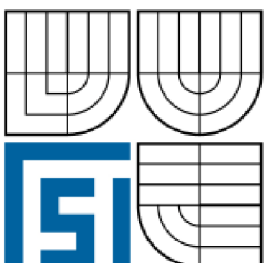


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE DESIGN

SVAŘOVANÉ KONSTRUKCE V TECHNICKÉ DOKUMENTACI

WELDED CONSTRUCTION IN TECHNICAL DOCUMENTATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PETR HURTÍK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PAVEL SVOBODA, CSc.

BRNO 2010

ABSTRAKT

Bakalářská práce je určena k výuce technické dokumentace svařovaných konstrukcí. Součástí práce je 12 zadání svařovaných sestav v příloze. Uvádí přehledy v používání různých typů technické dokumentace, včetně všech potřebných náležitostí.

Klíčová slova: technická dokumentace, svařované konstrukce, svary

ABSTRACT

The bachelor's thesis is intended for technical documentation of welded constructions teaching. There are 12 welded assembly settings as a part of the thesis, in appendix. The bachelor's thesis shows lists of different used types of technical documentation, including all essentials.

Key words: technical documentation, welded constructions, welds

Bibliografická citace: HURTÍK, P. *Svařované konstrukce v technické dokumentaci*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. Vedoucí bakalářské práce Ing. Pavel Svoboda, CSc.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně za použití uvedené literatury.

V Brně dne 28. května 2010

.....
Petr Hurtík

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Pavlu Svobodovi, CSc., za jeho cenné připomínky.

Děkuji také rodině a přítelkyni za vytvoření studijních podmínek.

OBSAH

1 ÚVOD	12
2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ	13
2.1 Výkresová dokumentace svarků.....	13
2.2 Modelování svarku [7].....	14
3 FORMULACE ŘEŠENÉHO PROBLÉMU A JEHO TECHNICKÁ A VÝVOJOVÁ ANALÝZA.....	18
3.1 Stav norem a svařování [9]	18
3.2 Vývojová analýza	18
4 VYMEZENÍ CÍLŮ PRÁCE	19
5 NÁVRH METODICKÉHO PŘÍSTUPU K ŘEŠENÍ.....	20
5.1 Rozdělení technologie výroby	20
5.2 Odlišnosti konstrukčních zásad u svarků, odlitků a výkovků	20
5.2.1 Vliv polohy svaru na pracnost.....	21
5.2.2 Značení polohy a tvaru svaru dle normy ČSN EN ISO 6947	22
5.3 Konstrukční zásady pro snížení pnutí a smrštění [3].....	23
5.4 Zásady kreslení výkresů svařovaných součástí	23
6 NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ A OPTIMÁLNÍ VARIANTY	24
6.1 Výběr optimálního konstrukčního řešení	24
6.2 Zobrazování svarků v technické dokumentaci.....	25
6.3 Předepisování svarů na výkresech	29
6.3.1 Základní značení typu svaru	29
6.3.2 Zásady značení svaru	30
6.3.3 Základní značka svaru	31
6.3.4 Charakteristický rozměr svaru v příčném a podélném směru ..	32
6.3.5 Označení technologie svaru, metody svařování	33
6.3.6 Použití doplňujících značek	34
6.3.7 Označení svarů na výkresech	35
6.4 Všeobecné tolerance pro svařované konstrukce.....	36
6.5 Svařitelnost materiálů	36
7. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	37
8. ZÁVĚR – KONSTRUKČNÍ, TECHNOLOGICKÝ A EKONOMICKÝ ROZBOR ŘEŠENÍ	38
9. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	39
10. SEZNAM OBRÁZKŮ	40
11. SEZNAM TABULEK	41
12. SEZNAM PŘÍLOH	42

1 1 ÚVOD

Svařování má v dnešní době velmi rozsáhlé uplatnění v mnoha oborech lidské činnosti. Je to spojování dílců v nerozebíratelný celek s materiálovým stykem za pomoci tepla, tlaku nebo kombinací obojího. [6] Nejčastěji jsou svařované konstrukce zhotoveny z jednoduchých dílců a polotovarů hutní výroby, jako jsou plechy a profily, ale spojují se i odlitky a výkovky.

Svařování patří mezi moderní způsoby výroby nerozebíratelných spojů, je významnou a stále používanější technologií ve spojování materiálů. Úkolem konstruktéra je už při konstrukci součásti zvolit výhodný tvar svaru a ten pak podle příslušných pravidel zakreslit ve výkresové dokumentaci. Technolog určí na základě předepsaných svarů potřebné parametry pro jejich provedení. [5]

Svařované konstrukce patří v obecném strojírenství k preferovaným konstrukčním řešením. Jejich výhodou jsou nižší pořizovací náklady a relativně jednodušší výroba. Díky dostupnosti moderních svařovacích metod v ochranných atmosférách (WIG, MIG, MAG, MAG/CO₂) a vysoce jakostních materiálů může být konstrukce i rozměrných výrobků nejen lehčí při zachování požadovaných mechanických vlastností, ale taky levnější. [7]

Svařované součásti jsou sestaveny z několika samostatných dílců. Kreslí se proto v závislosti na způsobu jejich výroby a složitosti. U jednodušších součástí se výkres svarku používá pro výrobu jednotlivých dílů, případně pro následné obrábění svarku. [7]

Obrábění funkčních ploch se provádí až po svaření. Pro zvýšení produktivity svařování se používá jedno(více)účelové přípravky nebo polohovadla pro zajištění svařovaných dílců proti pohybu a pro zajištění optimální polohy pro svařování – vodorovně shora [3]. Dále pro zvýšení produktivity se může svařovací proces automatizovat pomocí průmyslových robotů se svařovacími hlavami a svařovacími automaty. [4] Technická dokumentace je důležitá pro celý proces výroby strojní součásti. Kreslení svařovaných sestav se neřídí žádnou normou. Závisí na mnoha pohledech (konstrukčních a technologických) a zvyklostech (např. podnikové normy). Tato práce bude sloužit studentům prvních ročníků vysokých škol pro ucelení představ o technické dokumentaci svařovaných konstrukcí.

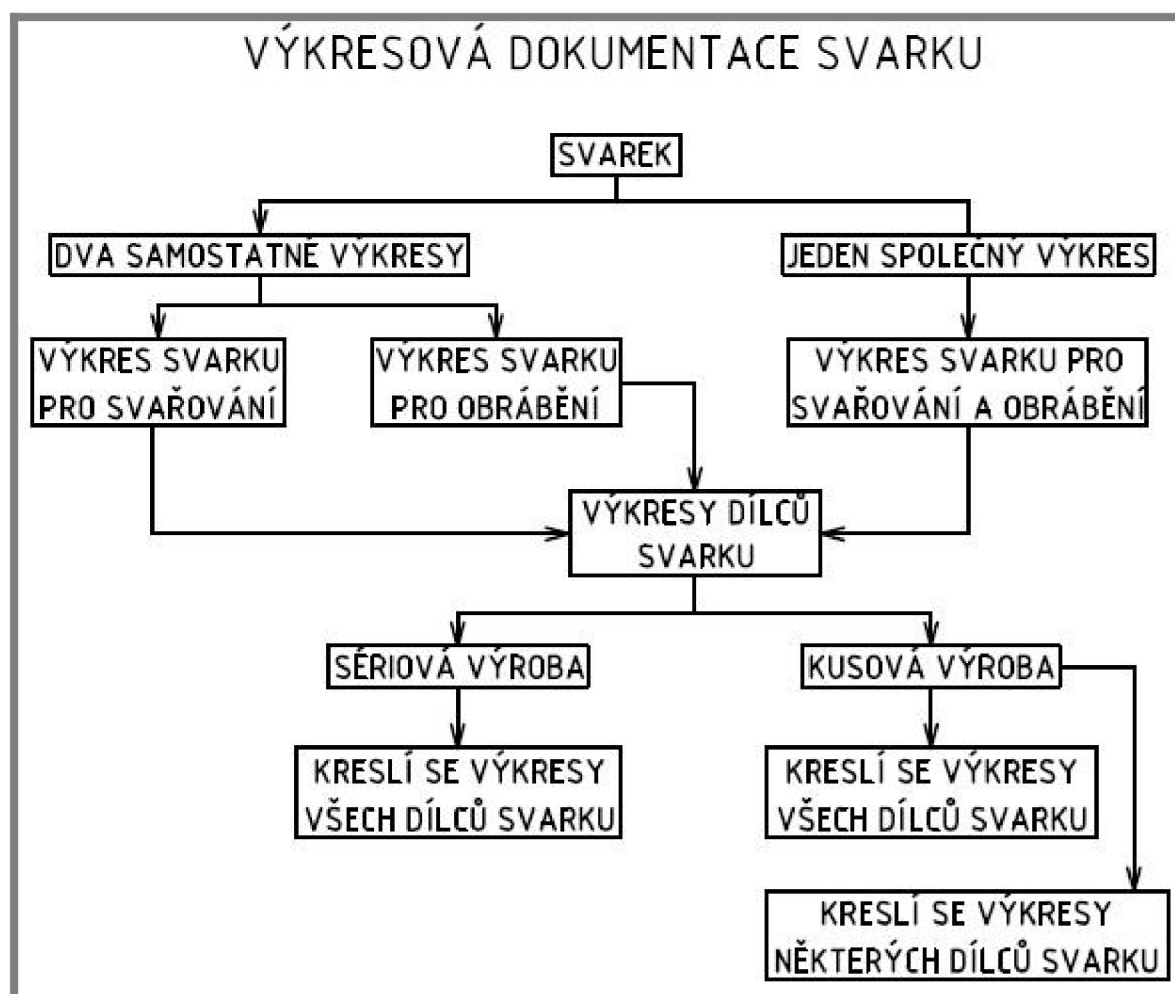
Bakalářská práce vychází z českých technických norem (ČSN), evropských norem (EN) a norem mezinárodních (ISO).

