrábění ocelí a slitin chromu.

Pro analyzování výrobního procesu frézy pro drážky úsečových per s hladkou stopkou byla sledována zakázka, ve které bylo zadáno zhotovit 200 kusů.



Obrázek 24 Technický výkres součástí (interní zdroje)

6.2 Prostorové uspořádání pracovišť (layout)

Výroba fréz ve společnosti ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. probíhá ve 3 výrobních střediscích 71. budovy a kalírně, která se nachází v 81. budově. Jedná se o střediska 2510, 2520 a 2530, která se nachází ve třech patrech 71. budovy. Prostorové uspořádání na Obrázcích 25, 26 a 27 napovídá, že se jedná o technologicky uspořádané pracoviště.

6.2.1 Středisko 2510

Střediskem 2510 začíná celý proces výroby. Toto středisko zastupuje první polovinu přízemí a polovinu druhého patra a zaměřuje se na soustružení a frézování. V prvním patře se nachází sklad materiálu, pily na dělení materiálu a CNC soustruhy. Tyto stroje slouží pro základní úpravu polotovarů. Ve druhém patře střediska 2510 se nachází výhradně CNC frézky, dále také frézky horizontální, konzolové a frézky drážek. Také zde lze nalézt konvenční soustruh, navrtávací stroj a odmašťovací stroj. V tomto patře se taktéž nachází kontrola střediska 2510, výstupní kontrola a sklad hotových výrobků. Výroba ve středisku 2510 se zaměřuje na operace interně označované „za měkka“ tj. operace před tepelným zpracováním v kalírně.

6.2.2 Středisko 2520 a 2530

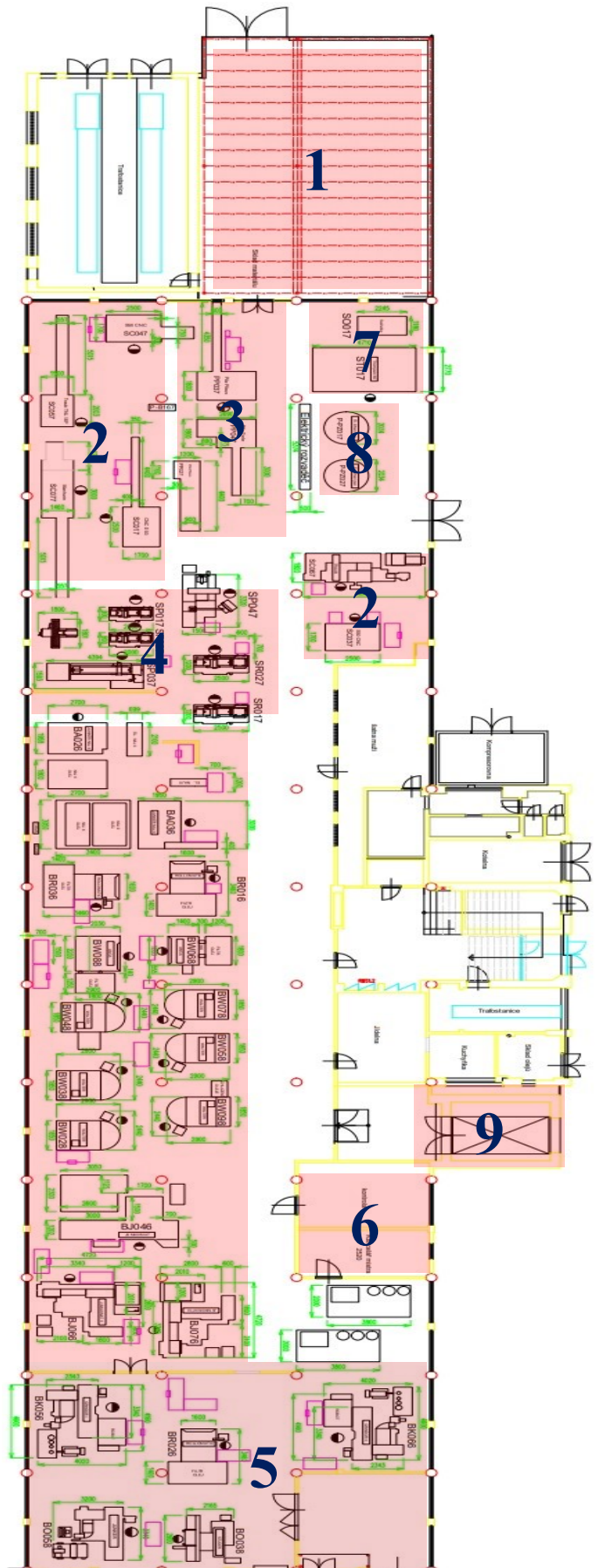
Střediska 2520 a 2530 jsou zaměřeny čistě na broušení obrobků, a to po tepelném zpracování v kalírně, neboť poté ocel dosahuje tvrdosti 62-68 HRC (dle zkoušky Rockwella) a lze ji opracovávat pouze bruskami.

Středisko 2520 zastává druhou polovinu přízemí. Jsou zde CNC obráběcí stroje značky Junker, Walter, Anca a Rollomatic. Tyto stroje musejí být umístěny v přízemí, kvůli jejich značné velikosti a hmotnosti. Nachází se zde také kontrolní stanoviště vybavené měřicími přístroji a měřákem Walter ToolCheck.

Středisko 2530 se nachází ve třetím patře budovy. Spolu s kontrolním stanovištěm pro toto středisko a výdejnou nástrojů, zde lze najít také brusky čelních ploch, hrotové, vertikální a brusky na otvory.

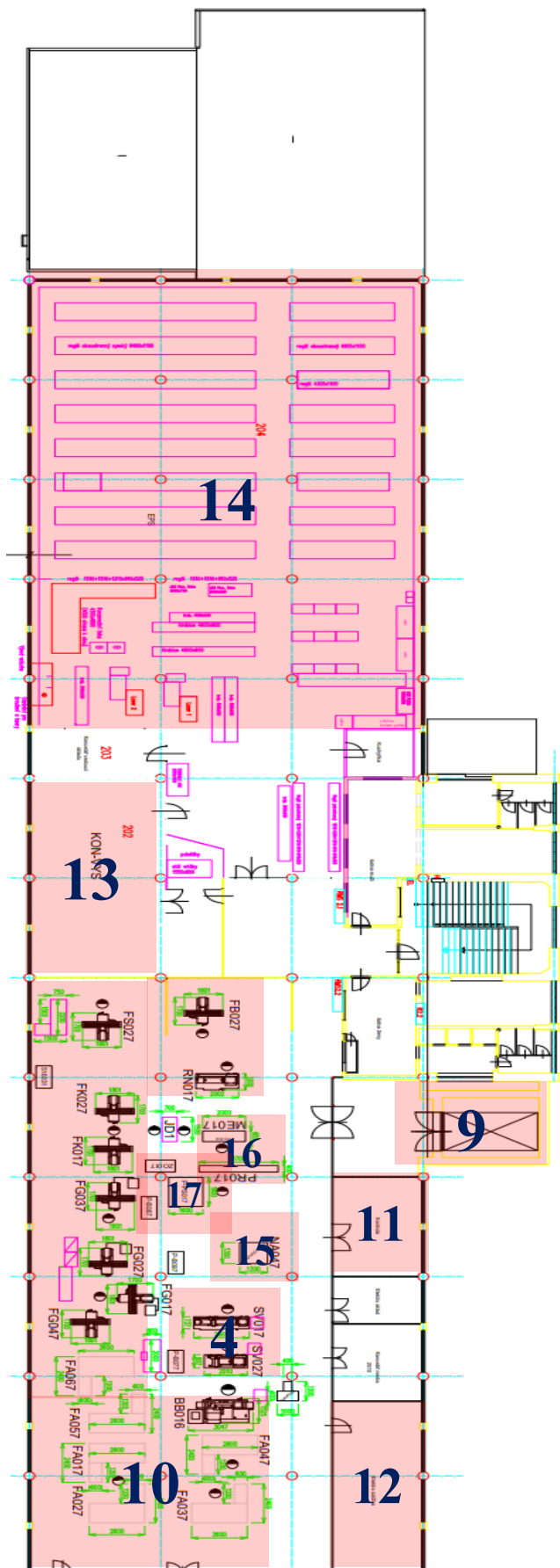
Legenda:

