

# **Aplikace 3D modelů jako předloh sestav výrobních celků**

Marek Žák

---

Bakalářská práce  
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav výrobního inženýrství  
akademický rok: 2010/2011

# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Marek ŽÁK**  
Osobní číslo: **T08669**  
Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**  
Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Aplikace 3D modelů jako předloh sestav výrobních celků**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte rešerši z oblasti " Výkresová dokumentace svarku a jeho dílců"
2. Zhotovte 3D modely svařovaných celků v software Catia a jejich výrobní dokumentaci

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

**Dle doporučení vedoucího práce.**

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Libuše Sýkorová, Ph.D.**  
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **14. února 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce: **3. června 2011**

Ve Zlíně dne 11. ledna 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.  
*děkan*



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.  
*ředitel ústavu*

Příjmení a jméno: .....

Obor: .....

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním 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 <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl jsem seznámen s tím, že 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 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> 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 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 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);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování 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 bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že 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.

Ve Zlíně .....

.....

---

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> 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, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> 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, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Bakalárska práca je zameraná na výkresovú dokumentáciu zváraných konštrukcií. Dáva všeobecný prehľad o zváraní, základných pravidlách, typoch výkresov a ostatných náležitostiach. Je určená pre výuku tvorby výkresovej dokumentácie zvarkov a k tomuto účelu bola vytvorená aj sada 3D modelov zvarkov.

Klíčová slova: zváranie, výkresová dokumentácia, 3D modely zvarkov.

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis is aimed at design documentation of welded constructions. It give a general view of welding, basic rules, types of designs and other requirements. This bachelor thesis is intended for education of creating design documentation of welds, and for this purpose was created a kit of welds in 3D models.

Keywords: welding, design documentation, 3D model sof welds

Na tomto mieste by som rád poďakoval svojej vedúcej bakalárskej práce pani Ing. Libuši Sýkorovej, Ph.D za odborné vedenie, cenné rady a príjemnú spoluprácu pri vypracovaní tejto bakalárskej práce. Ďalej by som rád poďakoval mojim rodičom za podporu pri mojom štúdiu.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 ZÁKLADNÉ POJMY</b> .....	<b>12</b>
<b>2 ZVÁRANIE</b> .....	<b>14</b>
2.1 ZÁKLADNÉ ROZDELENIE METÓD ZVÁRANIA .....	14
2.2 TAVNÉ ZVÁRANIE.....	15
2.2.1 Zváranie elektrickým oblúkom .....	15
2.2.2 Odporové zváranie .....	16
2.2.3 Zváranie plameňom.....	17
2.2.4 Zváranie zväzkom paprskov .....	17
2.2.4.1 Elektronové zváranie .....	17
2.2.4.2 Elektronolúčové zváranie vo vakuu.....	18
2.2.4.3 Laserové zváranie .....	18
2.2.5 Ostatné spôsoby zvárania .....	19
2.2.5.1 Aluminotermické zváranie.....	19
2.2.5.2 Elektrotruskové zváranie .....	20
2.2.6 Spájkovanie mäkké, tvrdé do úkosu.....	20
2.3 TLAKOVÉ ZVÁRANIE .....	21
2.3.1 Tlakové zváranie za studena .....	21
2.3.2 Ultrazvukové zváranie .....	21
2.3.3 Trecie zváranie .....	22
2.3.4 Zváranie výbuchom.....	22
<b>3 ZVÁRANÉ SPOJE</b> .....	<b>23</b>
3.1 VÝKRESOVÁ DOKUMENTÁCIA ZVARKOV A JEHO DIELCOV.....	24
3.2 KRESLENIE ZVARKOV A JEHO DIELCOV. ....	25
3.2.1 Zvarok na výkrese zostavenie montážnej jednotky .....	25
3.2.2 Výkres zvarku pre zváranie a obrábanie .....	26
3.2.3 Výkresy súčastí dielcov zvarkov.....	27
3.3 VŠEOBECNÉ ZÁSADY VYHOTOVENIA VÝKRESOV .....	27
3.4 OZNAČOVANIE ZVAROV .....	28
3.5 ROZMERY ZVAROV .....	29
3.5.1 Rozmery priečného prierezu zvaru .....	30
3.5.2 Pozdĺžne rozmery zvaru .....	33
3.6 POLOHY ZVÁRANIA .....	33
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>35</b>
<b>4 ÚVOD DO CATIA V5 R18 A AUTOCAD 2008</b> .....	<b>36</b>
4.1 CATIA V5R18 .....	36
4.1.1 Moduly CATIE V5R18.....	37
4.2 AUTOCAD .....	39
<b>5 ZOSTAVY</b> .....	<b>40</b>
5.1 ZADANIE ZOSTAVY Č.1 .....	40
5.1.1 Výrobné výkresy .....	40
5.1.2 3D modely .....	46



5.2	ZADANIE ZOSTAVY Č.2.....	47
5.2.1	Výrobné výkresy .....	47
5.2.2	3D model .....	52
5.3	ZADANIE ZOSTAVY Č.3.....	53
5.3.1	Výrobné výkresy .....	53
5.3.2	3D model .....	58
5.4	ZADANIE ZOSTAVY Č.4.....	59
5.4.1	Výrobné výkresy .....	59
5.4.2	3D model .....	64
<b>6</b>	<b>ZÁVER .....</b>	<b>65</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>66</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>67</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>68</b>

## ÚVOD

K trvalému spojeniu konštrukčných častí môžeme použiť rôzne druhy nerozoberateľných spojov, ako napr. nitovanie, zváranie, lepenie alebo spájkovanie. V prípade tenkých plechov, pásov alebo tyčí môže mať použitie niektorých týchto technológií významný ekonomický prínos. Dôležitým prínosom je aj vylúčenie rôznych spojovacích prvkov (nitov, skrutiek, matíc), ktoré vyžadujú otvory a tie zoslabujú prierez a vyvolávajú koncentráciu napätí. Montážne náklady u nerozoberateľných spojov sú nižšie. Historicky prvým spôsobom zvárania bolo zváranie kováčske, ktoré vzniklo nástupom doby bronzovej a železnej, kedy si ľudstvo začalo vyrábať kovové nástroje a zbrane. Najväčší rozvoj kováčskeho zvárania priniesol stredovek, kedy došlo k prepracovaniu techník spracovania kovov. Zváranie je jeden zo základných spôsobov spájania dielov v nerozoberateľný celok, nazývaný zvarok alebo tiež niekedy zváraná konštrukcia. Dielce zvarku sa vyrábajú najčastejšie z opracovaných polotovarov rôznym delením a obrábaním. Pri zváraní je potrebné zabezpečiť ich vzájomnú polohu buď účelným tvarovaním alebo rôznymi pomôckami. Funkčné plochy zvaru sa opracovávajú až po zvarení. Zváranie možno úspešne využiť ako vo veľkosériovej (automatizované) výrobe, tak aj pri kusovej výrobe či rôznych renováciách (ručné zváranie). Zvárat' možno železné aj neželezné kovy alebo aj nekovové materiály - plasty. Základným princípom zvárania je privedenie tepla alebo vyvodenie tlaku. Všeobecne platí závislosť, čím väčšia teplota tým menší tlak a opačne. Tlakové zváranie je označením zvárania za pôsobenia prevažne tlaku a tavné za použitia tepla. Existuje mnoho rôznych zváracích metód napr.: plameňom, plazmou, elektrickým oblúkom atď. Technická dokumentácia, tj. konštrukčná a technologická je neoddeliteľnou súčasťou celého procesu tvorby zvárenej konštrukcie. Každá výrobná technológia vyžaduje špecifický spôsob jej spracovania, ktorý sa riadi normami, návodmi či praxou. Pre zvarky sa kreslia rôzne druhy výkresov a ich voľba závisí na mnohých aspektoch.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 ZÁKLADNÉ POJMY

Základné pojmy z oblasti zvárania kovov definuje norma STN 05 0000 a zároveň vymedzuje ich význam. Názvy základných pojmov sú rozdelené do štyroch častí:

- všeobecné pojmy
- spôsoby zvárania
- zvarové spoje a zvary
- technológia zvárania

Zo všeobecných pojmov je potrebné ujasniť si najmä významy a vzájomný vzťah nasledovných pojmov:

**Zváranie** je proces vyhotovovania nerozoberateľných spojov dosiahnutím medzi atómových väzieb medzi spájanými

časťami pri ich ohreve alebo plastickej deformácii, alebo pri spoločnom pôsobení jedného i druhého.

**Zváraná konštrukcia** je kovová konštrukcia vyhotovená zváraním jednotlivých častí.

**Zvarok** je časť konštrukcie, v ktorej sa zvárajú navzájom pripojené Časti.

**Zvarový spoj** je nerozoberateľné spojenie vyhotovené zváraním

**Zvar** je časť zvarového spoja, vytvárajúca sa v dôsledku kryštalizácie roztaveného kovu alebo plastickej deformácie.

**Základný materiál** je materiál, ktorý sa zvára, alebo sa naň navára.

**Zvarový kov** je kov odtavený z prídavného materiálu bez premiešania so základným materiálom,

**Zvarový kov spoja** je kov odtavený z prídavného materiálu a premiešaný so základným materiálom.

**Koreňová medzera** - vzdialenosť medzi zváranými dielcami v mieste budúceho koreňa zvaru.

**Otupenie** - neskosená časť zvarovej plochy v mieste budúceho koreňa zvaru.

**Uhol skosenia** - ostrý uhol medzi plochou skosenia hrany a plochou Čela.

**Uhol rozovretia** - uhol medzi skosenými hranami zváraných častí.

**Zvarová medzera** - najkratšia vzdialenosť medzi zvarovými plochami častí pripravených na zváranie.

**Hĺbka závaru** - najväčšia hĺbka roztavenia základného materiálu v priereze zvaru alebo navarenej húsenice.

**Oblasť roztavenia** - oblasť zvaru, roztavená pri zváraní s výraznou štruktúrou.

**Hranica stavenia** - oblasť čiastočne natavených zŕn na hranici základného materiálu a zvarového kovu.

**Zavar** - časť základného materiálu, ktorá bola počas zvárania roztavená.

## 2 ZVÁRANIE

Zváranie je spájanie kovov do jedného nerozoberateľného celku (zvarok, zváraná konštrukcia) pri pôsobení tlaku alebo tepla prípadne tepla aj tlaku pričom sa môže pridať materiál s podobným alebo rovnakým zložením ako zváraný základný materiál. Celok vzniknutý touto technológiou sa nazýva zvarok alebo zváraná konštrukcia. Pozícia zvárania podľa používania v ostatných strojárenských technológiach sa pohybuje na 3 až 4 miesta. Medzi zváracie procesy sa zaraďujú i naváranie, mäkké a tvrdé spájkovanie ktoré sú vlastne istými modifikáciami zvárania.

### 2.1 Základné rozdelenie metód zvárania

Všetky bežné metódy zvárania je možné rozdeliť do dvoch základných skupín tavné zváranie a tlakové zváranie. U tavného zvárania je spoj vytvorený prívodom tepla do oblasti zvaru a následnou kryštalizáciou roztaveného zvarovaného kovu. Tlakové zváranie je založené na pôsobení mechanickej energie, ktorá formou mikro alebo makrodeformácie priblíži spájané povrchy na vzdialenosť pôsobenia medziatómových síl a tak vznikne vlastný spoj.

Rozdelenie metód podľa ČSN EN ISO 4063 (05 0011) a ich číslovanie. [1]

#### A. Metódy tavného zvárania

1. Zváranie elektrickým oblúkom (1)
  - 1) Ručné oblúčkové zváranie (101)
  - 2) Oblúčkové zváranie plnenou elektródou bez ochr. plynu (114)
  - 3) Zváranie pod tavivom (12)
  - 4) Zváranie pod tavivom drôtenou elektródou (121)
  - 5) Zváranie v ochrannej atmosfére (13)
  - 6) MIG zváranie (131)
  - 7) MAG zváranie (135)
  - 8) WIG, TIG zváranie (141)
2. Odporové zváranie
  - 1) Bodové odporové zváranie (21)
  - 2) Švové odporové zváranie (22)
3. Zváranie plameňom

- 1) Zváranie plameňom s kyslíkom (31)
- 2) Kyslíkovo - acetylénové zváranie (311)
- 3) Kyslíkovo - propánové zváranie (312)
4. Zváranie zväzkom paprskov
  - 1) Elektrónové zváranie (51)
  - 2) Elektrónové zváranie vo vákuu (511)
  - 3) Laserové zváranie (512)
5. Ostatné spôsoby zvárania
  - 1) Aluminotermické zváranie (71)
  - 2) Elektrotruskové zváranie (72)
6. Spájkovanie tvrdé mäkké a do úkosu.

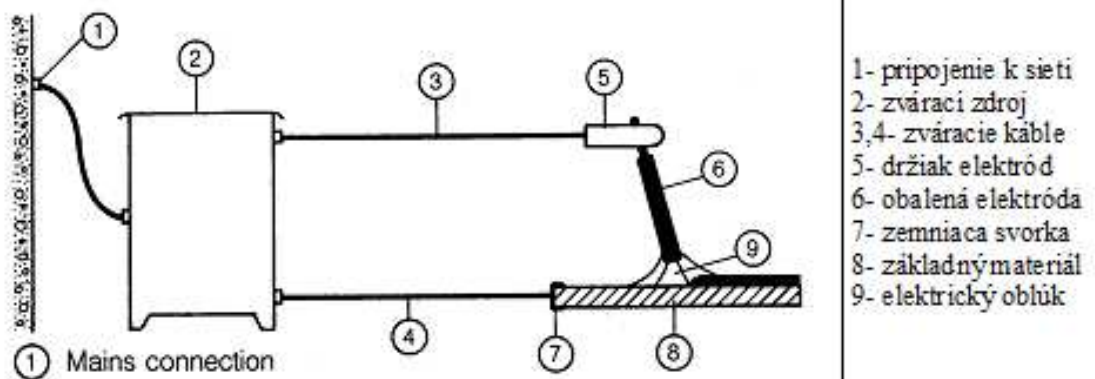
#### **B. Metódy tlakového zvárania**

1. Tlakové zváranie za studena (48)
2. Ultrazvukové zváranie (41)
3. Trecie zváranie (42)
4. Výbuchové zváranie (44)
5. Zváranie v ohni (43, 47)
6. Zváranie indukčné (74)

## **2.2 Tavné zváranie**

### **2.2.1 Zváranie elektrickým oblúkom**

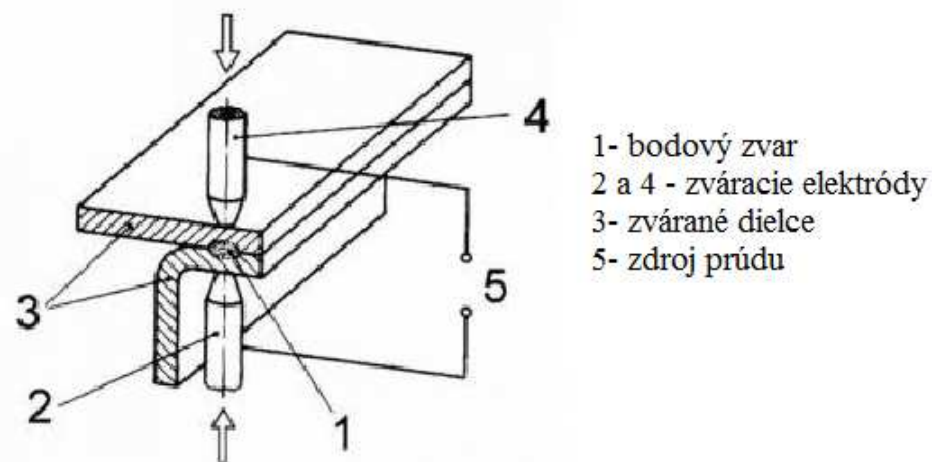
Najpoužívanejší spôsob tavného zvárania. Zdrojom tepla je elektrický oblúk, ktorý vznikne medzi elektródou a zváraným materiálom (výnimočne medzi dvomi elektródami). Ak ich zapojíme na vhodný zdroj elektrického prúdu, teplom elektrického oblúka nastane miestne natavenie a spojenie – zváranie zváraných súčiastok. Pri zváraní sa používa jednosmerný alebo striedavý prúd o napätí 10 – 70 V. Intenzita prúdu je 30 – 500 A. Zdrojom jednosmerného prúdu sú usmerňovače alebo točivé zváracie agregáty. Zdrojom striedavého prúdu sú zváracie transformátory. [2]



Obrázok 2-1 Zváranie elektrickým oblúkom [2]

### 2.2.2 Odporové zváranie

Odporové zváranie definujeme ako spôsob zvárania, pri ktorom sa vytvára zvar bez prídavného materiálu krátkodobým prechodom prúdu vysokej intenzity cez miesto zvaru, pri súčasnom pôsobení tlaku. Zvárací proces je charakterizovaný tým, že na dosiahnutie zvaracej teploty sa využíva teplo, vyvinuté zvaracím prúdom pri spolupôsobení odporov v oblasti zvaru. [2]

