

# **Ekonomické hodnocení výroby závitové příruby**

Klára Novodomská

---

Bakalářská práce  
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická  
Ústav výrobního inženýrství

Akademický rok: 2019/2020

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

Jméno a příjmení: **Klára Novodomská**  
Osobní číslo: **T17759**  
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**  
Studijní obor: **Technologická zařízení**  
Forma studia: **Kombinovaná**  
Téma práce: **Ekonomické hodnocení výroby závitové příruby**

### Zásady pro vypracování

- Vypracujte literární rešerši na dané téma
- Proveďte návrh možností výroby dílce
- Proveďte ekonomickou kalkulaci výroby dílce
- Analyzujte ekonomické možnosti výroby

Forma zpracování bakalářské práce: **Tištěná/elektronická**

**Seznam doporučené literatury:**

HEŘMAN, Jan. *Řízení výroby*. Slaný: Melandrium, 2001, 164 s. ISBN 8086175154. FUCHS, Kamil a Pavel TULEJA. *Základy ekonomie*. 2., upr. vyd. Praha: Ekopress, 2005, 347 s. ISBN 8086119947  
dále dle doporučení vedoucího práce

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Martin Řezníček, Ph.D.**  
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **2. ledna 2020**  
Termín odevzdání bakalářské práce: **22. května 2020**

L.S.

---

**prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.**  
děkan

---

**prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 10. února 2020

## **PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Beru na vědomí, že:

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

### **Prohlašuji,**

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

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Předmětem této bakalářské práce je vytvoření tří způsobu výroby vybraného dílce a následné ekonomické porovnání výrobních variant. První teoretická část nejprve pojednává o tom, co vše se skrývá za výrobou zvolené součásti příruba. K čemu příruba slouží a jaké výrobní a měřicí technologie pro tuto výrobu používáme. Jako poslední je v teoretické části přiblížena samotná tvorba ceny v zakázkové výrobě, která je přestupním můstkem do druhé hlavní části práce, a tou je část praktická. V úvodu praktické části je seznámení s hodnocením výrobních variant. Následuje informace o rozboru součásti, materiálu součásti a polotovaru zvolené příruby. V dalších kapitolách jsou rozebrány konkrétní výrobní varianty této součásti. Následuje ekonomické hodnocení pro navržené varianty. Jako poslední a stěžejní je kapitola, která je věnována samotnému vyhodnocení a zhodnocení cen jednotlivých výrobních variant pro zadanou součást.

Klíčová slova:

Výrobní varianty, ekonomické hodnocení, technologie obrábění.

## **ABSTRACT**

The aim (target) of this bachelor thesis is creating three ways of production of chosen part and following economic comparison of different production options. The first theoretical part deals with what is hidden behind production of chosen part flange. What is flange used for and what production and measurement technologies are used for this production. The last in this theoretical part shown price creation in custom made production which connects us to the second part of the thesis, practical part. In the introduction of the practical part is evaluation of production options. Following with information about analysis of the part, its material and semi finished product of chosen flange. In following chapters are broken down particular production options of this part. This is followed by economic evaluation for suggested options. The last but not least is chapter which is devoted to its own price evaluation of each production option for a given part.

Keywords:

production options, economic evaluation , machining technology

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu své bakalářské práce, panu Ing. Martinu Řezníčkovi Ph.D., za odborné vedení, poskytnuté rady a cenné připomínky při vypracování práce.

# OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>8</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>9</b>
<b>1 CHARAKTERISTIKA SOUČÁSTI PŘÍRUBA .....</b>	<b>10</b>
1.1 POPIS SOUČÁSTI.....	10
1.2 TĚSNĚNÍ .....	11
<b>2 TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ .....</b>	<b>13</b>
2.1 TECHNOLOGIE SOUSTRUŽENÍ.....	13
2.1.1 Soustružnické nástroje .....	14
2.1.2 Soustružnické stroje .....	14
2.2 TECHNOLOGIE FRÉZOVÁNÍ .....	16
2.2.1 Frézovací nástroje .....	17
2.2.2 Frézovací stroje .....	18
2.3 TECHNOLOGIE VRTÁNÍ .....	19
2.3.1 Vrtací nástroje .....	19
2.3.2 Vrtací stroje .....	20
2.4 TECHNOLOGIE VÝROBY ZÁVITŮ .....	20
2.5 TECHNOLOGIE SVAŘOVÁNÍ.....	21
<b>3 KONTROLA A MĚŘENÍ .....</b>	<b>27</b>
3.1 POSUVNÁ MĚŘIDLA .....	28
3.2 MIKROMETRICKÁ MĚŘIDLA.....	29
3.3 HLOUBKOMĚRY.....	29
3.4 ELEKTRICKÁ MĚŘIDLA .....	29
3.5 OPTICKÁ MĚŘIDLA .....	30
3.6 LASEROVÉ MĚŘÍCÍ SYSTÉMY .....	30
<b>4 TVORBA CENY A ŘÍZENÍ NÁKLADŮ V ZAKÁZKOVÉ VÝROBĚ .....</b>	<b>31</b>
4.1 VLV NÁKLADŮ NA CENU TVORBY.....	31
4.2 ŘÍZENÍ NÁKLADŮ .....	32
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>33</b>
<b>5 CÍLE PRAKTICKÉ ČÁSTI.....</b>	<b>34</b>
<b>6 HODNOCENÍ VÝROBNÍCH VARIANT .....</b>	<b>35</b>
<b>7 POPIS SOUČÁSTI.....</b>	<b>37</b>
7.1 MATERIÁLOVÁ CHARAKTERISTIKA .....	37
7.2 NÁVRH POLOTOVARU .....	38
<b>8 TECHNICKO-EKONOMICKÉ HODNOCENÍ.....</b>	<b>40</b>
<b>9 ZPŮSOB VÝROBY NA SOUSTRUŽNICKÉM CENTRU.....</b>	<b>41</b>
9.1 VÝROBNÍ STROJE.....	41
9.1.1 Soustruh CNC NLX 2500Y .....	41
9.1.2 Pásová pila .....	42

9.2	VÝROBNÍ NÁSTROJE .....	43
9.3	VÝROBNÍ ČASY A CENY VÝROBY .....	44
<b>10</b>	<b>ZPŮSOB VÝROBY SOUSTRUH A FRÉZKA .....</b>	<b>46</b>
10.1	VÝROBNÍ STROJE.....	46
10.1.1	CNC soustruh L800LA .....	46
10.1.2	CNC frézovací centrum CMX 800 V.....	47
10.1.3	Pásová pila .....	48
10.2	VÝROBNÍ ČASY A CENY VÝROBY .....	48
<b>11</b>	<b>SVAŘOVACÍ ZPŮSOB VÝROBY .....</b>	<b>50</b>
11.1	VÝROBNÍ STROJE.....	50
11.1.1	Invertorový svářecí poloautomat.....	50
11.1.2	Pásová pila .....	51
11.1.3	CNC soustruh L800LA .....	51
11.2	VÝROBNÍ ČASY A CENY VÝROBY .....	51
<b>12</b>	<b>EKONOMICKÉ HODNOCENÍ VÝROBNÍCH VARIANT .....</b>	<b>54</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>55</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>56</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>58</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>59</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>60</b>



## ÚVOD

Výrobní podniky se v dnešní době potýkají s velice tvrdým konkurenčním bojem, kdy je na trhu stále více konkurentů, což tlačí ceny směrem dolů. Tomuto trendu se musí společnost proti své vůli podřídit, a proto hledají co největší úspory ve svých nákladech, aby mohly snižovat cenu podle požadavků trhu. Aby bylo možné co nejefektivněji řídit náklady a snažit se o jejich minimalizaci, je třeba mít procesy dokonale nastavené a přesně je dodržovat. To bývá ve většině případů poměrně komplikované. Zejména pokud je řeč o kalkulaci nákladů a ceny v zakázkové výrobě, kdy se musí cena předložit zákazníkovi sestavená pouze z odhadů nákladů na základě předchozích zkušeností s podobnými zakázkami. Stanovení ceny a přesné vyjádření nákladů je tedy poměrně složité, a proto je velice důležité proces kalkulování správně nastavit a následně dodržovat, aby vznikaly co nejmenší odchylky plánovaných nákladů oproti nákladům skutečným. Díky těmto faktorům jsou společnosti vedené k provádění ekonomického hodnocení, které na základě analýzy technických spolu s ekonomickými parametry odhaluje nedostatky v hospodaření společnosti. Hodnotí se společnost jako celek, ale i jednotlivé výrobky. Před samotným vyhodnocením stanovují kritéria pro hodnocení a určí se metoda, která nejlépe hodnocení vyhovuje. Nejčastěji se jako kritérium hodnocení určují náklady a používá se metoda srovnání. Cílem firmy je minimalizace nákladů na výrobu zadané součásti a zároveň dosažení maximálního zisku. Tuto problematiku jsem se rozhodla v této bakalářské práci ekonomicky zhodnotit a určit co nejlevnější variantu dle možností strojního parku firmy.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 CHARAKTERISTIKA SOUČÁSTI PŘÍRUBA

Příruby jsou strojní součásti, které slouží ke vzájemnému spojení trubek, komponentů nebo zařízení. Jedná se o rozebíratelné spojení a spoje musí být co nejlépe dostupné pro případnou opravu nebo výměnu. [1]

### 1.1 Popis součásti

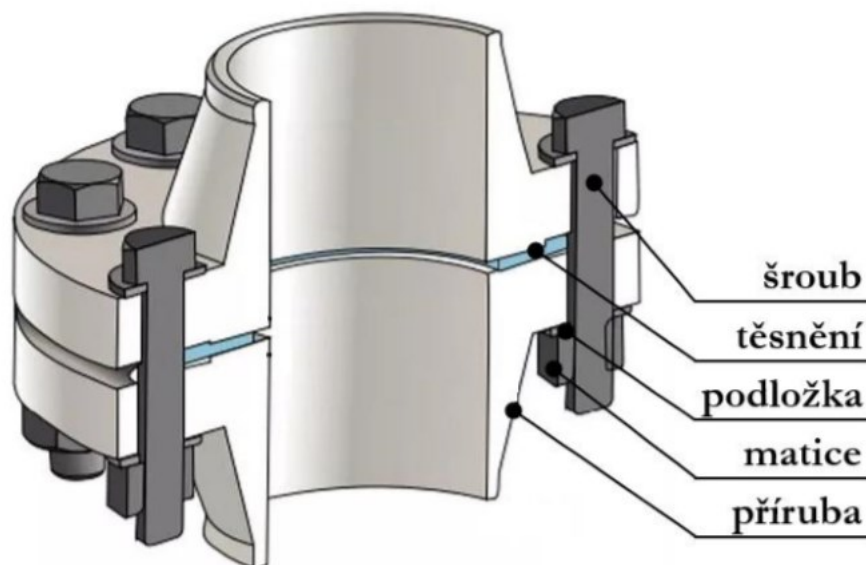
Přírubový spoj (Obr. 1) tvoří dvě příruby, šrouby, matice, těsnění, případně další podložky nebo pružiny. Připojení přírub k potrubnímu systému je nejčastěji svařením nebo sešroubováním v případě závitových přírub.

Na přírubové spoje je kladen velký důraz na jejich pevnost a těsnost. Nejčastější závada bývá právě v těchto požadavcích.

Příruby můžeme dělit např. dle jejich použití na:

- ploché,
- krkové,
- točivé,
- zaslepovací,
- závitové,
- násuvné,
- integrální,
- atypické.

Závitové příruby se nejčastěji používají pro spoje, kde je požadována úplná demontáž. Spojení s potrubním systémem je pomocí závitů. Příruby mohou být s vnějším nebo vnitřním závitováním.



Obr. 1 Části přírubového spoje [2]

## 1.2 Těsnění

Plochá těsnění se používají pro utěsnění rozebíratelných spojů, například přírub, armatur a pro utěsnění nepohyblivých spojů. Těsnění u přírubových spojů slouží k zábraně úniku média při odlišných provozních stavech. Provozní stavy mají různé hodnoty teplot, tlaku a médií. Těsnost spoje je zajištěno díky vyplňování mikroskopických nerovností a mezer těsněním.

Materiál těsnění se určuje dle technických parametrů v závislosti na použití a médiu.