1. Sklad materiálu
2. CNC soustruhy S50, Traub a Manurhin
3. Pásové pily
4. Soustruhy
5. CNC brusky Walter, Junker, Anca a Rollomatic
6. Kontrolní stanoviště 2520
7. Svářečka
8. El. Žihací pec
9. Nákladní výtah



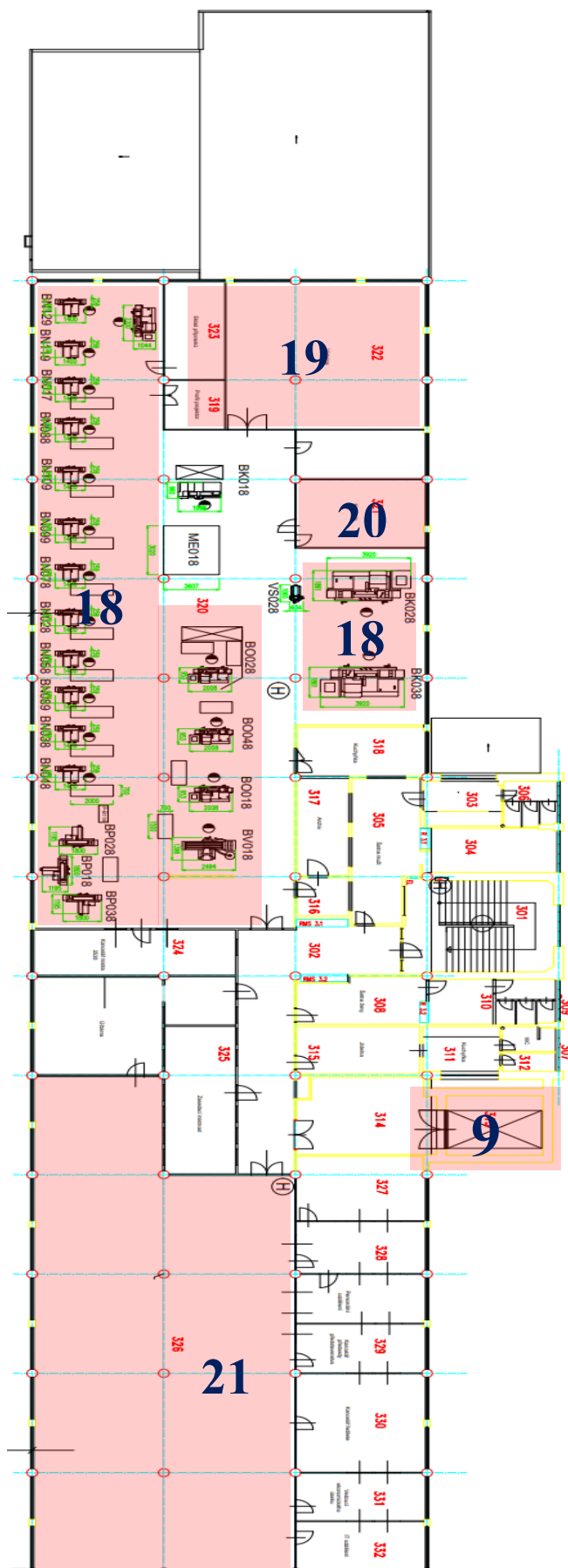
Obrázek 25 Layout 1. etáže (interní zdroje)

- 10. CNC frézky
- 11. Kontrolní stanoviště 2510
- 12. Elektro údržba
- 13. Výstupní kontrola
- 14. Sklad hotových výrobků
- 15. Navrtávačka
- 16. Ruční pracoviště
- 17. Odmašťovací přístroj



Obrázek 26 Layout 2. etáže (interní zdroje)

- 18. Brusky
- 19. Výdejna nástrojů
- 20. Kontrolní stanoviště 2530
- 21. Oddělení správy a vedení



Obrázek 27 Layout 3. etáže (interní zdroje)

6.3 Výrobní proces vybrané frézy

6.3.1 Výroba frézy dle technologického postupu

1. Přijmutí objednávky a příprava materiálu.

Proces výroby frézy je zahájen v momentě, kdy pracovník převezme objednávku. Objednávka je spolu s výkresem součásti v barevném šanonu spolu s technologickým postupem a podrobnějšími informacemi o fréze.

Pracovník vyzvedne potřebné ocelové tyče ve skladu vstupního materiálu. Tyče jsou rozděleny barevným označením dle typu materiálu viz Tabulka 1. Na čele pak mají napsaný průměr pro snadnější identifikaci viz Obrázek 28.

Tabulka 1 Označení materiálu (interní zdroje)

Typ materiálu	Barevné označení	DIN	ČSN	EN
HSS		1.3343	19 830	ENHS 6-5-2
HSS Co5		1.3243	19 852	ENHS 6-5-2-5
HSS Co8		1.3247	19 856	ENHS 2-10-1-8
HSSE		PN422993		
HSS-PM		1.3253		ENSH 10-2-5-8



Obrázek 28 Tyčový materiál HSS Co5 (interní zdroje)

2. Po přípravě materiálu je tyčový materiál vložen do zásobníku CNC soustruhu viz obrázek 29, kde obsluha stroje nastaví program pro obrábění a po zhotovení prvního kusu jde na kontrolu. Po provedení kontroly rozměrů pracovníkem kontroly poté obsluha stroje na stroji provede korekce nástrojů a stroj dále pokračuje ve výrobě dle nastaveného programu:

- Upne, zarovná čelo, navrtá důlek A 1,6 mm od stopky, soustruží stopku $\text{Ø}10,3 \text{ mm} \pm 0,03 \text{ mm}$, soustruží krček na hotovo, zhotoví vybrání na čele od stopky, dokončí pravé čelo ostří, soustruží ostří $\text{Ø}19,8 \text{ mm} \pm 0,03 \text{ mm}$, upíchne na $L = 6,3 \text{ mm} + 0,05 \text{ mm}$, odstraní čípek po úpichu.



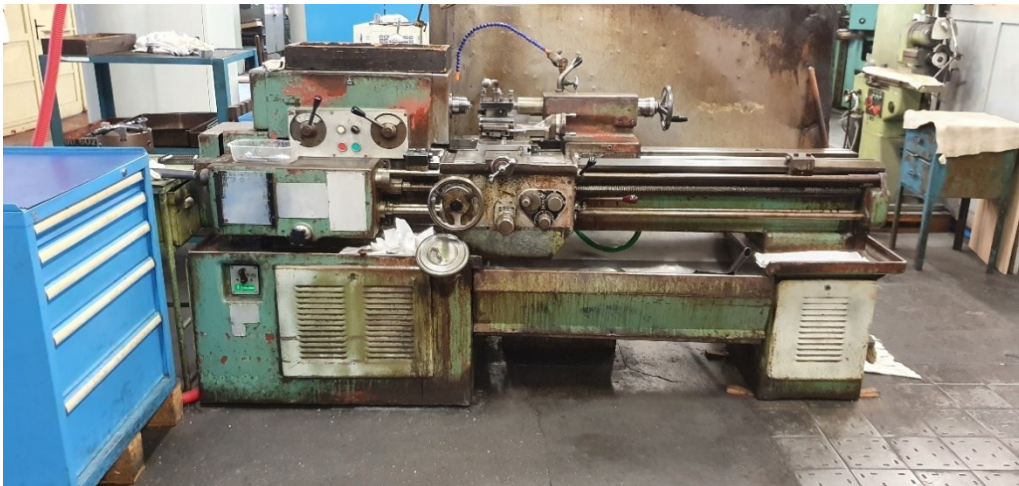
Obrázek 29 CNC soustruh S50 (vlastní zpracování)