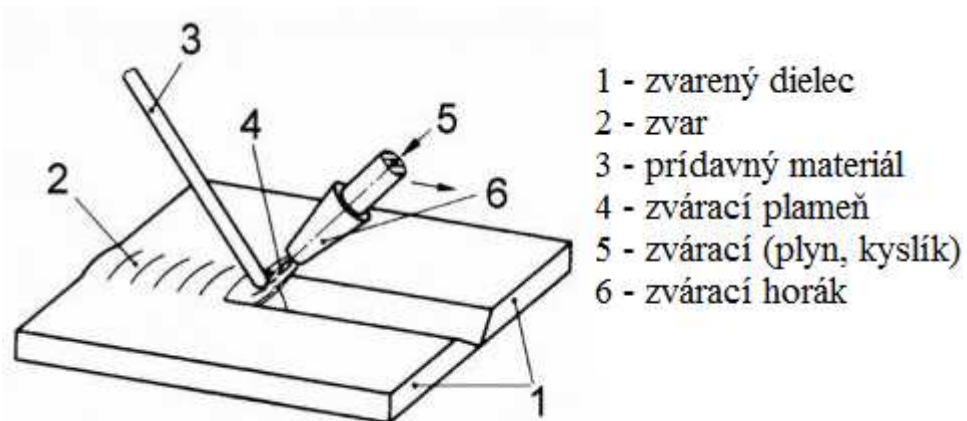


Obrázok 2-2 Odporové bodové zváranie [2]



### 2.2.3 Zváranie plameňom

Zváranie plameňom je druh zvarovania, pri ktorom sa základný aj prídavný materiál na mieste budúceho spoja zohrieva a zataví plameňom vysokej teploty, ktorý sa získa spaľovaním zmesi horľavého plynu s kyslíkom (najčastejšie acetylén). Prídavný materiál má zvyčajne tvar drôtu a po roztavení sa zlieva so základným materiálom. Niekedy sa utvára zvarový spoj i bez prídavného materiálu. [2]



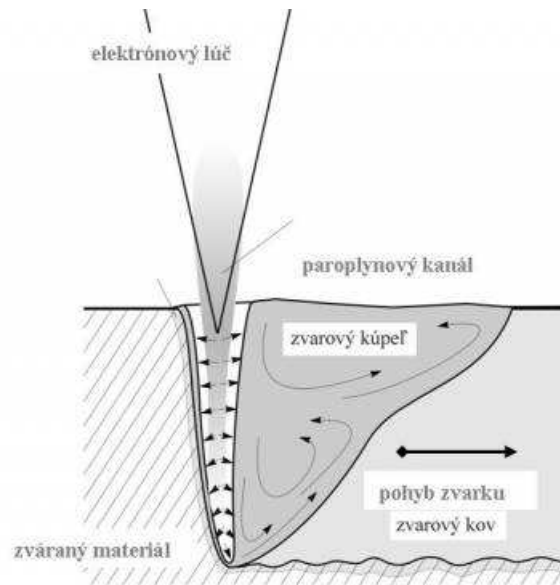
Obrázok 2-3 Zváranie plameňom [2]

### 2.2.4 Zváranie zväzkom paprskov

#### 2.2.4.1 Elektrónové zvarovanie

Zváranie elektrónovým lúčom využíva pri procese spájania kovových materiálov energiou koncentrovaného lúča elektrónov. Ostro fokusovaný elektrónový lúč pri dopade na rozhranie zvarovaných materiálov im odovzdá svoju energiu. Táto sa s viac ako 90% účinnosťou premení na teplo, ktoré do určitej hĺbky roztaví stykové hrany spájaných materiálov.

Po zatuhnutí vznikne tavný spoj a spôsobuje vytvorenie paroplynového kanála. Vytvorenie paroplynového kanála v procese spôsobuje že tvar zvaru je úzky a hlboký. Zváranie sa prevádza pri atmosferickom tlaku v ochrannom hélíovom plyne, využíva sa to zriedkavo.



Obrázok 2-4 Elektronolúčové zváranie [2]

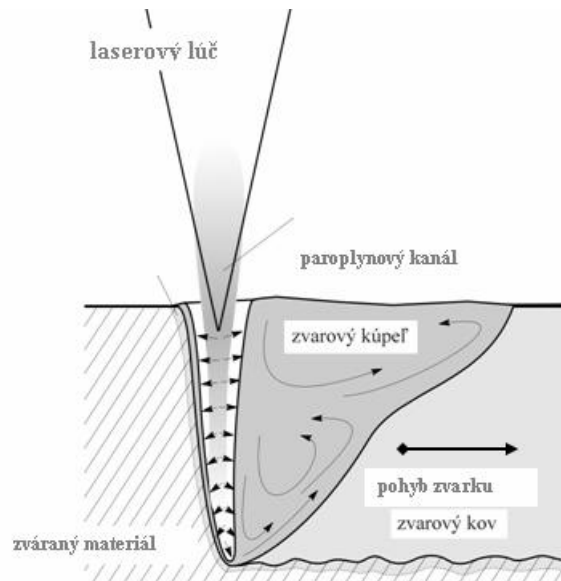
#### 2.2.4.2 Elektronolúčové zváranie vo vakuu

Používa sa viac ako elektronolúčové zváranie v héliovom plyne. Vakuu nám slúži na zaistenie teromemisie elektrónov, tepelnej a chemickej izolácie katódy, zabraňuje vzniku oblúka medzi elektrodami. Zvára sa vo vakuovej komore a pohyb vykonáva programovateľné polohovadlo.

#### 2.2.4.3 Laserové zváranie

Zváranie laserom sa vyznačuje vysokými zvaracími rýchlosťami, minimálnou deformáciou zváraných častí. Zváranie je v základe vykonávané dvoma spôsobmi. Pri menšom výkone a väčšom priemere lúča je zvar relatívne plytký. Pri väčšom výkone je zvar hlboký a úzky.

Laserom možno zvärať vo vzduchovej atmosfére alebo v špeciálnej pracovnej atmosfére. Zvaracie plyny musia spĺňať niekoľko požiadaviek – ochrana zvarového kúpeľa a teplom ovplyvnenej zóny, ochrana optiky pred dymom a rozstrekom, ochrana koreňa a riadenie plazmy počas zvárania s CO<sub>2</sub> laserom. [2]



Obrázok 2-5 Laserové zváranie [2]

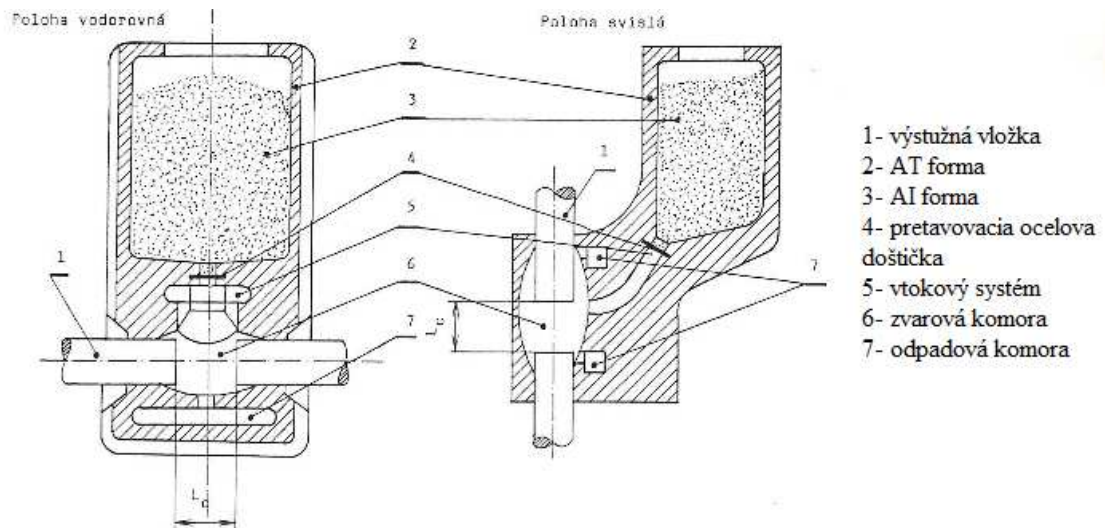
## 2.2.5 Ostatné spôsoby zvárania

### 2.2.5.1 Aluminotermické zváranie

Zdrojom tepla je chemická reakcia medzi oxidom železa a hliníkom. Táto reakcia prebieha pri horení termitovej zmesi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) a hliníkovej krupice. Výsledkom reakcie je oxid železitý, železo a tiež veľké množstvo tepla ktoré ohreje vzniknuté látky na  $3000\text{ }^\circ\text{C}$ .

Okolo dobre obrobených a kovovo čistých plôch je nasadená žiaruvzdorná forma, do ktorej je z kelímka kde prebehla reakcia, vypustené železo. Vzhľadom na jeho teplotu nie je potrebné natavovanie povrchov spájaných častí.

Je to veľmi účinná technológia zvárania a zvar je dokončený do hodiny. Používa sa na zváranie koľajníc.



Obrázok 2-6 Aluminotermické zváranie [2]

### 2.2.5.2 Elektrotruskové zváranie

Tavné zváranie pod struskou (tavidlom), ktorá sa popredu roztaví striedavým alebo jednosmerným prúdom, potrebná teplota sa udržiava odporovým ohrevom. Teplom strusky sa odtavuje zvaracia elektróda a vyplňa sa zvaraný prierez. Zvarový kov sa ochladzuje za súčasného tvarovania posuvnými medenými príložkami. Zváranie je vhodné pre väčšie hrúbky ( až 1500 mm ) výhodou je vysoká produktivita práce.

### 2.2.6 Spájkovanie mäkké, tvrdé do úkosu.

Spájkovanie je metóda metalurgického spájania kovových predmetov iným kovom (spájkou), ktorého teplota tavenia je nižšia, ako teplota tavenia spájaného materiálu. Spoj vzniká roztavením spájky do kvapalného stavu, pomocou adhézie - príľnavosti kovu a spájky a čiastočne aj vplyvom difúzie - prelínania častíc spájaného kovu a spájky. Letované spoje sa používajú predovšetkým v elektrotechnike, klampiarstve a strojárstve.

#### Mäkké spájky

Mäkké spájky sa vyznačujú predovšetkým nízkou spájkovacou teplotou a zároveň aj menšou pevnosťou.

#### Tvrde spájky

Tvrde spájky sa používajú pre spoje, ktoré sú v prevádzke vystavené väčšiemu mechanickému namáhaniu alebo spájkovaná súčiastka pracuje za zvýšených resp. kryogenických teplôt.

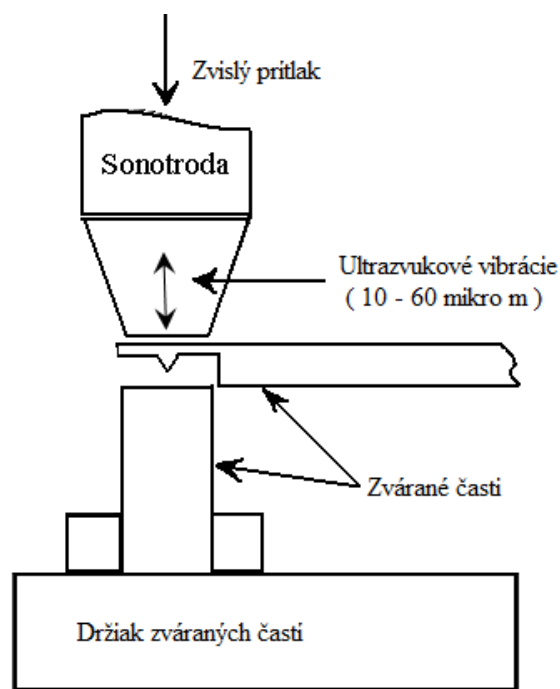
## 2.3 Tlakové zvarovanie

### 2.3.1 Tlakové zvarovanie za studena

Patrí medzi najstaršie technológie spojovania materiálov. Princíp technológie zvarovania tlakom za studena je v priblížení zvarovaných materiálov na takú vzdialenosť, aby došlo k interakcii medzi atómami zvarovaných materiálov a k vzniku pevnej väzby.

### 2.3.2 Ultrazvukové zvarovanie

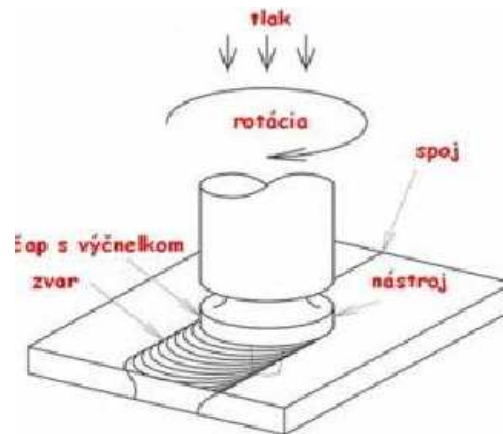
Pevné a spoľahlivé spojenie sa realizuje pomocou kmitavého nástroja (sonotroda) s frekvenciou 20 000 – 40 000 Hz. Na vytvorenie spoja sa využíva koncentrovaná ultrazvuková energia. Táto sa pomocou ďalších mechanizmov (booster, ...) privádza do miesta spoja, tak dochádza k lokálnemu ohrievaniu, plastifikovaniu a následnému premiešaniu spojovaných materiálov. Po vychladnutí vznikne pevný spoj ktorý spĺňa mechanické ale aj estetické vlastnosti.



Obrázok 2-7 Ultrazvukové zvarovanie [2]

### 2.3.3 Trecie zváranie

Pri zváraní trením sa nástroj otáča a pomaly ponára do miesta spoja medzi dva kusy plechu alebo dosky materiálu, ktoré sa k sebe spájajú na tupo. Časti je treba upnúť tak aby sa počas zvárania neodďaľovali. Zváranie môžeme použiť pri spájaní plechov a dosiek bez prídavného drátu alebo ochranného plynu. Je možné zvärať materiál o hrúbke 1,6 až 30 mm.















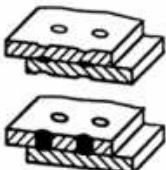



Obrázok 2-8 Zváranie trením [2]

### 2.3.4 Zváranie výbuchom

Zvárací tlak sa vyvodí riadeným výbuchom, pri ňom sa využíva energia streľiva - nastrelovanie alebo výbušniny tvarovanej do vrstvy podľa tvaru zváraného predmetu – plošné zváranie, plátovanie. Výbuchom možno zvärať skoro všetky druhy kovov. Hrúbka plátovanej vrstvy môže byť od niekoľko deštím mm až do 18 mm.

### 3 ZVÁRANÉ SPOJE

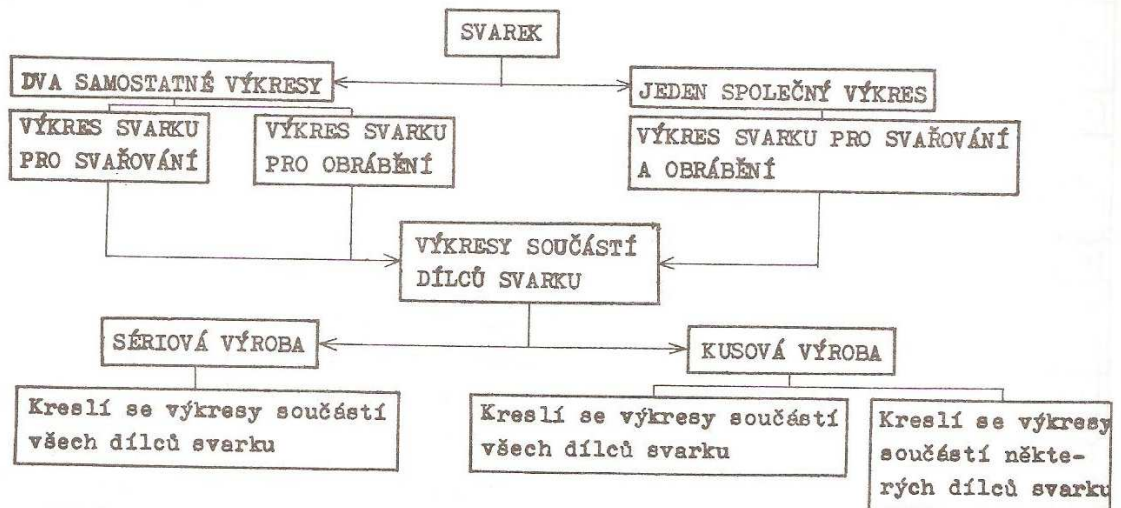
V závislosti od použitej technológie zvárania, materiálu a konštrukčných požiadaviek na zváraný spoj a spôsob spájania rozličných častí vznikajú aj rôzne druhy zvarov. Na obrázku 3-1 (STN EN 22553, ČSN EN 22553) sú uvedené niektoré najpoužívanejšie druhy zvarov ich základné značky, ktorými sa tieto zvary označujú na výkresoch zvarkov.