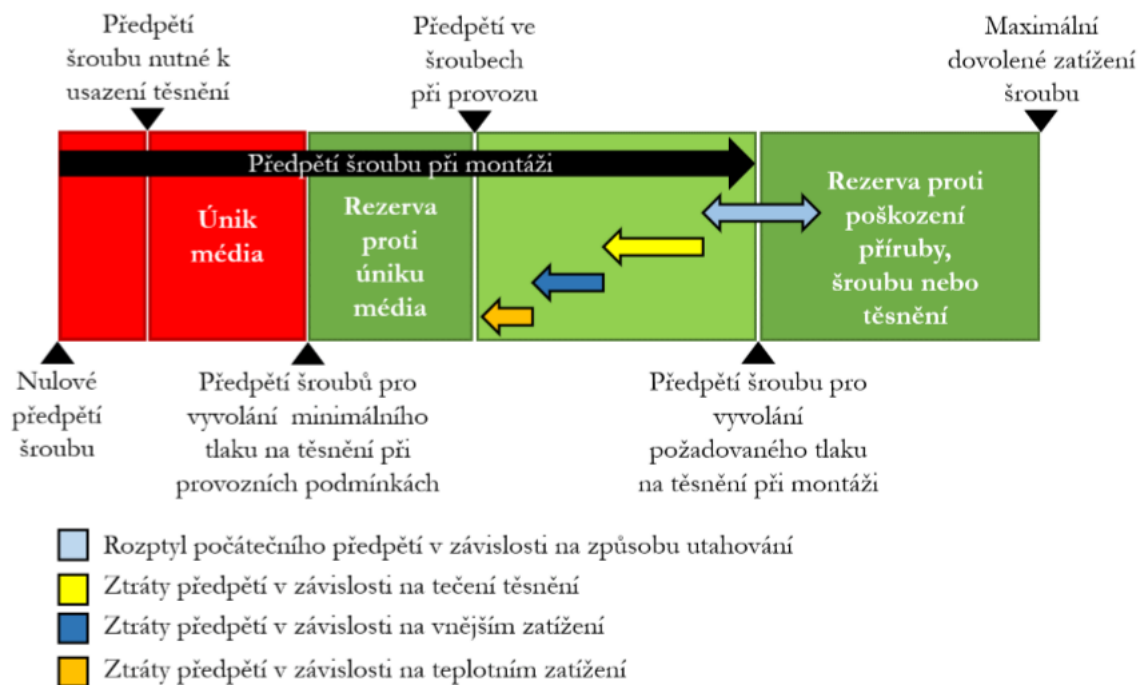
Materiál těsnění volíme podle stanovených parametrů:

- maximální teplota,
- provozní teplota,
- maximální tlak,
- provozní tlak.

Těsnění těsní díky dostatečně vyvíjenému tlaku při všech provozních stavech. Tlak musí být dostatečný, ale nesmí přesáhnout hodnotu, při které by vznikly tyto možné problémy: [3]

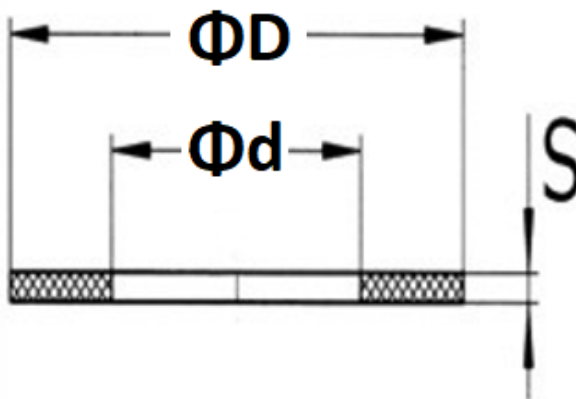
- zhroucení,
- vniknutí těsnění do vnitřní cesty otvoru,
- poškození namáhaného povrchu těsnění.

Pomocí předpětí ve šroubech je definován potřebný tlak. Toto předpětí má zásadní vliv na správnou funkci přírubového spoje. (Obr. 2)



Obr. 2 Grafické zobrazení závislosti předpětí šroubu a tlaku na těsnění [4]

Velikost těsnícího kroužku je definována vnitřním průměrem  $d$  x vnějším průměrem  $D$  x tloušťkou kroužku  $S$  (Obr. 3)



Obr. 3 Těsnící kroužek [4]

Kde:  $\Phi D$  – Vnější průměr těsnění

$\Phi d$  – Vnitřní průměr těsnění

$S$  - Tloušťka těsnění

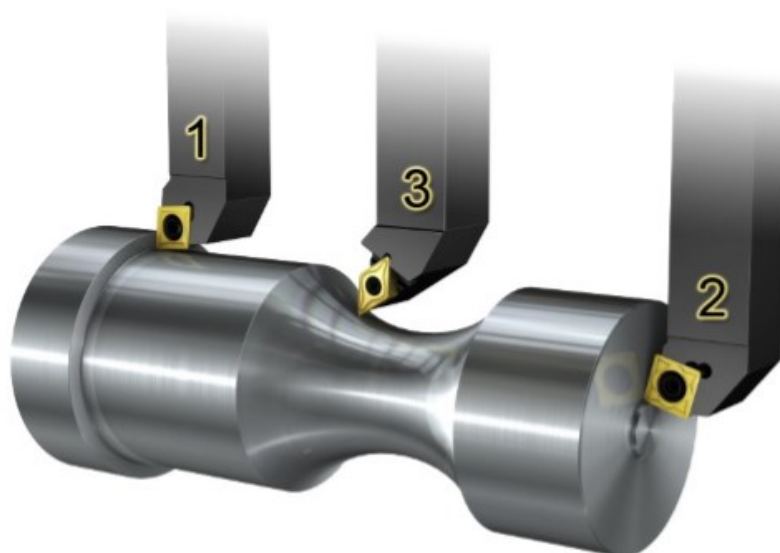
## 2 TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ

Výrobní postup součásti tvoří několik operací na různých pracovištích. Technologickým procesem obrábění se postupným odebráním materiálu (třísky) dosahuje požadovaný tvar výrobku (obrobku).

### 2.1 Technologie soustružení

Soustružení kovů se ve strojírenské výrobě podílí z největší části na všech strojních operacích. Při soustružení se obráběná součást otáčí, zatímco nástroj, tj. nůž, vykonává obvykle přímočarý pohyb (posuv, přísuv), pokud nejde o soustružení kopírovací. Používá se pro opracování vnitřních nebo vnějších rotačních ploch. Rozlišujeme čtyři základní způsoby soustružení: (Obr. 4)

- Podélné-nůž se posouvá ve směru osy rotace obrobku.
- Čelní-nůž se posouvá ve směru kolmém k ose rotace.
- Tvarové.
- Kopírovací- výsledný posuv se skládá z podélného a příčného posuvu.

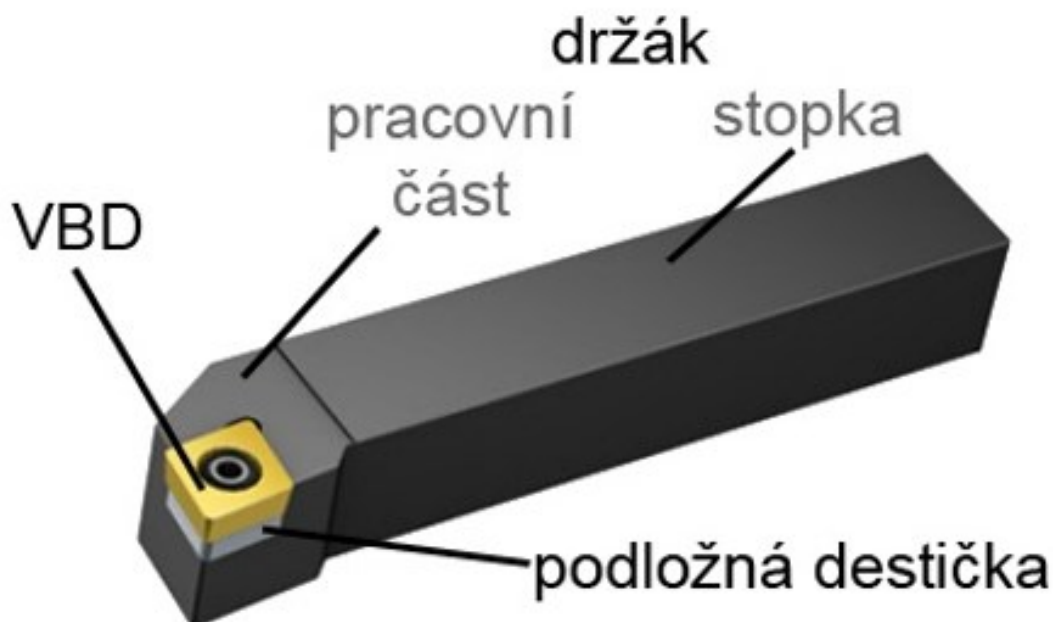


Obr. 4 Soustružení: 1) podélné, 2) čelní, 3) tvarové [5]

Na drsnost soustruženého povrchu mají vliv řezné podmínky (posuv, řezná rychlost), geometrie břitu (poloměr zaoblení špičky) a tuhost obrobků, stroje a nástroje. Při obrábění rychlořeznými nástroji může mít značný vliv na drsnost i řezná kapalina. Při soustružení lze dosáhnout minimální drsnost  $0,2\mu\text{m}$ .

### 2.1.1 Soustružnické nástroje

Hlavním nástrojem pro soustružení jsou soustružnické nože, jejichž základní tvary jsou normalizovány. Mimo nožů můžeme použít i vrtáky, výstružníky, výhrubníky, závitníky, vyvrtávací tyče atd. Tyto nože mohou mít různé tvarové a materiálové provedení. Podle nástrojového materiálu můžeme nože dělit na nože z nástrojové oceli, slinutých karbidů, cementů, řezné keramiky atd. Celistvé nože se vyrábí z nástrojové oceli. Modernější a efektivnější řezné materiály se používají ve formě vyměnitelných břitových destiček (VBD) (Obr. 5) a tělo zůstává z konstrukční oceli. [6]

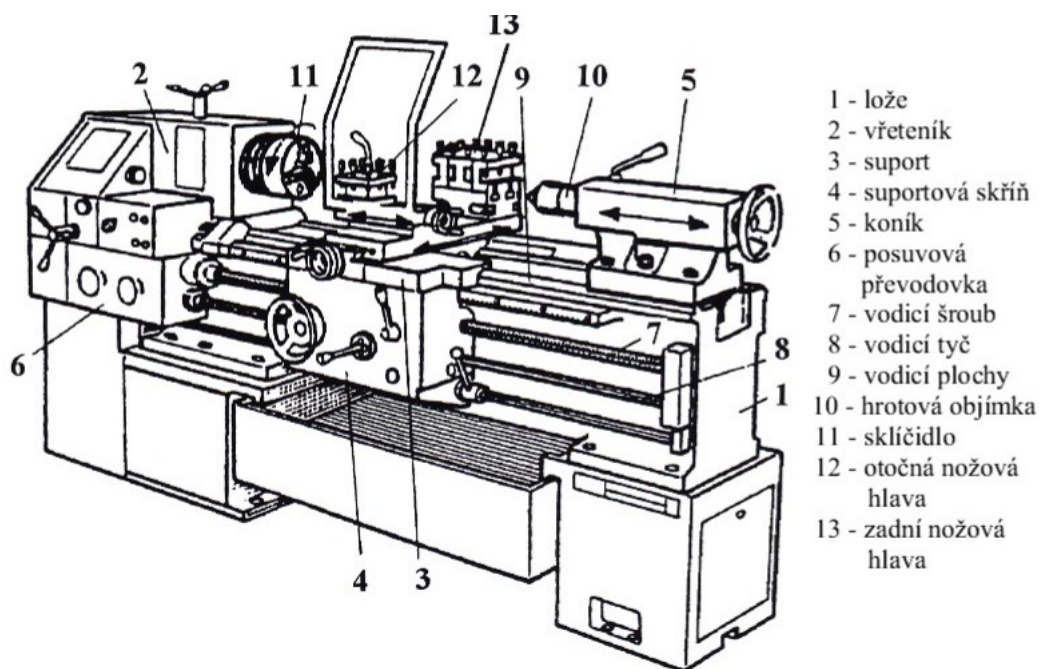


Obr. 5 Konstrukce radiálního soustružnického nože [7]

### 2.1.2 Soustružnické stroje

Soustruhy jsou nejrozšířenější stroje ve strojírenských podnicích. Podle konstrukce je lze dělit na hrotové, revolverové, svislé a speciální. Dle stupně automatizace rozlišujeme soustruhy ručně ovládané, poloautomatické a automatické.

Nejjednodušším soustruhem je hrotový univerzální soustruh (Obr. 6). Můžeme na něm obrábět vnější i vnitřní rotační plochy, rovinné čelní plochy, řezat závit, soustružit kuželové, popř. tvarové plochy. Používají se pro kusovou i sériovou výrobu a nástroje jsou nejčastěji upnuty v nástrojových hlavách, kde můžeme upnout až 4 nože. [8]



Obr. 6 Univerzální hrotový soustruh [6]

Revolverové soustruhy se nejčastěji používají pro výrobu středních sérií, kdy potřebuje použít více nástrojů pro obrobení jednoho dílce. Nástroje jsou v revolverových hlavách v upínacích otvorech. Oproti hrotovým soustruhům jsou rychlejší a přesnější při obrábění, protože mohou obrábět více nástroji najednou.

Další skupinou jsou poloautomatické a automatické soustruhy. Poloautomatický soustruh je zefektivněný hrotový, čelní nebo revolverový soustruh. Upnutí a odepnutí obrobku provádí obsluha. Pracovní cyklus je automatizován, ale pro výměnu kusů je potřeba ruční obsluhy.

Automatické soustruhy jsou plně automatizovány bez nutnosti ručního zásahu obsluhy.