Obrázek 30 Obrobek (vlastní zpracování)

3. Poté jsou frézy přesunuty do druhého patra, kde jsou dokončeny následující operace na soustruhu viz Obrázek 31 a navrtávacím stroji viz Obrázek 32:

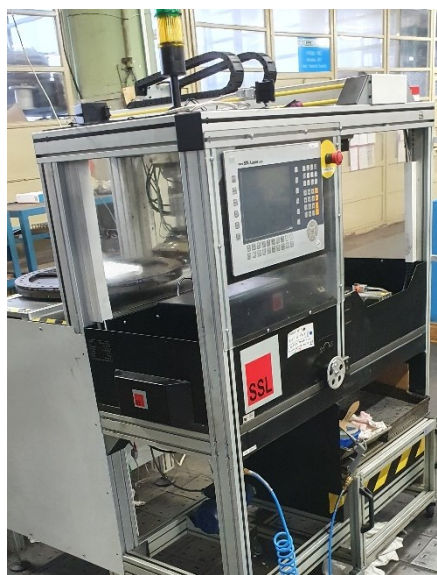
- Upne za stopku, soustruží vybrání na čele.



Obrázek 31 Soustruh (vlastní zpracování)

Na navrtávacím stroji je poté navrtán do čela polotovarů fréz středící důlek. Navrtání středícího důlku do čela polotovaru je nezbytné z důvodu upnutí polotovaru mezi hroty v pokročilejší fázi výroby na CNC bruskách.

- Navrtá středící důlek A 1,6 mm.



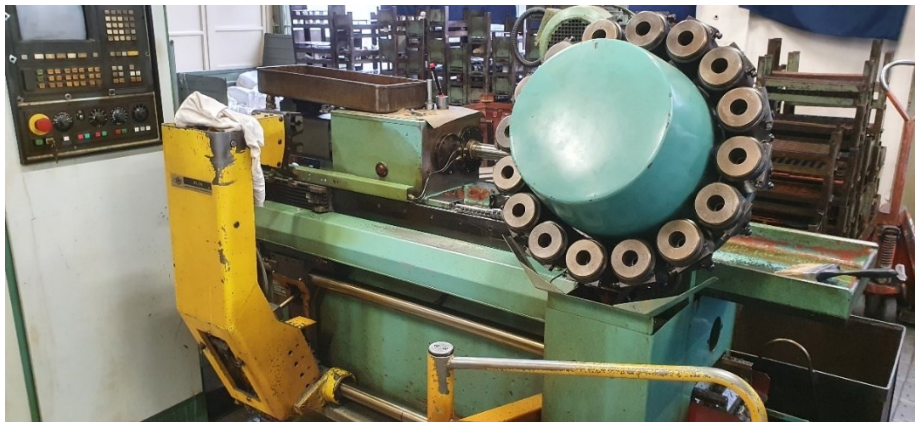
Obrázek 32 Navrtávací stroj (vlastní zpracování)



Obrázek 33 Zhotovené polotovary fréz s vybráním na čele (vlastní zpracování)

4. V druhém poschodí dále pokračuje výroba na CNC frézce viz Obrázek 35, kde obsluha stroje po seřízení stroje zhotoví první kus, který poté přinese na kontrolu. Po kontrole rozměrů pracovníkem kontroly provede obsluha stroje patřičné korekce a stroj dle předem nastaveného programu a operačních fréz vykoná následující operace:

- Frézuje zuby na obvodě v levé šroubovici.
- Frézuje zuby na obvodě v pravé šroubovici.



Obrázek 34 CNC frézka FA1 (vlastní zpracování)



Obrázek 35 Zhotovené ozubení na polotovarech (vlastní zpracování)

- Frézy jsou dále přivezeny k odmašťovacímu stroji viz Obrázek 36, který je po sléze zbaví rezného oleje a mastnoty.



Obrázek 36 Odmašťovací stroj (vlastní zpracování)

- Pilníkem se poté srazí hrana u stopky a odstraňují ostřiny z jednotlivých zubů.
- Frézy se převezou do kalírny, kde jsou naskládány do vsázek viz Obrázek 37 a za pomoci tepelného zpracování následně kaleny ve vakuové peci. Dále je provedena zkouška tvrdosti, jestli dané frézy odpovídají předepsané míře.



Obrázek 37 Vsázka naplněná polotovary (vlastní zpracování)

8. Po tepelném zpracování jsou frézy převezeny do první etáže na středisko 2520, kde ve výrobě pokračuje obsluha brusky JUNKER viz Obrázek 38. Pracovník seřídí stroj, zvolí správný program pro výrobu, zhotoví první kus, který přinese poté na kontrolu. Po kontrole 1. kusu provede patřičné korekce a stroj vykoná následující operace:

- Brousí stopku $\text{Ø}10 \text{ h}6$, brousí ostří na $\text{Ø}19,5 - 0,02$.



Obrázek 38 CNC bruska Junker (vlastní zpracování)

9. Polotovary fréz jsou poté převezeny na stanoviště kde se nachází bruska ANCA viz Obrázek 39. Postup je poté totožný, pracovník seřídí stroj, zhotoví první kus, ten přinese na kontrolu. Po kontrole pracovníkem kontroly provede patřičné korekce a spustí program, podle kterého stroj dále provádí operace:

- Vyostří zuby na obvodě, ostří zuby na obvodě.
- Brousí úhel čela od stopky, brousí čelo hotově na sílu 6 e8.



Obrázek 39 CNC bruska ANCA (vlastní zpracování)

10. Frézy jsou poté převezeny k odmašťovacímu přístroji pro odmaštění

11. Před výstupní kontrolou následně stroj, viz Obrázek 40 odstraní ostřiny u jednotlivých zubů



Obrázek 40 Stroj na odstranění ostřin (vlastní zpracování)

12. Na konec jsou již frézy hotové viz Obrázek 41 a připravené projít výstupní kontrolou, kde měřicí přístroj viz Obrázek 42 provede řadu měření



Obrázek 41 Výrobek po dokončení operací (vlastní zpracování)



Obrázek 42 Výstupní kontrola (vlastní zpracování)

Program v měřícím stroji následně vytiskne protokol o kvalitě výrobní dávky viz Obrázek 43 a frézy jsou poté převezeny do skladu hotových výrobků viz Obrázek 44