Názov zvaru	Zobrazenie	Značka	Názov zvaru	Zobrazenie	Značka
Lemový zvar		∩	Podloženie zvaru		⊔
I zvar		∥	1/2 V zvar		∨
V zvar		∇	Dvojstranný V zvar		×
U zvar		∩	Dvojstranný U zvar		∩
Y zvar		Y	Dvojstranný Y zvar		Y
Kútový zvar		∆	Dierový zvar		⊔
Bodový zvar		○	Švový zvar		⊕
V zvar so strmými zvarovými plochami		∥	Dvojstranný 1/2 V zvar		K

Obrázok 3-1 Základné druhy zváraných spojov [3]

### 3.1 Výkresová dokumentácia zvarkov a jeho dielcov.

Prevedenie a rozsah výkresovej dokumentácie zvarku ovplyvňuje predovšetkým: Počet vyrábaných kusov, zložitosť zvarku a jeho dielcov, náročnosť zvárania, organizácia výroby v závode atď. Na základe týchto požiadavkou sa spracováva výkresová dokumentácia s pravidla takto:



Obrázok 3-2 Pravidlá spracovania výkresovej dokumentácie

a) **Výkresy zvarkov:** Pri sériovej výrobe a u zložitých zvarkov (karoséria automobilu, rámy obrábacích strojov a pod. ) sa s dôrazom na prehľadnosť výkresov z pravidla kreslia dva výkresy:

- Výkres zvarku pre zváranie, obsahujúci všetky potrebné údaje pre zváranie
- Výkres zvarku pre obrábanie, ktorý obsahuje všetky údaje potrebné pre obrábanie po zvarení.

Pri kusovej výrobe a u jednoduchých zvarkov môžeme z pravidla uviesť údaje pre zváranie aj pre obrábanie na jeden výkres, ktorým je – výkres zvarku pre obrábanie a zváranie.

b) Výkresy súčastí dielcov zvarkov.

V sériovej výrobe sa kreslia samostatné výkresy súčastí všetkých dielcov zvarkov vrátane najjednoduchších, s dôrazom na organizáciu výroby.

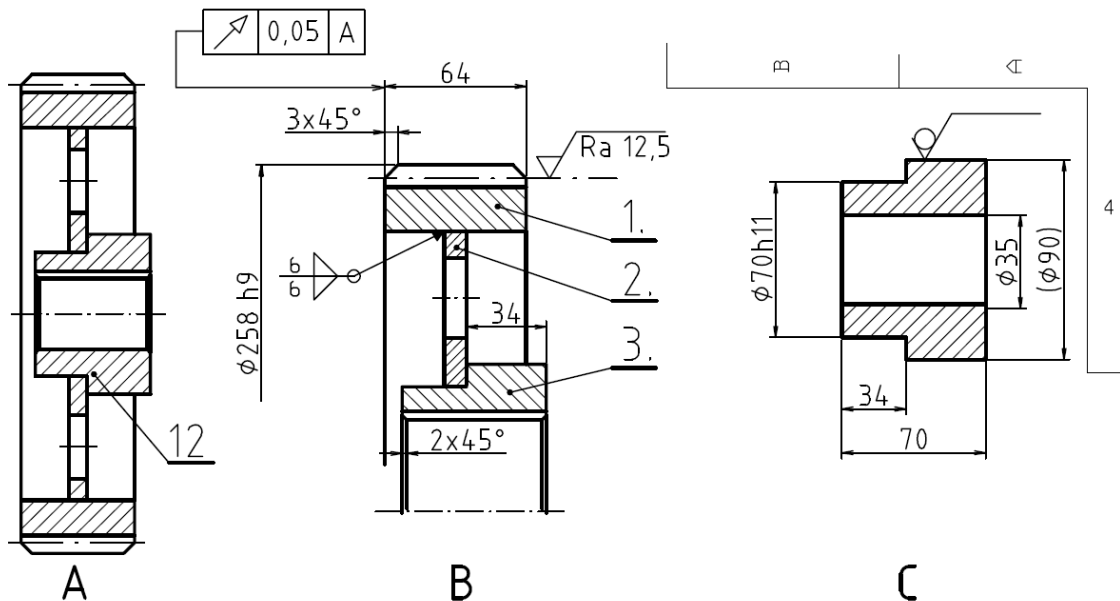
V kusovej výrobe sa nekreslí zpravidla samostatné výkresy jednoduchých dielcov zvarkov v prípade, že ich tvar a rozmery možno jednoznačne určiť z kusovníku alebo z výkresu zvarku pre zváranie a obrábanie. Pre ostatné dielce, najmä tie zložité, sa výkresy kresliť musia. [1]



### 3.2 Kreslenie zvarkov a jeho dielcov.

Predpokladajme, že v zostave montážnej jednotky “prevodovková skriňa“ je ozubené koleso zvarok. Aj keď je zvarený z troch dielcov, tvorí tu jeden nedeliteľný funkčný celok.

Naopak z výkresu zvarku pre zváranie a obrábanie musí byť zrejmé že koleso pozostáva z troch dielcov, ktoré sú spojené zváraním.



Obrázok 3-3 Kreslenie Zvíkov a jeho dielcov.

A – zvarok zostavy montážnej jednotky

B – výkres zvarku pre zváranie a obrábanie

C – výkres súčasti dielca

#### 3.2.1 Zvarok na výkrese zostavenie montážnej jednotky

- ❖ Tvorí jeden funkčný celok. Preto je označený jednou pozíciou a šrafovaním jedným smerom
- ❖ Dielce zvarkov nie sú oddelené stykovými plochami.
- ❖ Zvary sa neprekresľujú a neoznačujú, nekreslí sa ani úpravy zváraných plôch.
- ❖ Nekótuju sa žiadne rozmery potrebné pre výrobu zvarku.

### 3.2.2 Výkres zvarku pre zváranie a obrábanie

- ❖ Musi obsahovať potrebný počet obrazov pre znázornenie a zakótovanie zvarkov. Zvarok sa zobrazí bez prídavku na obrábanie tak, ako bude vypadáť po úplnom dokončení a tak sa tiež kótuje
- ❖ Každý dielca sa označuje samostatne pozíciou. V reze sa šrafuju dielce rôznym smerom.
- ❖ Stykové plochy dielcov sa kreslia plnou tlstou čiarou bez úpravy zváraných plôch.
- ❖ Zakótuje sa vzájomná poloha dielcov pre zváranie. Keď e poloha dielcov jednoznačne určená ich tvarom, nie je nutné ju ešte kótovať.
- ❖ Zvary sa označujú ale neprekresľujú v reze ani v pohľade.
- ❖ Bežne sa nekreslia ani úpravy zvarových plôch. Keď je to treba, môže sa prevedenie zvaru detailne prekresliť na zostavu zvarku alebo na výkres dielca.
- ❖ Musia sa zakótovať všetky rozmery zhotovené trieskovým obrábaním po zvarení, vrátane požiadavkou na presnosť rozmerov, drsnosť povrchov ... .
- ❖ Vždy sa zakótujú hlavné (celkové rozmery)
- ❖ Keď je treba kótovať niektoré rozmery, zhotovené ešte pred zvarením, uvedú sa ako pomocné (informatívne) v zátvorke napr. ( 140 )
- ❖ Drsnosti povrchov sa predpisujú len k plochám obrábaním po zvarení, celková drsnosť sa z pravidla neuvádza.
- ❖ Vyplní sa popisové pole a vypracuje sa kusovník ktorý je umiestnený nad popisové pole alebo je samostatný .
- ❖ Ako posledná položka sa uvádza súpis všetkých prídavných materiálov pre zváranie (elektrody, drôty a pod. ). Keď je kusovník samostatný uvedú sa prídavné materiály nad popisové pole výkresu zvarku.
- ❖ V prípade že bolo použitých viac druhov prídavných materiálov označia sa do vidlice príslušného označenia zvaru.
- ❖ V technických požiadavkách sa zaznamená tepelné spracovanie, čistenie zvarku, prípadne náter a pod. Je účelné uviesť dĺžku zvarov všetkých veľkostí pre stanovenie spotreby elektród a prácnosti zvárania. [1]

### 3.2.3 Výkresy súčastí dielcov zvarokov

- ❖ Pre dielce zvarokov sa vyberú polotovary s ohľadom na čo najmenší odpad pri ich výrobe. Možno ich ešte dodatočne tvarovať ( ohýbaním, skružovaním, a pod.)
- ❖ Kreslia a kótujú sa úpravy zvárovaných plôch pokiaľ to použitý druh zvaru dovoľuje
- ❖ Obrobia sa z pravidla len plochy určené k zostaveniu dielcov pre zvarenie. Tieto plochy postačí tolerovať H 11/h11 (napr.  $\varnothing 36$  h11), prípadne v desatinách milimetru s drsnosťou povrchu  $R_a = 12,5$ .
- ❖ Ostatné plochy väčšinou zostávajú v stave dodanom valcovňami. Ich rozmer informatívni, preto sa uvádza v zatvorke ( $\varnothing 40$ ), s drsnosťou neobrobené.
- ❖ Plochy, ktoré sa budú po zvarení ešte obrábať sa kótujú vrátane prídavku na obrábanie s drsnosťou  $R_a = 12,5$ .
- ❖ Obvyklý prídavok na obrábanie je  $\approx (1 \text{ až } 4 \%)$  menovitého rozmeru + (1 až 2 mm).
- ❖ Drsnosť povrchu všetkých obrábaných plôch na dielcu pred zvarením sa odporúča  $R_a = 12,5$ . Predpisovať menšiu drsnosť je zbytočné a chybné.
- ❖ Pretože pri zvarení sa zvarok deformuje a po zvarení sa žíha, musí sa koncové opracovanie všetkých funkčných plôch vykonávať až po zvarení.

### 3.3 Všeobecné zásady vyhotovenia výkresov

Vyhotovenie výkresov zváraných konštrukcií (zvarokov) sa riadi predovšetkým zložitou zvaracieho procesu, organizáciou, zložitou konštrukcie, počtom kusov. Výkresy zvarokov majú charakteristiky zostavných výkresov. Na výkresoch sa musia udávať kóty a údaje potrebné:

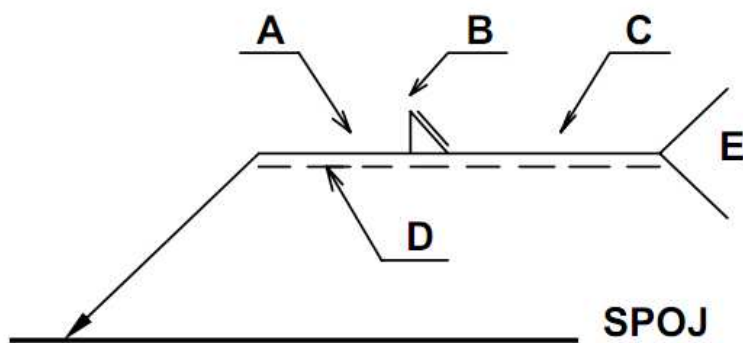
- Na prípravu zváraných častí
- Na zostavenie zváranej konštrukcie a následné zvarenie ( kóty ktoré určujú vzájomnú polohu spájaných častí, materiál, označenie zvarov a ich veľkosť a pod.;
- Na obrábanie zvarku po zvarení (kóty obrobených povrchov po zvarení, údaje o presnosti rozmerov, tolerancie a pod.;

Väčšinou sa pre menej zložitÄ prÄpady zväranÄ konštrukciÄ kreslí jeden spoločný výkres pre zväranie aj obrábanie, ale pri tvarovo zložitÄ konštrukciÄ sa kreslia dva samostatné výkresy. [3]

### 3.4 Označovanie zvarov

Značenie zvarovÄ spojov na výresoch obsahuje norma STN EN 22553, ČSN EN 22553 Zvärané a spÄjkované spoje – Označovanie na výkresoch. Označenie podľa tejto normy je na obr.2-1 . Označenie musí poskytovať všetky potrebné údaje o spoji, aby sme nemuseli uvádzať doplnujúce poznámky alebo pohľady. Zahŕňa:

- OdkazovÄ Äiaru zo šípku smerujúcou k zväranému spoju
- Zástavka odkazovej Äiary tvorenÄ dvoma rovnobežnými Äiarami, jednou plnou a jednou Äiarkovanou (identifikačná Äiara). Keď uvádzame údaje napr. o metóde zvärania, polohe zvärania alebo prídavnom materiÄly doplnÄ sa zástavka na svojom konci vidlicou
- Značka zvaru tvorenÄ základnou značkou alebo kombináciou niekoľkých značiek, ktoré môžu byť doplnené doplnujúcou značkou charakterizujú tvar spoja. Značka sa umiestňuje nad alebo pod zástavku odkazovej Äiary podľa nasledujúcich pravidiel:
  - keď je povrch zvaru na strane odkazovej Äiary, umiestňuje sa značka na stranu plnej Äiary zástavky
  - keď je povrch zvaru na strane protiľahlej k odkazovej Äiare, umiestňuje sa značka na stranu identifikačnej Äiary
- Údaje o rozmere spoja, (hlavnÄ rozmer, dÄžka zvaru).
- Äalšie doplnujúce údaje vo vidlici zástavky odkazovej Äiary a to v nasledujúcom poradÄ:
  - Metóda zvärania (napr. 101 ručné oblúkové zväranie )
  - Požadovaný stupeň kvality povrchu podľa ČSN EN ISO 5817. Rozlišujeme
    - Nízky stupeň – D
    - Stredný stupeň – C
    - Vysoký stupeň – B
- Poloha zvärania ( napr. PA vodorovne z hora )
- Prídavný materiál ( napr. E 46 3 RR 22 )



Obrázok 3-4 Značenie zvarov a umiestnenie údajov na odkazovej čiare

- A – miesto určené na uvedenie charakteristického rozmeru zvaru.
- B – miesto na určenie základných a doplňujúcich značiek.
- C - miesto na zápis dĺžkových rozmerov.
- D – čiarkovaná čiara určujúca polohu zvaru .
- E – vidlica odkazovej čiary pre zápis doplňujúcich údajov a označení. [3]

Tvar povrchu zvaru alebo zvaru	Značka	Tvar povrchu zvaru alebo zvaru	Značka
plochý	—	obrobené prechody zvaru	⌋
prevýšený	⌒	privarená podložka	⌋ M
preliačený	⌒	odstrániteľná podložka	⌋ M R

Obrázok 3-5 Doplňujúce značky zvarov

### 3.5 Rozmery zvarov

Zvary možno predpísať rozmermi, ktoré určujú priečny prierez zvaru. Umiestňujú sa pred základnou značkou zvaru. Rozmery, ktoré určujú pozdĺžne rozmery zvaru, sa zapisujú za základnou značkou zvaru.

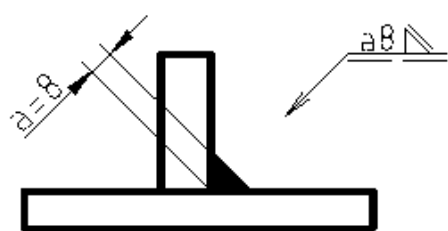
### 3.5.1 Rozmery priečného prierezu zvaru

Rozmery priečného rozmeru zvaru sú definované charakteristickým rozmerom zvaružžž. Pre tupé a lemové zvary je charakteristickým rozmerom zvaru vzdialenosť  $s$  od povrchu súčtiastok zvaru po dno závaru, ktorá nemôže byť väčšia ako je hrúbka tenšieho prvku.

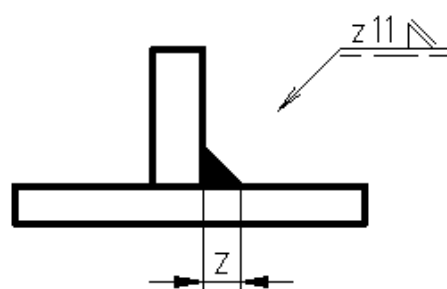
Pre kútové zvary je charakteristickým rozmerom zvaru výška najväčšieho rovnoramenného trojuholníka vpísaného do prierezu zvaru a alebo odvesna trojuholníka  $z$ , pričom platí

$z = a \cdot \sqrt{2}$ . Preto je potrebné pred číselnú hodnotu charakteristického rozmeru kútového zvaru napísať vždy aj označenie **a**, resp. **z**. U kútových zvarov možno ako ďalší rozmer zvaru určiť hĺbku prievaru  $s$ . Na obr.3-3 sú znázornené možnosti predpisovania priečných rozmerov kútových zvarov.