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

Technickou dokumentaci svařovaných sestav lze provést buď ve 2D, nebo ve 3D. Ve výuce i v praxi se setkáváme s oběma způsoby. Každé zobrazování má svoje opodstatnění jak pro návrh, tak pro výrobu.

2.1 Výkresová dokumentace svarků

Přehled způsobu zpracování výkresové dokumentace svarku (Obr. 2-1).



Obr. 2-1 Výkresová dokumentace svarku

Výkres svarku pro svařování musí obsahovat kóty zajišťující polohu dílců, pozice dílců, označení a rozměry svarů, hlavní celkové rozměry, přídavné materiály (uváděné jako poslední v seznamu položek), délky všech druhů svarů, spotřebu elektrod a případné tepelné zpracování svarku.

Výkres svarku pro obrábění musí obsahovat všechny kóty potřebné pro obrábění funkčních ploch svarku po svaření a drsnosti povrchů pouze na obráběné plochy, celková drsnost se v popisovém poli neuvádí.

Výkres svarku pro svařování a obrábění musí obsahovat kóty zajišťující polohu dílců, pozice dílců, označení a rozměry svarů, kóty potřebné pro obrábění funkčních ploch po svaření, hlavní celkové rozměry, drsnosti povrchů pouze na obráběné plochy, celková drsnost se v popisovém poli neuvádí, přídatné materiály (uváděné jako poslední v seznamu položek), délky všech druhů svarů, spotřebu elektrod a tepelné zpracování svarku.

2.2 Modelování svarku [7]

Při vytváření 3D modelů a jejich sestav je nejčastěji na VUT v Brně FSI používán program Autodesk Inventor. Pro vytváření sestavy svarku se používá šablona *Svarenc.iam* (Obr. 2-2).



Obr. 2-2 Výběr šablony

Modelování se dělí do následujících etap:

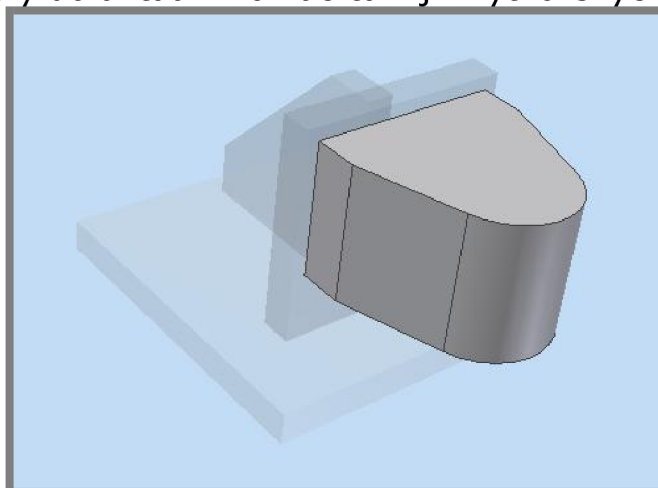
- vymodelování dílů,
- vytvoření technologických úkosů,
- svařování,
- obrábění.

Svařovaná sestava se vymodeluje pomocí už vytvořených komponent, anebo pomocí adaptivního modelování *Vytvořit komponentu [N]* (Obr. 2-4).



Obr. 2-4 Postup vytvoření komponenty

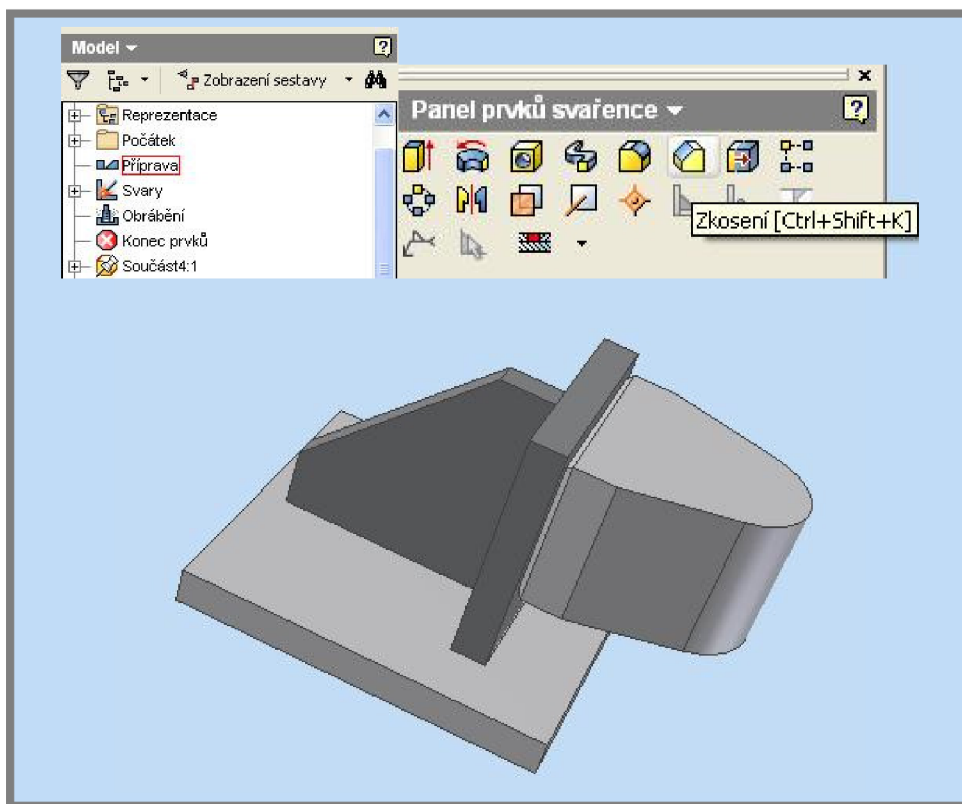
Výhodou adaptivního modelování (Obr. 2-5) je, že mohou být promítány navazující rozměry do aktuálního náčrtu z již vytvořených komponent.



Obr. 2-5 Adaptivní modelování

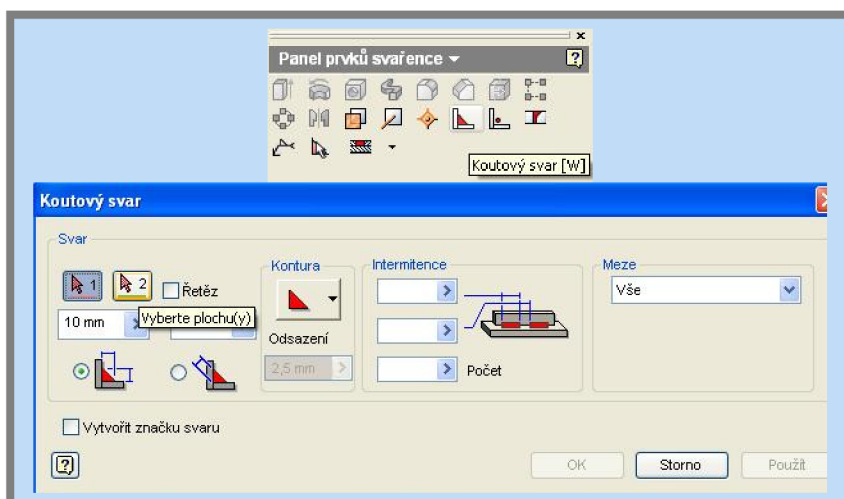
Nejprve se vytvoří sestava připravená pro svařování dle náležitostí výkresů.

Pomocí modulu *Příprava* (Obr. 2-6) se obrobí plochy určené ke svařování (koutové svary, V-svary atd.).