Description	Actual	Nominal	LSL	USL	Diff	Fault	LSL --- USL
Shank diameter	9.9947 mm						
Runout shank	0.0057 mm						
Roundness shank	0.0027 mm						
Diameter 1	19.4378 mm						
runout	0.0165 mm	0.0000 mm	0.0000	0.0330 mm	0.0165	0.0000 mm	
flatness_H celo	0.0098 mm	0.0000 mm	0.0000	0.0080 mm	0.0098	0.0017 mm	
flatness_D celo	0.0035 mm	0.0000 mm	0.0000	0.0080 mm	0.0035	0.0000 mm	
prim.clearance angle 1_P sr	10.6116 *	10.0000 *	0.0000	2.0000 *	0.6116	0.0000 *	
prim.clearance width 1_P sr	1.0560 mm	1.0000 mm	0.0000	0.2000 mm	0.0560	0.0000 mm	
Rake angle 1_MD 0.600_F	9.2081 *	10.0000 *	-1.0000	1.0000 *	-0.7919	0.0000 *	
Primary angle_P sroubovice	80.1058 *	80.0000 *	-0.5000	0.5000 *	0.1058	0.0000 *	
radius u krcku R 0,5	0.6698 mm						
radius u stopy R1	1.0163 mm						
úhel ke stred_u_H celo	179.7040 *						
rovina na prumeru	90.0204 *						
úhel ke stred_u_D celo	0.3384 *						
úhel krcku 5°	95.3974 *	95.0000 *	-1.0000	1.0000 *	0.3974	0.0000 *	
length to 1.crosspoint 1	5.9760 mm						
silka 6 e8	5.9725 mm	5.9800 mm	-0.0180	0.0000 mm	-0.0075	0.0000 mm	
delka krcku 17mm	16.7760 mm						
Diameter v H bodu	19.4400 mm	19.5000 mm	-0.2100	0.0000 mm	-0.0600	0.0000 mm	
Diameter v D bodu	19.4440 mm	19.5000 mm	-0.2100	0.0000 mm	-0.0560	0.0000 mm	
Diameter 2	19.4190 mm						
prim.clearance angle 2_L sr	10.9752 *	10.0000 *	0.0000	2.0000 *	0.9752	0.0000 *	
prim.clearance width 2_L sr	1.0713 mm	1.0000 mm	0.0000	0.2000 mm	0.0713	0.0000 mm	
Rake angle 2_MD 0.600_L	9.7369 *	10.0000 *	-1.0000	1.0000 *	-0.2631	0.0000 *	
Primary angle_L sroubovice	99.5219 *	100.0000 *	-0.5000	0.5000 *	-0.4781	0.0000 *	

Obrázek 43 Protokol (vlastní zpracování)

13. Frézy jsou připraveny pro konzervaci viz Obrázek 45, následné zabalení viz Obrázek 46 a expedici



Obrázek 44 Sklad hotových výrobků (vlastní zpracování)



Obrázek 45 Konzervace hotových výrobku (vlastní zpracování)



Obrázek 46 Hotový výrobek (vlastní zpracování)

6.4 Procesní analýza

Pro detailnější přiblížení výrobního procesu byla zhotovena procesní analýza, která zobrazuje jednotlivé časy operací a vzdálenosti mezi pracovišti. Časy měřených operací jsou zapsány v minutách až na transport, který je měřený v metrech.

Tato analýza byla zhotovena na základě pozorování výrobního procesu tvarové frézy pro drážky úsečových per.

Jednotlivé procesy byly rozděleny do šesti kategorií s náležitým symbolem viz Tabulka 2

Tabulka 2 Legenda procení analýzy (vlastní zpracování)

Proces	Symbol
Operace	○
Seřízení	△
Transport	⇒
Kontrola	□
Skladování	▽
Čekání	●

č.	Činnost	Operace	Seřízení	Transport	Kontrola	Skladování	Čekání	Vzdálenost (m)	Doba trvání (min)
1.	Příprava materiálu					▽			5
2.	Manipulace s materiálem			⇨				20	
3.	Seřízení CNC soustruhu S50		△						76
4.	Obrábění prvního kusu	○							6
5.	Manipulace s materiálem			⇨				62	
6.	Kontrola prvního kusu				□				10
7.	Manipulace s materiálem			⇨				62	
8.	Obrábění na CNC soustruhu S50	○							1230
9.	Manipulace s materiálem			⇨				55	
10.	Mezioperační kontrola				□				1440
11.	Manipulace s materiálem			⇨				38	
12.	Seřízení soustruhu		△						25
13.	Obrábění na soustruhu	○							400
14.	Manipulace s materiálem			⇨				38	
15.	Mezioperační kontrola				□				1440
16.	Manipulace s materiálem			⇨				32	
17.	Seřízení navrtávačky		△						23
18.	Navrtávání dílku na navrtávače	○							207
19.	Manipulace s materiálem			⇨				32	
20.	Mezioperační kontrola				□				1440
21.	Manipulace s materiálem			⇨				45	
22.	Seřízení CNC Frézky FA1		△						55
23.	Obrábění prvního kusu	○							3
24.	Manipulace s materiálem			⇨				15	
25.	Kontrola prvního kusu				□				5
26.	Manipulace s materiálem			⇨				15	
27.	Obrábění na CNC Frézce FA1	○							600
28.	Manipulace s materiálem			⇨				22	
29.	Odmaštění	○							27
30.	Manipulace s materiálem			⇨				17	
31.	Mezioperační kontrola				□				1440
32.	Sražení hrany u stopky	○							65
33.	Odstranění ostřin u zubů	○							65
34.	Manipulace s materiálem			⇨				14	
35.	Mezioperační kontrola				□				1440
36.	Manipulace s materiálem			⇨				125	
37.	Čekání na naplnění vsázky do pece						●		4320
38.	Kalení a konzervace	○							1088

Obrázek 47 Procesní analýza (vlastní zpracování)

38.	Kalení a konzervace	○							1088
39.	Manipulace s materiálem			⇒				125	
40.	Mezioperační kontrola				□				1440
41.	Manipulace s materiálem			⇒				69	
42.	Seřízení CNC brusky JUNKER		△						55
43.	Obrábění prvního kusu	○							2
44.	Manipulace s materiálem			⇒				22	
45.	Kontrola prvního kusu				□				5
46.	Manipulace s materiálem			⇒				22	
47.	Obrábění na CNC brusce JUNKER	○							315
48.	Manipulace s materiálem			⇒				22	
49.	Mezioperační kontrola				□				1440
50.	Manipulace s materiálem			⇒				6	
51.	Seřízení CNC brusky		△						60
52.	Obrábění prvního kusu	○							6
53.	Manipulace s materiálem			⇒				6	
54.	Kontrola prvního kusu				□				5
55.	Manipulace s materiálem			⇒				6	
56.	Obrábění na CNC brusce	○							1215
57.	Seřízení CNC brusky		△						40
58.	Obrábění prvního kusu	○							5
59.	Manipulace s materiálem			⇒				6	
60.	Kontrola prvního kusu				□				5
61.	Manipulace s materiálem			⇒				6	
62.	Obrábění na CNC brusce	○							1020
63.	Manipulace s materiálem			⇒				75	
64.	Odmaštění	○							33
65.	Manipulace s materiálem			⇒				17	
66.	Odstanění ostřin u zubů	○							30
67.	Manipulace s materiálem			⇒				3	
68.	Výstupní kontrola				□				1440
69.	Manipulace s materiálem			⇒				8	
70.	Konzervace	○							55
71.	Uskladnění					▽			3
Celkem:	Četnost	19	7	29	13	2	1		
	Součet							985	22584

Obrázek 48 Procesní analýza (vlastní zpracování)