Poloautomatické a automatické můžeme rozdělit podle:

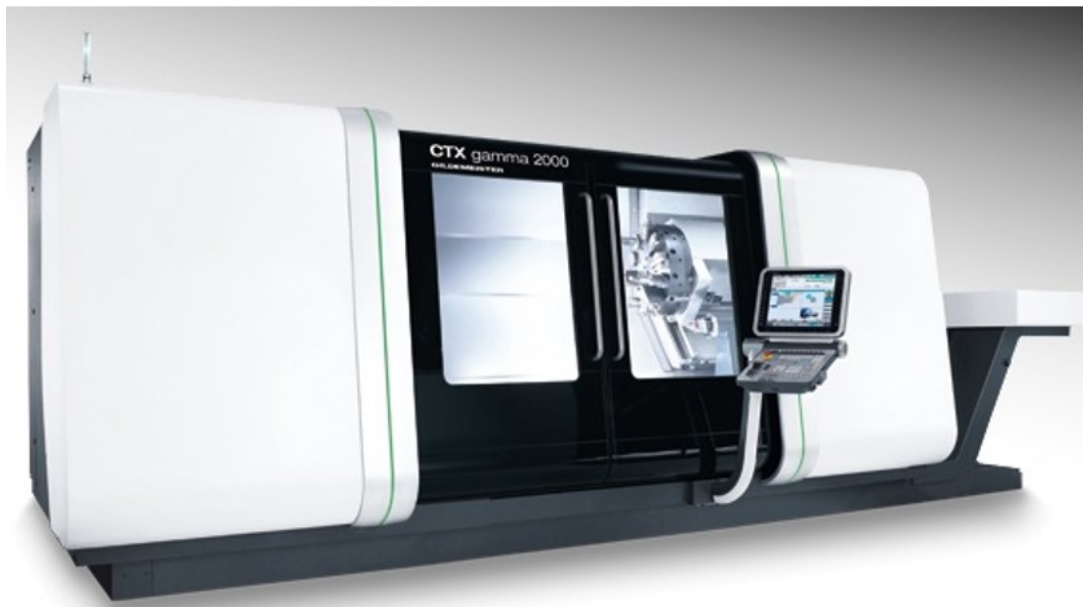
- Aplikovaného řízení (křivkové, bezkřivkové, CNC).
- Konstrukční uspořádání (revolverové, podélné, tvarové).
- Počtu vřeten (jednovřetenové, několika vřetenové).

Soustruhy jsou vybaveny i dalším příslušenstvím pro výrobu ne-soustružnických operací jako je frézování drážek, radiální vrtání atd. [8]

Stroj, který je určen pro komplexní obrábění rozměrově, tvarově a technologicky náročných těžko obrobitelných dílců i s vysokou hmotností, které vyžadují kombinaci více technologických operací z oblasti výkonového soustružení, případně broušení. Pracovní prostor



stroje a rozsah nástrojového vybavení umožňuje dokončení obrobku na jedno upnutí. Tento stroj nazýváme soustružnickým obráběcím centrem (Obr. 7) [6].

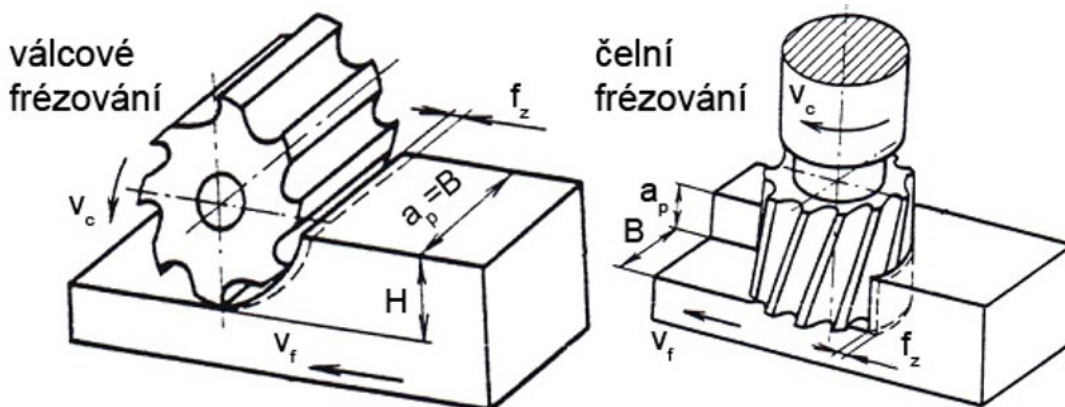


Obr. 7 CNC soustružnické centrum firmy DMG Mori Seiki [9]

## 2.2 Technologie frézování

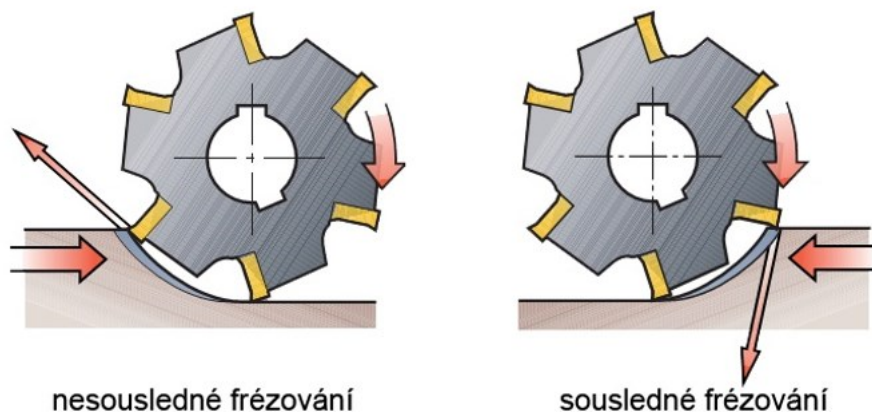
Frézování je třískové obrábění, při kterém hlavní pohyb (rotační) koná nástroj a vedlejší pohyb (přisuv) koná obrobek. Vícebřitým nástrojem je fréza. [10]

Klasické frézování (Obr. 8) probíhá ve třech osách, ve více osách pracují víceosá obráběcí centra. Frézování je velmi univerzální metoda pro rovinné, ale i tvarově složité součásti.



Obr. 8 Základní způsoby frézování [6]

Frézování se dělí na sousledné a nesousledné (Obr. 9). U sousledného se nástroj otáčí ve stejném směru jako pohyb stolu s obrobkem a u nesousledného je tomu opačně. Dnes se u moderních CNC strojů používá nejčastěji sousledné frézování z důvodu delší trvanlivosti nástroje a tím i ekonomické úspory. [8]



Obr. 9 Sousledné a nesousledné válcové frézování [11]

### 2.2.1 Frézovací nástroje

Frézy jsou několikabřítové nástroje, na nichž jsou břity uspořádány na válcové, kuželové nebo jiné tvarové ploše frézy. U čelních fréz jsou také na čelní ploše. Dnes se používá velmi mnoho druhů fréz, z nichž většina je normalizována. Vyráběné frézy lze rozřadit do jednotlivých skupin podle různých hledisek:

- Podle smyslu otáčení se rozeznávají frézy pravořezné a levořezné. Pravořezná fréza se při pohledu ze strany pohonu, tj. od vřeteníku otáčí ve stejném smyslu jako hodičkové ručičky, levořezná fréza opačně.
- Podle způsobu upnutí fréz na stroji se rozeznávají frézy nástrčné a frézy s válcovou nebo kuželovou stopkou.
- Podle počtu zubů se rozlišují frézy jemnozubé, polohrubozubé a hrubozubé.
- Podle druhu materiálu nástroje se rozlišují frézy rychlořezné a se slinutým karbidem.
- Podle ploch, na nichž leží ostří se rozeznávají válcové frézy, čelní frézy, kotoučové frézy, tvarové frézy. [11]

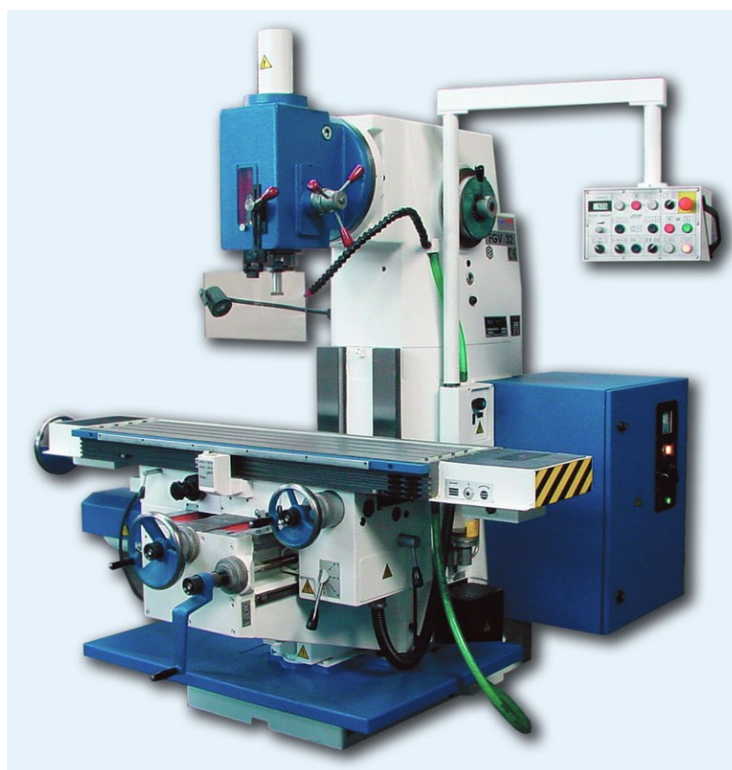


Obr. 10 Příklady nástrojů pro frézování [11]

### 2.2.2 Frézovací stroje

Frézovacím strojem je frézka. Frézky jsou rozděleny [12]

- Podle osy vřetene: horizontální, vertikální, univerzální.
- Podle konstrukce: konzolové (Obr. 11), nástrojářské, portálové, odvalovací, na závity atd.
- Podle druhu řízení: ruční, ruční s číslicovým řízením (NC), počítačem řízené (CNC).



Obr. 11 Konzolová frézka FGV 32 [13]

Dnes se čím dál více používají CNC frézky nebo CNC obráběcí centra. Jejich největší výhodou je přesnost a obrobení tvarově složitějších kusů. Nejefektivnější jsou pro série. Kulsová výroba může být pak ekonomicky nevýhodná.

## 2.3 Technologie vrtání

Pro připevnění přírub se často používá šroubový spoj. Pro tato spojení je důležité vrtání děr. Vrtat můžeme do plného materiálu, ale i do předvrtaných děr. Lze vrtat jak průchozí, tak i neprůchozí díry různých velikostí a průměrů. Dalšími přidruženými operacemi jsou například navrtávání, zahlubování, vystružování aj. [14]

### 2.3.1 Vrtací nástroje

Pro vrtání používáme vrtáky, které mají určitý tvar a vlastnosti podle vrtaného materiálu. Pro výběr můžeme využít tuto metodu [14]

- velikost a kvalita opracovaných děr,
- druh nástroje a materiál polotovaru,
- geometrie nástroje a velikost břitu,
- určit druh upnutí.

Vrtáky jsou nyní díky vyspělým technologiím vyráběny s moderních materiálů, které umožňují vrtat s velmi vysokou kvalitou povrchu, takže již není potřeba dalších operací a vrtání může tedy být zároveň i dokončovací metodou.

Nástroj vykonává hlavní pohyb (rotační) i vedlejší (lineární) pohyb.

Řezná rychlost  $v_c$ , záleží na průměru i otáčkách nástroje a vztahuje se k obvodové rychlosti vrtáku. [15]

Velkým problémem při vrtání je plynulý odvod třísek. Třísky se mohou během obrábění zaseknout v díře a způsobit tak zničení vrtáku a samotný obrobek. Aby se tomuto zabránilo, je důležité používat obráběcí kapalinu. Ta má za úkol zlepšovat vrtací podmínky jako správný odvod třísek, chlazení a mazání vrtáku.

Nejběžněji používaný vrták je šroubový, který má úhel sklonu šroubovice k ose vrtáku od  $10^\circ$  do  $45^\circ$ . Vyznačuje se dobrým odváděním třísky a účinným chlazením. [16]

### 2.3.2 Vrtací stroje

K vrtání používáme různé druhy vrtaček, vyvrtávaček, ale i soustruhů a obráběcích center. [16]

## 2.4 Technologie výroby závitů

Další důležitou částí výroby jsou závity. Ty mohou mít funkci plnicí spojovací nebo pohybovou. Závitování se většinou provádí na konci výrobního procesu a patří k velmi složitým operacím, proto je důležitá přesnost. Závity můžeme dělit podle různých specifikací např. podle profilu závitu, stoupání, tolerance, počtu chodů, vnitřní nebo vnější a zda se jedná o pravotočivý či levotočivý závit.



Obr. 12 Metody výroby závitů [16]

Výroba je volena podle požadovaných kritérií závitu. Závity se mohou lišit např. v kvalitě závitu, výrobního materiálu, typu závitu, objemu výroby, typu stroje, na kterém se bude závit vyrábět a také zda se jedná o vnitřní, vnější, levotočivý nebo pravotočivý závit. Můžeme závity vyrábět:

- Technologie obrábění (soustružení, frézování, broušení, řezání závitníkem).
- Technologie tváření (válcování, tváření závitníkem).

Při výrobě závitů obráběním je velmi důležité závity v průběhu výroby přimazávat a chladit, aby se zajistila co nejlepší kvalita povrchu, odvod třísek a opotřebení nástroje. Životnost

nástroje (závitníku) lze také docílit málo opotřebeným vrtákem, který předvrtává danou díru. Opotřebení závitníku je při použití nového vrtáku až o 5x nižší než při vrtáku opotřebeném.