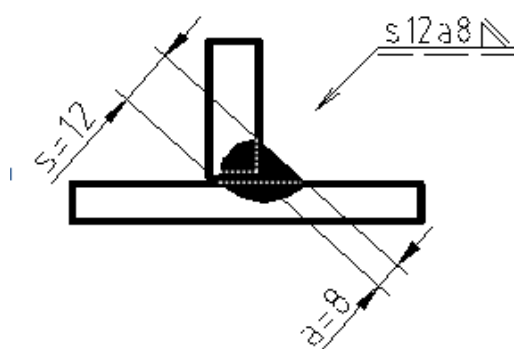
Pre bodové zvary je charakteristickým rozmerom priemer zvarovacej šošovky  $d$  a pri švo-  
vých zvaroch šírka zvaru  $c$ . [4]



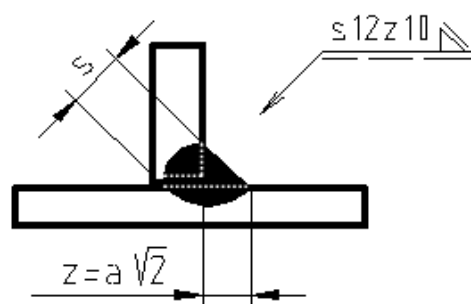
a) pomocou rozmeru  $a$



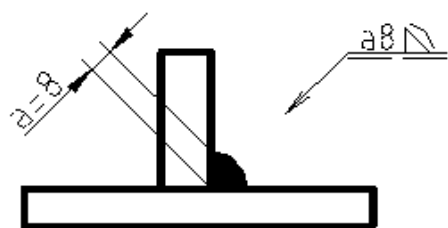
b) pomocou rozmeru  $z$



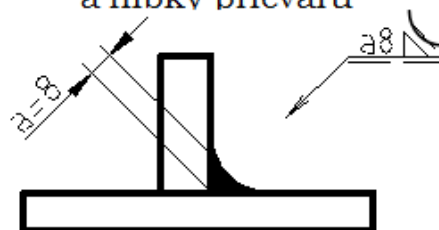
c) pomocou rozmeru  $a$   
a hĺbky prievaru  $s$



d) pomocou rozmeru  $z$   
a hĺbky prievaru



e) kútový zvar prevýšený



f) kútový zvar preliačený

Obrázok 3-6 Predpisovanie rozmerov priečného prierezu u kútových zvarov

Zvar	Značka	Zobrazení úpravy plôch	Rozměry úprav zvarovaných plôch				
			s (mm)	$\alpha \pm 2^\circ$	b (mm)	c (mm)	iné
3.5.1.1. zvar			3 až 20	60	2 až 3	1 až 2	-
<b>Y</b> zvar			6 až 20	50 až 60	2 až 3	2 až 4	-
<b>U</b> zvar			15 až 40	22	2 až 3	2 až 3	R 5
<b>1/2 U</b> zvar			nad 15	18	1 až 2	1 až 2	R 8
<b>1/2 V</b> zvar			4 až 15	50	2 až 3	2 až 3	-

Tabuľka 3-1 Základné rozmery zvarov



### 3.5.2 Pozdĺžne rozmery zvaru

Za značkou zvaru sa podľa potreby uvádzajú pozdĺžne rozmery zvaru, ktorými sú dĺžka zvaru, počet zvarov, dĺžka prerušenia pri prerušovanom zvare alebo rozstup zvarov (napr. u bodových zvarov).

Za dĺžku zvaru sa považuje „čistá“ dĺžka zvaru, t. j. dĺžka bez koncových kráterov. Ak za značkou zvaru nie je uvedený rozmer, znamená to, že zvar je vyhotovený po celej dĺžke súčiastky zvaru. Ak sa zvar vyhotovuje len na určitej dĺžke, treba začiatok zvaru na výkrese zakótovať.

Na obr.1.45 sú uvedené niektoré spôsoby predpisovania priečnych a pozdĺžnych rozmerov zvaru pre zvary bodové a kútové. Označenie dĺžkových rozmerov tupých zvarov, pozdĺžnych dierových zvarov, švových zvarov a ostatných tupých zvarov a ich kombinácií je rovnaké ako pri zvaroch kútových.

U zvarov kruhových a dierových sa dĺžka zvaru  $l$  nevyznačuje. [4]

## 3.6 Polohy zvarania

Pod polohou zvarania rozumieme polohu zvaru v priestore pri jeho vyhotovovaní. Vzhľadom na pôsobenie zemskej gravitácie na roztavený zvarový kúpeľ nie je jedno, v akej polohe sa zvar vytvára. V snahe o dosiahnutie požadovaného kvalitatívneho stupňa zvaru potom na polohe zvarania závisia pre príslušnú technológiu zvarania i nastavené zvaracie parametre. Okrem toho, pri ručnom zvaraní treba zohľadniť namáhavosť vytvorenia zvaru v určitej polohe vzhľadom na skúsenosti zvarača. Poloha zvarania teda priamo ovplyvňuje kvalifikačné nároky na zvarača. [3]

Rotáciou zvaru okolo osi x dostaneme 5 základných polôh zvárania (obr. ):

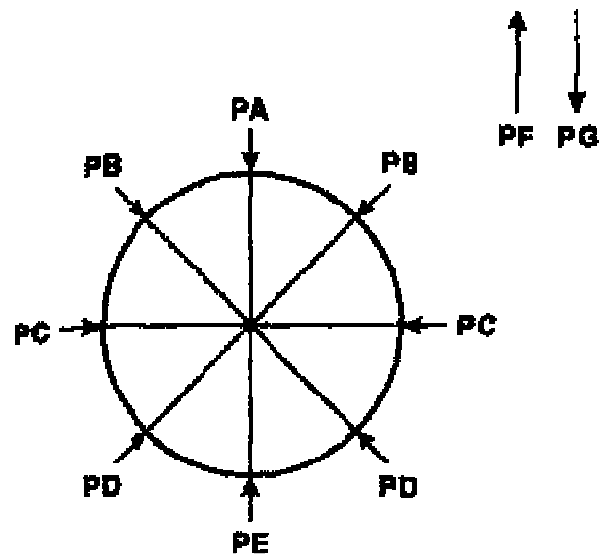
PA - poloha vodorovná zhora

PB - poloha vodorovno-zvislá

PC - poloha vodorovná na zvislej ploche

PD - poloha vodorovná nad hlavou

PE - poloha pod hlavou



Obrázok 3-7 Polohy při zváření

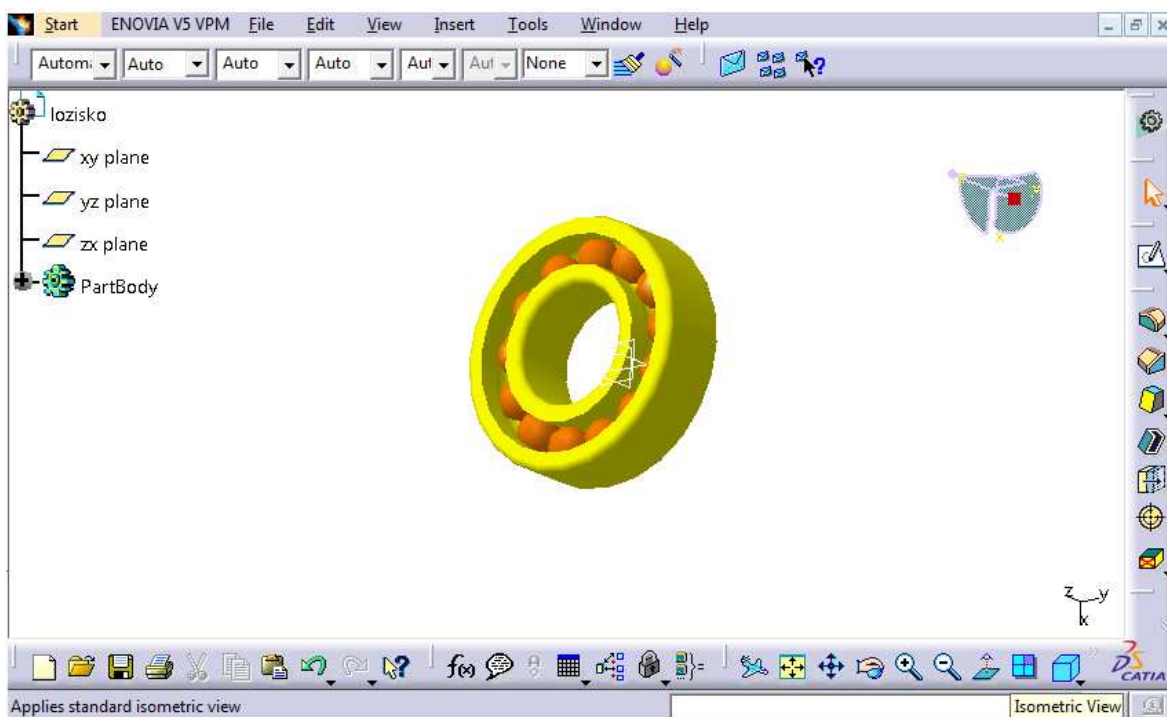
## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 ÚVOD DO CATIA V5 R18 A AUTOCAD 2008

Pre túto praktickú časť práce, tvorba 3D modelov som si mohol zvoliť medzi konštrukčnými programami CATIA V5R18 od firmy Dassault Systemes a Solid Edge. Vybral som si CATIA V5R18. Pre ďalšiu praktickú časť práce a tou je tvorba 2D výkresov som si vybral AUTOCAD od firmy Autodesk, Inc.

### 4.1 CATIA V5R18

Catia (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application) je multiplatformový CAD/ CAM/ CAE komerčný softvérový nástroj vyvinutý francúzskou spoločnosťou Dassault Systems a celosvetovo predávaný spoločnosťou IBM. Catia vznikla na prelome sedemdesiatych a osemdesiatych rokov minulého storočia pre vývoj Dassaultoveho bojového lietadla – Mirage a neskôr bol použitý v leteckom, kozmickom, lodiarenskom priemysle ako aj v iných priemyselných odvetviach. Catia je priamy konkurent k nástrojom ako Siemens NX, Pro/ENGINEER, SolidWorks, Autodesk Inventor a SolidEdge.



Obrázok 4-1 Pracovná plocha CATIA VR5R18 – Part design

#### 4.1.1 Moduly CATIE V5R18

- **Mechanical Design Solution**

Mechanická konštrukcia

Intuitívne 3D objemové modelovanie (Part Design), modelovanie plôch, práca s plechmi, tvorba a práca so zostavami, tvorba výkresov. Mechanická konštrukcia je skupina aplikačných modulov pre vývoj CAD modelov všeobecných strojárskych konštrukcií na báze hybridného modelovania s cieľom vytvoriť plne editovateľný parametrický model s radom geometrických a technologických features a plnou asociativitou. Technická výkresová dokumentácia vzniká projekciou modelov alebo priamym kreslením.

- **Shape Design & Styling Solution**

Tvarovanie a styling

Produkty pre vytváranie, riadenie a modifikácie jednoduchých i zložitých plôch - špecializované aplikácie pre najvyššie požiadavky v oblasti voľného i parametrického designu na báze povrchového modelovania. Zahŕňa tiež špecializované nástroje určené pre profesionálne požiadavky v oblasti vývoja karosérie automobilu.

- **Product Synthesis**

Syntéza produktu

Nástroje pre kontrolu digitálneho prototypu a pre simulácie jeho funkčnosti - aplikácie určené pre virtuálnu analýzu a hodnotenie funkčnosti komplexného priemyselného výrobku počas celého jeho životného cyklu. Tento zahŕňa jeho finálnu montáž, simulácie úžitkových funkcií, vlastností a servisných výkonov a tiež záverečnú demontáž po uplynutí životnosti. Aplikácie sú prispôsobené pre prácu s veľmi rozsiahlymi zostavami vo forme tzv. digitálnych prototypov (Digital Mock-Up, alebo DMU) a obsahujú prvky virtuálnej reality.

- **Equipment and System Engineering Solution**

Vnútorne zariadenia a systémy

Produkty pre návrhy elektrických zariadení, káblových zväzkov a rozvodov - Aplikácie pre návrh, modifikáciu a analýzu elektrických a kvapalinových systémov s cieľom riešiť celkové usporiadanie priestorových pomerov v rámci priemyselného výrobku.

- **Analysis Solution**

## Inžinierske analýzy

produkty pre jednoduché analýzy metódou konečných prvkov, určených pre konštruktérov k prvotnej analýze jednotlivých dielov alebo zostáv. Intuitívne, jednoduché ovládanie, rýchle odozvy systému a riadená presnosť výsledkov sú základné charakteristiky aplikácií pre analýzu a kontrolu namáhania súčastí a zostáv pomocou metódy konečných prvkov. Aplikácie sú určené predovšetkým pre predbežné posúdenie správnosti navrhnutého dimenzovania konštrukcie konštruktérom a zaisťujú rýchlo dostupnú informáciu o stabilite konštrukcie priamo pri jej vzniku. Umožňujú analyzovať napätie a vibrácie.

- **Machining**

## NC obrábanie

Predmetom špecializovaných CAM aplikácií je tvorba numerických riadiacich dát pre počítačovo riadené výrobné technológie na základe geometrie CAD modelov a zabudovaného technologického know-how.

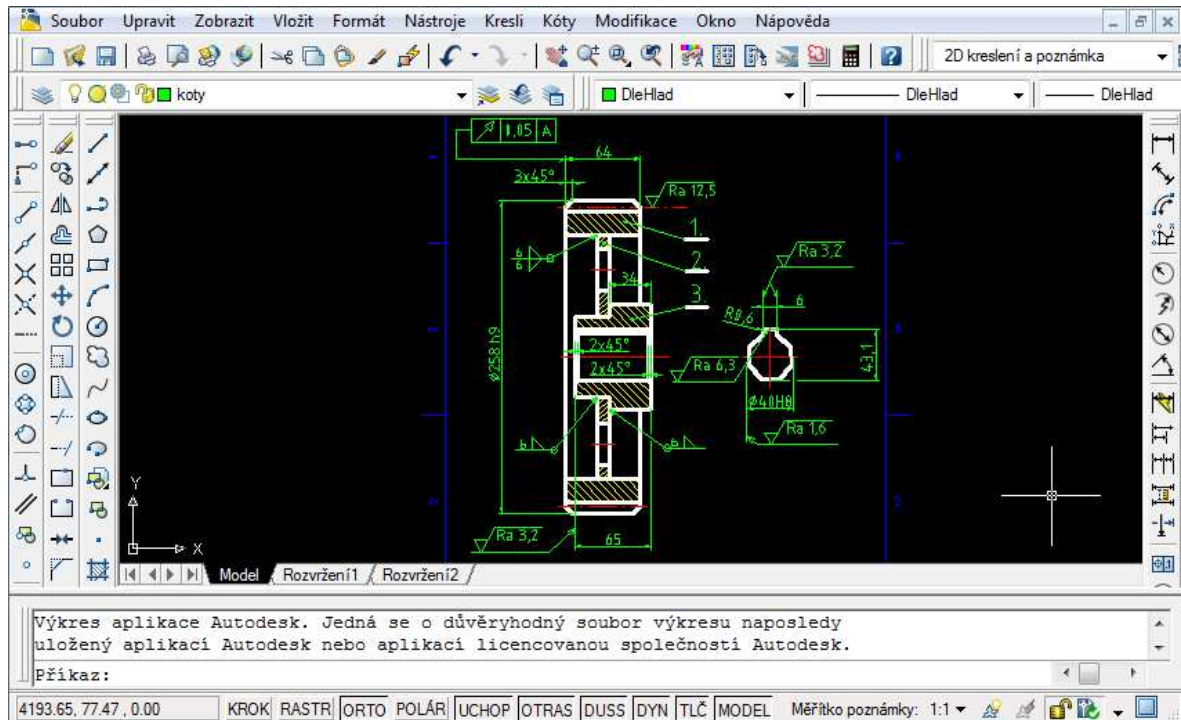
- **Infrastructure Solution**

## Infraštruktúra systému

Zahŕňa prevodníky medzi CATIA V5 a ďalšími štandardnými formátmi, umožňuje výmenu dát s predchádzajúcou verziou CATIA V4. Skupina produktov na báze znalostného inžinierstva umožňujúca najvyššiu úroveň zdieľania a využívania know-how v rámci štruktúry podniku. Vedecko-technické poznatky a know-how vznikajúce a definované počas vývojových procesov v organizácii je možné implementovať do systému ako súbor záväzných pravidiel a štandardizovaných postupov, ktoré následne zdieľajú všetci účastníci vývoja. Pomocou týchto znalostí systému je možné testovať vytvárané konštrukcie, prípadne znalosti dediť a využívať priamo pri vzniku nových konštrukcií.

## 4.2 AutoCAD

Je CAD softvérová aplikácia pre 2D a 3D navrhovanie a spracovanie. To bolo vyvinuté a predávané firmou Autodesk, Inc. Najprv povolený v decembri 1982, AutoCAD bol jeden z prvých programov CAD pre prevádzku na osobných počítačoch, a to najmä IBM PC.



Obrázok 4-2 Pracovná plocha AutoCAD (2008)

## 5 ZOSTAVY

### 5.1 Zadanie zostavy č.1

- **Výkres zvarku pre zváranie a obrábanie**

V ložiskovom stojane je v otvoroch  $\varnothing 42$  H7 uložený hriadel' remeňového pohonu vo valivých ložiskách, ktorý je axiálne zaistený viečkami, priskrutkovanými k trubke štyrmi skrutkami M6. Záves je ohnutý z jedného kusu plechu, vystužený rebrami a privarený k základne. Pretože ložiskový stojan je zvarný z ocelí o rozdielnych pevnostiach, je nutné použiť dva druhy elektród.