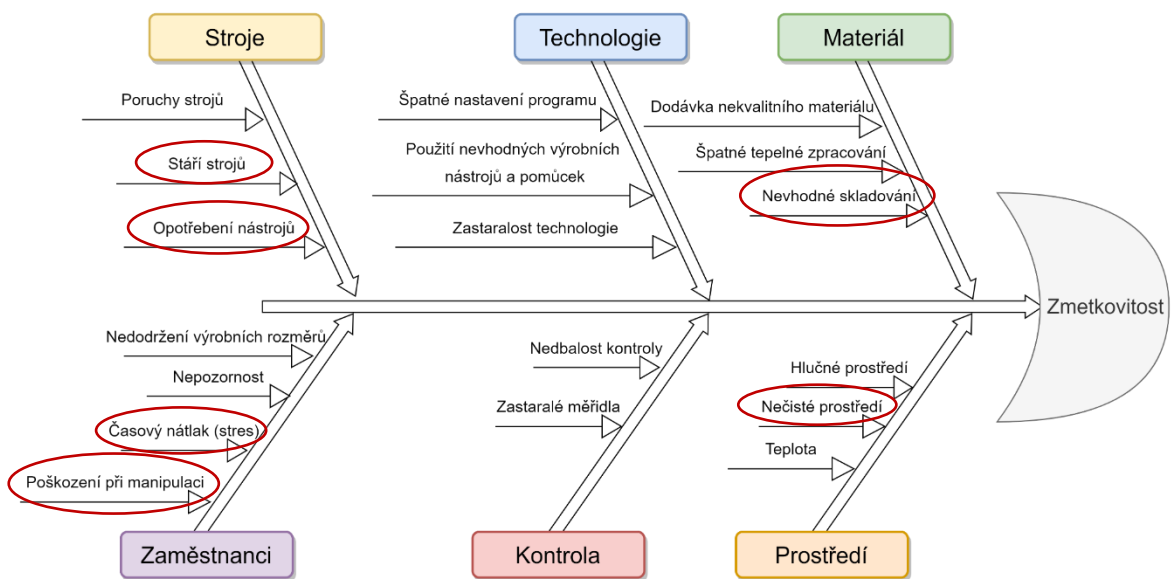
6.4.1 Zhodnocení procesní analýzy

Procesní analýza viz Obrázek 47 a 48 znázorňuje, že se jedná o přerušovaný výrobní proces. Přerušovanost procesu výroby způsobují netechnologické procesy, a to zejména transport a kontrola. Transport je způsobený technologickým prostorovým uspořádáním pracoviště a po každé operaci je nutné přivést zhotovené kusy na mezioperační kontrolu. Díky těmto kontrolám se snižuje procento zmetkovitosti. Mezioperační kontrola kusů trvá jeden den, to je způsobeno velkým počtem kusů, které musí denně projít kontrolou. Jelikož není vyráběn denně pouze jeden typ frézy, musí se na zhotovené kusy počkat, až na ně bude řada. Často se také stává, že pokud zakázku pracovník začne již v průběhu nebo ke konci směny, pracovník na navazující směně pokračuje ve výrobě a dokončí ji až večer nebo v noci tudíž mezioperační kontrola bude provedena až během dalšího dne. Dále je zde čekání v kalírně, kde je nutné naplnit celou vsázku, která se skládá z více druhů vyráběných fréz a až po celém vyplnění vsázky jsou polotovary fréz vloženy do pece pro tepelné zpracování. Pro představu v době sledování byla vybraná tvarová fréza uložena do vsázky spolu s dalšími dvanácti zakázkami viz obrázek 37. Pro společnost by bylo finančně náročné a ve výsledku nevýhodné, kdyby se do velké pece umístil pouze jeden typ výrobků, který by pak zabíral pouze část vsázky. Výroba této výrobní zakázky o 200 kusech trvala 22 583 minut, přepočteno na dny to je potom skoro 16 dní a urazila vzdálenost okolo 985 metrů.

6.5 Ishikawův diagram

Ishikawův diagram byl zhotoven za účelem zobrazení hlavních příčin, které by měly mít za následek vzniku zmetků ve výrobě. Zhotovený diagram se skládá z šesti hlavních oblastí, těmi jsou:

- Stroje
- Zaměstnanci
- Kontrola
- Technologie
- Materiál
- Prostředí



Obrázek 49 Ishikawa diagram (vlastní zpracování)

Během zkoumání procesu byly vybrány hlavní příčiny, které mohou mít velký vliv na vzniku zmetků během výroby. Mezi podstatnější příčiny patří opotřebení nástrojů během obrábění. Kvalitní nástroje zaručují dobrou kvalitu výrobku. Avšak při dlouhodobějším používání je potřeba tyto nástroje měnit, neboť dochází k jejich opotřebení a tím taky ke snížení kvality opracování. Například destičky nožů na CNC soustruhu se mohou po dlouhodobém používání otupit či ulomit. Při sledování vybrané zakázky o 200 kusech došlo během výroby k výměně destičky čtyřikrát, upichovací nůž byl vyměněn třikrát, navrtávák dvakrát a hrubovací a šlichtovací nůž třikrát. Tyto výměny jsou při výrobě běžné, proto se výměny provádí preventivně po výrobě určitého počtu kusů, aby se snížilo riziko zničení nástroje v polovině zhotovování kusu, což by mělo za následek vyrobení zmetkového kusu. Někdy se i přesto stane, že se v půlce obrábění břit destičky ulomí.

Stáří některých strojů může být jednou z hlavních příčin, neboť už slouží ve firmě po několik desítek let, tudíž na stroji můžou vlivem jeho stáří vznikat vûle v jednotlivých osách, které mají za následek sníženou přesnost výroby.

Časový nátlak ve výrobě je také s jednou hlavních příčin, neboť práce ve stresu může vést k větší chybovosti ze strany pracovníka. Obsluha stroje, která pracuje ve firmě již několik let je dostatečně odborně způsobilá, proto dokáže stroj seřídít někdy i rychleji, než je výchozí čas uvedený v protokolu. Novější zaměstnanci ještě tak zkušené nejsou, proto pro ně může být splnění seřizovacích časů hodně stresující a náročné. Tento nátlak může vést ke zhotovení více zmetkových kusů.

Jedním z hlavních problémů je také špatné skladování polotovarů fréz. Jedná se o uložení ve skladu polotovarů, které není pořádně organizováno. Jsou to polotovary fréz v bedýnkách nebo uložení, které nejsou seřazeny a pokud jsou, tak jsou z důvodu kontrol či jinému přemístování uloženy posléze jinde, než původně byly. Například polotovary fréz o průměru 5 mm se nacházely u polotovarů o průměru 11 mm. Jejich občasné dohledání zabere pak více času. V horším případě se také může stát, že se zamění podobné průměry a do výroby se poté dostanou špatné polotovary.

Během manipulování může také dojít k poškození polotovarů fréz, kdy během převozu může polotovar vypadnout z bedýnky či uložení plného polotovarů fréz.

Nečistota prostředí má také velký podíl na zmetkovitosti, jelikož pracoviště je plné obrobených třísek a oleje. Tyto třísky se pak hromadí ve stroji a mohou způsobovat nepřesné najíždění stroje nebo nepřesné upnutí obrobku ve sklíčidle.

7 HLAVNÍ ZJIŠTĚNÉ NEDOSTATKY

7.1 Vzdálenost kontrolního stanoviště 2510

Při pozorování bylo zjištěno, že pracovník, co pracuje ve výrobním středisku 2510 na CNC soustruzích viz Obrázek 25 a musí projít velmi dlouhou vzdálenost proto, aby dorazil s prvním kusem na kontrolu viz Obrázek 26. Při měření této cesty bylo zjištěno, že tato cesta včetně kontroly trvá přibližně 10 minut a pracovník urazí vzdálenost 62 metrů.

7.2 Organizace skladování

Při mezioperační manipulaci s polotovary fréz, které jsou umístěny v příručním dílenském skladu před přemístěním na jiné pracoviště, nejsou polotovary fréz často umístěny do předem připravených uložení a pokud jsou, tak bývají často nesprávně umístěny (stopkou nahore). Jak již bylo zmíněno výše polotovary z různých důvodů ať už kontrol, či vyskládání určitého počtu kusů z bedýnky kvůli objednavce do uložení nebo jinému přemístování jsou uloženy posléze jinde, než původně byly. Každá zakázka v bedýnce sebou nese i dokumentaci, ale jelikož některé zakázky mohou obsahovat až stovky polotovarů viz Obrázek 50, lze si tyto polotovary s podobnými průměry snadno splést nebo v horším případě i zaměnit dokumentaci přiloženou k výkresu.



