

Zásobník pro temperaci zkušebních těles v teplotní komoře

Vojtěch Křeček

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: **Vojtěch KŘEČEK**
Osobní číslo: **T07361**
Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Zásobník pro temperaci zkušebních těles v teplotní komoře**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracování literární studie na dané téma
2. Návrh konstrukce a zhotovení výrobní dokumentace
3. Výroba a zprovoznění přípravku
4. Ověření funkčnosti přípravku

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího bakalářské práce

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Milan Žaludek, Ph.D.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

14. února 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

3. června 2011

Ve Zlíně dne 6. ledna 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Křeček Vojtěch Obor: Technologická zařízení

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/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/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ 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 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/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 diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

¹⁾ 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 nevýdělečně 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.

²⁾ 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).

³⁾ 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

Práce byla vypracována na téma: Zásobník pro temperaci zkušebních těles v teplotní komoře

V první části jsem se zaměřil na teorii zkoušek materiálů, různé metody spojování součástí a temperační komoru pro kterou jsem zásobník navrhoval

Klíčová slova: Spojování součástí, Zkouška tahem, Temperační komora

ABSTRACT

The work was developed on the theme: Tray for temperation of test specimens in the temperature chamber. In the first part, I focused on the theory of testing materials, different methods of connecting components and temperature chamber for which I ingeneered the tray.

Keywords: Joining of components, tensile test, Temperature Chamber

Chtěl bych touto cestou poděkovat ing. Milanu Žaludkovi Ph.D. za odborné vedení při vypracovávání této práce, ochotně poskytnuté rady a pomoc při řešení problémů, které se během mé práce vyskytly. Dále bych chtěl poděkovat Martinu Kotalovi za věcné připomínky ke konstrukci přípravků a zásobníku.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG je totožná.

OBSAH

OBSAH	8
ÚVOD	11
I.	12
TEORETICKÁ ČÁST	12
1 ZKUŠEBNÍ STROJE	13
1.1 UNIVERZÁLNÍ ZKUŠEBNÍ STROJ ZWICK 1456.....	13
1.2 TEMPERAČNÍ KOMORA.....	13
2 ZKOUŠKY MATERIÁLŮ	14
2.1 ZKOUŠKA TAHEM.....	14
2.2 RÁZOVÁ ZKOUŠKA.....	18
3 MECHANICKÉ ZKOUŠKY PRO PLASTY	20
3.1 ZKOUŠKA TAHEM ČSN EN 10002-1	20
3.2 ZKOUŠKA TLAKEM ČSN EN 24506.....	20
3.3 ZKOUŠKA OHYBEM ČSN EN ISO 7438.....	20
4 SPOJOVÁNÍ SOUČÁSTÍ	21
4.1 ŠROUBOVÉ SPOJE.....	21
4.1.1 <i>Profily závitů</i>	21
4.1.2 <i>Šrouby a matice</i>	22
4.1.3 <i>Pojištění šroubů</i>	23
4.1.4 <i>Sílové poměry ve šroubu</i>	23
4.1.5 <i>Rozdělení závitů</i>	24
4.2 NÝTOVANÉ SPOJE	24
4.2.1 <i>Druhy nýtů</i>	25
4.2.2 <i>Materiály nýtů</i>	25
4.2.3 <i>Výhody a nevýhody nýtových spojů</i>	26
4.3 SVAŘOVANÉ SPOJE	26
4.3.1 <i>Svařování za působení tepla</i>	27
4.3.2 <i>Svařování plamenem</i>	27
4.3.3 <i>Svařování elektrickým obloukem</i>	28
4.3.4 <i>Svařování elektrickým obloukem v ochranných atmosférách</i>	29
4.3.5 <i>Svařování za působení tepla a tlaku</i>	32
4.3.6 <i>Typy a použití svarů</i>	34
4.3.7 <i>Výhody a nevýhody svařovaných spojů</i>	35