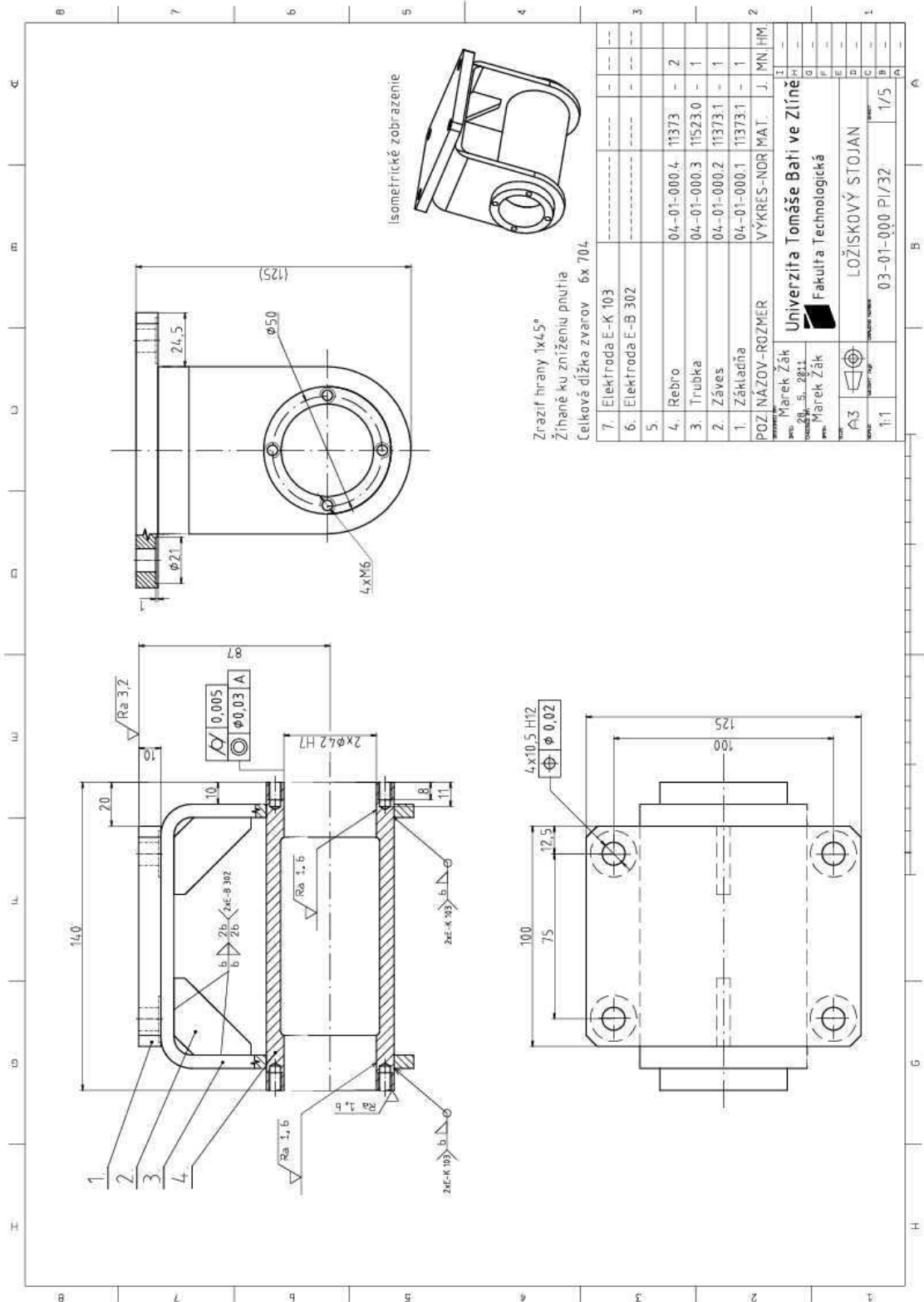
- **Výkresy súčastí dielcov zvarkov**

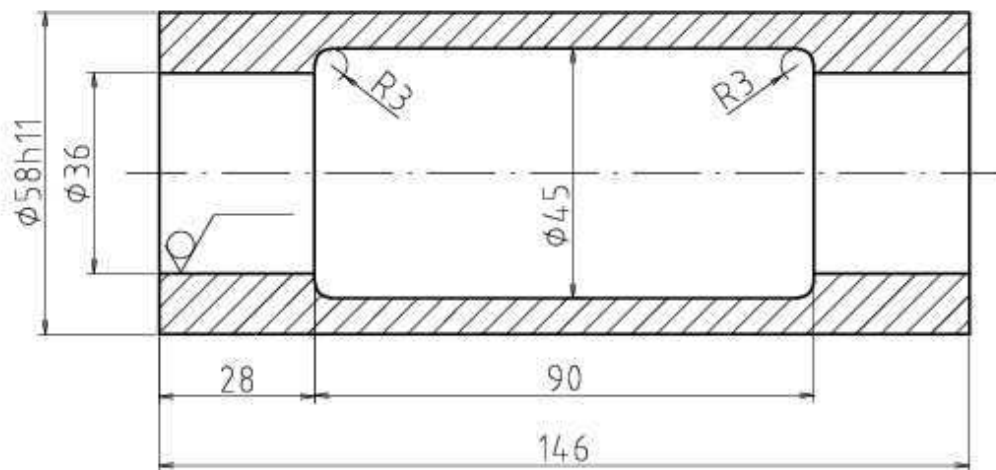
Základňa a záves sú zhotovené rezaním plameňom, trubka a rebrá sú zhotovené trieskovým obrábaním. Polotovary sú vhodne zvolené s ohľadom na minimálny odpad a pracnosť výroby. Pre trubku v ktorej budú uložené ložiská sa požaduje ocel' s vyššou pevnosťou ako u ostatných dielcov zvarku.


#### 5.1.1 Výrobné výkresy

Výkresy sú ešte aj v prílohe bakalárskej práce pre lepšiu prehľadnosť.

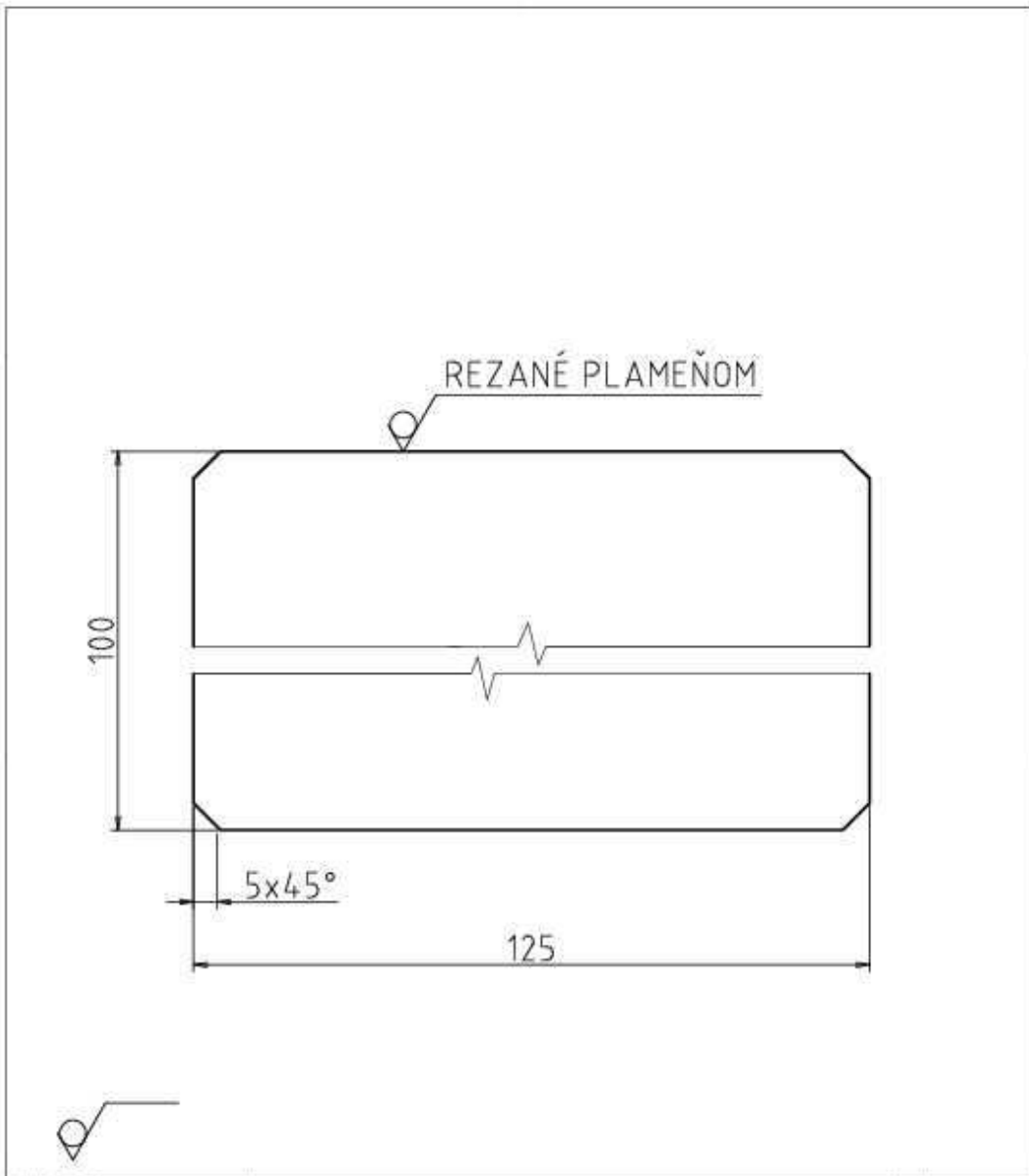




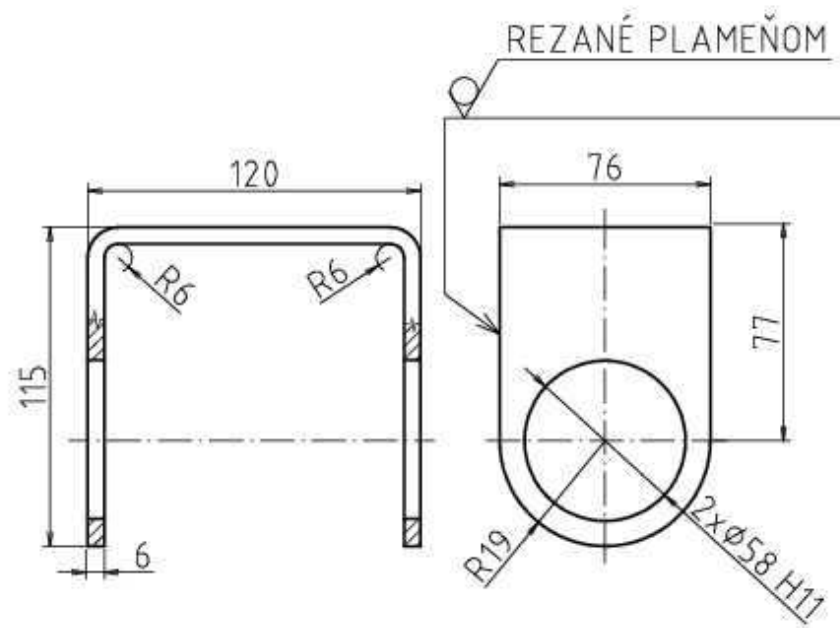


$\sqrt{Ra 12,5}$  (  )

DESIGNED BY: Marek Žák		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně	I	--
DATE: 29. 5. 2011			H	--
CHECKED BY: Marek Žák		 Fakulta Technologická	G	--
DATE:			F	--
SIZE: A4		TRUBKA	E	--
SCALE: 1:1	WEIGHT (kg):	DRAWING NUMBER: 01-04-000.1 PI/32	D	--
		SHEET: 2/5	C	--
			B	--
			A	--



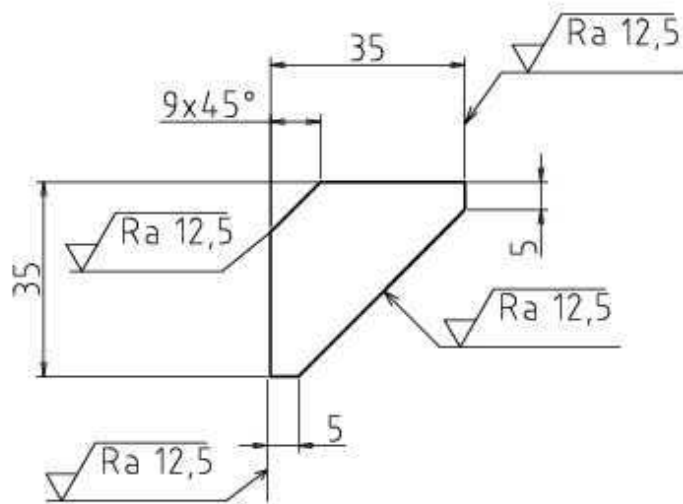
DESIGNED BY: Marek Žák		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně	I	--
DATE: 29. 5. 2011			H	--
CHECKED BY: Marek Žák		Fakulta Technologická	G	--
DATE:			F	--
SIZE: A4		ZÁKLADŇA	E	--
SCALE: 1:1		WEIGHT (kg):	D	--
DRAWING NUMBER: 01-04-000.2 PI/32		SHEET: 3/5	C	--
			B	--
			A	--



ROZVINUTÁ DĚLKA 325 mm

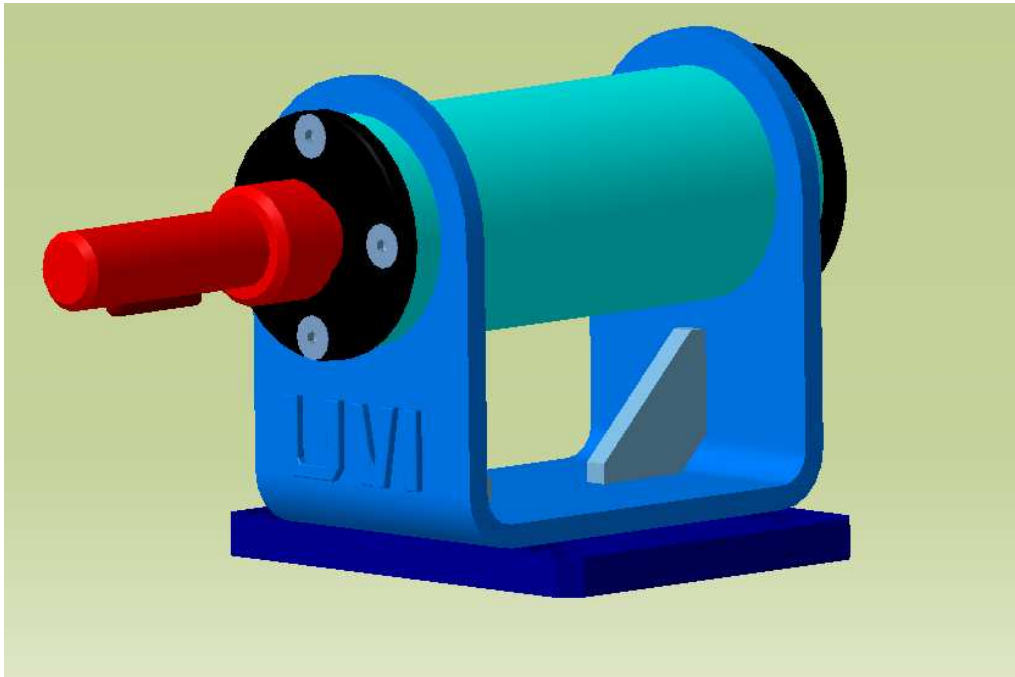
( $\sqrt{Ra 12,5}$ )

DESIGNED BY: Marek Žák		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně	I	--
DATE: 29. 5. 2011			H	--
CHECKED BY: Marek Žák		Fakulta Technologická	G	--
DATE:			F	--
SIZE: A4		ZÁVES	E	--
SCALE: 1:2	WEIGHT (kg):	DRAWING NUMBER: 01-04-000.3 PI/32	D	--
		SHEET: 4/5	C	--
			B	--
			A	--

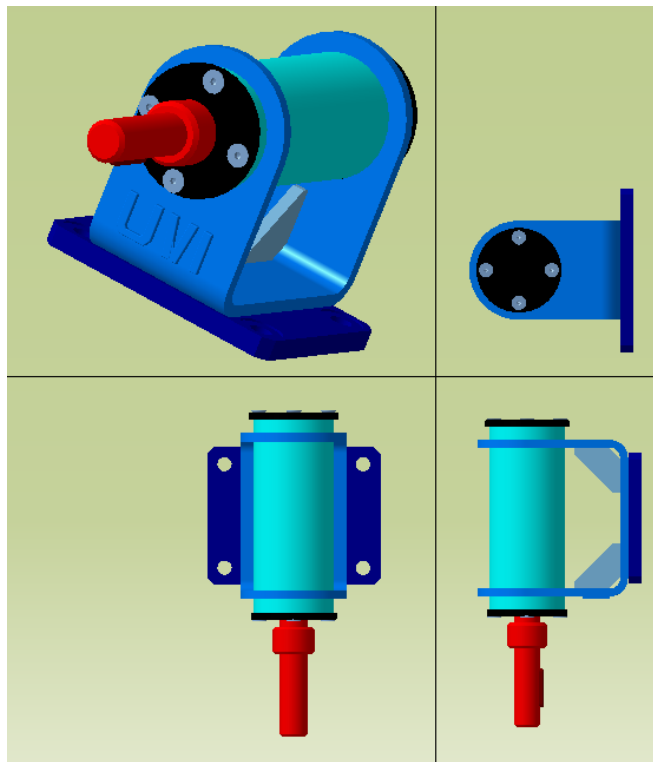


DESIGNED BY: Marek Žák		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně	I	--
DATE: 29. 5. 2011			H	--
CHECKED BY: Marek Žák		Fakulta Technologická	G	--
DATE:			F	--
SIZE: A4		REBRO	E	--
SCALE: 1:1	WEIGHT (kg):	DRAWING NUMBER: 01-04-000.4 PI/32	D	--
		SHEET: 5/5	C	--
			B	--
			A	--