Obrázek 50 uložené frézy (vlastní zpracování)

7.3 Standardizace na pracovišti

Pracovníci, kteří ve firmě pracují po několik let, jsou už natolik odborně způsobilí s dostatečnými znalostmi a dovednostmi, při širokém výrobním sortimentu a typů výrobků, které jsou vyráběny, že vědí, jak správně pracovat se strojem. Nová obsluha stroje se pak může potýkat s komplikacemi například s upínáním, programováním nebo údržbou stroje.

Zácvik a zaškolení nových pracovníků je proto dlouhodobější proces, který přesahuje zkušební doby a oblast zácviku a zaškolení má potenciál ke zlepšení zejména využíváním školícího střediska vybaveného softwarem pro tvorbu programů pro jednotlivé CNC stroje. Z kapacitních důvodů je zájem začlenit nového zaměstnance do výrobního procesu a také proto, že zařazení některých typů fréz do výrobního plánu má delší periodicitu s ohledem na stav skladových zásob a obrátku daných typů fréz.

7.4 Stereotyp práce

Monotónní činnosti jsou pro pracovníky ve výrobním procesu velmi stresující. Můžou vést ke snížení pozornosti a únavě, což může mít za následek zvýšení zmetkovitosti nebo v horším případě i pracovní úraz.

8 NÁVRH NA ZLEPŠENÍ VÝROBNÍHO PROCESU

Na základě pozorování a zjištění nedostatků byly vypracovány návrhy, kterou mohou pomoci k jejich odstranění a zlepšení procesu.

8.1 Použití výkonnějšího obráběcího zařízení

Společnost neustále investuje a rozvíjí svá výrobní střediska novými modernějšími stroji, které jsou schopny vykonávat jednotlivé operace daleko rychleji a efektivněji. Jedním z těchto případů je již zmíněný CNC soustruh S50 viz Obrázek 30, který byl zaznamenán v procesní analýze viz obrázek 48 a byl použit na začátku výrobního procesu. Pro tuto výrobní operaci může být použit novější a modernější stroj CNC soustruh Manurhin viz Obrázek 51. Na žádost vedení bylo poté provedeno zkoumání procesu výroby i na tomto stroji. Během pozorování pak bylo zjištěno, že má oproti CNC soustruhu S50 velkou výhodu, jelikož Manurhin disponuje druhým sklíčidlem. Stroj umožňuje při podobné době seřizování daleko rychlejší dobu zpracování a po operaci „ostření“ provede další tři operace a to „přepnout za stopku“, „soustružit vybrání na čele“ a „navrtat důlek“, celá operace na tomto stroji tak trvá necelé 2 minuty. Doba trvání zpracování na stroji S50 byla naměřena 6 minut. Poté musí být materiál převezen nákladním výtahem do druhého poschodí, kde pracovníci obsluhující soustruh a navrtávací stroj musí každou operaci vykonat zvlášť, to má za následek delší seřizovací časy, konkrétně půl hodiny pro oba stroje. Při zakázce o 200 kusech se tyto časy mohou promítnout v řádech tisíců Kč. Využitím stroje Manurhin by na této zakázce společnost ušetřila 16 778 Kč.



Obrázek 51 CNC soustruh Manurhin (vlastní zpracování)

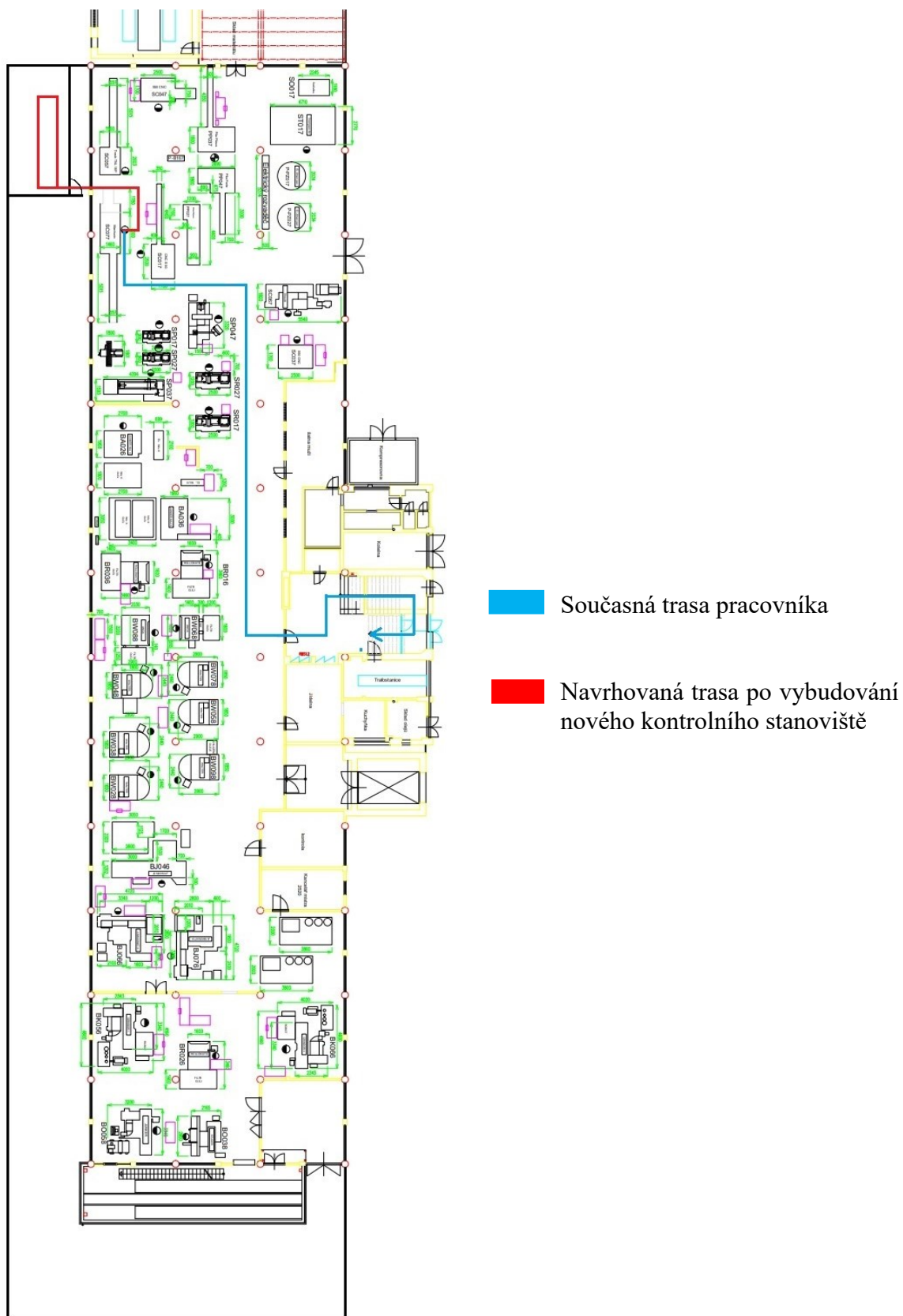
8.2 Rozšíření budovy

Návrh rozšíření výrobní plochy přístavbou budovy je již plánován. Jedná se konkrétněji o rozšíření přízemí o 600 m², včetně efektivnějšího uspořádání výrobního procesu a zvýšení využívání strojních kapacit pořízením výkonnějších obráběcích center s roboty umožňující vyšší využití více strojové obsluhy. Společnost předpokládá, že náklady na toto rozšíření se budou okolo 30 milionů Kč