4.4	PÁJENÉ SPOJE	36
4.4.1	Druhy pájek.....	36
4.4.2	Tavidla.....	36
4.4.3	Druhy pájených spojů.....	36
4.4.4	Výhody a nevýhody pájených spojů	37
4.5	LEPENÉ SPOJE	37
4.5.1	Druhy lepidel	38
4.5.2	Vytváření lepených spojů	38
II.	40
PRAKTICKÁ ČÁST	40
5	TEMPERAČNÍ KOMORA 316939	41
5.1	VNITŘNÍ ROZMĚRY KOMORY.....	42
6	VARIANTA A	43
7	VARIANTA B	44
7.1	ROŠT.....	45
7.2	ROŠT.....	46
8	OHYBACÍ PŘÍPRAVKY	47
8.1	PŘÍPRAVEK PRO R45	47
8.2	PŘÍPRAVEK PRO R29	48
9	SOUČÁSTI VYRÁBĚNÉHO ZÁSOBNÍKU A ROŠTU	49
9.1	MADLO	49
9.2	OHÝBANÁ ČÁST RÁMU	49
9.3	OHÝBANÁ ČÁST ROŠTU	50
9.4	ROZPĚRNÁ TYČ.....	50
9.5	TYČ RÁMU.....	51
9.6	TYČ ROŠTU	51
9.7	U PROFIL.....	52
9.8	VNITŘNÍ TYČ ROŠTU.....	52
9.9	TYČ K ROŠTU S VÝŘEZEM 43 MM	53
9.10	TYČ K ROŠTU S VÝŘEZEM 65 MM	53
10	SOUČÁSTI OHÝBACÍCH PŘÍPRAVKŮ	54
10.1	TÁHLO	54
10.2	KLADKA 6 MM.....	54
10.3	KLADKA 8 MM.....	55

10.4	PŘIDRŽOVAČ K ŘEMENICI R 29	55
10.5	PŘIDRŽOVAČ K ŘEMENICI R 45	56
10.6	ŘEMENICE R 29	56
10.7	ŘEMENICE R 45	57
ZÁVĚR.....		58
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		59
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		60
SEZNAM OBRÁZKŮ		61
SEZNAM ROVNIC		63
SEZNAM PŘÍLOH		64

ÚVOD

Díky temperační komoře lze zkoušet materiály při různých teplotách. Tím se zvýší použitelnost získaných výsledků v praxi. Vzhledem k tomu, že je nutné otestovat více vzorků daného polymeru najednou, je třeba komoru co nejvíce zaplnit testovacími tělesy. Kvůli tomu bylo nutné zkonstruovat zásobník těles. Tento zásobník by měl fungovat jak při použití temperační komory samostatně, tak i při použití v kombinaci s trhacím strojem kdy na něm je prováděna zkouška materiálu kvůli maximálnímu využití temperační komory. Tento zásobník musí fungovat v celém rozsahu teplot temperační komory a musí se dát lehce vyjmout nebo přizpůsobit.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZKUŠEBNÍ STROJE

1.1 Univerzální zkušební stroj ZWICK 1456

Na přístroji ZWICK 1456 se mohou vzorky zkoušet na tah, tlak, ohyb a cyklické namáhání. Je vhodný i pro větší tělesa, maximální zátěž nesmí překročit 20 kN. Zkušební rychlost má rozmezí 0,001 – 750 mm/min. Celek jako takový obsahuje počítač s příslušenstvím a vlastní přístroj, který se skládá ze stojanu upínacího zařízení. Upínací zařízení je tvořeno čelistmi, které jsou ovládaný pružinovým systémem a jsou usazeny v kuželovém sedle. Při samotné zkoušce se přenáší z přístroje do počítače údaje, které se zobrazují v tabulce. [1]

Technická data:

- maximální zkušební síla 20kN
- celková výška 2 012 mm
- celková šířka 630 mm
- strojová výška 1 284 mm
- šířka pracovního prostoru 420 mm
- hmotnost 150 kg

1.2 Temperační komora

Standardní teplotní komory, byly zkonstruovány pro největší užité rozmezí teplot. Jsou úsporné a jsou vybaveny vnitřním osvětlením, průmyslovým osvědčením Eurotherm a sériovým rozhraním pro komunikaci s testovacím PC. Optimální přizpůsobení lokálním ověřovacím požadavkům může být dosaženo skrz stacionární umístění zařízení do testovacího stroje nebo připevněním na kolejnice. Připevnění na kolejnice umožňuje přisunutí a odsunutí teplotní komory do zkušební oblasti stroje Zwick. Při použití optického extenzometru spolu s teplotní komorou je teplotní gradient velmi nízký díky plně zahřátému, průhlednému oknu. [2]