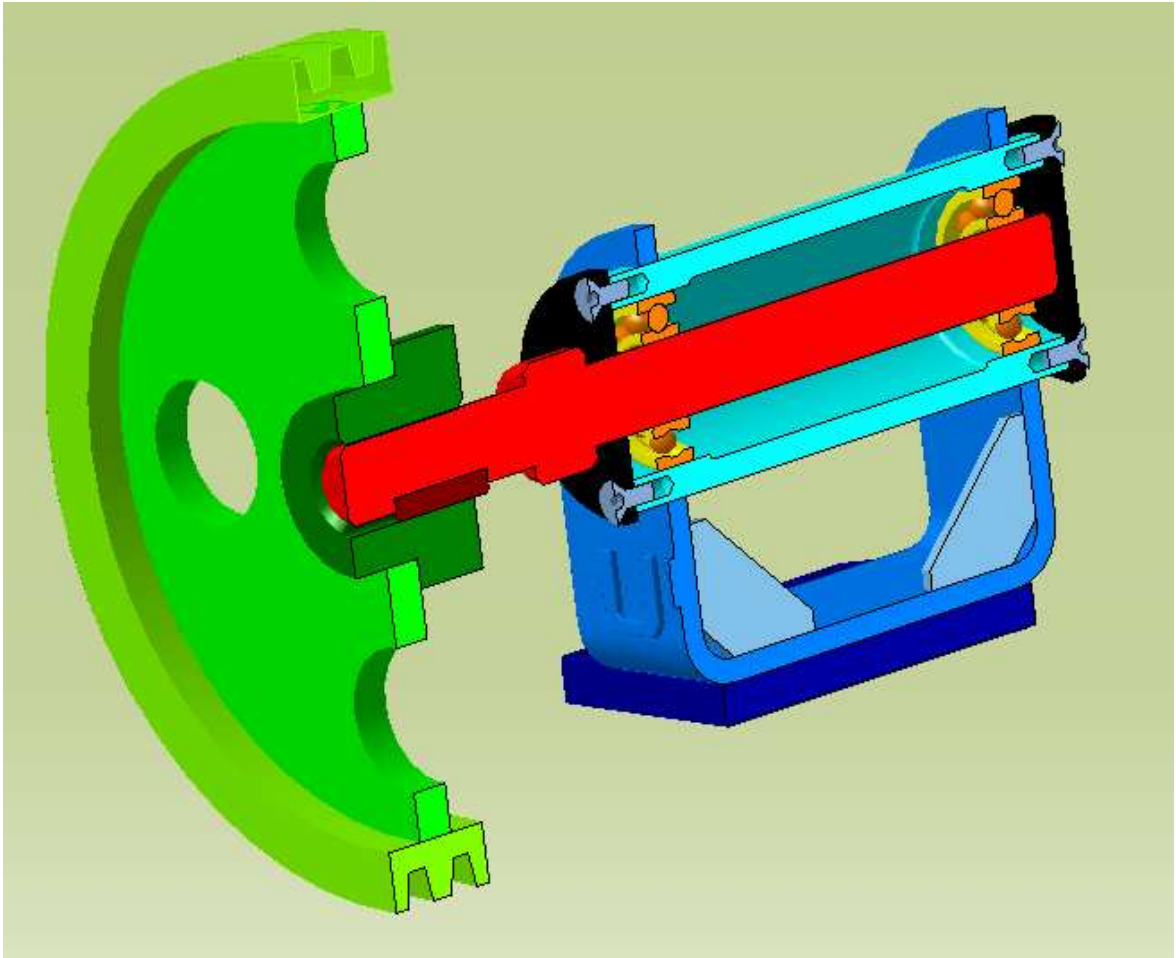
## 5.1.2 3D modely



Obrázok 5-1 3D model ložiskového stojana



Obrázok 5-2 3D model 4x zobrazenie



Obrázok 5-3 Celá zostava v reze

## 5.2 Zadanie zostavy č.2

- **Výkres zvarku pre zváranie a obrábanie**

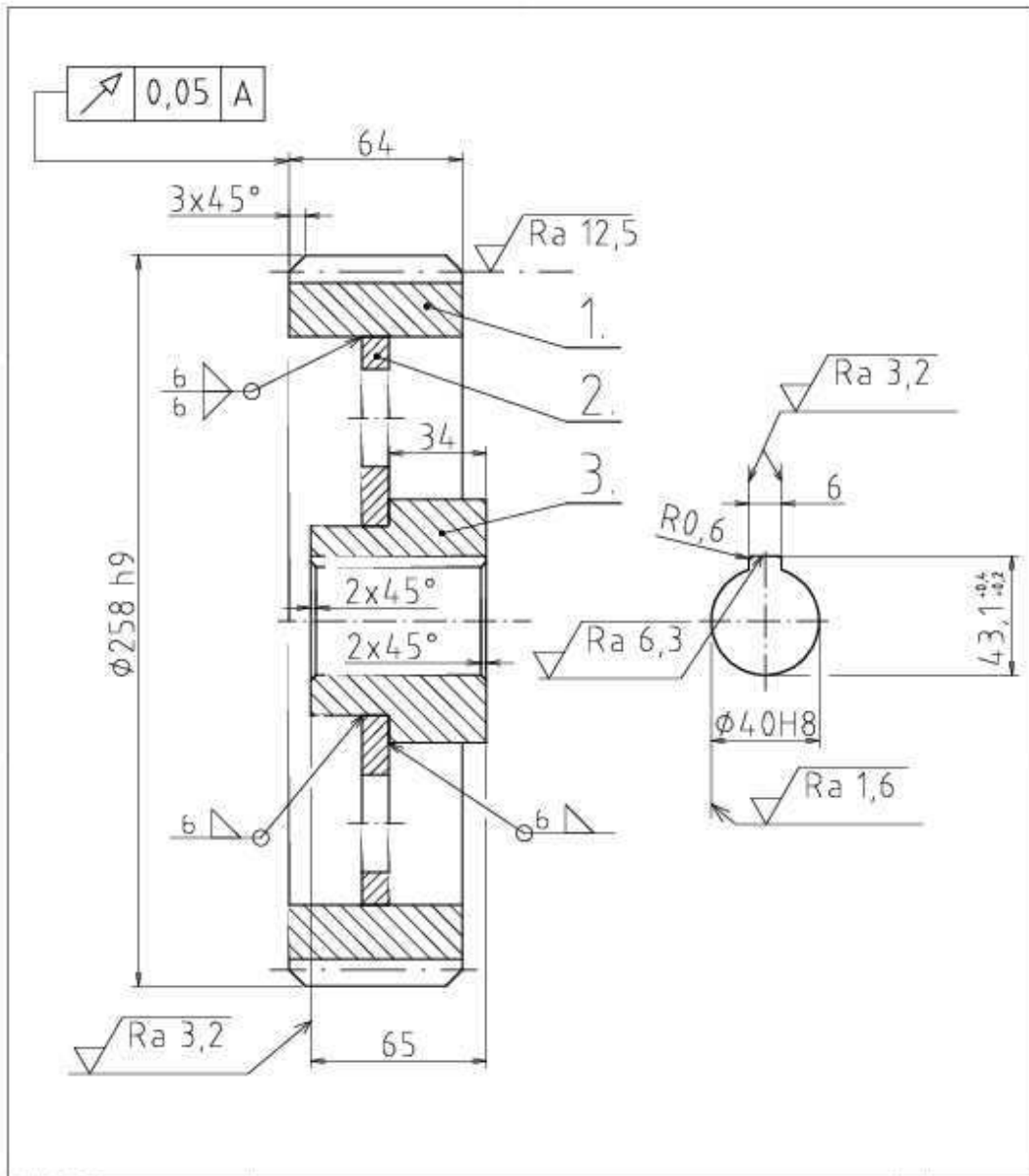
Na ozubenom kolese je v otvore  $\text{Ø}40 \text{ H}8$  uložený hriadeľ a je zaistený voči pootočeniu tesným perom  $12 \times 8$ . Ozubené koleso sa skladá z troch častí. Pretože je ozubené koleso zvarené z ocelí s rovnakými pevnosťami, tak sa môže použiť jeden druh elektród.

- **Výkresy súčastí dielcov zvarkov**

Púzdro je zhotovené sústružením s tolerovaným vnútorným otvorom  $\text{Ø}210 \text{ H}11$ , krúžok je vyrezaný plameňom a dokončený frézovaním s tolerovanými rozmermi a náboj je taktiež sústružený.

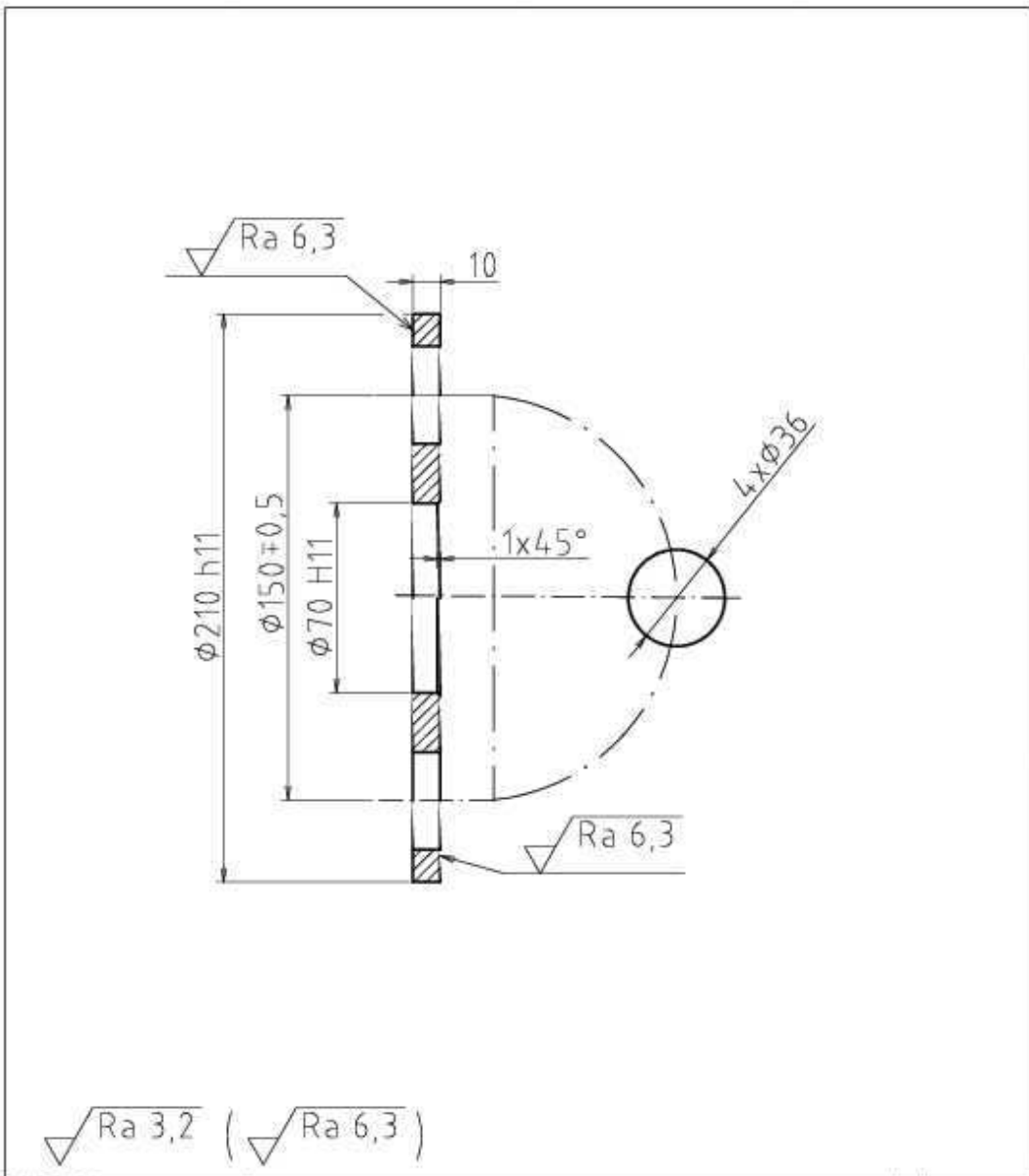
### 5.2.1 Výrobné výkresy

Výkresy sú ešte aj v prílohe bakalárskej práce pre lepšiu prehľadnosť.

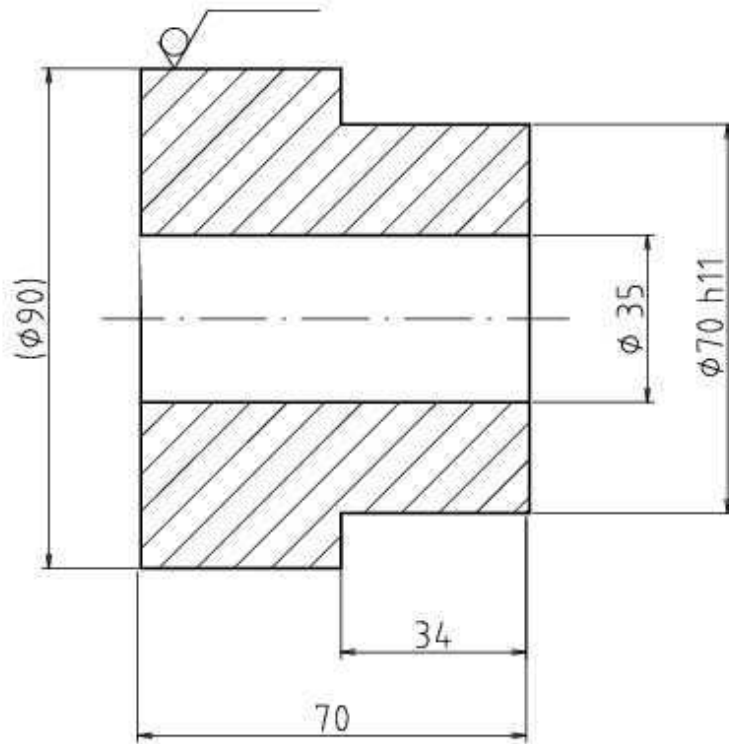


DESIGNED BY: Marek Žák	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně	I	-
DATE: 29. 5. 2011		H	-
CHECKED BY: Marek Žák	Fakulta Technologická	G	-
DATE: XXX		F	-
SIZE: A4	OZUBENÉ KOLESO	E	-
SCALE: 1:2		D	-
WEIGHT (kg):	DRAWING NUMBER: 04-02-000 PI/32	C	-
		B	-
	SHEET: 1/4	A	-



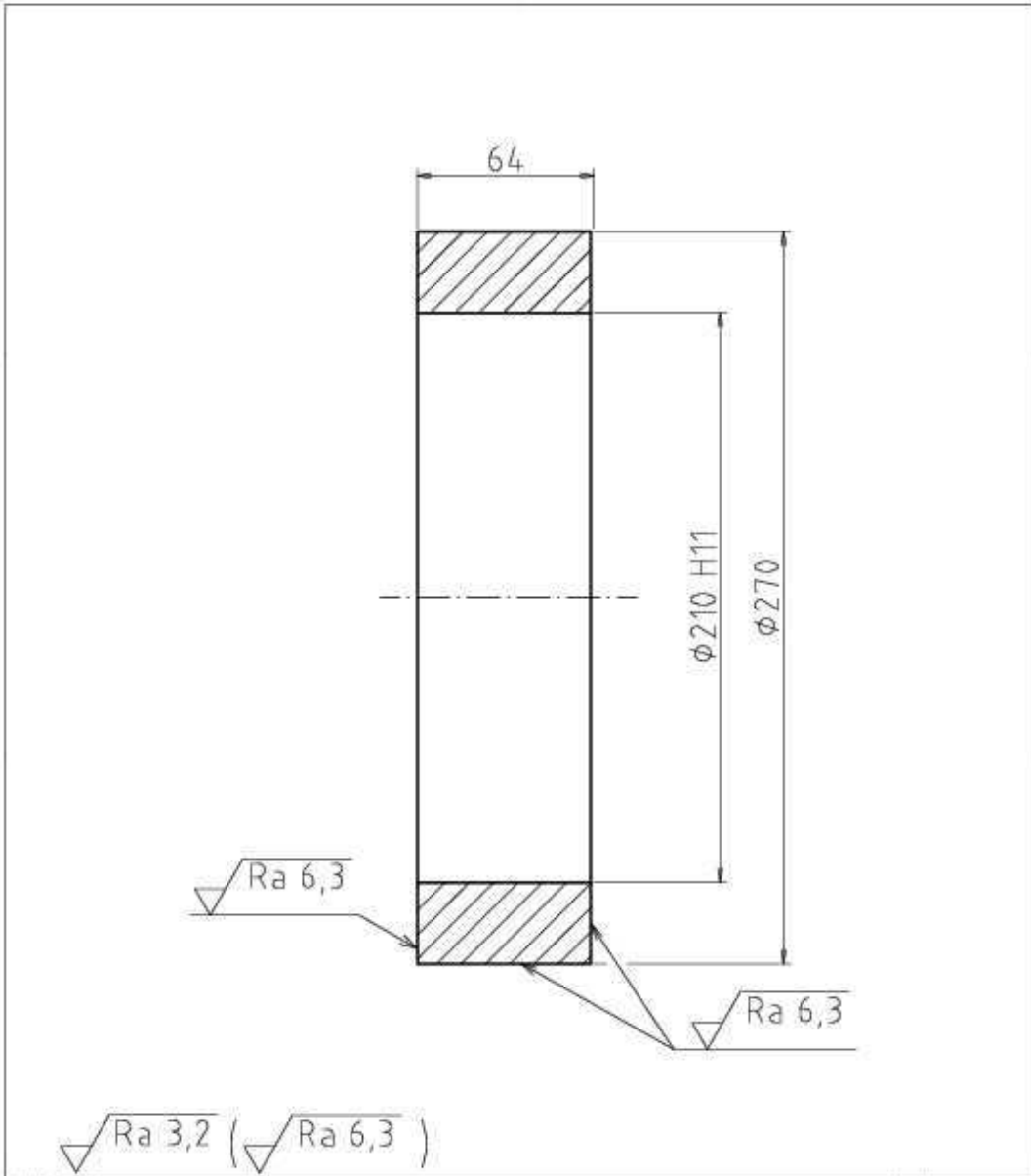


DESIGNED BY DATE: Marek Žák		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta Technologická	I	-
CHECKED BY DATE: Marek Žák			H	-
SIZE A4		KRÚŽOK	G	-
SCALE 1:2			F	-
DRAWING NUMBER 04-02-000.1 PI/32		SHEET 2/4	E	-
			D	-
		C	-	
		B	-	
		A	-	