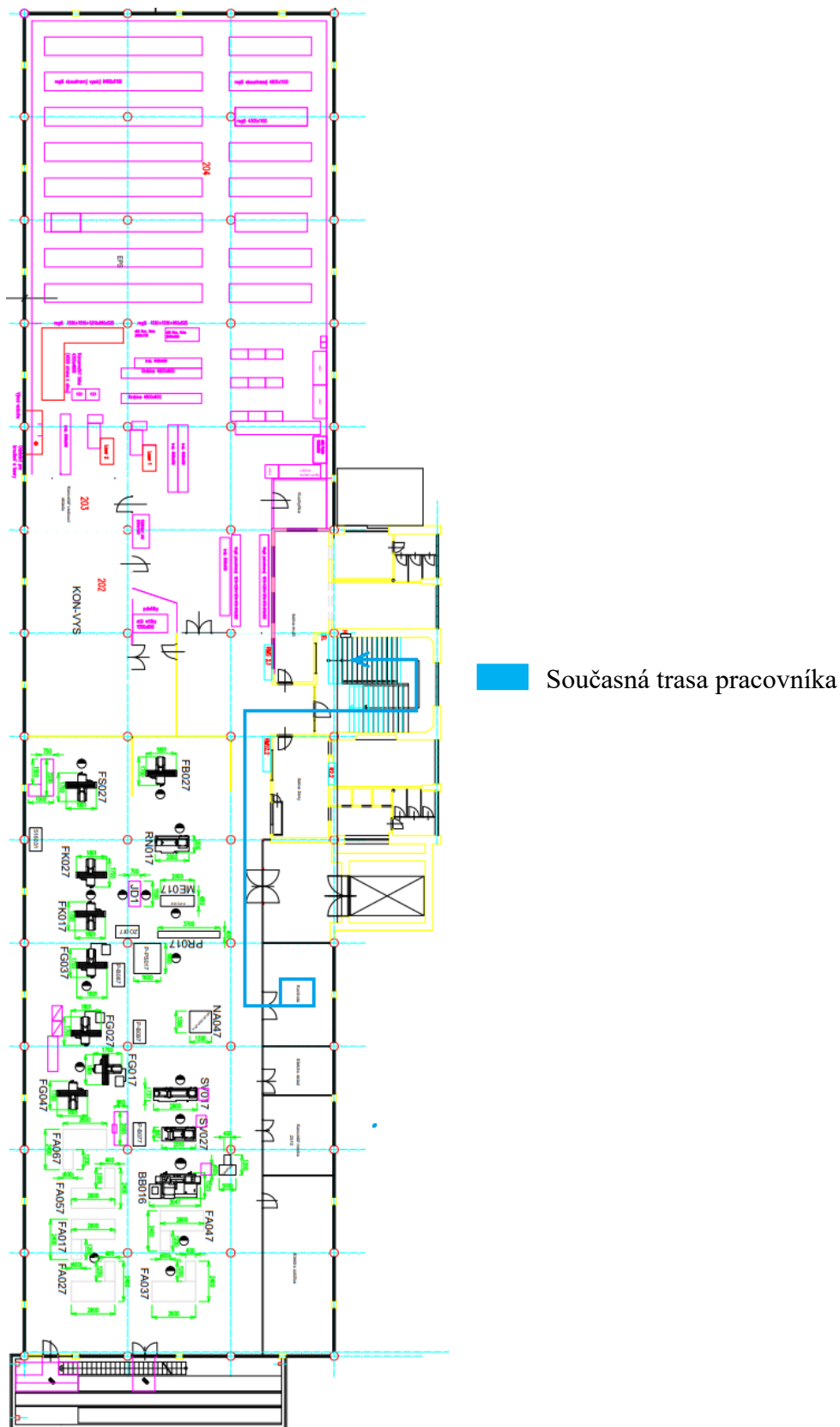
8.3 Vybudování nového kontrolního stanoviště pro středisko 2510

Rozšířením výrobní plochy plánovanou přístavbou lze vyřešit ztrátové časy při kontrole výrobních operací prováděných v přízemí, kde jsou z logistických důvodů umístěna některá strojní zařízení střediska 2510, přičemž mezioperační kontrola pro středisko 2510 je umístěna ve 2. podlaží z důvodů maximálního využití plochy v přízemí objektu, kde jsou umístěny CNC stroje s ohledem na přípustné zatížení podlah.

Vybudováním stanoviště pro mezioperační kontrolu střediska 2510 v přízemí viz Obrázek 52 může ve výsledku snížit dobu potřebnou pro seřizování strojů. Celkové náklady na zřízení měřicího stanoviště by se tak pohybovaly okolo 250 tis. Kč a obsahovalo by veškeré vybavení včetně měřících přístrojů jako například mikroskop v hodnotě 75 tis. Kč, sinusové pravítko v hodnotě 7 tis. Kč, dutinoměř v hodnotě 4 tis. Kč a optické měřicí přístroje pro kontrolu jakosti v hodnotě 127 tis. Kč.



Obrázek 52 Znáznění trasy na kontrolu 1. etáž (vlastní zpracování)



Obrázek 53 Znáznění trasy na kontrolu 2. etáž (vlastní zpracování)

8.4 Zhotovení standardů pro pracoviště

Jedná se o zavedení standardů ke strojům, týkají se jejich údržby, seřízení, programování, upínání nástrojů. Společnost má na vysoké úrovni zpracovanou výrobně technickou dokumentaci včetně plánů měření a technologických operací. Potenciál ke zlepšení má přizpůsobení této dokumentace podle potřeb jednotlivých pracovišť, aby byly k dispozici obsluze v místě použití a obsahovaly rozsahem přiměřené informace a instrukce pro rychlou orientaci, zejména zaměstnanců v době zácvičku, zaškolení a při využívání zastupitelnosti obsluhy.

ZÁVĚR

Předmětem této bakalářské práce bylo provést analýzu výrobního procesu ve společnosti ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. a na základě zhodnocení současného stavu navrhnout opatření, která by mohla vést ke zlepšení výrobního procesu a snížit náklady na výrobu fréz.

Teoretická část se věnovala zpracování literární rešerše, kde bylo vysvětleno, co je to výroba a její typy, poté zde byl definován výrobní proces a jeho dělení, prostorové uspořádání výrobního procesu a plýtvání ve výrobním procesu. Dále jsou zde uvedeny metody třískového obrábění, které se používají pro zhotovování frézovacích nástrojů a také jsou uvedeny vybrané analytické metody, které byly použity v praktické části.

Praktická část se skládala z představení společnosti, byly zde uvedeny vybrané informace včetně prostorového uspořádání pracovišť ve výrobě. Poté bylo provedené stručné vysvětlení výrobního procesu vybraného výrobku. Pro detailní pohled na výrobní proces byla následně vytvořena procesní analýza s vyhodnocením naměřených dat. Ke zjištění hlavních příčin zmetkovitosti ve výrobě byl po konzultaci s vedením zhotoven Ishikawův diagram.

Na základě zhodnocení analytických metod byly sepsány hlavní zjištěné nedostatky ve výrobním procesu. Pro tyto nedostatky byly následně vymyšleny návrhy ke zlepšení.