Technická data:

Teplotní rozmezí: -80 °C až + 250 °C Čas ohřevu na +250 °C: < 30min

Maximální teplotní odchylka: 3,5 °C Čas ochlazení na -60 °C: < 20 min

Vnější rozměry: 850x400x840 mm Hmotnost: 90 kg

2 ZKOUŠKY MATERIÁLŮ

Zkoušení materiálu poskytuje informace pro konstruktéra i technologa o vlastnostech konstrukčních materiálů, o životnosti a provozní spolehlivosti technologických zařízení. Zkoušení materiálů je velmi rozsáhlá oblast technické činnosti, kterou lze podle povahy údajů o materiálech rozdělit na:

- a) Chemické zkoušky
- b) Fyzikální zkoušky
- c) Fyzikálně-chemické zkoušky
- d) Hodnocení struktury
- e) Mechanické zkoušky
- f) Technologické zkoušky
- g) Defektoskopické zkoušky
- h) Zkoušky odolnosti proti opotřebení

Pro pevnostní výpočty strojních součástí a zařízení má rozhodující význam soubor vlastností, které se označují jako vlastnosti mechanické. Vyjadřují chování materiálu za působení vnějších sil. [4]

2.1 Zkouška tahem

Tahovou zkoušku považujeme za jednu ze základních a nejdůležitějších zkoušek celkově. Tato zkouška je normalizovaná dle ČSN. Tato zkouška se provádí na zkušebních vzorcích, které mají přesně definovaný tvar a velikost. Před započítím zkoušky se přesně změří namáhaný průměr, z kterého se vypočítá průřez S_0 . Dále je nutné změřit počáteční délku L_0 pro výpočet poměrného prodloužení. Zkušební vzorek se upne do čelistí trhacího stroje tak, aby pomalu působící síla byla v ose vzorku. Za těchto podmínek můžeme namáhání nazývat jako normálové a označit jej σ . Vzorek se začne zatěžovat tahovou silou F , která se zaznamenává. Působením této síly se zkoušený vzorek začne prodlužovat, což je taky zaznamenáváno. Při zachování hmoty se nám prodloužení vzorku projeví jako kontrakce

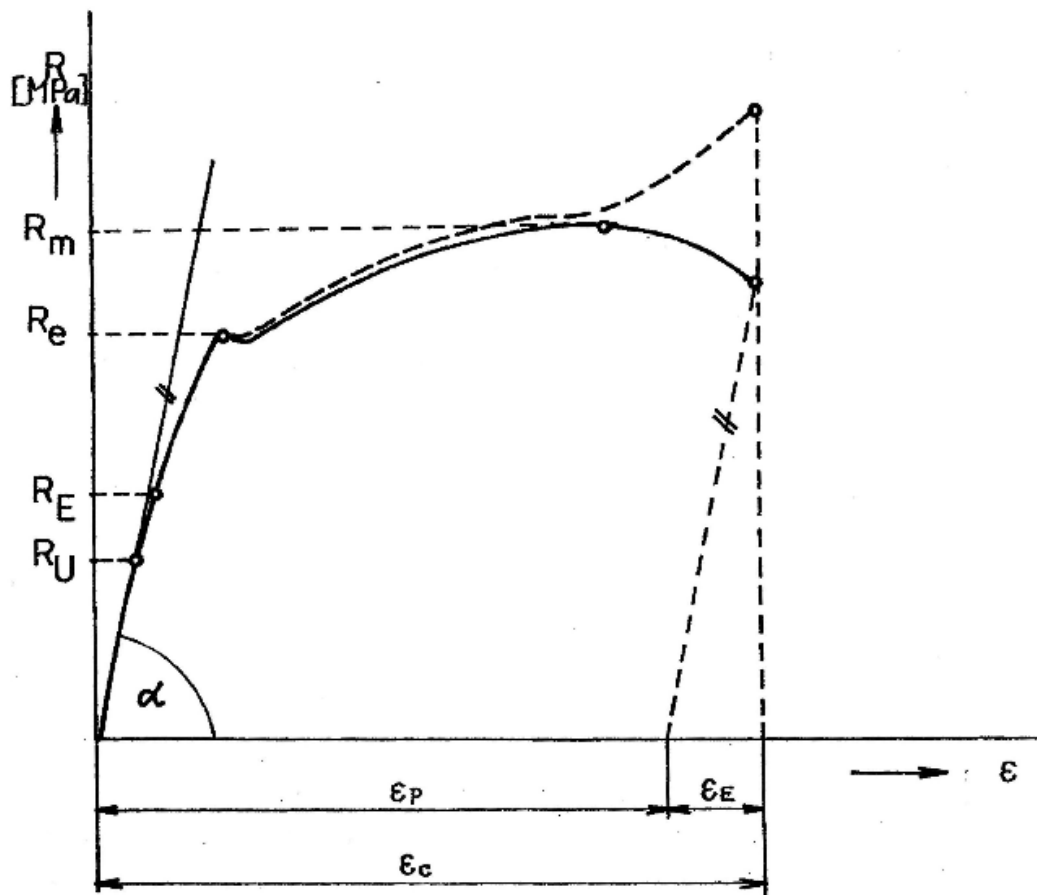
průřezu a tím jeho zeslabení. Při přetržení se zaznamenává délka L_U a konečný průřez S_U :
[5]