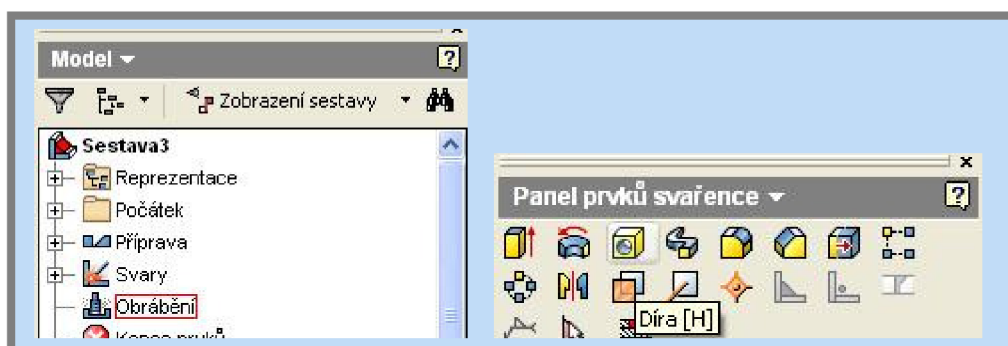
Obr. 2-6 Příprava pro svařování

Autodesk Inventor umožňuje zobrazení svarů přímo v modelu, vybere se tedy modul *Svary* (Obr. 2-7) a podle svarů ve výkresové dokumentaci se vybírají plochy, které mají být svařeny.



Obr. 2-7 Modul *koutový svar*

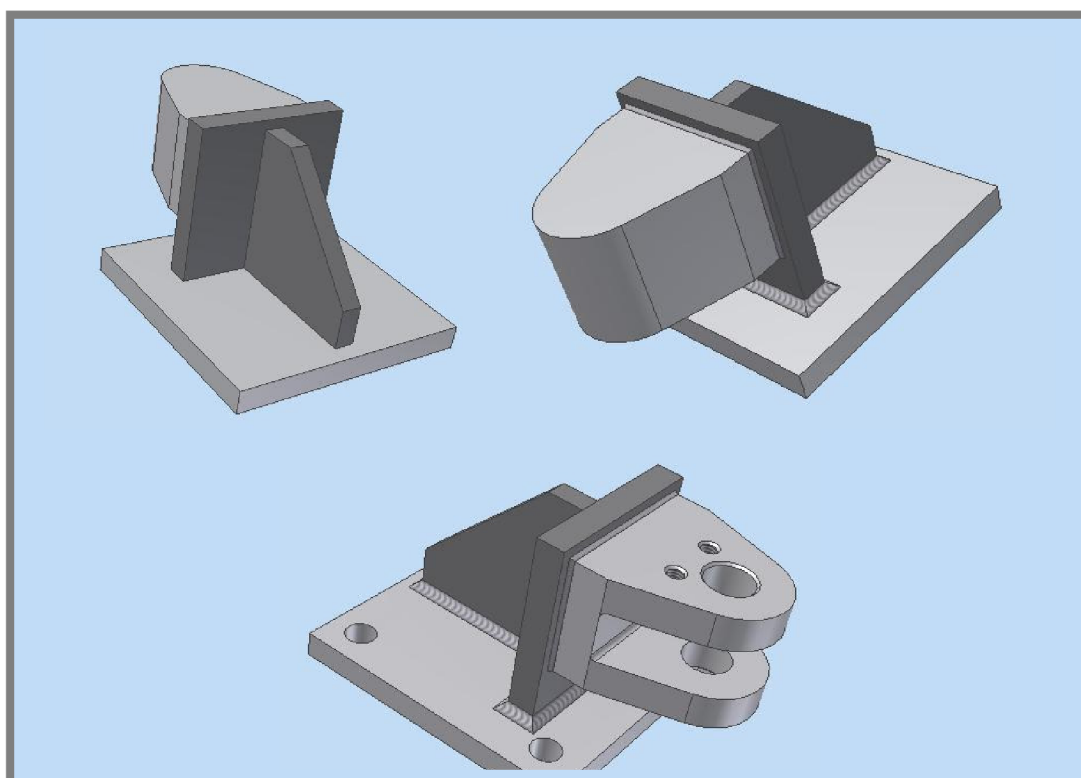
Postupuje se dle pořadí výrobního procesu. Vymodelovaná součást, svařená dle požadavků a nyní následuje obrábění. Pro obrábění svařované sestavy se používá modul *Obrábění* (Obr. 2-8).



Obr. 2-8 Modul obrábění

Dle výkresu pro obrábění se využívá operace z nabídky Panelu prvků svařence.

Hotová svařovaná sestava splňuje všechny požadavky z hlediska technické dokumentace pro vytváření výrobních výkresů (jak pro sestavu, tak pro samostatné díly), prezentací a animací. Prostorové modely (Obr. 2-9) vytvářené v prostředí Autodesk Inventor jsou užitečné zejména pro studenty prvních ročníků vysokých škol a studenty středních škol technického zaměření, a to pro lepší prostorové představení sestavy a lepší zvládnutí problematiky dokumentace svařovaných sestav.



Obr. 2-9 Kompletace svařované sestavy

3

3 FORMULACE ŘEŠENÉHO PROBLÉMU A JEHO TECHNICKÁ A VÝVOJOVÁ ANALÝZA

3.1 3.1 Přehled norem pro svařování [9]

Problematicke svařování a tvorbě výkresové dokumentace svarků se věnuje česká technická norma skupiny 05.

Normy popisují:

- základní názvosloví – ČSN 05 0000,
- metody svařování a jejich číslování – ČSN EN ISO 24063,
- pracovní polohy, definice úhlů, sklonu a natočení – ČSN EN ISO 6947,
- určování stupně jakosti – ČSN EN 25817,
- výpočet svarových spojů – ČSN 05 0120,
- svařitelnost – ČSN EN ISO 18278-1 / ČSN EN ISO 18278-2,
- přídatný materiál – ČSN EN ISO 544.

Pomocí norem je zajištěna správnost zobrazení svaru na výkresech svarku. Žádná norma ale neurčuje zobrazování svařovaných sestav v požadované výkresové dokumentaci. Většinou se konstruktér řídí firemními předpisy a zvyklostmi.

3.2 3.2 Vývojová analýza

Výkresy svarku se nejčastěji zpracovávají v 2D podobě pomocí AutoCADu. Zpracovávají se se všemi náležitostmi, jako jsou rozměry (před, po obrobení), tepelné zpracování požadovaných částí atd.

Svařované sestavy se nejčastěji modelují ve 3D pomocí softwarových nástrojů, jako např. Autodesk Inventor, CATIA, SolidWorks, SolidEdge, Pro/ENGINEER.

Pro předmět Konstruování na FSI VUT v Brně budou studenti využívat vizualizaci ve 3D programech pro lepší názornost a představivost k vytvoření svařované sestavy dle zadání.

Využíváním 3D modelovacích programů lze velice efektivně navrhovat, upravovat, kontrolovat, prezentovat svařované sestavy. Dále je možné s nimi pracovat v kolektivech konstruktérů pomocí intranetových a internetových sítí.

Tato práce je určena především pro vytvoření uceleného náhledu k vytváření svařovaných sestav a konstrukcí. Poskytuje seznamy nejčastěji používaných svarů (jejich rozměry), technologií, všeobecných tolerancí, přídaveků na obrábění, materiálů a tepelných zpracování. Práce by měla sloužit jako návod k vytváření požadované technické dokumentace, pomůcka pro vytváření svařovaných sestav v Autodesk Inventoru.

Přílohou práce je 12 modelů svařovaných sestav určených zejména pro studenty prvních ročníků VUT FSI v Brně pro předmět Konstruování. Studenti budou vytvářet technickou dokumentaci dle zadání a požadavků vyučujícího (nejčastěji svařovací sestavu, výrobní výkresy a soupisy položek). Zadání obsahuje dostatečný počet pohledů pro úplné zobrazení, označené funkční plochy, obráběné plochy, prostorový model pro lepší představivost a rozměrovou tabulku.

5 NÁVRH METODICKÉHO PŘÍSTUPU K ŘEŠENÍ

5.1 Rozdělení technologie výroby

Strojní součásti lze vyrobit mnoha technologiemi. Z jednoho kusu např. odléváním, kovááním, soustružením, frézováním atd., z více kusů svařováním, lepením, pájením a montováním pomocí šroubů a nýtů. Technologie výroby se odvíjí podle mnoha kritérií: podle počtu vyrobených kusů, možností dílny, nákladnosti výroby, zatížení atd. Nejčastěji volené jsou polotovary vyráběné odléváním, kovááním a svařováním. [3]

Odlitky jsou vyráběny odléváním slévárenských kovů do tuhých forem (nejčastěji pískových). V dnešní době dosahujeme přesným (tlakovým) litím do např. kovových forem velmi vysoké přesnosti odlitku. Tím je možné eliminovat nutnost obrábění. Kvůli vysokým nákladům na modely se častěji používá lití šedé litiny do pískových forem. Při takovém postupu technická dokumentace obsahuje výkres součásti, jejímž polotovarem je odlitek, výkres odlitku a slévárenský postup.