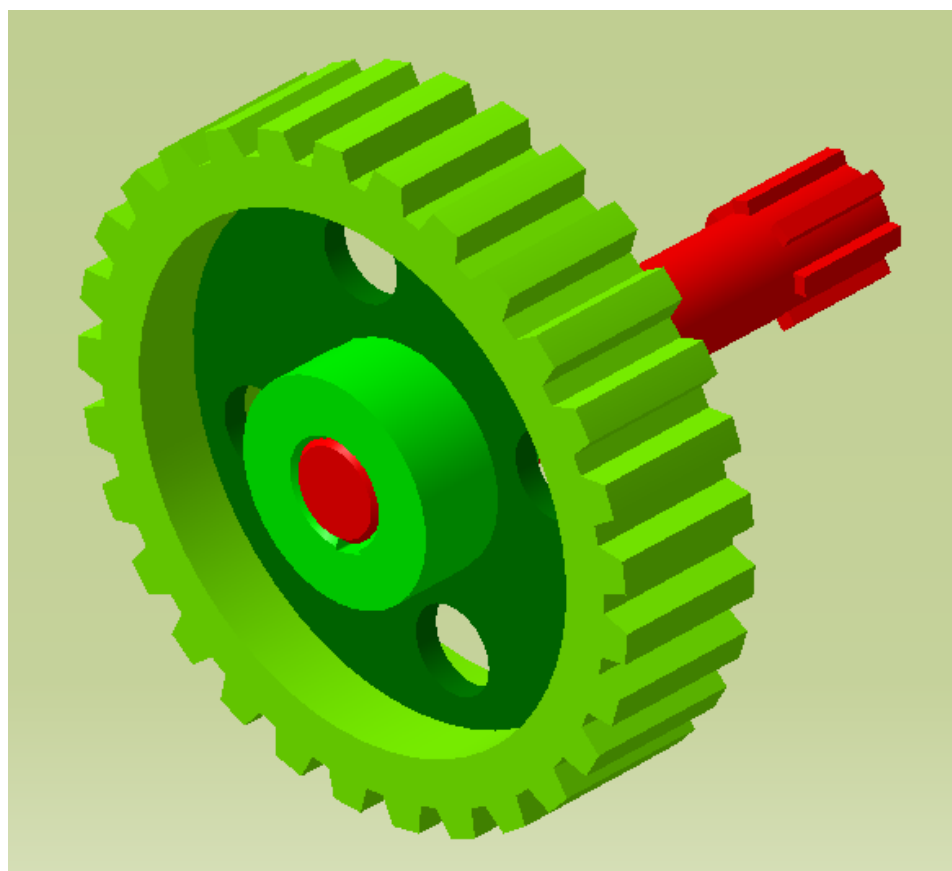
$\sqrt{Ra\ 6,3}$  ( )

DESIGNED BY: Marek Žák		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta Technologická	I	-
DATE: 29. 5. 2011			H	-
CHECKED BY: Marek Žák		NÁBOJ	G	-
DATE: Marek Žák			F	-
SIZE: A4			E	-
SCALE: 1:1	WEIGHT (kg):	DRAWING NUMBER: 04-02-000.2 PI/32	D	-
		SHEET: 3/4	C	-
			B	-
			A	-

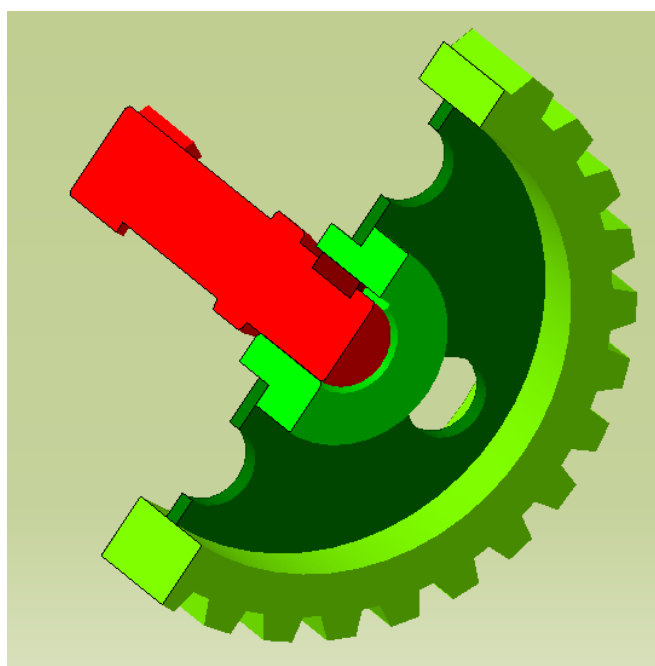


DESIGNED BY: Marek Žák		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně		I	-
DATE: 29. 5. 2011				H	-
CHECKED BY: Marek Žák		Fakulta Technologická		G	-
DATE: XXX				F	-
SIZE: A4		POUZDRO		E	-
SCALE: 1:2	WEIGHT (kg):	DRAWING NUMBER: 04-02-000.3 P1/32	SHEET: 4/4	D	-
				C	-
				B	-
				A	-

## 5.2.2 3D model



Obrázok 5-4 Ozubené koleso s hriadeľom a tesným perom



Obrázok 5-5 Ozubené koleso v reze

### 5.3 Zadanie zostavy č.3

- **Výkres zvarku pre zváranie a obrábanie**

Lisovačka je zvarená z troch častí. Lisovačka je zvarená z dielcov z ocelí s rovnakými pevnosťami, tak môžeme použiť jeden druh elektród. Na väčšom náboji je z boku vytovrená diera M5.

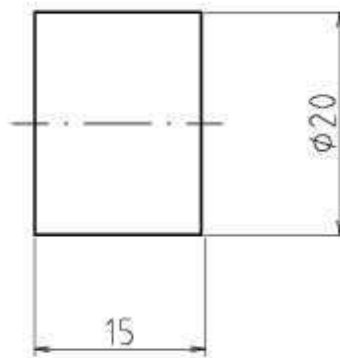
- **Výkresy súčastí dielcov zvarkov**

Náboje sú vyrobené sústružením a páka je vyrobená frézovaním.

#### 5.3.1 Výrobné výkresy

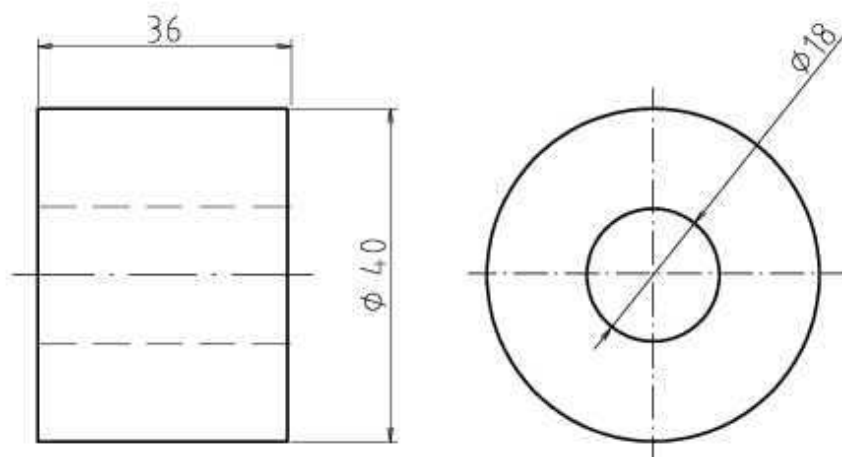
Výkresy sú ešte aj v prílohe bakalárskej práce pre lepšiu prehľadnosť.





$\sqrt{\text{Ra } 6,3}$

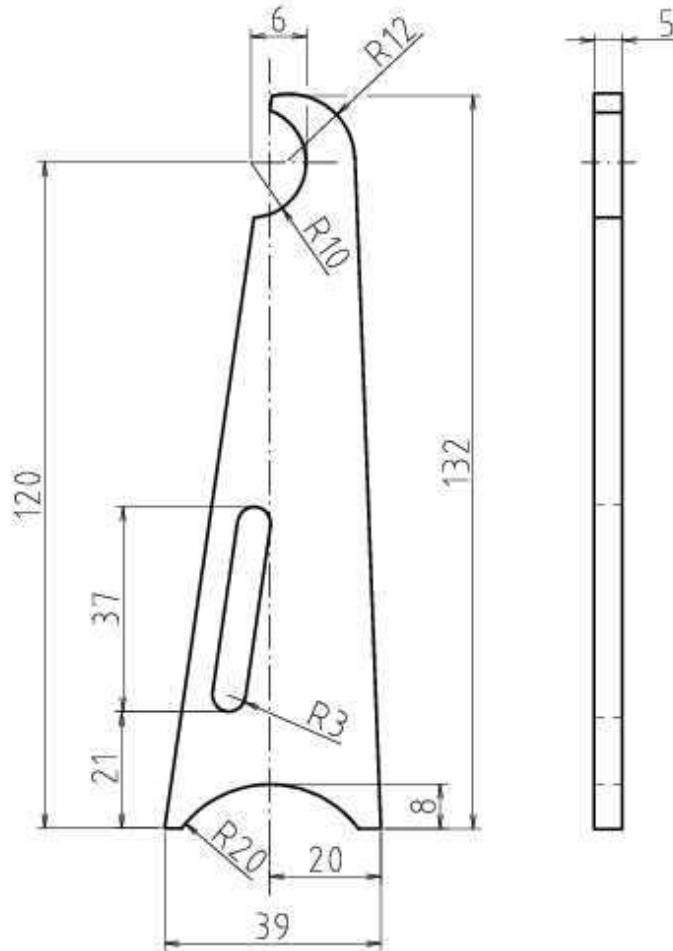
DESIGNED BY: Marek Žák		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně	I	--
DATE: 29. 5. 2011			H	--
CHECKED BY: Marek Žák		Fakulta Technologická	G	--
DATE: XXX			F	--
SIZE: A4		NÁBOJ MALÝ	E	--
SCALE: 1:2	WEIGHT (kg):	DRAWING NUMBER: 04-03-000.1 PI/32	D	--
		SHEET: 2/4	C	--
			B	--
			A	--



√ Ra 6,3

DESIGNED BY: Marek Žák		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně	I	-
DATE: 29. 5. 2011			H	-
CHECKED BY: Marek Žák		Fakulta Technologická	G	-
DATE: XXX			F	-
SIZE: A4		NÁBOJ VELKÝ	E	-
SCALE: 1:2	WEIGHT (kg):	DRAWING NUMBER: 04-03-000.2 P1/32	D	-
		SHEET: 3/4	C	-
			B	-
			A	-

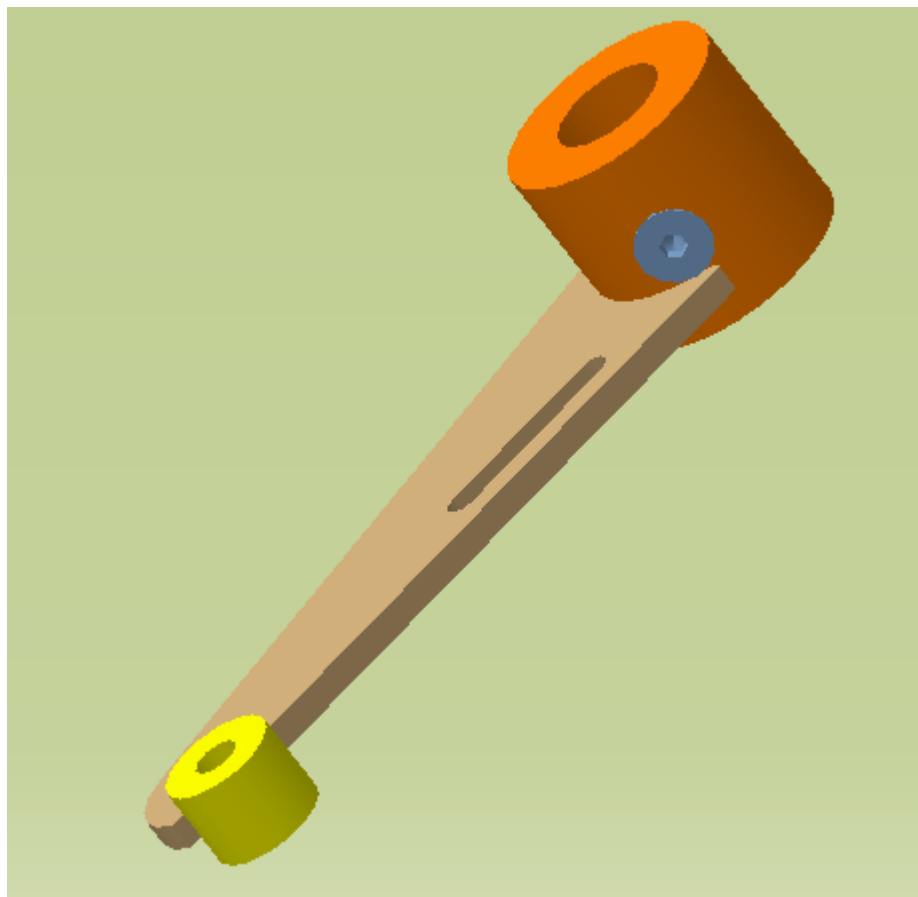




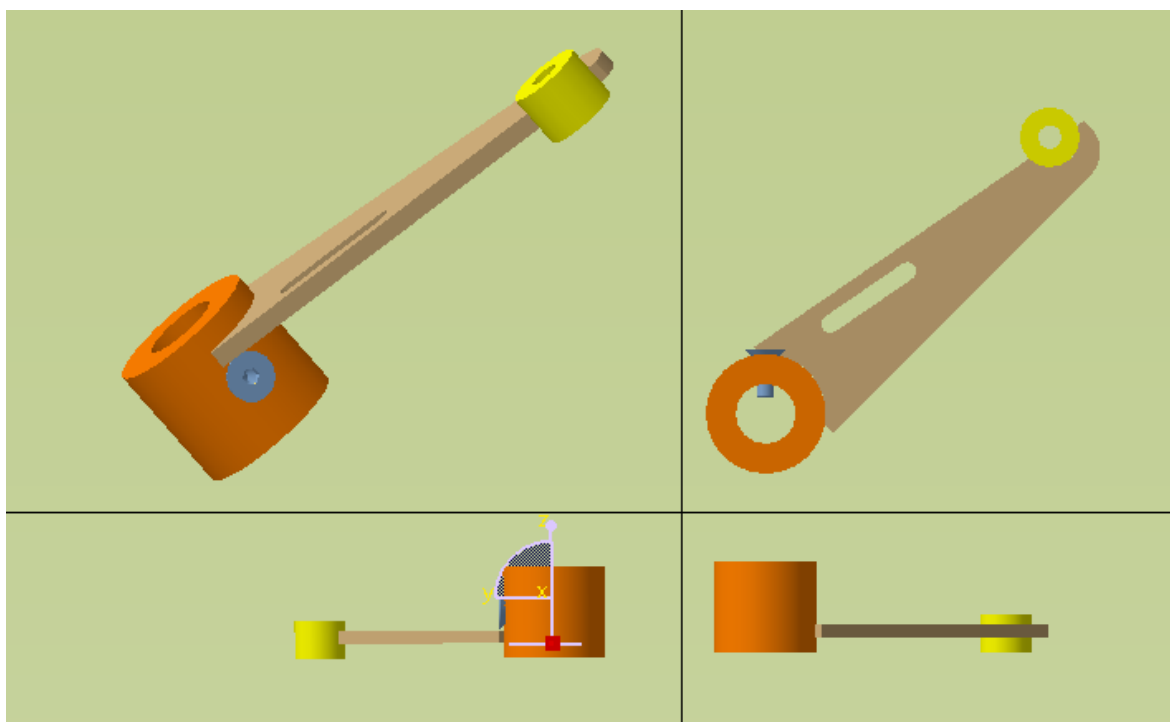
$\sqrt{Ra\ 6,3}$

DESIGNED BY: Marek Žák		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně	I	--
DATE: 29. 5. 2011			H	--
CHECKED BY: Marek Žák		Fakulta Technologická	G	--
DATE: XXX			F	--
SIZE: A4		PÁKA	E	--
SCALE: 1:1	WEIGHT (kg):	DRAWING NUMBER: 04-03-000.3 P1/32	D	--
		SHEET: 4/4	C	--
			B	--
			A	--

5.3.2 3D model



Obrázok 5-6 Lisovačka 3D pohľad



Obrázok 5-7 Lisovačka 4x zobrazenie

## 5.4 Zadanie zostavy č.4

- **Výkres zvarku pre zváranie a obrábanie**

Kopírovacia fréžka je zvarená z troch dielov, v náboji je tolerovaná diera  $\text{Ø}18 \text{ H}7$  a z boku je vytvorená diera M5. Pretože sú vyrobené z ocelí s rovnakou pevnosťou, môžeme použiť rovnaký druh elektród.