Rozdělení závitů:

- Metrický-označení je velké M a je všeobecně nejpoužívanějším typem závitu. Úhel profilu je  $60^\circ$  a rozdělují se na závity s hrubým a jemným stoupáním.
- Whitworthův-označujeme jej velkým W. Profil závitu je vrcholový úhel  $55^\circ$  a tento typ závitu se u nás používá jen ojediněle.
- Lichoběžníkový-u rovnoramenného závitu je vrcholový úhel  $30^\circ$  a využíváme ho např. u obráběcích strojů. Tento typ označujeme Tr.
- Oblý-využívají se u velmi namáhaných nebo často rozebíratelných spojů např. různé armatury nebo vagónové spojky. Označujeme jej Rd.
- Edisonův-jedná se o speciální typ oblého závitu, který se používá především v elektrotechnice. Např. u klasické žárovky využíváme tohoto typu, protože je u něj dobrý kontakt s ostatními součástmi, do kterých žárovka zapadá. Tento kontakt je velmi důležitý pro správnou funkčnost žárovky. [16]

## 2.5 Technologie svařování

Svařování je nerozebíratelné spojení dvou a více součástí v tzv. svařenec. Tato metoda se používá pro kovové i nekovové materiály stejných nebo různých materiálových vlastností. Svařování je metoda, při které za určitých podmínek, zejména požadovaného tlaku a teploty, dojde k trvalému spojení, který nazýváme svár. Tyto spoje jsou velmi pevné, voděodolné, stálé a často i ekonomicky nejvýhodnější variantou. Velmi oblíbené jsou také při opravách výrobků, ale i strojů. Svar je jednoduchý spoj, který má ale i řadu nevýhod. Jednou z těchto nevýhod je změna mechanických vlastností spojů včetně jejich okolí kolem svaru, deformace, vnitřní pnutí a vady materiálu. Další nevýhodou je i samotná demontáž, která není v případě svařovaného spoje možná. Svařování by měla vykonávat osoba s potřebnou kvalifikací. Těmto osobám se říká svářeči a měli by posoudit, jakou metodou mají jaké materiály svařovat. Technologický postup svařování tvoří technolog popř. konstrukce. [17]

**Svařovací metody:**

**Tavné svařování**-jinak říkáme také svařování za působení tepla, při kterém dochází ke spojení lokálním nastavením svarových ploch základních materiálů, aniž by se použilo tlaku

nebo rázů. Obvykle se používá přídatný materiál stejného nebo podobného chemického složení jako základní materiál. Roztavený materiál tvoří tavnou lázeň. Ohřev probíhá jen v okolí svarových ploch.

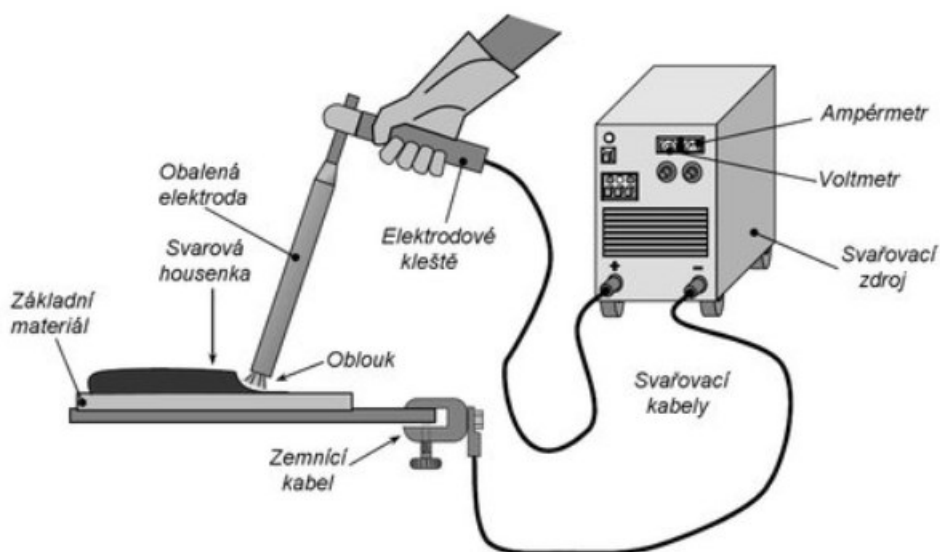
Dělení:

- svařování elektrickým obloukem,
- svařování elektrostruskové,
- svařování plazmové,
- svařování elektronové,
- svařování laserové,
- svařování aluminotermické,
- svařování elektroplynové.

Nejpoužívanějším typem svařování je svařování elektrickým obloukem.

**Svařování elektrickým obloukem**-Zdrojem tepla je el. oblouk mezi anodou a katodou. El. oblouk je nízkonapěťový vysokotlaký výboj, který hoří v prostředí dostatečně ionizovaného plynu

- **Ruční obloukové svařování obalenými elektrodami**-obalená elektroda je současně přídatný materiál. Principem je hoření oblouku mezi základním materiálem a obalenou elektrodou. Při procesu chladnutí je svar chráněn povrchovou struskou.



Obr. 13 Svařování obalenou elektrodou [13]

- **Obloukové svařování tavící se elektrodou v ochranném plynu**-využívá teplo elektrického oblouku mezi kontinuálně dodávaným drátem (elektrodou) a svařencem. Během tohoto procesu je odtavovaný drát přenášen do místa svařování. Roztavený drát a svarová lázeň je chráněna ochranným plynem. Ochranná atmosféra je dodávána výhradně externím zdrojem a to zásobníkem plynu tlakové láhve nebo rozvod plynu.

Dle složení ochranného plynu dělíme:

MAG (Metal active gas) – ochranný plyn je většinou CO<sub>2</sub> nebo směs CO<sub>2</sub>, argonu a kyslíku.

MIG (Metal inert gas) – ochranný plyn je především Ar či He a jejich směsi.

Výhody metody MIG/MAG:

- svařování ve všech svařovacích polohách,
- vysoká svařovací rychlost-vyšší produktivita,
- odstranění prostoje na výměnu klasických elektrod,
- nižší nároky na čištění strusky,
- eliminace zplodin oproti ručnímu obloukovému svařování,
- oblouk i svařovaná lázeň je jasně viditelná,
- při svařování ve zkratkovém přenosu-nižší vnesené teplo do svařence-menší deformace.

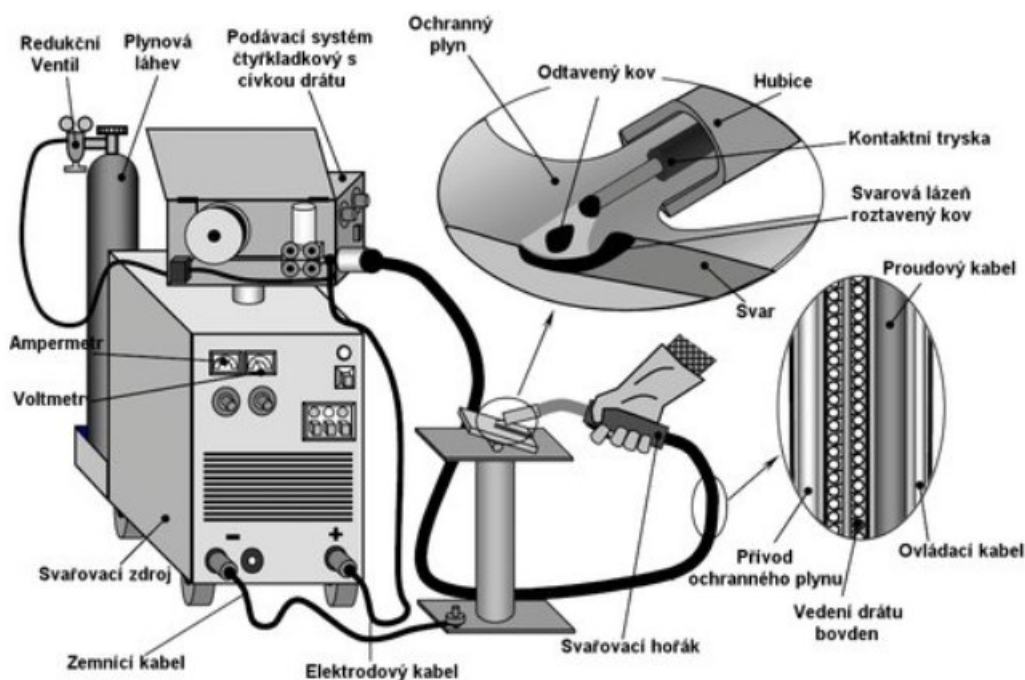
Nevýhody:

- svařovací zdroj je náročnější na obsluhu, pořizovací cena je vyšší,
- vyšší nároky na údržbu,
- při špatných podmínkách ventilace je riziko odfouknutí ochranného plynu,
- relativně vysoké vyzářené teplo do prostoru.

Použití:

- nízko i vysoce legované oceli,
- nerezové materiály,
- možnost svařování hliníku a hliníkových slitin,
- svařovatelnost mědi a jejich slitin.





Obr. 14 Svařování MIG/MAG [13]

#### - Svařování v ochranném plynu netavnou elektrodou

TIG (WIG) (Tungsten insert gas) – svařování netavicí se wolframovou elektrodou pracuje na principu hoření elektrického oblouku mezi wolframovou elektrodou a svařencem. Na základě přenosu elektrické energie pak dochází k natavení základního materiálu tedy svařence. Tavicí oblouk je chráněn ochranným interním zdrojem plynu, který zabraňuje vniknutí atmosférických nečistot do svařované lázně. Inertní plyn nebo netečný plyn je druh plynu, který nereaguje s dalšími prvky. Plyn do místa svařování proudí a je usměrňován pomocí keramické hubice, kde nahrazuje atmosférický vzduch. Svařování metodou TIG se liší tím, že elektroda není „spotřebována,“ jako elektrody u procesu ostatních metod obloukového svařování.

Wolfram je kov s vysokým stupněm teploty tání cca 3300 °C, což je v podstatě dvojnásobek teploty tavení oproti klasickým kovům běžně svařitelných.

V případě požadavku na přidání drátu do svaru se používá tzv. přídatný „studený drát“, který lze dopravovat buď ručně nebo mechanicky.

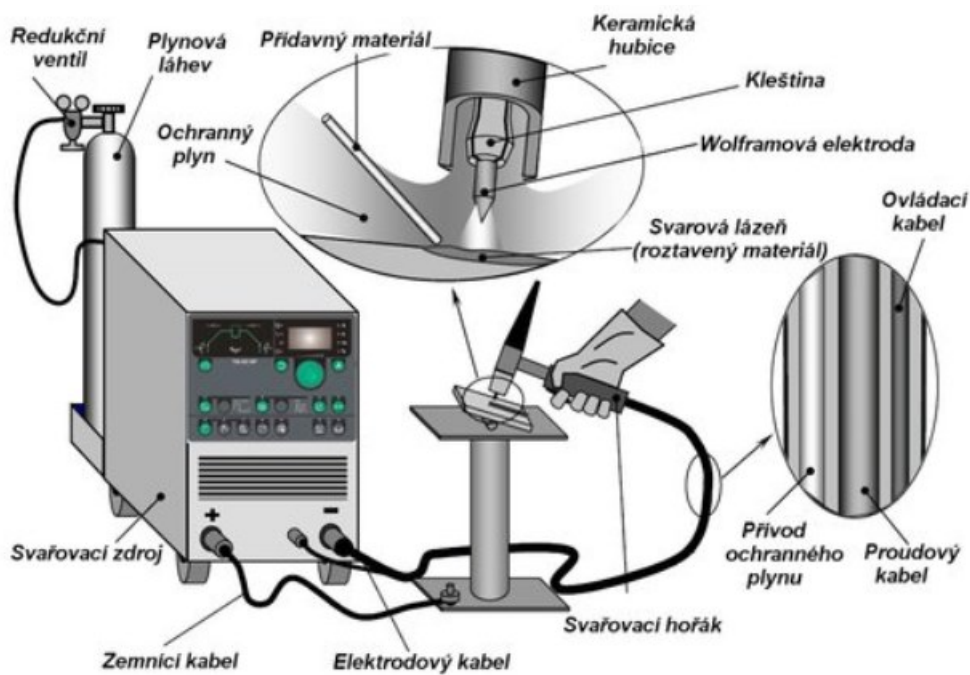
Výhody metody TIG:

- poskytuje účinnou ochranu svarové lázně v inertním ochranném plynu,
- poskytuje koncentrovaný paprsek,

- je možné svařovat s přídavným drátem i bez něj,
- po svařování není třeba svar dostatečně upravovat jako odstraňovat strusku, kuličky apod.,
- lze svařovat i v místech s nižší dostupností.

Použití:

- pro lodní průmysl,
- elektrárenský průmysl,
- petrochemický a chemický průmysl,
- potravinářský průmysl,
- apod. [13]



Obr. 15 Svařování TIG [13]

**Tlakové svařování**- za působením tepla a tlaku dochází k plastickým deformacím a ke spojení dochází i při částečně natavených materiálech. Povrchy spojovaných materiálů musí být dokonale očištěny a odmaštěny. [13]

Dělení:

- svařování tlakové za studena,
- svařování odporové,
- svařování v ohni,
- svařování třením,
- svařování ultrazvukové,
- svařování výbuchové,
- svařování difúzní,
- svařování indukční.