Výkovek je vytvořen objemovým tvářením přehřátého kovu do tvaru zápustky nebo pomocí volného kování. Výkresovou dokumentaci tvoří výkres součásti, jejímž polotovarem je výkovek, výkres výkovku a výkres zápustky, popřípadě jiných pomůcek použitých při kováání.

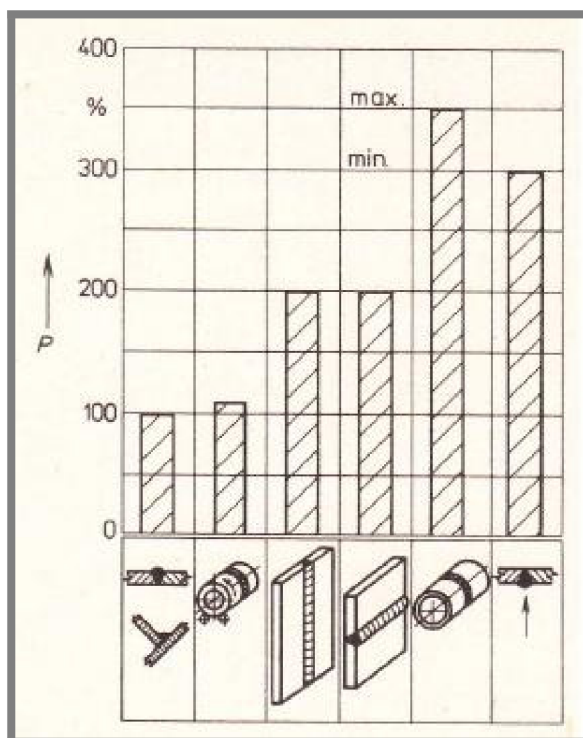
Svarky jsou vytvářeny pomocí nerozebíratelných spojení, vytvořením charakteristických kovových vazeb mezi spojovanými materiály. Vazby vznikají za pomoci tepla, tlaku nebo kombinací obojího. Výkresová dokumentace svařované konstrukce obsahuje svařovací sestavu a výkres pro obrábění nebo výkres pro svařování i obrábění a seznam položek, popřípadě výrobní výkresy jednotlivých dílů svařované sestavy. [1]

5.2 Odlišnosti konstrukčních zásad u svarků, odlitků a výkovků

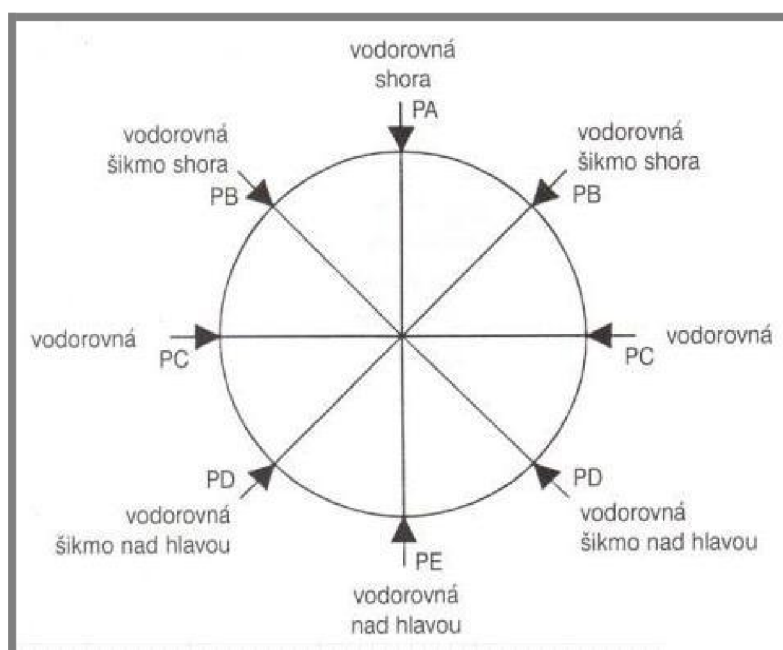
U svařovaných konstrukcí je možno volit tloušťku stěny a průřezy podle velikosti provozního namáhání. Se zřetelem na svařitelnost je vhodná co nejmenší tloušťka. Válcovaný materiál má lepší a rovnoměrnější mechanické vlastnosti než litý, jsou vhodnější uzavřené profily. U svarků mohou být jednotlivé části z různých materiálů různých pevností podle namáhání. Snadné je navařování např. korozivzdorných vrstev. Je možné použít více polotovarů (odlitky, výkovky, válcované polotovary...). Svarky mají menší přídatky na obrábění, a to 8 až 12 % z celkové hmotnosti konstrukce, odlitky 20 % i více. Změna konstrukce odlitku vyžaduje i změnu modelu. Použití svarků je do určitého počtu limitováno efektivností. [3]

Při navrhování svarů na svařované konstrukci musí být brány ohledy na polohu svaru (Obr. 5-2) a přístup k jeho vytvoření. Těžká poloha a špatný přístup při svařování zvyšuje čas potřebný na provedení svaru, a tím zvyšuje náklady (Obr. 5-1).

5.2.1 Vliv polohy svaru na pracnost




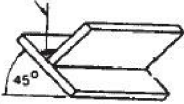
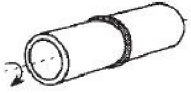
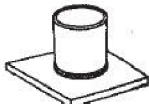



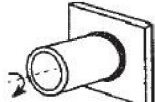


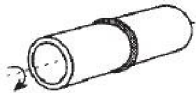
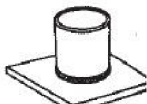
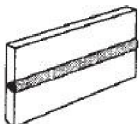


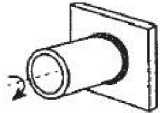
Obr. 5-1 Vliv polohy svaru na pracnost [3]



Obr. 5-2 Polohy svařování dle ČSN EN ISO 6947

5.2.2 5.2.2 Značení polohy a tvaru svaru dle normy ČSN EN ISO 6947

Tab. 5-1 Značení polohy a tvaru svaru

Označení polohy dle	Tupý svar	Koutový svar	Svar na trubce	Svar trubka - plech
EN ASME	 PA 1G	 PA 1F	 PA 1G	 PB 2F
EN ASME	 PC 2G	 PB 2F	 PC 2G	 PB 2F
Označení polohy dle	Tupý svar	Koutový svar	Svar na trubce	Svar trubka - plech
EN ASME	 PA 1G	 PA 1F	 PA 1G	 PB 2F
EN	 PC	 PB	 PC	 PB

5.3 Konstrukční zásady pro snížení pnutí a smrštění [3]

5.3

- Rozměry svarů by neměly překročit vypočítané rozměry.
- Mělo by se používat co nejvíce přerušovaných svarů, zejména u tenkých plechů.
- Svary mají být v těžišti osy prutu nebo souměrně k jeho ose.
- Překlátované svary by se měly nahradit tupými.
- Svary by se neměly hromadit v jednom místě.
- Součásti musí být při svařování upnuté (v přípravku), ale s možností tepelné dilatace.
- Čím je materiál svařovaných součástí tvárnější, tím se vnitřní pnutí projevuje méně.
- Ve speciálních případech se pnutí ve svarech odstraňuje tepelným zpracováním, které však podstatně zvyšuje výrobní náklady.

5.4 Zásady kreslení výkresů svařovaných součástí

5.4

Na výkrese musí být přesně označeno:

- umístění svaru (je dáno polohou nakreslených součástí),
- druh (tvar) svaru, který se udává základní značkou s tvarem povrchu a tvarem kořene svaru,
- rozměry svaru (ČSN 01 3155), výška a délka, která může být souvislá nebo přerušovaná,
- způsob provedení svaru dle ČSN EN ISO 24063,
- do popisového pole uvést druh tepelného zpracování, teplota, doba trvání procesu a způsob ochlazování pro svařované součásti, které mají být tepelně zpracovány,
- do popisového pole předepsat spotřebu a druh elektrod nebo svařovacích drátů pro jedno provedení (výpočtem nebo podle podnikových normativů).