$$\sigma = \frac{F}{S_0} [\text{Mpa}] \quad (1)$$

Poměrné prodloužení je možno vypočítat z původní délky a délky při přetržení, které se značí ε a je vyjádřeno:

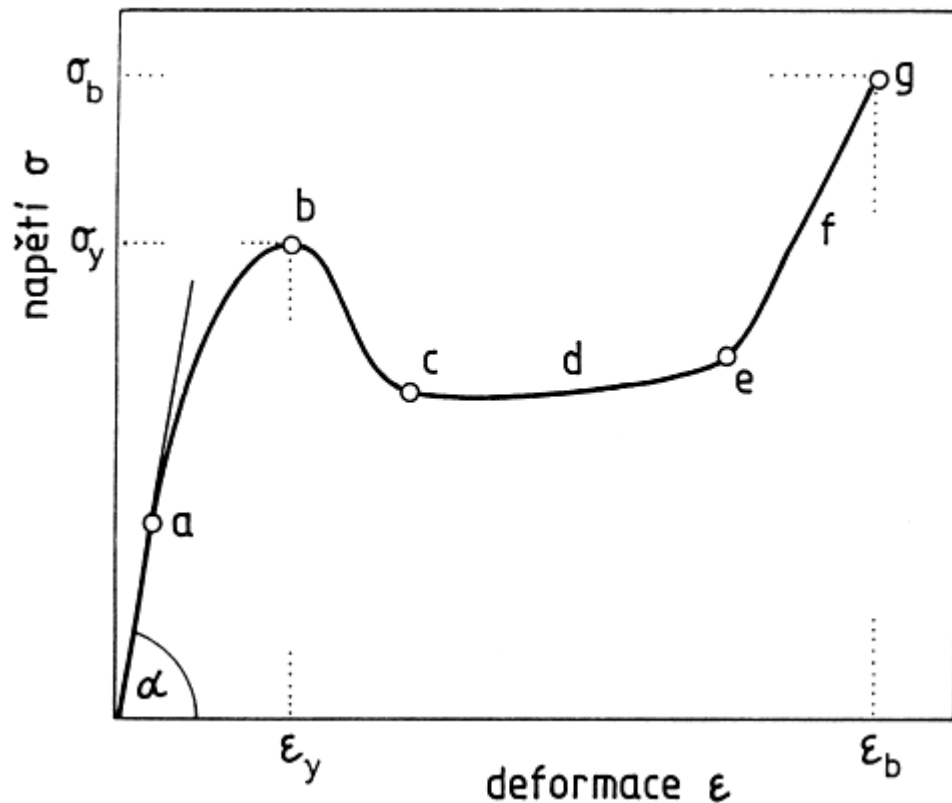
$$\varepsilon = \frac{L_U - L_0}{L_0} \quad (2)$$

Ze zaznamenávaných veličin $R - \varepsilon$ lze sestavit pracovní diagram zkoušky tahem. Příklad tahového diagramu zkoušky tahem pro uhlíkovou ocel uvádí Obr.1.