### 3 KONTROLA A MĚŘENÍ

Kontrola a měření je důležitá součást výroby. Jedná se o kontrolní činnost zajišťující správnost výrobku. Naměřenou veličinu porovnáváme s odpovídající fyzikální veličinou. Měřit můžeme například úhel, hmotnost, tíhu, rozměrovou a tvarovou přesnost, kvalita a drsnost povrchu atd. Měření provádíme při dodání materiálu nebo náradí (vstupní kontrola), během výroby (výrobní kontrola) a hotový výrobek (výstupní kontrola). Měření můžeme provádět:

- Přímou - touto metodou se měřená veličina určí přímo měřidlem (např. posuvným měřítkem nebo mikrometrem).
- Nepřímou – porovnává se rozdíl hodnot naměřené veličiny a pevného měřidla např. kalibru nebo šablony.

Dle způsobu snímání dělíme:

- Dotykové – veličina se zjišťuje v klidové poloze a měřený předmět je namáhán přítlačnou silou dotykového měřidla.
- Bezdotykové – měřená součást se může pohybovat nebo může měření probíhat v určité vzdálenosti. Součást nemusí být v přímém kontaktu s měřidlem.

Dle způsobu zjištění délkové veličiny:

- Absolutní - naměřená velikost se přímo odečte na měřidle (např. na posuvném měřidle).
- Komparační - hledaný rozměr se určí z odchylky stanoveného rozměru, nastaveného před měřením. (např. jmenovitý rozměr).

Dle vztahu obsluhy k procesu měření:

- Manuální - pro měření je potřeba obsluhy měřidel.
- Automatická - měření probíhá bez nutnosti kontaktu obsluhy s měřidlem. [18]

#### **Mechanická měřidla:**

Do mechanických měřidel řadíme:

- posuvná měřidla,
- mikrometrická měřidla,
- výškoměry,
- hloubkoměry,
- číselníkové úchylkoměry. [18]

### 3.1 Posuvná měřidla

Jednoduchým měřidlem jsou tzv. posuvky. Jsou lehce ovladatelná délková měřidla, která se používají nejčastěji pro měření vnějších, vnitřních rozměrů a hloubek.

Posuvná měřidla můžeme vyrábět s digitální nebo analogovou stupnicí.

- Klasická analogová posuvná měřítka-předmět vložíme mezi čelisti měřidla. Na pohyblivém rameni je stupnice, na které odečítáme nejdříve milimetry, které pak odečteme pomocí nonia. Nejčastěji se používá stupnice s možností odečítání na 0,05 a 0,02mm.
- Digitální posuvná měřítka- jsou častěji používaná než analogová. Naměřenou hodnotu zobrazují v číslicovém tvaru na displeji. Na rozdíl od analogových dokáží odečítat s přesností 0,01mm. Digitální měřidla jsou obvykle poháněna miniaturní baterií a vyrábí se v celé řadě variant.



Obr. 16 Posuvná měřidla [18]

### 3.2 Mikrometrická měřidla

Tato měřidla nazýváme též mikrometr. Jsou to jedny z nejpoužívanějších měřících přístrojů pro měření vnějších i vnitřních rozměrů. Nejčastěji se používají ve strojírenském průmyslu. Většinou je jejich rozsah jen po 25 mm. Digitální mikrometry zobrazují naměřenou hodnotu na displeji a práce s nimi je jednodušší. U analogových mikrometrů se hodnota odečítá na noniusu-dvou vzájemně kolmých stupnic. Nejběžnější jsou třmenové mikrometry, které se používají pro měření vnějších rozměrů. [18]



Obr. 17 Digitální mikrometrické měřidlo [18]

### 3.3 Hloubkoměry

Pro měření hloubek dutin, zápichů, otvorů a vybrání. Konstrukce vychází z mikrometru a posuvných měřidel. Hloubkoměry mohou mít rozlišitelnost až 0,001 mm. [18]



Obr. 18 Hloubkoměr [18]

### 3.4 Elektrická měřidla

Pro měření veličin se dnes velmi často používají elektrická měřidla, která fungují na principu citlivého snímače a převádí vstupní veličinu na elektrický (číslicový nebo analogový) výstupní signál. Používáme je pro měření délek, polohy, odchylek, rozměrů apod.

- Elektrické snímače s analogovým výstupem-tyto veličiny přeměňují naměřenou hodnotu na jinou analogovou fyzikální veličinu.
- Elektrické snímače s digitální výstupem-tyto snímače používáme nejčastěji u CNC strojů, kde je naměřená hodnota zpracovávána číslicově. Vstupní údaje nejsou ovlivněny vnějšími vlivy.

### 3.5 Optická měřidla

Tato měřidla používáme pro bezkontaktní měření. Mezi různé typy patří např. měřící mikroskopy, lupy nebo projektory.

**Měřící mikroskopy**-Používáme převážně pro měření malých součástí nebo nástrojů.

- Dílenský mikroskop-pro tvarově náročnější součásti např. závity, ozubená kola, šablony atd. Změnou objektivu lze dosáhnout různých zvětšen až padesátkrát zvětšený obraz. Rozlišovací schopnost je do 0,001 mm.
- Univerzální mikroskop-Má daleko širší využití než dílenský mikroskop. Používáme jej většinou v laboratořích, kde je potřeba přesnější vedení posuvů, větší rozsah měření atd. Rozlišovací schopnost je obvykle 0,001 mm a pro speciální aplikace až 0,0002 mm.

**Měřící lupy**-pro měření průměrů a délek. Přístroj se skládá z lupy, měřící destičky a držáku. Měřící destičky mají průměr 30 mm a bývají na nich vyleptány mřížky, které pomáhají při rozeznávání rozměrů. Zvětšení je nejčastěji 8 až 10násobné.

**Měřící projektory**-používají se při kontrole a pozorování menších výrobků ve zkušebnách nebo přímo v provozu. Ve většině případů mívají jak spodní, tak i horní osvit. Měření se může vykonávat s motorovým pohonem nebo ručně. Zvětšení je obvykle 10-100násobné, rozlišitelnost je 0,01 mm. [18]

### 3.6 Laserové měřící systémy

**Laserové skenery**-Nejmodernějším typem měření jsou laserové skenery. Mohou se používat jako samostatně stojící nebo jako součást výrobní linky. Měření probíhá bezdotykově a měří i pohybující se předměty za velmi krátký časový úsek. Touto metodou měříme např. průběžné měření drátu. Rozlišitelnost měřidel je až 0,0002 mm. [18]

## 4 TVORBA CENY A ŘÍZENÍ NÁKLADŮ V ZAKÁZKOVÉ VÝROBĚ

Tvorba ceny je pro podniky klíčová, ať už se jedná o nabízenou službu či zboží. Výklad ceny na trhu je definovaná jako poměr kvality a hodnoty nabízeného produktu či služby. Cenu charakterizujeme také jako peněžní vyjádření hodnoty vlastností a užitku výroby či služby. V rámci firmy je cena jednou ze čtyř komponentů marketingového mixu a musíme cenové tvorbě věnovat dostatečnou pozornost a péči. Pokud výrobek nebo služba získá u zákazníků důvěru, lze říct, že se jedná o značku, která opět může zvednout cenu za poskytovaný produkt. Cenu tvoří více složek. Např. nákladové, kdy řešíme pouze pokrytí nákladů při výrobě bez ohledu na vývoj trhu. Tato metoda není moc objektivní z hlediska dlouhodobé ziskovosti. Závisí na aktuální tržní situaci a cena včetně přírážky může být na trhu velmi nízká nebo vysoká. Při vysoké ceně nedosáhneme požadovaného objemu při prodeji a při nízké ceně firma nezíská dostatečný příjem, jaký by mohla. Ani jedna možnost není pro společnost zajímavá, protože nebude využit maximální potenciál zisku. Firma musí na vývoj trhu reagovat pružně a přizpůsobit tak i cenu, aby byla zajištěna maximální ziskovost. V cenové tvorbě musíme tedy uvážit veškeré faktory jako je nákladovost, situace na trhu s ohledem na poptávku a nabídku. Postavení firmy na trhu výrazně ovlivňuje její navyšování ceny při prosperování, a naopak snižování ceny při určité stagnaci. Tyto faktory ovlivňují důvěru a postavení společnosti na trhu. [19]

### 4.1 Vliv nákladů na cenu tvorby

Při tvorbě ceny je důležité sledovat náklady. Mají vliv na tvorbu ceny a tím pádem i ziskovost, tyto změny vyvolávají dva faktory. Prvním je globalizace konkurence a tím druhým je změna základních rysů hospodářské soutěže na každém trhu díky neustálému přílivu nových možností stlačování nákladů na jejich minimum. Na základy při tvorbě cen je pohlíženo ze dvou pohledů. Prvním je jejich členění a druhým je to, jaké náklady mají největší účinek na zákazníky. Ti, kdo rozhodují o cenách, musejí mít přehled o různých typech nákladů a jejich dynamice. Musejí ale také rozumět tomu, jak zákazníci oceňují efekty vynaložených nákladů ve vztahu k celkové hodnotě výrobku. Při členění nákladů je důležitý jejich charakter. Rozlišujeme, zda se jedná o náklady fixní nebo variabilní. Rozdělení na fixní a variabilní je klíčové. Fixní náklady jsou takové, které se za určité období s množstvím produkce nemění. Patří mezi ně nájemné, odpisy budov, strojů, zařízení, energie a další režie. Variabilní náklady se považují za jednotkové, neboť se počítají na každou vyrobenou jednotku. Zahrnují



například náklady na materiál nebo náklady na výstupní kontrolu jednotlivých výrobků. Při nulové produkci by byly vykazovány nulové variabilní náklady, kdežto fixní by zůstaly. [19]

## 4.2 Řízení nákladů

Při rychlém růstu konkurence v určitém odvětví nastává situace, kdy má podnik velice omezené možnosti, jak nastavit cenu dle svých možností a nákladů. Pak velmi často bývá přijímána cena daná trhem. V takové situaci nezbyvá nic jiného než snížit náklady, aby bylo dosaženo vyšší míry zisku. Pozor ale na to, že snižování nákladů vede ke snížení hodnoty a kvality výrobků. Snižování nákladů musí vždy probíhat s přihlédnutím na dopady, které toto snížení přinese. Podnikové náklady musí vždy probíhat s přihlédnutím na dopady, které toto snížení přinese. Podnikové náklady jsou vždy spojeny s podnikovými výkony. To znamená, že každý náklad je účelově i hodnotově svázán s hodnotově vyjádřeným prospěchem, kterým je prodaný výkon. Důležité je, aby snižováním nákladů nebylo pouhé "osekávání" nákladů tak, že se propustí "nadbyteční" lidé, koupí levnější pracovní pomůcky, seškrtním nákladů na telefon a podobně. Lepší je vymyslet jinou cestu, jak být efektivnější a ziskovější než snižování nákladů. To přichází v úvahu jako úplně poslední možná varianta, aby se zachovala kvalita výrobků. Pokud k tomu nakonec stejně dojde, pak se musí brát v potaz veškeré vazby na výkony a vyhodnotit je. Je třeba si uvědomit, že také ne všechny výkony tvoří rovnoměrně stejný zisk. Některé výkony jsou vysoce ziskové, jiné mohou být dokonce ztrátové. Pokud je tedy nutné přistoupit k nákladovým úsporám, prvně je pozornost věnována výkonům méně rentabilním, než těm ostatním. Tímto způsobem je snižování nákladů efektivnější, než kdyby se provádělo plošně. Proti optimalizaci nákladů je třeba znát jejich druhy. Rozlišujeme materiálové náklady, osobní náklady (náklady na pracovní sílu), odpisy a externí služby a ostatní náklady. [20]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 CÍLE PRAKTICKÉ ČÁSTI

Cílem bakalářské práce je volba výrobního postupu příruby na základě provedené ekonomické analýzy výrobních možností. Navrhněte různé výrobní metody zadaného dílce, ty ekonomicky analyzujte a proveďte ekonomické hodnocení výroby.

Díličními cíli jsou:

- Vypočítejte polotovar pro výrobu zadané součásti.
- Určete podmínky pro výpočet strojních časů (doba přípravy, čas výroby).
- Navrhněte tři výrobní varianty, dle možností firmy, pro zvolenou součást.
- Spočítejte náklady na jednotlivé varianty výroby.
- Ekonomicky vyhodnoťte navržené varianty.
- Porovnejte varianty a doporučte nejlevnější variantu pro zvolený počet kusů.

## 6 HODNOCENÍ VÝROBNÍCH VARIANT

Úkolem ekonomického hodnocení výrobních variant je posouzení jejich hospodárnosti a výběr varianty, která za daných podmínek výrobních a odbytových dosahuje nejnižších nákladů při zachování kvality a dodržení termínů. Náklady výroby také odrážejí vhodnost použité technologie.

Hlavními jsou:

- druh a složitost výrobku,
- typ výroby,
- organizační uspořádání výroby,
- technická úroveň výroby,
- užívané materiály,
- využití materiály,
- využití kapacit strojů,
- náročnost manipulačních operací,
- a další. [21]

Při hodnocení se můžou porovnávat jak technologie nové ke stávajícím nebo různé varianty nových technologií či stávajících technologií navzájem. Nemusí se vždy porovnávat úplně všechny položky nákladů, ale jen ty, co se značně odlišují použitou technologií. Právě tyto se zjišťují orientačním rozbohem nákladů jednotlivých položek. Pokud se zvyšuje technickoorganizační úroveň výroby, zpravidla dochází ke snížení podílu lidské práce a naopak ke zvýšení podílu strojní práce a s ní spojených nákladů jako jsou odpisy, údržba, opotřebení, trvanlivost a dále. Běžně jsou tyto položky součástí výrobní režie, která se stanovuje pomocí procentuálně vyjádřené režijní přírážky. Při použití kalkulací na bázi úplných nákladů, je výhodnější použít metodiku přírážkové kalkulace s použitím strojních hodinových sazeb než s procentní přírážkovou sazbou, která neodráží průběh nákladů k použitým technologiím.