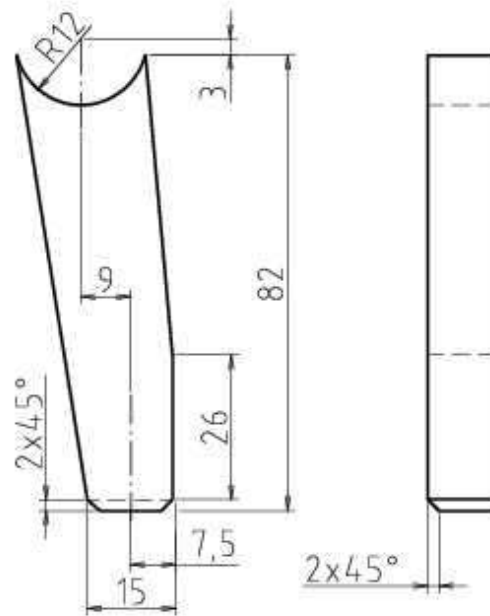
- **Výkresy súčastí dielcov zvarkov**

Náboj je vyrobený sústružením a tolerovaná diera je vyrobená vystružovaním. Ďalšie dva dielce sú vyrobené rezaním a brúsením.

### 5.4.1 Výrobné výkresy

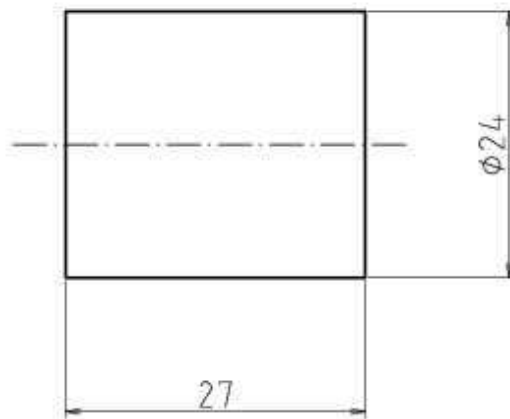
Výkresy sú ešte aj v prílohe bakalárskej práce pre lepšiu prehľadnosť.





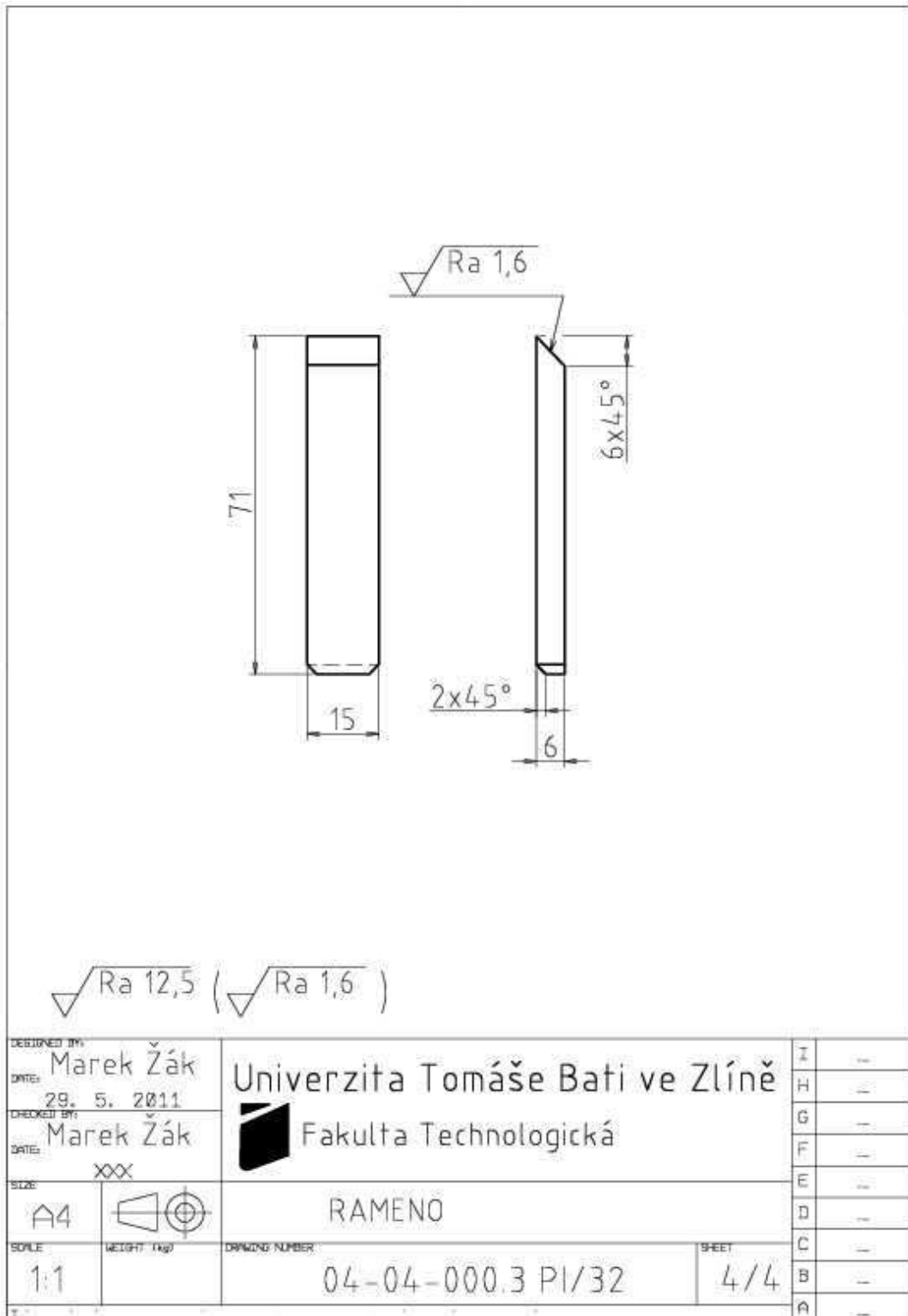
√ Ra 12,5

DESIGNED BY: Marek Žák		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně	I	-
DATE: 29. 5. 2011			H	-
CHECKED BY: Marek Žák		Fakulta Technologická	G	-
DATE: XXX			F	-
SIZE: A4		PÁKA	E	-
SCALE: 1:1	WEIGHT (kg)	DRAWING NUMBER: 04-04-000.1 PI/32	D	-
		SHEET: 2/4	C	-
			B	-
			A	-

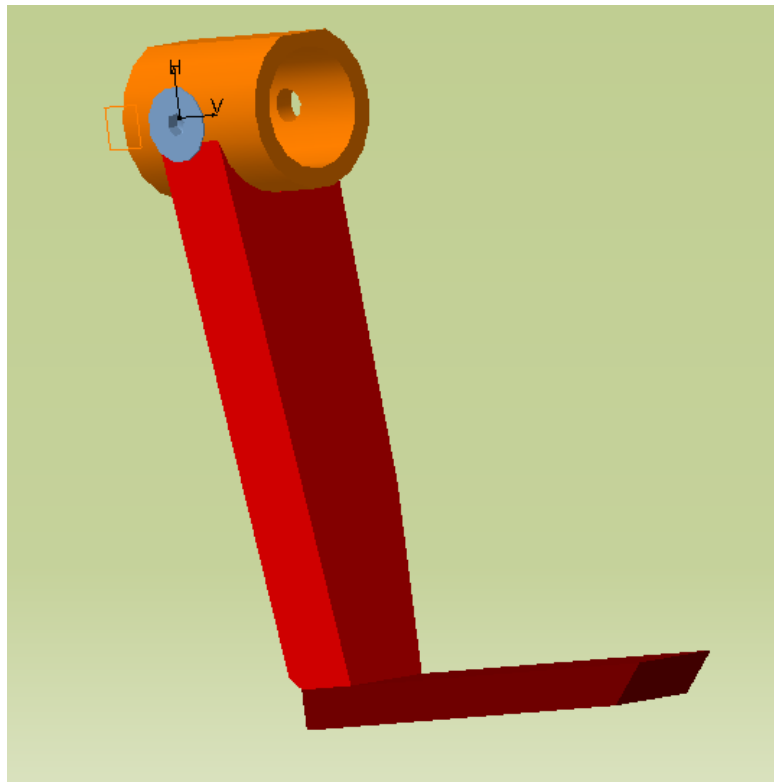


$\sqrt{\text{Ra } 12,5}$

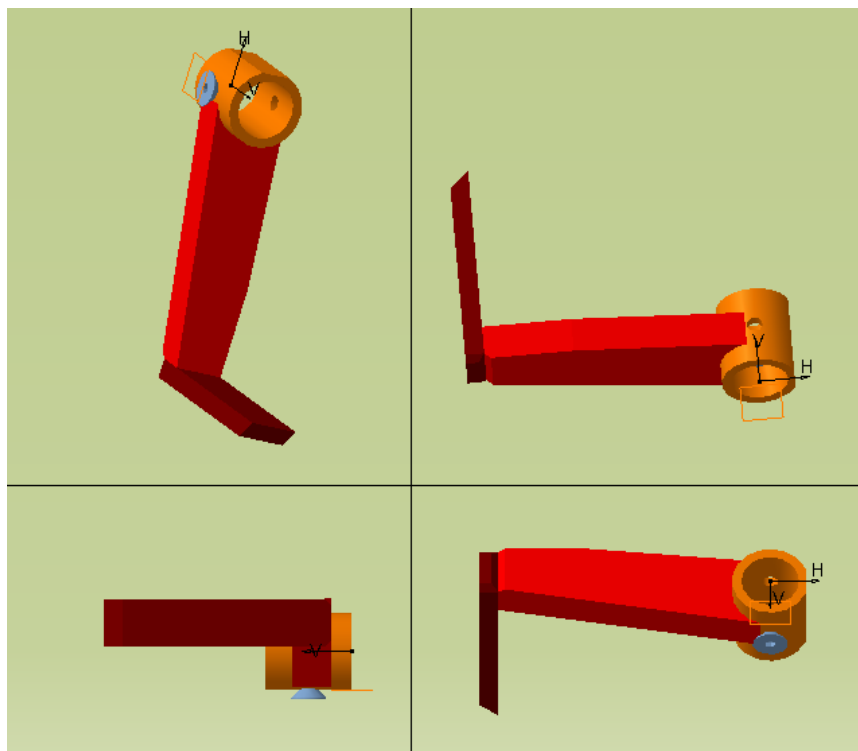
DESIGNED BY: Marek Žák		Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta Technologická	I	-
DATE: 29. 5. 2011			H	-
CHECKED BY: Marek Žák			G	-
DATE: XXX			F	-
SIZE: A4		NÁBOJ	E	-
SCALE: 1:2	WEIGHT (kg):	DRAWING NUMBER: 04-04-000.2 PI/32	D	-
		SHEET: 3/4	C	-
			B	-
			A	-



## 5.4.2 3D model



Obrázok 5-8 Frézka kopírovacia 3D pohľad



Obrázok 5-9 Frézka kopírovacia 4x zobrazenie



## 6 ZÁVER

V teoretickej časti bakalárskej práce je podaný kompletný prehľad tvorby výkresovej dokumentácie zvarkov podľa noriem ČSN a ISO.

V praktickej časti bakalárskej práce som navrhol štyri zvárané konštrukcie ku ktorým boli vytvorené 2D výkresy v programe AutoCAD 2008 a 3D modely v programu CATIA V5R18.

Jedná sa o štyri druhy zvarkov rôznej zložitosti, tieto modely boli konštruované bez výpočtového riešenia a slúžia k názornejšiemu predstaveniu študentom pri výuke.

Z modelov boli vytvorené pomocou CATIA V5R18 animácie vo forme videa ktoré pomáhajú rozvinúť predstavivosť budúcich konštruktérov.

Modely tak ako aj výkresy sú vhodné k implementácii do výuky a pomáhajú pochopiť problematiku týkajúcu sa tvorbu výkresovej dokumentácie zvarkov.

Pre úspešnú výchovu budúcich konštruktérov je teda nutné implementovať tieto moderné a inovačné prvky do jejich prípravy na budúce povolanie, aby si osvojili tieto postupy pre úspešné skladanie profesných povinností.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] ING. SOBEK, Evžen a kolektiv. *Základy konstruování : Návody pro konstrukční cvičení*. čtvrté. Brno : VUTIUM, 1998. 190 s. ISBN 80-214-1083-3.
- [2] *Matnet* [online]. Verze 1.0. Slovensko : Matnet Copyright, 2006 [cit. 2011-04-20]. Dostupné z WWW: <.matnet.sav.sk/index.php?ID=2>.
- [3] VASILKOVÁ, Darina; SEDLÁKOVÁ, Jarmila . Podľa európskych a medzinárodných noriem : Podľa európskych a medzinárodných noriem. In *Technická dokumentácia* [online]. 2. časť. Prešov : MCPO, 2004 [cit. 2011-04-26]. Dostupné WWW: <.mcpo.sk/downloads/Publikacie/Ostatne/OSODB200502.pdf>.

## **SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

CAD Computer Aided Design

CAM Computer Aided Manufacturing

CAE Computer Aided Engineering

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázok 2-1 Zváranie elektrickým oblúkom [2] .....	16
Obrázok 2-2 Odporové bodové zváranie [2].....	16
Obrázok 2-3 Zváranie plameňom [2].....	17
Obrázok 2-4 Elektronolúčové zváranie [2] .....	18
Obrázok 2-5 Laserové zváranie [2].....	19
Obrázok 2-6 Aluminotermické zváranie [2] .....	20
Obrázok 2-7 Ultrazvukové zváranie [2].....	21
Obrázok 2-8 Zváranie trením [2] .....	22
Obrázok 3-1 Základné druhy zváraných spojov [3] .....	23
Obrázok 3-2 Pravidlá spracovania výkresovej dokumentácie .....	24
Obrázok 3-3 Kreslenie Zvíkov a jeho dielcov.....	25
Obrázok 3-4 Značenie zvarov a umiestnenie údajov na odkazovej čiare.....	29
Obrázok 3-5 Doplnujúce značky zvarov .....	29
Obrázok 3-6 Predpisovanie rozmerov priečného prierezu u kútových zvarov.....	31
Obrázok 3-7 Polohy při zváraní.....	34
Obrázok 4-1 Pracovná plocha CATIA VR5R18 – Part design .....	36
Obrázok 4-2 Pracovná plocha AutoCAD (2008).....	39
Obrázok 5-1 3D model ložiskového stojana.....	46
Obrázok 5-2 3D model 4x zobrazenie .....	46
Obrázok 5-3 Celá zostava v reze .....	47
Obrázok 5-4 Ozubené koleso s hriadeľom a tesným perom.....	52
Obrázok 5-5 Ozubené koleso v reze .....	52
Obrázok 5-6 Lisovačka 3D pohľad.....	58
Obrázok 5-7 Lisovačka 4x zobrazenie.....	58
Obrázok 5-8 Frézka kopírovacia 3D pohľad .....	64
Obrázok 5-9 Frézka kopírovacia 4x zobrazenie .....	64

## ZOZNAM PRÍLOH

Súčasťou tejto bakalárskej práce sú štyri modely s rôznou obtiažnosťou vytvorené v programu CATIA V5R18 a k modelom sú vytvorené výkresy pre zváranie a obrábanie vytvorené v programe AutoCAD 2008. Výkresy sa nachádzajú ako prílohy na konci väzby a modely sa nachádzajú na CD-ROM.

Vložené CD-ROM obsahuje tieto prílohy:

P1: Bakalárska práca vo formáte PDF

P2: 3D modely vo formáte JPG

P3: 2D výkresy vo formáte PDF