Obr. 1 Diagram tahové zkoušky

Diagram tahové zkoušky pro polymery má určité odlišnosti od diagramu tahové zkoušky pro kovy. U termoplastů lze na křivce určit také *dolní mez kluzu* – je to nejmenší napětí následující za *horní mezí kluzu*; dále oblast dloužení a napěťového zpevnění. Pevnost v tahu se obvykle určuje jako větší z obou hodnot meze kluzu a napětí při přetržení. Ze záznamu tahové zkoušky pro polymery lze odečíst několik mechanických parametrů materiálu, které se vyskytují jen u některých polymeru (PP, PE). To je znázorněno na následujícím obrázku:



Obr. 2 Tahový diagram pro polymery

a - mez úměrnosti, *b* - horní mez kluzu, *c* - dolní mez kluzu, *d* - oblast dloužení, *e* - přirozený dlužící poměr (vyčerpání plasticity), *f* - oblast zpevnění (druhá lineární oblast), *g* - přetržení (lom)

Počáteční přímkový úsek diagramu uhlíkové oceli přísluší pružné deformaci a vyjadřuje úměrnost napětí a deformace podle Hookeova zákona: [5]

$$\sigma = E \cdot \varepsilon \quad (3)$$

kde E označuje modul pružnosti v tahu. Geometricky odpovídá směrnici přímkové části

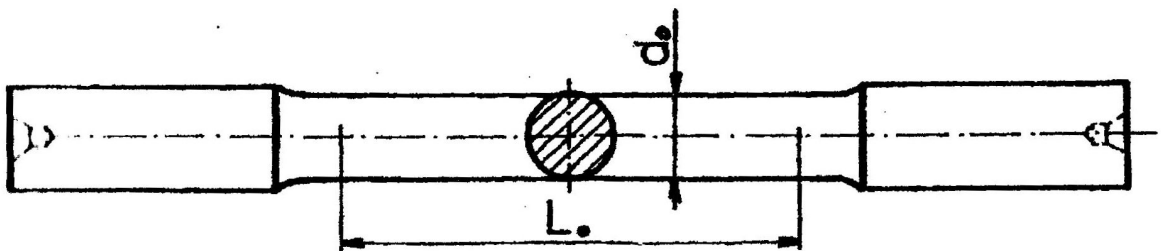
diagramu. Mezní hodnota platnosti Hookeova zákona se označuje jako mez úměrnosti (R_u). [6]

Při dalším zvyšování napětí se dostaneme na hodnotu meze pružnosti (R_E), tato mez je významná tím, že pokud zkušební vzorek od tohoto zatížení uvolníme, tak se vrátí zpět do původní velikosti, kterou měl před zahájením zkoušky. Pokud napětí přesáhne mez pružnosti, tak způsobené deformace jsou stálé. V dalším průběhu zkoušky si můžeme všimnout meze kluzu (R_e), která je začátkem plastické deformace a znázorněna náhlým prodloužením, někdy i mírným poklesem napětí. V praxi se mez kluzu považuje za významný charakteristický údaj, který se používá dále pro výpočty a dimenzování strojních součástí, pro které je plastická deformace nepřijatelná. Proto se hodnotu meze kluzu snažíme ovlivnit prostředky, jež na ni mají vliv (chemické složení, struktura, velikost zrna). [5]

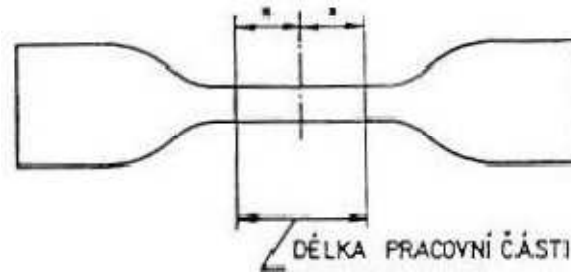
Pevnost v tahu (R_m) je maximální napětí, které materiál snese před přetržením. Po tuto mez se zkoušený materiál plasticky deformuje po celé délce.