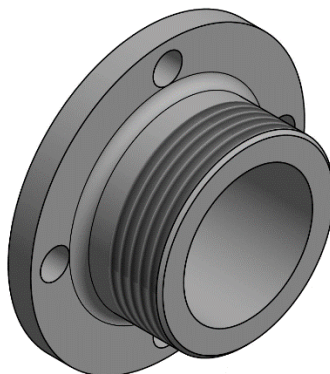
### **Vlastní náklady výroby:**

S využitím strojních hodinových sazeb umožňují porovnávat jak technologicky odlišné varianty (např. lisování, obrábění), tak i variantní používání strojů při téže technologii, neboť strojní hodinové sazby strojů se liší podle ročních strojních nákladů a stupně využití. Z toho vyplývá, že lze dosáhnout úspory nákladů bez využití investic tím, že se přesune výroba na

stroje, které zajistí požadované technické parametry výrobku s nižší hodinovou sazbou. Snažou se co nejlepší kapacitní využití strojů a pokud se ukážou nějaké stroje málo využívané, pak je možný jejich odprodej. U speciálních strojů, využívaných zřídka je třeba zvážit, zda má smysl stroje držet v podniku nebo požadované práce zadat externě. Rozhodnutí o zvolení té nejlepší varianty by ale neměl být jen na základě porovnání nákladů, ale musí být brány v potaz i další technické ukazatele. Občas se může zdát, že zavedení nové technologie nepřináší úsporu ve vlastních nákladech. Potom se musí prozkoumat všechny důvody jejího zavedení, které mohly být například vyšší jakost povrchu, zjednodušení výroby, snazší manipulace, nová koncepce výrobku a podobně. To se ukáže právě na těch dalších ukazatelích, než jsou vlastní náklady. Mohou to být i mimoekonomické důvody, které vedou ke změně technologie, jako například vztah k životnímu prostředí, legislativa, speciální požadavky zákazníků a podobně. Naplnění těchto důvodů může být mnohdy důležitější než pouhé snížení vlastních nákladů výroby při zavedení nové technologie. [21]

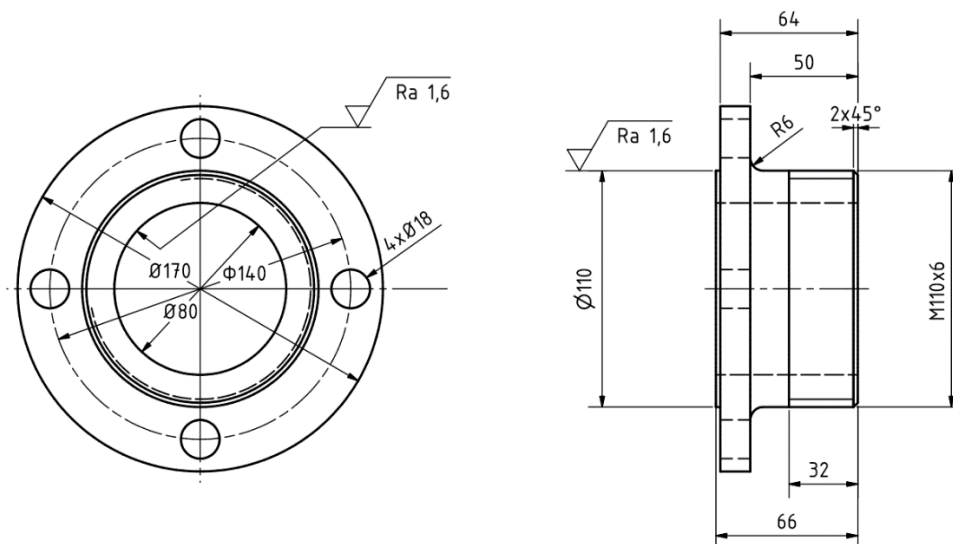
## 7 POPIS SOUČÁSTI

Díl je rotační součást, konkrétně příruba, která slouží k vypouštění média z cisteren. Řešený díl je zobrazen na (Obr. 19).



Obr. 19 Model příruby

Příruba má celkovou délku 66 mm a největší průměr 170 mm, na kterém jsou čtyři díry průměru 18 mm pootočené o úhel 90°. Na menším průměru 110 mm, délky 50 mm je závit M110x6 délky 32 mm. Díra skrz celou přírubu je průměru 80 mm. Celkové požadavky na drsnost jsou Ra 6,3. (Obr. 20)



Obr. 20 Základní rozměry příruby

### 7.1 Materiálová charakteristika

Podle výrobního výkresu je předepsán materiál S355J0, který odpovídá ČSN 11 523, EN 1.0553. Chemické složení je znázorněno v Tab. 1 Chemické složení materiálu S355J0.

S355J0 je konstrukční ocel s vysokou pevností v tahu, kterou lze snadno přivařit k jiné svařitelné oceli. S nízkým obsahem uhlíku má dobré vlastnosti tváření za studena. Materiál je dodáván v normalizovaném nebo kontrolovaném stavu válcování. Materiál se využívá ve strojírenství a stavebnictví. Konstrukční využití má např. v nákladních automobilech, železničních vagónech, cisternách atd. Materiál má dobrou svařitelnost a obrobitelnost, rozměrovou přesnost, trvanlivost a dlouhou životnost. Tyto S355J0 ocelové tyče se vyrábějí v různých tvarech a velikostech dle požadavků zákazníků. Nelegovaná konstrukční jemnozrná jakostní ocel je vhodná pro výrobu tlakových nádob a tepelných energetických zařízení.

Tab. 1 Chemické složení materiálu S355J0

Prvek	C	Si	Mn	N	S	P
Max %	0,24	0,60	1,70	0,014	0,40	0,40

**Rozbor označení:**

Symbol S: konstrukční ocel

355: minimální mez kluzu 355 N/mm<sup>2</sup>

Symbol J0: zkouška nárazem, snadno snáší nárazovou energii 27 J při teplotě 0°

Mechanické vlastnosti jsou v (Tab. 2)

Tab. 2 Mechanické vlastnosti

Tloušťka (mm)	Tvrdość HB (MPa)	Pevnost v tahu (MPa)	Prodloužení (%)
8 až 100	315 až 355	450 až 630	18 až 20
101 až 200	285 až 295	450 až 600	18
201 až 400	275	...	17

**7.2 návrh polotovaru**

Přídavek na průměr polotovaru

$$T_{př} = 0,05 \cdot D_{max} + 2 \text{ [mm]}$$

$$T_{př} = 0,05 \cdot 170 + 2 = 10,5 \text{ [mm]}$$

Průměr polotovaru:

$$D_{pol} = T_{př} + D_{max} [mm]$$

$$D_{pol} = 10,5 + 170 = 180,5 [mm]$$

Tomuto rozměru vyhovuje vyráběný průměr tyče 185 mm, ale já volím polotovar ocel o průměru 180 mm dle EN 10025.

Délka polotovaru:

$$L_{pol} = L_{max} + 2 \div 5 [mm]$$

První kus:

$$L_{pol} = 2 + 66 + 2 = 70 [mm]$$

Další kusy:

$$L_{pol} = 66 + 2 = 68 [mm]$$

Polotovarem pro zadanou součást bude tyč kruhového průřezu tažená podle normy EN 10025. Hmotnost jednoho metru tyče průměru 180 mm je 200 kg.

Výpočet kusů z tyče. V nabídce jsou tyče délky 3, 4, 6 m.

Počet kusů z jedné tyče:

$$n = \frac{L}{L_{pol} + S_{řezu}} [ks]$$

$$n_{pol1} = \frac{3000}{68 + 0,33} = 43,9 \approx 43 [ks]$$

$$n_{pol2} = \frac{4000}{68 + 0,33} = 58,5 \approx 58 [ks]$$

$$n_{pol3} = \frac{6000}{68 + 0,33} = 87,8 \approx 87 [ks]$$

Volba délky tyče: Podle využitelnosti délky tyče se stanoví optimální délka nakoupených tyčí. Z nabídky délek tyče 3, 4, 6 m volím délku 6 m.



## 8 TECHNICKO-EKONOMICKÉ HODNOCENÍ

Varianty výroby byly zvoleny na základě požadavků zákazníka. Po konzultaci a doporučení odborných pracovníků firmy byly navrženy stroje pro tuto výrobu tak, aby se zajistila optimalizace výroby pro kusovou, ale i sériovou výrobu příruby. Náklady spojené s výměnou nástrojů a opotřebením strojů jsou zahrnuty v hodinové sazbě stroje. Dále do vyhodnocení nebudou zahrnuty operace totožné pro všechny tři postupy, tzn. že v ceně jednoho obrobku nebude zahrnuta položka měření přesnosti dílu. Vyhodnocení bude provedeno pro 1ks, 20ks a 100ks. Ekonomické vyhodnocení je provedeno na základě hodinových režijních sazeb jednotlivých pracovišť. Hodinové sazby na jednotlivých pracovištích jsou stanoveny s ohledem na technické možnosti vybraných strojů. Přehled hodinových sazeb je znázorněn v (Tab. 6, Tab. 11, Tab. 15) a následně je provedena kalkulace ceny jednoho kusu pro určité velikosti dávek dle vztahu:

$$N = \Sigma \left( \frac{\text{doba přípravy}[\text{min}]}{60 * \text{počet kusů}} * \text{hodinová sazba}[\text{Kč}] \right) + \frac{\text{čas pro výrobu jednoho kusů} [\text{min}]}{60} * \text{hodinová sazba}[\text{Kč}]$$

## 9 ZPŮSOB VÝROBY NA SOUSTRUŽNICKÉM CENTRU

Pro první způsob výroby využijeme CNC soustruh s poháněnými nástroji značky Mori Seiki typ NLX2500Y, který má oproti dalším možnostem výroby výhodu v jeho flexibilitě. Tím je zajištěno, že celá výroba bude probíhat na tomto jednom stroji a není nutné využívat jiných strojů a kooperací na další operace. Technické parametry jsou uvedeny v (Tab. 3). Jedinou přidruženou operací je řezání na požadovanou délku polotovaru, kterou provádíme na pásové pile. Nejprve si na pásové pile nařezeme z tyče požadovaný polotovar s přídavky, který upneme na CNC soustružnickém centru, kde se jako první zarovná čelo a následně se začne obrábět jedna strana. Po dokončení požadovaného tvaru jedné strany příruby se součást automaticky otočí a upne do sklíčidel na obrobení druhé strany. Zde stroj opracuje požadovaný tvar, vyvrtá vnitřní průměr 80 mm a vyřeže závit. Následuje automatické pootočení obrobku ve sklíčidle o určitý úhel a navrtání děr. Tento proces probíhá vždy po 90°, tedy 4x.

### 9.1 Výrobní stroje

Výrobní stroje jsou mechanická zařízení k usnadnění, zrychlení a zpřesnění lidské práce. Jejich správná volba může významně ovlivnit výslednou cenu výrobku. Stroje volíme dle možnosti firmy.

#### 9.1.1 Soustruh CNC NLX 2500Y

Univerzální soustružnické centrum s poháněnými nástroji s vysokou tuhostí a přesností, umožňuje obrábění od jednoduchých až po různě složité obrobky a komponenty.

Výrobce: Mori Seiki

Typ: NLX2500Y

Systém: Mitsubishi celos



Obr. 21 NLX 2500Y/1250

Tab. 3 Technické parametry CNC soustruhu

Max. průměr soustružení	366 mm
Max. délka obrobku s koníkem (lze obrobit)	1,255 mm
Max. velikost sklíčidla	254 mm
Max. otáčky motoru vřetena	4 000 ot / min
Jmenovitý výkon měniče (100% DC)	22 kW (AC)
Max. průměr kapacity tyče	102 mm

### 9.1.2 Pásová pila

Robustní univerzální pásová pila nachází všeobecné uplatnění od nepřetržitých non stop provozů až po zámečnické a údržbářské dílny. Průmyslový pilový pás 27 x 0,9 mm je vyráběn v mnoha variantách a umožňuje průmyslové dělení široké škály materiálů, včetně nerezů nebo nástrojových ocelí.

Výrobce: Pilous

Typ: ARG 300 F

Parametry stroje jsou popsány v (Tab. 4)



Obr. 22 Pásová pila na kov

Tab. 4 Technické parametry pásové pily

Hlavní motor pásové pily	400 V / 50 Hz / 2,2 kW
Rychlost pilového pásu	15–90 m / min
Rozměry pásového pily (max.)	1650 x 2000 x 2150 mm
Rozměr pilového pásu (max.)	3150 x 27 x 0,9 mm
Pracovní výška svěráku pily	910 mm

## 9.2 Výrobní nástroje

Výrobní nástroje nejsou pro nás v tuto chvíli důležité, protože se jedná již o nástroje, které firma vlastní a jejich opotřebení pro zvolený počet výrobních kusů při výrobě není nijak významný.