Technologičnost svarků nejlépe vystihuje věta:

"Nejlepší svařovaná konstrukce je ta, která má nejméně svarů. "

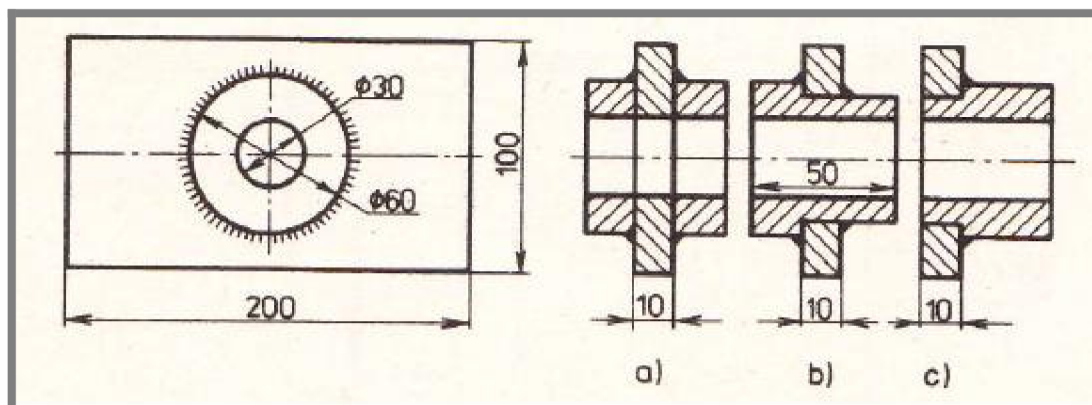
[3]

6 NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ A OPTIMÁLNÍ VARIANTY

Nejčastěji se používají svařovací a obráběcí výkresy, kde lze rozměry pro obrábění vyčíst z výkresu nebo přímo ze soupisu položek (u svařovaných sestav z profilů, u jednoduchých z neobráběných dílů). Zejména zahraniční firmy upřednostňují společné výkresy pro svařování i obrábění (Přílohy 13-17 FIREMNÍ DOKUMENTACE). Řídí se podle firemních norem, které neodpovídají zvyklostem ÚK FSI.

U složitých sestav je většinou nutno zpracovat zvlášť svařovací výkres a zvlášť výkres obráběcí (popř. u složitých dílců zpracovat jednotlivé výkresy pro obrábění). Konstruktor nesmí zapomenout na přídavky pro obrábění. Někdy se na výkrese uvádí rozměr po svaření a i rozměr po obrobení, případně velikost přídavku (zvlášť, když je jich víc proti sobě). Dále má být uvedeno případné žihání (při vzniku vnitřních pnutí), které musí být provedeno před obráběním.

6.1 Výběr optimálního konstrukčního řešení



Obr. 6-1 Výběr optimální varianty konstrukčního řešení [3]

Při návrhu svařovaných konstrukcí je nutno vycházet z alternativních řešení (Obr. 6-1), která sice zvyšují konstrukční náklady na výrobek, ale výsledný ekonomický efekt je potom několikrát vyšší. Z alternativního řešení svařované konstrukce víka vyplývá, že nejehospodárnější konstrukce je na obrázku a). [3]

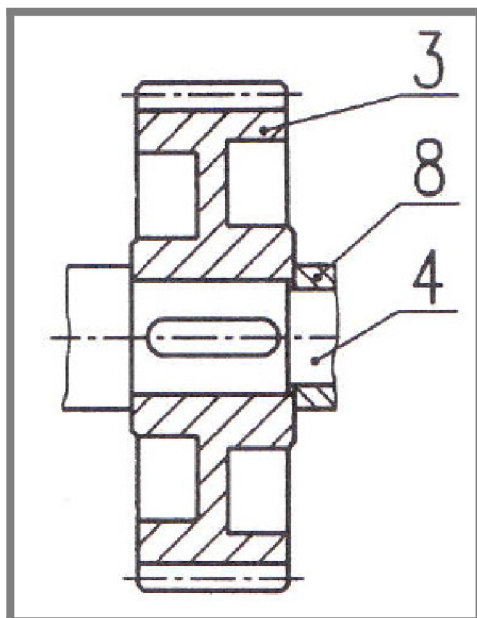
Výběr optimální varianty volby výkresové dokumentace svařované konstrukce závisí na počtu vyráběných kusů, na složitosti konstrukce (na složitosti jejich dílců), na požadavcích zákazníka a na firemních zvyklostech (Přílohy 13-17 FIREMNÍ DOKUMENTACE).

Studenti prvních ročníků FSI VUT v Brně v předmětu Konstruování nebudou rozsah výkresové dokumentace volit, bude jim zadán vyučujícím. Je však důležité, aby studenti získali přehled o všech způsobech zobrazování.

6.2 Zobrazování svarků v technické dokumentaci

Charakteristika svarku na výkresu sestavy (Obr. 6-2):

- svarek je označen na výkresu jako jedna položka,
- nejsou zobrazeny stykové plochy jednotlivých dílců svarku,
- svarek je vyšrafován jedním směrem,
- v soupisu položek je uveden jako polotovar.



Obr. 6-2 Zobrazení svarku, celku na výkresu sestavení [5]

Charakteristika výkresu svařované sestavy pro svařování:

- na výkresu je zakótována poloha dílců pro svaření a jejich geometrické tolerance,
- jednotlivé dílce jsou označeny položkami,
- jsou zaznačeny rozměry a tvary svarů,
- nad popisovým polem je uveden druh použité elektrody, celková délka všech druhů svarů, případně tepelné zpracování, povrchová úprava a soupis položek všech dílců sestavy.

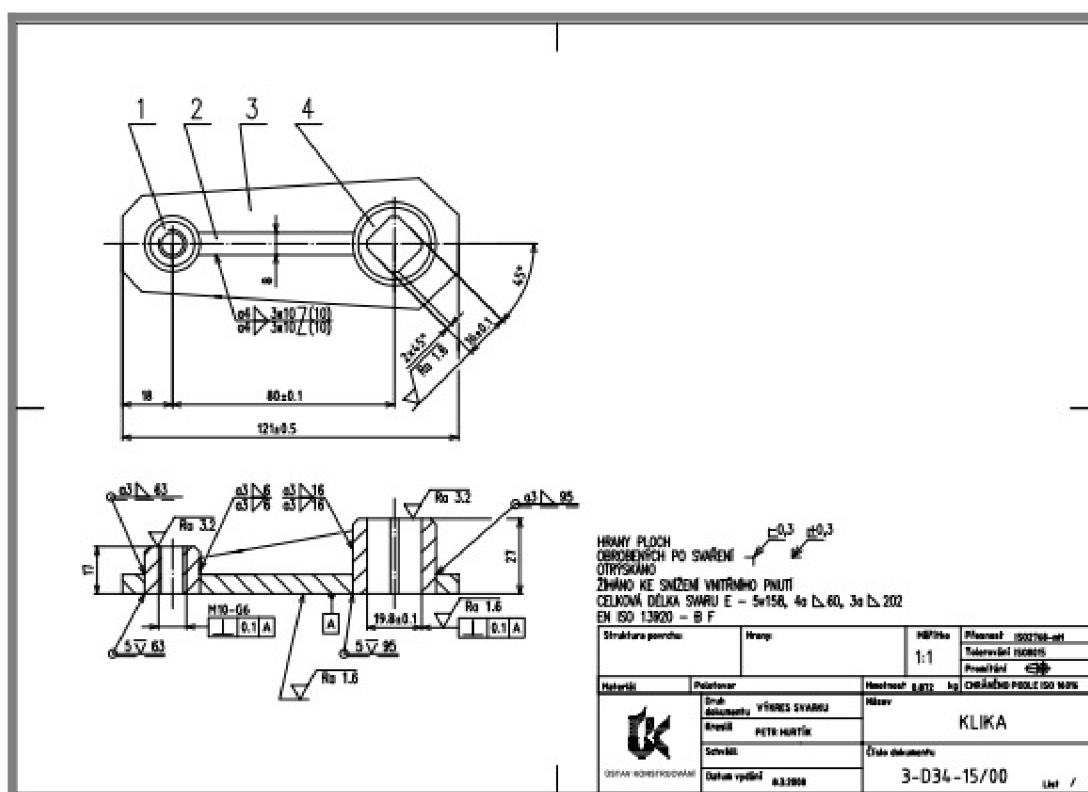
Charakteristika výkresu svařované sestavy pro obrábění:

- obsahuje kóty všech obráběných ploch, jejich požadované délkové a geometrické tolerance, drsnosti povrchů a úprav ploch svarů, jsou-li nutné,
- svary se nekótují ani nezakreslují do výkresu,
- v razítku je jako polotovar uveden svarek.

6. NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ A VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY

Charakteristika výkresu svařované sestavy pro svařování a obrábění:

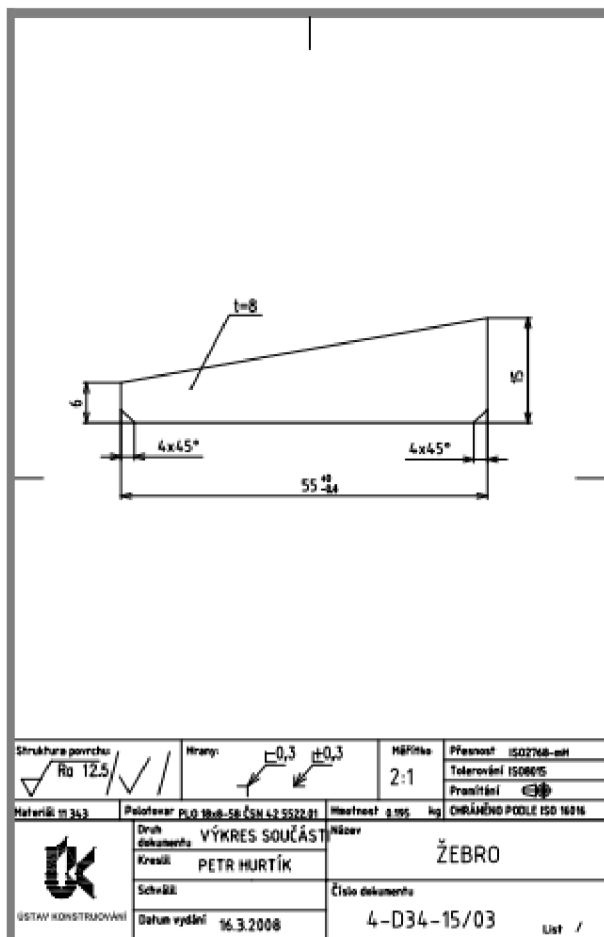
- na výkrese je zakótována poloha dílců pro svaření a jejich geometrické tolerance,
- jednotlivé dílce jsou označeny položkami,
- jsou zaznačeny rozměry a tvary svarů,
- nad popisovým polem bývá uváděn druh použité elektrody, celková délka všech druhů svarů, případně tepelné zpracování a povrchová úprava,
- soupis položek všech dílců sestavy,
- výkres obsahuje kóty všech obráběných ploch, jejich požadované délkové a geometrické tolerance, drsnosti povrchů a úprav ploch svarů, jsou-li nutné.



Obr. 6-3.1 Výkres svařované sestavy pro svařování a obrábění

Charakteristika výrobního výkresu:

- obsahuje všechny kóty pro obrobení požadovaných ploch,
- plochy, které je potřeba obrábět až po svařování, se musí zakótovat s přídávkami na obrábění,
- na plochy určené k osazení dílců před svařením se dává drsnost Ra 12,5 a tolerance obvykle H11/h11.



Obr. 6-3.3 Výkres součásti

6.3 Předepisování svarů na výkresech

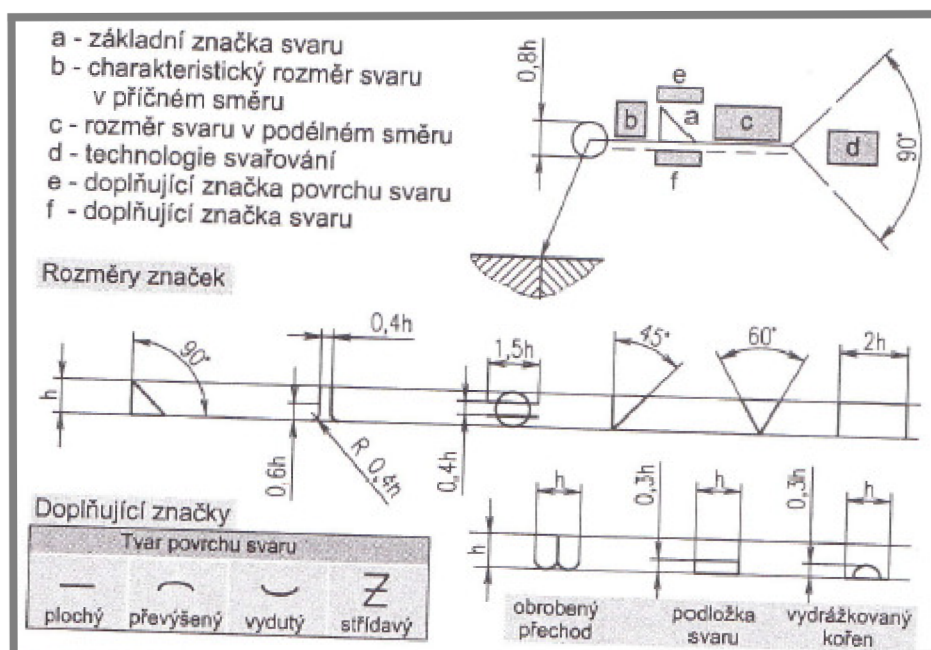
Značení svarů (Tab. 6-1) v technické dokumentaci určuje norma ISO 2553:1992. Na výkresech se svary nezobrazují, pouze se označují. Pro jejich označování používáme odkazové čáry a značky (Obr. 6-4). Stykové plochy svařovaných součástí se oddělují tlustou čarou a součásti jsou vyšrafovány opačným směrem. Rozměry značek závisí na velikosti písma, vše je zapisováno tenkou čarou. Při značení svaru v technické dokumentaci se uvádí:

- základní značka typu svaru,
- rozměr svaru v příčném směru,
- rozměr svaru v podélném směru,
- technologie výroby svařované součásti,
- doplňující značky tvaru povrchu svaru a jeho případných úprav.

Svar se označuje na výkrese pouze jednou, a to v nejnázornějším pohledu. Pokud není uvedena délka svaru, je svar proveden po celé délce součásti.

6.3.1

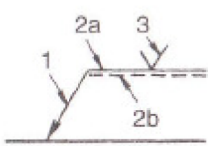
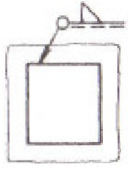

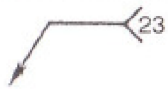
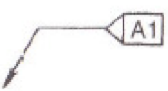

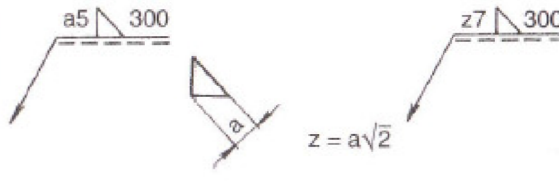
6.3.1 Základní značení typu svaru



Obr. 6-4 Značení svarů [5]














6.3.2 6.3.2 Zásady značení svaru

Tab. 6-1 Zásady značení svarů [8]

<p>Úplné označení svaru</p> <p>1 – odkazová čára</p> <p>2a – praporek odkazové čáry (plná čára) kreslí se rovnoběžně se spodním okrajem výkresu</p> <p>2b – identifikační čára (čárkovaná čára) lze umístit nad nebo pod plnou čáru</p> <p>3 – značka svaru</p>	
<p>Značka pro obvodový svar</p>	
<p>Značka pro montážní svar</p>	
<p>Označení metody svařování číselné označení je umístěno do vidlice na konci praporku</p>	
<p>Označení pořadí ve vidlici praporku (údaje o druhu a rozměrech svaru):</p> <ul style="list-style-type: none"> – metoda svařování – stupeň jakosti – poloha svařování – přídavné materiály 	
<p>Označení hlavních rozměrů Jmenovitá výška svaru Jmenovitá tloušťka svaru</p>	
<p>Způsob označování velikosti koutových svarů</p>	

6.3.3 Základní značka svaru

Základní značka (Obr. 6-5) svaru určuje jeho tvar. Výběr z normy ČSN EN 296962 (05 0025). (Účinnost od 1. 3. 1997.)

název svaru	provedení	značka	název svaru	provedení	značka
I			koutový		
V		∨	lemový		
U		∩	děrový (žlábkový)		
Y		Y	bodový	 	

Obr. 6-5 Základní značky svaru [10]

6.3.4

6.3.4 Charakteristický rozměr svaru v příčném a podélném směru

Mezi charakteristické rozměry (Tab. 6-2) patří např. výška nebo odvěsna rovnostranného trojúhelníku u koutového svaru, kořen lemu u lemového svaru, atd. Jako podélný rozměr se uvádí délka svaru, pokud není svar prováděn po celé délce svařované součásti.

Tab. 6-2 Příkladů značení rozměrů svarů [8]

Druh svaru	Vyobrazení	Označení rozměrů	Poznámky
V svar			s – největší vzdálenost od povrchu součásti po dno svaru, která nemůže být větší než tloušťka tenčí součásti s – největší vzdálenost od povrchového svaru po dno závaru a – výška největšího rovnoramenného pravouhlého trojúhelníku vepsaného do průřezu svaru z – odvěsna trojúhelníku svaru l – délka svaru e – mezera mezi sousedními svary n – počet svarů Z – značka pro vystřídání svaru
I svar			
V svar			
Lemový svar			
Koutový svar			
Přerušovaný koutový svar			
Dvojstranný přerušovaný koutový svar			
Střídavě přerušovaný koutový svar			

6.3.5 Označení technologie svaru, metody svařování

Číslo ve vidlici na konci praporku udává metodu (Tab. 6-3), jakou má být svarový spoj zhotoven. Uvedené metody jsou dle ČSN EN 24063.