$$R_m = \frac{F_{max}}{S_0} [Mpa] \quad (4)$$

Tvary zkušebních těles používané pro zkoušku tahem se volí v závislosti na způsobu upnutí ve zkušebním stroji, vlastnostech materiálu a s ohledem na požadované výsledky měření. Příklady tvarů zkušebních tyčí nám znázorňují Obr.3, pro ocel a Obr.4, pro polymerních materiály. [5]



Obr. 3 Zkušební tyč pro ocel



Obr. 4 Zkušební těleso pro pryže

Pro zkoušení pryže je předepsán minimální časový interval, který musí proběhnout mezi vulkanizací a zkouškou materiálu. Všeobecně platí, že minimální interval je 16 hodin, konkrétní délku nám však určuje ISO 1826. U pryže se vzhledem k průběhu napětí neurčuje modul pružnosti, ale modul pevnosti při 100% a 300% prodloužení. Vzhledem k rozdílným vlastnostem se napětí pro pryž značí σ a pro ocel se používá R .

2.2 Rázová zkouška







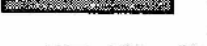
V praxi jsou strojní součásti jen zřídka zatěžovány výhradně stálými či zvolna a plynule se měnícími silami, které charakterizují statické namáhání. Častěji rostou zatěžující síly skokem nebo se opakovaně mění – jde o namáhání dynamické, v prvním případě o rázové, v druhém o cyklické. Při dynamickém namáhání dochází často k náhlým poruchám soudržnosti, i když zatěžující síly nedosahují statické pevnosti materiálu.

Účelem dynamických zkoušek při rázovém namáhání je stanovení vlastností materiálu za působení dynamických sil.

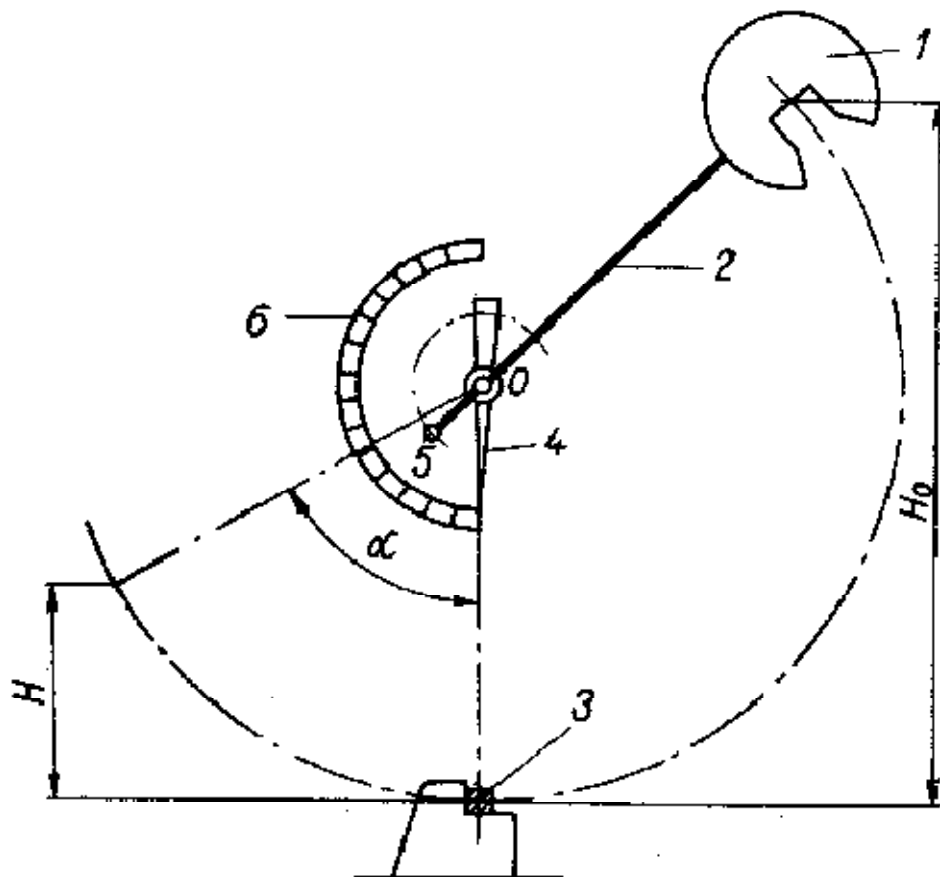
K určení houževnatosti materiálu při rázovém namáhání, jejímž měřítkem je práce (energie) spotřebovaná na porušení zkušebního tělesa, slouží dynamické zkoušky rázem. Mohou se uskutečnit v tahu, tlaku, ohybu a kroucení. Rázová zkouška v ohybu má z rázových zkoušek největší význam, používá se zejména u ocelí.