### 9.3 Výrobní časy a ceny výroby

V (Tab. 5) jsou uvedeny časy přípravy a doba potřebná pro výrobu na jednotlivých strojích. Doba přípravy na CNC soustruhu zahrnuje programování, první i druhé upnutí polotovaru na stroji a nachystání příruby na vyvrtání děr pro šroub. V (Tab. 6) jsou znázorněny hodinové sazby na jednotlivých pracovištích. Hodinová sazba zahrnuje sazbu za přípravu, výrobu i sazbu za pracovníka. V (Tab. 7) jsou zaznamenány celkové náklady na výrobu pro variantu na soustružnickém centru, které budou následně porovnány v celkovém vyhodnocení variant. (Tab. 17)

Tab. 5 Časy-varianta na soustružnickém centru

pracoviště	Doba přípravy na 1ks [min]	Doba výroby na 1ks [min]
Pásová pila	4	13,46
CNC soustruh NLX 2500	150	29,53

Tab. 6 Hodinová sazba pracovišť-varianta na soustružnickém centru

pracoviště	Hodinová sazba [Kč/h]
Pásová pila	350
CNC soustruh NLX 2500	1200

#### Kalkulace ceny jednoho kusu výrobku:

Kalkulace ceny jednoho kusu výrobku

$$N_{1,1} = \frac{4}{(1 * 60)} * 350 + \frac{13,46}{60} * 350 + \frac{150}{(1 * 60)} * 1200 + \frac{29,53}{60} * 1200 = 3692,4 \text{ Kč}$$

Kalkulace ceny jednoho kusu výrobku pro sérii 20kusů

$$N_{1,20} = \frac{4}{(20 * 60)} * 350 + \frac{13,46}{60} * 350 + \frac{150}{(20 * 60)} * 1200 + \frac{29,53}{60} * 1200 = 820,3 \text{ Kč}$$

Kalkulace ceny jednoho kusu výrobku pro sérii 100kusů

$$N_{1,100} = \frac{4}{(100 * 60)} * 350 + \frac{13,46}{60} * 350 + \frac{150}{(100 * 60)} * 1200 + \frac{29,53}{60} * 1200$$
$$= 699,4 \text{ Kč}$$

Tab. 7 Porovnání cen pro zvolený počet kusů-varianta na soustružnickém centru

Počty ks	Cena výroby na 1ks [Kč]	Cena za materiál 1ks [Kč]
1	3692,4	256
20	820,3	250*20
100	699,4	225*100

## 10 ZPŮSOB VÝROBY SOUSTRUH A FRÉZKA

Pro druhý způsob výroby využijeme CNC soustruh značky Hyundai-L800LA, na kterém budeme obrábět celkový tvar součásti vč. závitu a CNC frézovací centrum pro výrobu děr značky DMG Mori CMX 800 V. Technické parametry jsou uvedeny v (Tab. 8) a (Tab. 9). Další přidruženou operací je řezání na požadovanou délku polotovaru, kterou provádíme na pásové pile (Obr. 22). Nejprve si nařezeme na pile požadovaný polotovar vč. přídavek a poté polotovar upneme do sklíčidel CNC soustruhu, na kterém vyrobíme požadovaný tvar z jedné a následně z druhé strany příruby. Vyřežeme závit a díl upneme na CNC frézovací centrum, na kterém dovrátíme díry pro šrouby.

### 10.1 Výrobní stroje

S ohledem na strojní vybavení firmy a požadované vlastnosti při výrobě jsou zvoleny tyto stroje.

#### 10.1.1 CNC soustruh L800LA

Dvouosý CNC soustruh má vysokou rychlost je přesný a výkonný díky dokonalé technice. Stroj je určen pro potřeby velmi rychlého obrábění s maximální produktivností a přesností.



Obr. 23 CNC soustruh L800LA

Tab. 8 Technické parametry CNC soustruhu L800LA

Velikost sklíčidla	32 ''
Maximální průměr tyče	239 mm
Otáčky vřetena	700 ot/min
Hmotnost stroje	23500 kg

### 10.1.2 CNC frézovací centrum CMX 800 V



Obr. 24 CNC frézovací centrum CMX 800 V

Tab. 9 Technické parametry CNC frézovacího centra CMX 800 V

Max. pojezd v ose X	800 mm
Max. pojezd v ose Y	560 mm
Max pojezd v ose Z	510 mm
Délka stolu	1 100 mm
Šířka stolu	560 mm



### 10.1.3 Pásová pila

Z technických důvodů je použito stejné pásové pily Pilous ARG 300 F jako pro předchozí variantu. Pásová pila je znázorněna na (Obr. 22) a parametry stroje jsou popsány v (Tab. 4).

## 10.2 Výrobní časy a ceny výroby

V (Tab. 10) jsou uvedeny časy přípravy a doba potřebná pro výrobu na jednotlivých strojích.

V (Tab. 11) jsou znázorněny hodinové sazby na jednotlivých pracovištích. Hodinová sazba zahrnuje sazbu za přípravu, výrobu i sazbu za pracovníka.

Tab. 10 Časy-varianta soustruh a frézka

Pracoviště	Doba přípravy na 1ks [min]	Doba výroby na 1ks [min]
Pásová pila	4	13,46
CNC soustruh L800LA	140	28,36
CNC frézovací centrum CMX 800 V	40	8,10

Tab. 11 Hodinová sazba pracovišť-varianta soustruh a frézka

Pracoviště	Hodinová sazba [Kč/h]
Pásová pila	350
CNC soustruh L800LA	800
CNC frézovací centrum CMX 800 V	900

**Kalkulace ceny jednoho kusu výrobku:**

Kalkulace ceny jednoho kusu výrobku

$$N_{2,1} = \frac{4}{(1 * 60)} * 350 + \frac{13,46}{60} * 350 + \frac{140}{(1 * 60)} * 800 + \frac{28,36}{60} * 800 + \frac{40}{(1 * 60)} * 900 + \frac{8,10}{60} * 900 = 3068,2 \text{ Kč}$$

Kalkulace ceny jednoho kusu výrobku pro sérii 20kusů

$$N_{2,20} = \frac{4}{(20 * 60)} * 350 + \frac{13,46}{60} * 350 + \frac{140}{(20 * 60)} * 800 + \frac{28,36}{60} * 800 + \frac{40}{(20 * 60)} * 900 + \frac{8,10}{60} * 900 = 702,9 \text{ Kč}$$

Kalkulace ceny jednoho kusu výrobku pro sérii 100kusů

$$N_{2,100} = \frac{4}{(100 * 60)} * 350 + \frac{13,46}{60} * 350 + \frac{140}{(100 * 60)} * 800 + \frac{28,36}{60} * 800 + \frac{40}{(100 * 60)} * 900 + \frac{8,10}{60} * 900 = 603,1 \text{ Kč}$$

Tab. 12 Porovnání cen pro zvolený počet kusů-varianta soustruh a frézka

Počty ks	Cena výroby na 1ks [Kč]	Cena za materiál [Kč]
1	3068,2	256
20	702,9	250*20
100	603,1	225*100

## 11 SVAŘOVACÍ ZPŮSOB VÝROBY

Jako třetí způsob výroby volíme kombinaci svařování a následného obrobení. Nakupovaný materiál se bude svařovat metodou MIG a obrábět se následně bude na CNC soustruhu L800LA (Obr. 23). Požadovaným materiálem je trubka, kterou na pásové pile nařezeme na požadovaný polotovar a výpalek nakupovaný v kooperaci. Trubka bude vsazena do výpalku s větším vnitřním průměrem a společně se svaří k sobě. Celý svařenec se upne na CNC soustruh a obrobí se vč. požadovaného závitu, zkosení hran a dokončovacích operací.

### 11.1 Výrobní stroje

Jako výrobní stroje používáme stroje, které jsou ve firmě k dispozici. Na obrobení budeme používat stejný CNC soustruh jako při prvních dvou předešlých variantách. I pásová pila se bude opět opakovat.

#### 11.1.1 Invertorový svářecí poloautomat

Magnum 400 PULS MIG SYNERGY je špičkové profesionální průmyslové poloautomatické svařovací zařízení, s odděleným podavačem drátu a kapalinou chlazený svařovací hořák. Můžeme použít hned několik možností a způsobů svařování, např. MIG / MAG aj. Zařízení má velmi přesné ovládání, které je postaveno na základě digitálního systému, které zajišťuje vysokou přesnost a vynikající parametry. Metodou MIG / MAG je možné svařování materiálů, jako je ocel, nerez a hliník.

Výrobce: Magnum

Typ: MIG/MAG 400 PULS SYNERGY

Technické parametry jsou v (Tab. 13)

Tab. 13 Technické parametry svářecího poloautomatu

Napájecí napětí	3 x 400 V 50/60 Hz
Napájecí výkon	77 V
Max. průměr cívký drátu	300 mm



Obr. 25 Invertorový svářecí poloautomat MIG 400

### 11.1.2 Pásová pila

Z technických důvodů a strojového parku firmy je použito stejné pásové pily Pilous ARG 300 F jako u předchozích variant. Pásová pila je znázorněna na (Obr. 22) a parametry stroje jsou popsány v (Tab. 4).

### 11.1.3 CNC soustruh L800LA

Dle možnosti strojového parku firmy je použit stejný CNC soustruh L800LA jako u předchozí varianty. Stroj je znázorněn na (Obr. 23) a parametry stroje jsou popsány v (Tab. 8).

## 11.2 Výrobní časy a ceny výroby

V (Tab. 14) jsou uvedeny časy přípravy a doba potřebná pro výrobu na jednotlivých strojích. Doba přípravy CNC soustruhu zahrnuje i časy pro přípravu úkosů a přepnutí mezi jednotlivými operacemi. V (Tab. 15) jsou znázorněny hodinové sazby na jednotlivých pracovištích.

Tab. 14 Časy-svařovací varianta

Pracoviště	Doba přípravy na 1ks [min]	Doba výroby na 1ks [min]
Pásová pila	4	9
Svařování MIG	25	25
CNC soustruh L800LA	42,2	20
Ruční broušení úkosů	0,5	10

Tab. 15 Hodinová sazba pracovišť-svařovací varianta

Pracoviště	Hodinová sazba [Kč/h]
Pásová pila	350
Svařování MIG	540
CNC soustruh L800LA	800
Ruční broušení úkosů	540

**Kalkulace ceny jednoho kusu výrobku:**

Kalkulace ceny jednoho kusu výrobku

$$N_{3,1} = \frac{4}{(1 * 60)} * 350 + \frac{9}{60} * 350 + \frac{25}{(1 * 60)} * 540 + \frac{25}{60} * 540 + \frac{42,2}{(1 * 60)} * 800 + \frac{20}{60} * 800 + \frac{0,5}{(1 * 60)} * 540 + \frac{10}{60} * 540 = 1449,6 \text{ Kč}$$

Kalkulace ceny jednoho kusu výrobku pro sérii 20kusů

$$N_{3,20} = \frac{4}{(20 * 60)} * 350 + \frac{9}{60} * 350 + \frac{25}{(20 * 60)} * 540 + \frac{25}{60} * 540 + \frac{42,2}{(20 * 60)} * 800 \\ + \frac{20}{60} * 800 + \frac{0,5}{(20 * 60)} * 540 + \frac{10}{60} * 540 = 675,1 \text{ Kč}$$

Kalkulace ceny jednoho kusu výrobku pro sérii 100kusů

$$N_{3,100} = \frac{4}{(100 * 60)} * 350 + \frac{9}{60} * 350 + \frac{25}{(100 * 60)} * 540 + \frac{25}{60} * 540 + \frac{42,2}{(100 * 60)} \\ * 800 + \frac{20}{60} * 800 + \frac{0,5}{(100 * 60)} * 540 + \frac{10}{60} * 540 = 642,3 \text{ Kč}$$

Tab. 16 Porovnání cen pro zvolený počet kusů-svařovací varianta

Počty ks	Cena výroby na 1ks [Kč]	Cena výpalku [Kč]	Cena trubky [Kč]
1	1449,6	153	93
20	675,1	121*20	91*20
100	642,3	118*100	88*100

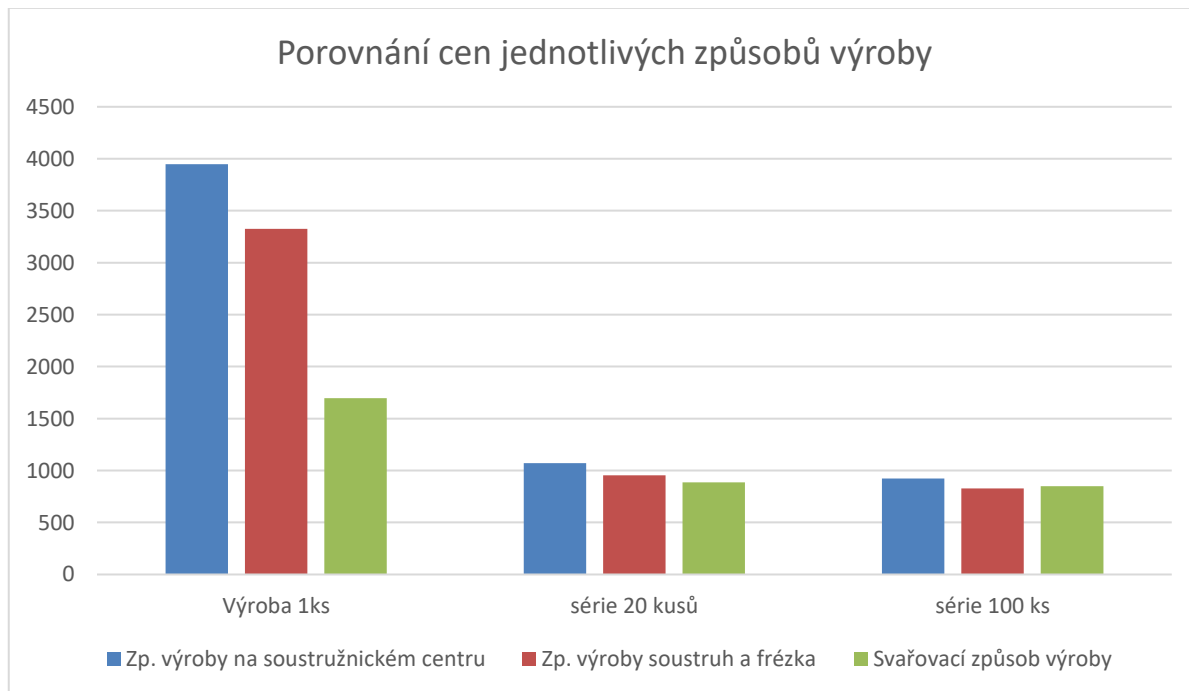
## 12 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ VÝROBNÍCH VARIANT

Porovnání cen výroby jednotlivými způsoby je patrné z (Tab. 17) a z grafického zobrazení výsledků z Grafu. Z výsledků je patrné, že výroba součásti 2.způsobem kombinací CNC soustruhu a CNC frézky je nejekonomičtější pro sérii 100ks. Třetí způsob svařovací metodou je nejlevnější pro výrobu 1 kusů, tak i pro sérii 20 ks.