Tab. 6-3 Značení technologie svařování















1	Obloukové svařování	13	Obloukové svařování tavící se elektrodou v ochranném plynu
11	Svařování kovovou elektrodou bez ochranného plynu	131	Obloukové svařování tavící se elektrodou v inertním plynu - MIG
111	Ruční obloukové svařování obalenou elektrodou	135	Obloukové svařování tavící se elektrodou v aktivním plynu - MAG
112	Gravitační obloukové svařování obalenou elektrodou	136	Obloukové svařování plněnou elektrodou v aktivním plynu
113	Svařování holou elektrodou	137	Obloukové svařování plněnou elektrodou v inertním plynu
114	Obloukové svařování plněnou elektrodou bez ochranného plynu	141	Obloukové svařování netavící se elektrodou v inertním plynu - WIG, (TIG)
115	Svařování holým drátem	149	Atomární svařování
118	Svařování položenou elektrodou	15	Plazmové svařování
121	Svařování pod tavidlem s drátovou elektrodou	151	Plazmové MIG svařování
122	Svařování pod tavidlem páskovou elektrodou	18	Ostatní metody obloukového svařování
2	Odporové svařování	4	Tlakové svařování
21	Bodové odporové svařování	41	Ultrazvukové svařování
22	Švové svařování	42	Třecí svařování
23	Výstupkové svařování	43	Kovářské svařování
24	Odporové stykové svařování	441	Výbuchové svařování
29	Ostatní metody odporového svařování	45	Difúzní svařování
291	Vysokofrekvenční odporové svařování	47	Tlakové svařování s plamenovým ohřevem
3	Plamenové svařování	48	Tlakové svařování za studena
31	Svařování kyslíkovým plamenem	7	Ostatní metody svařování
311	Kyslíko-acetylenové svařování	71	Aluminotermické svařování
312	Kyslíko-propanové svařování	72	Elektrostruskové svařování
313	Kyslíko-vodíkové svařování	73	Elektroplynové svařování
32	Svařování vzduch-plynovým plamenem	74	Indukční svařování
321	Plamenové svařování vzduch-acetylen	751	Laserové svařování
322	Plamenové svařování vzduch-propan	752	Svařování soustředěným světlem oblouku
		753	Svařování infračerveným zářením
		76	Elektronové svařování
		781	Obloukové přivařování svorníků
		782	Odporové přivařování svorníků

6.3.6

6.3.6 Použití doplňujících značek

Doplňující značky (Tab. 6-4) uvádějí tvar povrchu svarového spoje, a to buď při svařování, nebo při následném obrábění. Pokud to technologie nevyžaduje, tak se svarové spoje dále neobrábí. Obrábění svarového spoje bývá prováděno nejčastěji z estetického hlediska.

Tab. 6-4 Použití doplňujících značek [8]

Pojmenování spoje	Zobrazení	Značka
Plochý V – svar		
Převýšený oboustranný V – svar		
Vydutý koutový svar		
Plochý V – svar s plochým podložením		
Podložený Y – svar		
Plochý opracovaný V – svar ¹⁾		
Koutový svar s opracovnými bezvrubými přechody		

6.3.7 Označení svarů na výkresech (Obr. 6-5, 6-6)

Výběr z normy ČSN EN 22 553 (01 3156). (Účinnost od 1. 5. 1998.)

Tab. 6-5 Značení koutových svarů [8]

Název Značka	Vysvětlující vyobrazení	Označení na výkresu		Tvar a rozměr značky
		v pohledu	v řezu	
koutový svar △				

Tab. 6-6 Značení tupých svarů [8]

Název Značka	Vysvětlující vyobrazení	Označení na výkresu		Tvar a rozměr značky
		v pohledu	v řezu	
Lemový svar ~				
I - svar 				
V - svar ∇				

6.4

6.4 Všeobecné tolerance pro svařované konstrukce

Norma ČSN EN ISO 13920 předepisuje čtyři třídy přesnosti pro délkové a úhlové úchytky a čtyři pro úchytky geometrické. Norma se vztahuje na nepředepsané tolerance, určuje tolerance rovnoběžnosti, rovinnosti a přímosti. Jiné požadované tolerance musí být předepsány přímo na výkrese. Předpis požadavků se uvádí ve výkrese nad popisovým polem.

6.5

6.5 Svařitelnost materiálů dle

Svařitelnost je schopnost materiálu vytvořit kvalitní spoj bez prasklin, usazenin, bublin a jiných vad. Tato schopnost je v největší míře ovlivňována množstvím a strukturou uhlíku v daném materiálu.

Svařitelnost materiálu je také závislá na technologii svařování. Svařitelnost můžeme rozdělit do čtyř základních skupin, a to **zaručená, dobrá, obtížná, nedoporučuje se**. Přehled některých svařitelností materiálů poskytne následující tabulka (Tab. 6-7).

Tab. 6-7 Výběr svařitelnosti některých ocelí [8]

Třída oceli	Zaručená	Dobrá	Obtížná	Nedoporučuje se
10		10 000 10 370		
11	11 300 11 320 11 343 11 425 11 453	11 343 11 373 11 523	11 500 11 550 11 600 11 650 11 700	11 110 11 120 11 140
12	12 010 12 020 12 030 ^{b)}		12 040 12 050	12 060 12 090
13	13 030 13 320 ^{b)}		13 141 13 151	13 180 13 251
14	14 220 ^{b)} 14 331 ^{b)}	14 120	14 221	14 109 14 240
15	15 110 15 121	15 130 15 230	15 235 15 240	15 340
16	16 221 ^{b)} 16 320 ^{b)}	16 532	16 220	16 240
17	17 020 ^{b)} 17 240	17 022 17 040	17 113 17 153	17 024 17 042
19				19 083 19 312 19 132 19 422 19 133 19 436 19 152 19 642 19 191 19 802 19 824

7. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Jedním z cílů této bakalářské práce je vytvoření dvanácti zadání pro studenty Fakulty strojíního inženýrství VUT v Brně pro předmět Konstruování. Studenti budou vytvářet k zadané úloze celou výkresovou dokumentaci svařované sestavy. Úloha obsahuje vždy svařovanou sestavu, model a tabulku hodnot (se čtyřmi variantami hodnot zadání). Svary bude student navrhovat sám, proto v zadání nejsou zobrazeny. Dále jsou zakótovány pouze základní rozměry, zbytek bude student volit sám.

Výkres sestavení obsahuje:

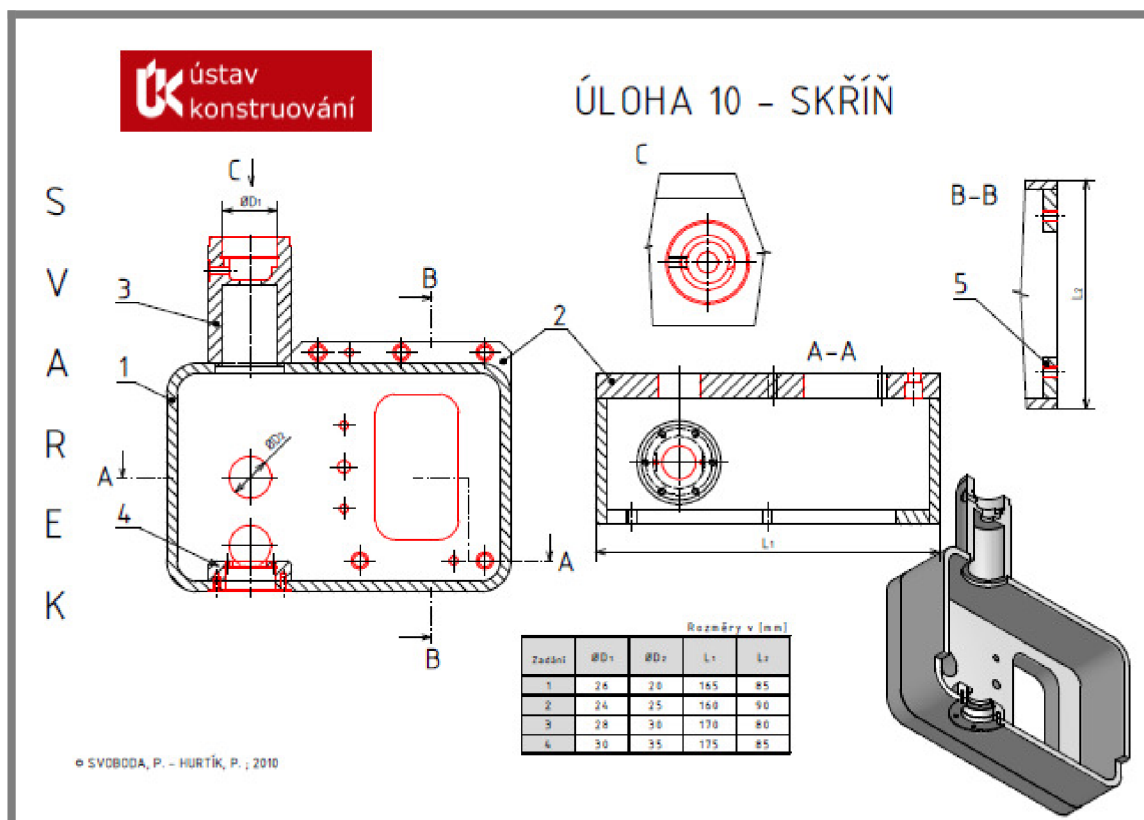
- obecné kóty základních rozměrů,
- červeně jsou vyznačeny plochy obráběné po svařování,
- funkční plochy jsou uvedené s drsností povrchu,
- svary a technologické úkoso nejsou zobrazeny (student si je volí sám),
- počet a rozmístění pohledů není pro studenta závazné.