Výrobní proces ve společnosti ZPS – FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s. je na vysoké úrovni a snaží se držet krok před konkurencí díky modernizaci svých pracovišť prostřednictvím strojních center pomocí robotů a zavádění trendů štíhlé výroby. To vše je možné díky vysoce kvalifikovanému a zkušenému týmu technických a výrobních pracovníků.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. GROOVER, Mikell. *Fundamentals of modern manufacturing*. 4. vyd. United states of America: John Wiley & Sons, 2010, 1025 s. ISBN 978-0470-467002.
2. HALEVI, Gideon. *Handbook of production management methods*. 1st edition. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001, 313 s. ISBN 978-0-7506-5088-5.
3. CHROMJAKOVÁ, Felicita a Rastislav RAJNOHA. *Řízení a organizace výrobních procesů: Kompendium průmyslového inženýra*. Žilina: GEORG, 2011, 139 s. ISBN 978-80-89401-26-0.
4. JUROVÁ, Marie. *Výrobní a logistické procesy v podnikání*. 1. vyd. Praha: Grada, 2016, 264 s. ISBN 978-80-247-5717-9.
5. KAVAN, Michal. *Výrobní a provozní management*. Praha: Grada, 2002, 424 s. ISBN 80-247-0199-5.
6. KEŘKOVSKÝ, Miroslav a Ondřej VALSA. *Moderní přístupy k řízení výroby*. 3. dopl. vyd. Praha: C. H. Beck, 2012, 153 s. ISBN 978-80-7179-319-9.
7. KOČMAN, Karel. *Technologické procesy obrábění*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011, 330 s. ISBN 978-80-7204-722-2.
8. KOŠTURIÁK, Ján. *Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků*. Brno: Computer Press, 2010, 234 s. ISBN 978-80-251-2349-2.
9. LEAN-FABRIKA, © 2012, *Špagetový diagram* [online]. [cit. 2021-5-17]. Dostupné z: <https://www.lean-fabrika.cz/terminologie/spagetovy-diagram#.YKGeAKgzaUk>
10. MAKOVEC, Jaromír. *Řízení výroby: (přednášky)*. Praha: Vysoká škola manažerské informatiky a ekonomiky, 2006, 88 s. ISBN 80-86847-14-4.
11. MANAGEMENT MANIA, ©2015, *Ishikawův diagram*. ManagementMania.com [online]., [cit.09-03-2021]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/ishikawuv-diagram>
12. MANAGEMENT MANIA, ©2015, *Procesní analýza (Process analysis)*. ManagementMania.com [online]. [cit. 2021-5-12]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/analyza-procesu-procesni-analyza>
13. NĚMEC, Dobroslav. *Základy výrobních technologií*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2007, 245 s. ISBN 978-80-7318-604-3.

14. SVOZILOVÁ, Alena. *Zlepšování podnikových procesů*. Praha: Grada, 2011, 232 s. ISBN 978-80-247-3938-0.
15. TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 378 s. ISBN 978-80-247-1479-0.
16. TUČEK, David a Roman BOBÁK. *Výrobní systémy*. 2. vyd. Upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 298 s. ISBN 80-7318-381-1
17. WHATISSIXSIGMA, ©2021. *Spaghetti Diagram*. *Whatissixsigma.net* [online]. [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://www.whatissixsigma.net/spaghetti-diagram/>
18. ZPS-FRÉZOVACÍ NÁSTROJE a.s., ©2021. O společnosti. *zps-fn.cz* [online]. [cit. 2021-5-11]. Dostupné z: <https://www.zps-fn.cz/cz/spolecnost-zps-frezovaci-nastroje/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CNC Computer Numerical Control, počítačem řízený obráběcí stroj

ČSN Česká Technická Norma

DIN Deutsche Industrie-Norm, německá národní norma

EN Evropská Norma

HSS High Speed Steel, rychlořezná ocel

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Koloběh výrobních faktorů (vl. zprac. dle Keřkovského a Valsy, 2012, s. 2) ...	13
Obrázek 2 Znázornění vzniku přidané hodnoty (vl. zprac. dle Kavana, 2002, s. 19).....	15
Obrázek 3 Fáze výrobní etapy (vl. zprac. Dle Tučka a Bobáka, 2006, s. 49)	17
Obrázek 4 Technologické uspořádání (vl. zprac. dle Tomka a Vávrové, 2007, s. 198).....	21
Obrázek 5 Předmětné uspořádání (vl. zprac. dle Tomka a Vávrové, 2007, s. 198)	22
Obrázek 6 Osm druhů plýtvání ve výrobě (svetproduktivity.cz, ©2012).....	24
Obrázek 7 Pracovní pohyby při soustružení (Němec, s. 177)	25
Obrázek 8 Univerzální hrotový soustruh (Němec, s. 177)	26
Obrázek 9 Frézování čelní a válcovou frézou (Němec, s. 181)	27
Obrázek 10 Svislá stolová frézka (Němec, 2007, s. 182).....	27
Obrázek 11 Principy rovinného broušení (ELUC)	28
Obrázek 12 Broušení válcové plochy ve hrozech (Němec, 2007, s. 183)	28
Obrázek 13 Organizační struktura společnosti (vlastní zpracování)	35
Obrázek 14 Graf tržeb v letech 2017–2020 (interní zdroje).....	36
Obrázek 15 Graf odběratelů za rok 2020 (vlastní zpracování).....	37
Obrázek 16 Čelní válcová fréza dlouhá (interní zdroje).....	38
Obrázek 17 Tvarová fréza (interní zdroje)	38
Obrázek 18 Drážkovací fréza (interní zdroje)	39
Obrázek 19 Kopírovací fréza (interní zdroje).....	39
Obrázek 20 Nástrčná fréza (interní zdroje).....	40
Obrázek 21 Kotoučová fréza (interní zdroje)	40
Obrázek 22 Uhlová fréza (interní zdroje)	41
Obrázek 23 Technická fréza (interní zdroje)	41
Obrázek 24 Technický výkres součástí (interní zdroje)	42
Obrázek 25 Layout 1. etáže (interní zdroje)	44
Obrázek 26 Layout 2. etáže (interní zdroje)	45
Obrázek 27 Layout 3. etáže (interní zdroje)	46
Obrázek 28 Tyčový materiál HSS Co5 (interní zdroje)	47
Obrázek 29 CNC soustruh S50 (vlastní zpracování)	48
Obrázek 30 Obrobek (vlastní zpracování)	48
Obrázek 31 Soustruh (vlastní zpracování).....	49
Obrázek 32 Navrtávací stroj (vlastní zpracování)	49
Obrázek 33 Zhotovené polotovary fréz s vybráním na čele (vlastní zpracování)	50
Obrázek 34 CNC frézka FA1 (vlastní zpracování).....	50

Obrázek 35 Zhotovené ozubení na polotovarech (vlastní zpracování).....	50
Obrázek 36 Odmašťovací stroj (vlastní zpracování)	51
Obrázek 37 Vsázka naplněná polotovary (vlastní zpracování)	51
Obrázek 38 CNC bruska Junker (vlastní zpracování)	52
Obrázek 39 CNC bruska ANCA (vlastní zpracování).....	52
Obrázek 40 Stroj na odstranění ostřin (vlastní zpracování).....	53
Obrázek 41 Výrobek po dokončení operací (vlastní zpracování).....	53
Obrázek 42 Výstupní kontrola (vlastní zpracování)	54
Obrázek 43 Protokol (vlastní zpracování)	54
Obrázek 44 Sklad hotových výrobků (vlastní zpracování).....	55
Obrázek 45 Konzervace hotových výrobku (vlastní zpracování).....	55
Obrázek 46 Hotový výrobek (vlastní zpracování)	56
Obrázek 47 Procesní analýza (vlastní zpracování)	58
Obrázek 48 Procesní analýza (vlastní zpracování)	59
Obrázek 49 Ishikawa diagram (vlastní zpracování)	61
Obrázek 50 uložené frézy (vlastní zpracování)	63
Obrázek 51 CNC soustruh Manurhin (vlastní zpracování)	65
Obrázek 52 Znázornění trasy na kontrolu 1. etáž (vlastní zpracování)	67
Obrázek 53 Znázornění trasy na kontrolu 2. etáž (vlastní zpracování)	68

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Označení materiálu (interní zdroje)	47
Tabulka 2 Legenda procení analýzy (vlastní zpracování)	57