Tab. 17 Porovnání cen výroby jednotlivými způsoby

	Cena prováděných operací pro 1ks/Kč		
	1ks	Série 20ks	Série 100ks
1. Způsob výroby na soustružnickém centru	3948,4	1070,3	924,4
2. Způsob výroby soustruh a frézka	3324,2	952,9	828,1
3. Svařovací způsob výroby	1695,6	887,1	848,3

Ceny jsou vč. ceny za materiál pro určitý počet ks.



## ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout tři způsoby výroby zadané součásti příruba a ekonomické vyhodnocení nejlevnější výrobní varianty.

Pro provedení ekonomického zhodnocení bylo nejprve nutné seznámení s potřebnou teorií. Začátek teoretické práce byl věnován popisu zadané součásti a konvenčním metodám obrábění. Následně seznámení s tvorbou cen a výrobních nákladů pro určení cenové tvorby ve firmě.

Praktická část byla zaměřena na důležité faktory, které mají na konečnou cenu vliv. Určila se velikost požadovaného polotovaru a materiálová charakteristika. Následoval návrh tří výrobních variant na zvolených strojích a určily se konkrétní podmínky pro tvorbu ceny. Cena se určovala pro 1kus, sérii 20kusů a 100 kusů. Po konzultaci s pracovníky na jednotlivých strojích byly stanoveny doby příprav a strojní časy výroby na jednotlivých pracovištích. U každé varianty se řešili i strojní časy a doba přípravy pro řezání polotovaru na pásové pile. Stroje byli vybrány na základě strojového parku, který již firma vlastní.

První variantou byla výroba na soustružnickém centru s poháněnými nástroji. Tento způsob výroby se ukázal jako neefektivnější z hlediska nenutnosti přemísťovat součást na jiná výrobní zařízení, ale ani tento fakt, nebyl ve výsledném srovnání nejlevnější variantou. Pro výrobu 1kusu byla cena 3948,4Kč, pro 20kusů byla cena 952,9Kč a pro sérii 100kusů byla 924,4Kč. Druhá výrobní varianta byla na CNC soustruhu a CNC frézce. Zde se využil CNC soustruh na celkové opracování součásti a na CNC frézce se výrobek dokončil vyfrézováním děr pro šrouby. Zde byla cena pro 1kus 3324,2Kč, pro 20kusů 952,9kč a pro sérii 100 kusů 828,1Kč. Třetí variantou byla kombinace svařovací metody a CNC soustruhu. Zde se nakupovaný výpalek navařil na trubku požadovaného polotovaru a na CNC soustruhu se provedlo celkové opracování příruby. Cena pro výrobu 1kusu byla 1695,6Kč, pro 20kusů 887,1Kč a pro sérii 100ks 848,3Kč.

Všechny výrobní varianty se pomoci vzorce propočítaly na jednotlivé množství kusů a v poslední kapitole se výsledky zhodnotili. Výsledkem tohoto hodnocení bylo zjištění, že pro výrobu 1 kusů a sérii 20kusů je nejlevnější varianta třetí s použitím kombinace svařování a soustružení. Pro 1kus byla cena 1695,6Kč a pro sérii 20kusů byla cena 887,1Kč. Pro sérii 100 kusů, je pro zadanou přírubu nejlevnější druhá varianta kombinace CNC soustruhu a CNC frézky. Cena pro 100kusů byla 828,1Kč.



**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] SHIGLEY, Joseph, Charles MISCHKE a Richard BUDYNAS. Konstruování strojních součástí. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2010. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 97880-214-2629-0
- [2] Bolted joints. Little P.ENG. for engineers training [online]. Southeast Calgary, b.r. [cit. 2019-0406]. Dostupné z: <https://www.littlepeng.com/single-post/2017/06/30/Bolted-Joints>
- [3] ČSN EN 13555. Příruby a přírubové spoje: Parametry těsnění a postupy zkoušení vztahující se k pravidlům pro navrhování přírubových spojů s kruhovými přírubami a těsněním. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [4] Troubleshooting Gasket Failure. Pumps&Systems. 2018, (4), 69-71.
- [5] General turning. Sandvik Coromant [online]. © 2012 [vid. 2013-05-14]. Dostupné z:[http://www.sandvik.coromant.com/engb/knowledge/general\\_turning/application\\_overview/Pages/default.aspx](http://www.sandvik.coromant.com/engb/knowledge/general_turning/application_overview/Pages/default.aspx)
- [6] HUMÁR, Anton. Výrobní technologie: Syllabus předmětu Výrobní technologie II [online]. VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2002 [vid. 2013-05-14]. Dostupné z:[http://drogo.fme.vutbr.cz/opory/pdf/VyrobníTechnologie\\_II.pdf](http://drogo.fme.vutbr.cz/opory/pdf/VyrobníTechnologie_II.pdf)
- [7] Downloads: Catalogues. Sandvik Coromant [online]. © 2012 [vid. 2013-05-14]. Dostupné z:<http://www.sandvik.coromant.com/en-gb/downloads/Pages/search.aspx?q=Catalogues>
- [8] KOČMAN, Karel a Jaroslav PROKOP. Technologie obrábění. 2. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2005, 270 s. ISBN 80214-3068-0.
- [9] Product Overview. DMG / MORI SEIKI [online]. 2013 [vid. 2013-05-14]. Dostupné z: <http://cz.dmgmoriseiki.com/sites/en/productmap>
- [10] AB SANDVIK COROMANT - SANDVIK CZ s.r.o. Příručka obrábění- *Kniha pro praxi*. Přel. M. Kudela. 1. vyd. Praha: Scientia, s.r.o., 1997. 857 s. Přel. z: Modern Metal Cutting - A Practical Handbook. ISBN 91-97 22 99-4-6.
- [11] Cutter position: Milling. Sandvik Coromant [online]. 2012 [vid. 2013-05-14]. Dostupné z: [http://www.sandvik.coromant.com/en-us/knowledge/milling/getting\\_started/general\\_guidelines/cutter\\_position/Pages/default.aspx](http://www.sandvik.coromant.com/en-us/knowledge/milling/getting_started/general_guidelines/cutter_position/Pages/default.aspx)

- [12] ANTON, Humár. Technologie I - Technologie obrábění - 1.pást: Studijní opory pro magisterskou formu studia [online]. VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2003 [vid. 2013-05-14]. Dostupné z: [http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI\\_TO-1cast.pdf](http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI_TO-1cast.pdf)
- [13] <https://www.tos-olomouc.cz/cz/vyrobni-program/univerzalni-produkci-frezky/konzolova-frezka-fgv-32/>
- [14] *Technická příručka obrábění: soustružení, vrtání, vyvrtávání, upínání nástrojů*. Praha: Sandvik Coromant, 2005, [601] s.: il. (převážně barev).
- [15] HUMÁR, Anton. *Technologie I: Technologie obrábění – 1. část* [online]. Studijní opory pro magisterskou formu studia. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2003 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z [http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI\\_TO-1cast.pdf](http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory-save/TI_TO-1cast.pdf)
- [16] Vyšší výkon a produktivita při vrtání v materiálech ISO P. SECO Tools [online]. [cit. 2019-02-21]. Dostupné z: <https://www.secotools.com/article/82901>
- [17] Dillinger, Josef. *Moderní strojírenství pro školu v praxi*. Praha: Europa- Sobotáles, 2007. IBSN 978-80-86706-19-1.
- [18] BUMBÁLEK, Leoš. *Kontrola a měření: pro SPŠ strojní*. Praha: Informatorium, 2009, 206 s. IBSN 978-80-7333-072-9.
- [19] NESSIM, Hanna a DODGE, Robert H. *Pricing: zásady a postupy tvorby cen*. Vyd. 1. Praha: Management Press, 1997. 203 s. IBSN 80-85943-34-4.
- [20] POPESKO, Boris a PAPADAKI, Šárka. *Moderní metody řízení nákladů: jak dosáhnout efektivního vynakládání nákladů a jejich snížení*. 2., aktualizované a rozšířené vydání. Praha: Grada Publishing, 2016. 263 stran. Prosperita firmy. IBSN 978-80-247-5773-5.
- [21] KLEINOVÁ, Jana. *Ekonomické hodnocení výrobních procesů*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 2005. 88 s. IBSN 80-7043-364-7.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

°	Stupeň
Ar	Argon
CNC	Computer Numerical Control – počítačem řízený obráběcí stroj
CO <sub>2</sub>	Oxid Uhličitý
He	Helium
MAG	Svařování kovů v ochranné atmosféře aktivního plynu
mm	Milimetr
μm	Mikrometr
MIG	Svařování kovů v ochranné atmosféře inertního plynu
NC	Numerical Control - číslicově řízený obráběcí stroj
TIG	Tungsten Inert Gas – svařování wolframovou elektrodou v atmosféře inertního plynu z anglického jazyka
WIG	Wolfram–Inertgasschweißen - svařování wolframovou elektrodou v atmosféře inertního plynu z německého jazyka

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1 Části přírubového spoje [2] .....	11
Obr. 2 Grafické zobrazení závislosti přepětí šroubu a tlaku na těsnění [4] .....	12
Obr. 3 Těsnící kroužek [4] .....	12
Obr. 4 Soustružení: 1) podélné, 2) čelní, 3) tvarové [5] .....	13
Obr. 5 Konstrukce radiálního soustružnického nože [7] .....	14
Obr. 6 Univerzální hrotový soustruh [6] .....	15
Obr. 7 CNC soustružnické centrum firmy DMG Mori Seiki [9] .....	16
Obr. 8 Základní způsoby frézování [6] .....	16
Obr. 9 Sousedné a nesousedné válcové frézování [11] .....	17
Obr. 10 Příklady nástrojů pro frézování [11] .....	18
Obr. 11 Konzolová frézka FGV 32 [13] .....	18
Obr. 12 Metody výroby závitů [16] .....	20
Obr. 13 Svařování obalenou elektrodou [13] .....	22
Obr. 14 Svařování MIG/MAG [13] .....	24
Obr. 15 Svařování TIG [13] .....	25
Obr. 16 Posuvná měřidla [18] .....	28
Obr. 17 Digitální mikrometrické měřidlo [18] .....	29
Obr. 18 Hloubkoměr [18] .....	29
Obr. 19 Model příruby .....	37
Obr. 20 Základní rozměry příruby .....	37
Obr. 21 NLX 2500Y/1250 .....	42
Obr. 22 Pásová pila na kov .....	43
Obr. 23 CNC soustruh L800LA .....	46
Obr. 24 CNC frézovací centrum CMX 800 V .....	47
Obr. 25 Invertorový svářeč poloautomat MIG 400 .....	51

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1 Chemické složení materiálu S355J0.....	38
Tab. 2 Mechanické vlastnosti .....	38
Tab. 3 Technické parametry CNC soustruhu.....	42
Tab. 4 Technické parametry pásové pily .....	43
Tab. 5 Časy-varianta na soustružnickém centru .....	44
Tab. 6 Hodinová sazba pracovišť-varianta na soustružnickém centru .....	44
Tab. 7 Porovnání cen pro zvolený počet kusů-varianta na soustružnickém centru ....	45
Tab. 8 Technické parametry CNC soustruhu L800LA.....	47
Tab. 9 Technické parametry CNC frézovacího centra CMX 800 V .....	47
Tab. 10 Časy-varianta soustruh a frézka.....	48
Tab. 11 Hodinová sazba pracovišť-varianta soustruh a frézka.....	48
Tab. 12 Porovnání cen pro zvolený počet kusů-varianta soustruh a frézka .....	49
Tab. 13 Technické parametry svařecího poloautomatu .....	50
Tab. 14 Časy-svařovací varianta.....	52
Tab. 15 Hodinová sazba pracovišť-svařovací varianta.....	52
Tab. 16 Porovnání cen pro zvolený počet kusů-svařovací varianta .....	53
Tab. 17 Porovnání cen výroby jednotlivými způsoby .....	54