Model sestavy obsahuje:

- svary nejsou vymodelovány (student si je volí sám),
- model slouží jako pomůcka pro lepší názornost sestavy.

Tabulka hodnot obsahuje:

- čtyři různé varianty zadání,
- rozměry jsou uvedeny v příslušných veličinách v hranatých závorkách pod názvem rozměru.



Obr. 7-1 ÚLOHA 10 – SKŘÍŇ (výkres sestavení, tabulka hodnot, model)

**8. ZÁVĚR – KONSTRUKČNÍ, TECHNOLOGICKÝ
A EKONOMICKÝ ROZBOR ŘEŠENÍ**

Předložená bakalářská práce pojednává o problematice spojené se zobrazováním svařovaných konstrukcí v technické dokumentaci. Kreslení svarků a svařovaných sestav nepodléhá žádné normě. Normy nám určují zobrazování a označování svarů, způsob a styl kreslení, ale zásady pro zobrazení svarků nikoliv. Konstruktor nejčastěji volí způsob zažitý ve firmě, ve které pracuje. Pokud sestava nepodléhá firemním zvyklostem, konstruktor se rozhoduje mezi zobrazením na jednom výkrese (výkres, kde je uvedeno svařování a následné obrábění zároveň), nebo použije dva samostatné výkresy (pro svařování a pro obrábění zvlášť). V českých firmách kooperujících se západní Evropou je dobrým zvykem zobrazení svařované sestavy na jednom výkrese (tedy svařovací a obráběcí výkres v jednom). V přílohách této práce najdeme ukázky technické dokumentace svařovaných sestav z některých českých firem (Příloha 13-17).

Prostorové modelování svařovaných sestav je stále aktuálnější. V 3D modelovacích programech je dosaženo názornější představy o sestavě a jejich komponentech. Další velkou výhodou modelovacích softwarů je možnost automatického přiřazení všech normovaných náležitostí u uvedeného svaru. Na vymodelovaných součástech můžou být také prováděny imaginární zkoušky jak funkční, tak materiálové, které se ve velké míře blíží hodnotám a deformacím skutečným. V neposlední řadě nesmí být zapomenuto na snadnou změnu tvaru součásti i v promítnutých pohledech.

Při konstrukci a modelaci součástí v 3D programech bývá využíván přímo 3D tisk pomocí Rapid prototyping. Konstruktor tak získá model, na kterém si může vyzkoušet funkčnost součásti, nebo celé sestavy s velikou ekonomickou úsporou. 3D modely také mohou posloužit k předváděcím akcím, při získávání nových odběratelů.

Tato práce by měla sloužit jako doplněk ke stávající literatuře pro výuku předmětu Konstruování na VUT v Brně, Fakultě strojního inženýrství. Pro první ročníky bude určena příložená sada zadání svařovaných sestav.

9. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] SVOBODA, P. - BRANDEJS, J. - DVOŘÁČEK, J. - PROKEŠ, F. *Základy konstruování*. 2. vyd. Brno: CERM, 2008. 234 s. ISBN 978-80-7204-584-6.
- [2] SVOBODA, P. - BRANDEJS, J. - PROKEŠ, F. *Základy konstruování: výběr z norem pro konstrukční cvičení*. Brno: CERM, 2008. 288 s. ISBN 978-80-7204-534-1.
- [3] KŘÍŽ, R. a kol. *Konstrukční cvičení III*. Praha: Nakladatelství technické literatury SNTL, 1988. 184 s. ISBN 04-234-88.
- [4] ZELENÝ, J. *Stavba strojů – strojní součásti*. Brno: Computer Press, 2003. 157 s. ISBN 80-7226-311-0.
- [5] KLETEČKA, J. - FOŘT, P. *Technické kreslení*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2001. 193 s. ISBN 80-7226-542-3.
- [6] LEINVEBER, J. - ŠVERCL, J. a kol. *Technické kreslení a základy deskriptivní geometrie*. Praha: SCIENTIA, 1998. 295 s. ISBN 80-7183-112-3.
- [7] FOŘT, P. - KLETEČKA, J. *Autodesk Inventor* Brno: Computer Press, 2004. 283 s. ISBN 80-251-0389-7.
- [8] LEINVEBER, J. - VÁVRA, P. *Strojnické tabulky*. Úvaly: ALBRA - pedagogické nakladatelství, 2003. 868 s. ISBN80-86490-74-2.
- [9] ŘEZNÍČEK, J. *Technické normy ČSN*. [online] c2005–2008. [cit. 2010-05-02]. Dostupné na WWW: <<http://www.technicke-normy-csn.cz>>.
- [10] ČSN EN 22553 (01 3155). *Svařované a pájené spoje. Označování na výkresech*. Praha: Český normalizační institut, 1998. 56 s.

10 10. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2-1 Výkresová dokumentace svarku	13
Obr. 2-2 Výběr šablony	14
Obr. 2-4 Postup vytvoření komponenty	15
Obr. 2-5 Adaptivní modelování	15
Obr. 2-6 Příprava pro svařování	16
Obr. 2-7 Modul <i>koutový svar</i>	16
Obr. 2-8 Modul obrábění	17
Obr. 2-9 Kompletace svařované sestavy	17
Obr. 5-1 Vliv polohy svaru na pracnost.....	21
Obr. 5-2 Polohy svařování dle ČSN EN ISO 6947	21
Obr. 6-1 Výběr optimální varianty konstrukčního řešení	24
Obr. 6-2 Zobrazení svarku, celku na výkrese sestavení	25
Obr. 6-3.1 Výkres svařované sestavy pro svařování a obrábění.....	26
Obr. 6-3.2 Soupis položek.....	27
Obr. 6-3.3 Výkres součástí	28
Obr. 6-4 Značení svarů	29
Obr. 6-5 Základní značky svaru	31
Obr. 7-1 ÚLOHA 10 – SKŘÍŇ (výkres sestavení, tabulka hodnot, model)	37

11. SEZNAM TABULEK

Tab. 5-1 Značení polohy a tvaru svaru.....	22
Tab. 6-1 Zásady značení svarů.....	30
Tab. 6-2 Příklady značení rozměrů svarů.....	32
Tab. 6-3 Značení technologie svařování.....	33
Tab. 6-4 Použití doplňujících značek.....	34
Tab. 6-5 Značení koutových svarů	35
Tab. 6-6 Značení tupých svarů.....	35
Tab. 6-7 Výběr svařitelnosti některých ocelí.....	36

12 12. SEZNAM PŘÍLOH

ÚLOHA 1 - ZÁVĚS

ÚLOHA 2 - SLOUP

ÚLOHA 3 - VÁLEC

ÚLOHA 4 - HLAVICE

ÚLOHA 5 - VEDENÍ

ÚLOHA 6 - UPÍNAČ

ÚLOHA 7 - SKŘÍŇ

ÚLOHA 8 - RAMENO

ÚLOHA 9 - SKŘÍŇ

ÚLOHA 10 - SKŘÍŇ

ÚLOHA 11 - ZÁKLADNA VEDENÍ

ÚLOHA 12 - SLOUP

P 13 - FIREMNÍ DOKUMENTACE - ZŽAS a.s.

svařovací sestava - TĚLESO KOTLOVÉ

P 14 - FIREMNÍ DOKUMENTACE - Strojírny Bohdalice, a.s.

sestava pro svařování o obrábění- RÁM

P 15 - FIREMNÍ DOKUMENTACE - Strojírny Bohdalice, a.s.

sestava pro svařování o obrábění - PŘECHODKA

P 16 - FIREMNÍ DOKUMENTACE - Strojírny Bohdalice, a.s.

sestava pro svařování o obrábění - KOLENO

P 17 - FIREMNÍ DOKUMENTACE - Strojírny Bohdalice, a.s.

sestava pro svařování o obrábění - NOSNÍK I.