Práce potřebná k přeražení tyče by se měla vztahovat na deformovaný objem tyče. Jeho přesné vymezení je však nemožné. Proto se u zkoušky Charpyho vztahuje spotřebovaná práce na nejmenší průřez zkušební tyče v místě vrubu. Tato hodnota se nazývá vrubová houževnatost R : [7]

$$R = \frac{L_r}{S_0} \quad (\text{J cm}^{-2}) \quad (5)$$

Vzorek	Úhel vrubu	Vrubová houževnatost [J.cm ⁻²]
		61
	30°	67
	60°	64
	90°	71
	120°	115
	150°	183
	180°	174

Obr. 5 Vliv tvaru vrubu na hodnoty vrubové houževnatosti



0 – Otočná osa; 1 – Kladivo; 2 – Kyvadlová páka; 3 – Zkoušený vzorek; 4 – Ručka; 5 – Unašeč na prodlouženém konci páky; 6 – Stupnice pro spotřebovanou práci

Obr. 6 Princip rázové zkoušky v ohybu

3 MECHANICKÉ ZKOUŠKY PRO PLASTY

3.1 Zkouška tahem ČSN EN 10002-1

Praktické provedení zkoušky je stejné jako u materiálů kovových. U kovů se pro napětí používá symbolu R , kdežto u plastů se napětí označuje σ . Průběh tahových diagramů je na rozdíl od kovů silně závislý na teplotě a čase. U jednoho typu plastu se mohou v závislosti na podmínkách zkoušky vyskytovat různé tvary průběhu od křehkého charakteru (nízké teploty, vysoké rychlosti zatěžování), přes křivky s výraznou mezí kluzu za normálních teplot, až po houževnatý charakter bez meze kluzu (amorfní plasty v oblasti teploty T_g). [3]

3.2 Zkouška tlakem ČSN EN 24506

Při deformaci v tlaku nastává zkracování zkušební tělesa. U tuhých, tvrdých a křehkých plastů napětí v tlaku stoupá do meze pevnosti, která je destruktivní mezí. Překročí-li napětí mez pevnosti, dojde k roztržení nebo pomalejšímu rozdrčení materiálu. Často dochází k výskytu trhlin na povrchu zkušební tělesa, aniž by došlo k velké deformaci a byla porušena celková soudržnost. Při stlačování houževnatých a měkčích plastů se těleso deformuje, aniž by docházelo k jeho viditelné destruktivní. Zkušební tělesa mají tvar hranolu, válce nebo trubky – délka 10 až 50 mm, šířka 10 mm, tloušťka 4 mm. V průběhu zkoušky se stanovuje síla (napětí) a odpovídající stlačení (poměrné stlačení) zkušební tělesa. [3]

3.3 Zkouška ohybem ČSN EN ISO 7438

Výsledkem ohybové zkoušky jsou ohybové křivky znázorňující průběh závislosti síla (napětí) – průhyb. Při ohybové zkoušce se zkušební těleso namáhá tlakem a tahem současně. V horních vrstvách je napětí tlakové, směrem k neutrální ose se zmenšuje a přes nulové napětí se mění v dolní polovině průřezu na tahové. Zkouška dává konstrukční podklady pro plasty, které jsou při aplikaci namáhány na ohyb, a je zvláště vhodná pro křehké plasty, pro které je provedení zkoušky tahem obtížné.

4 SPOJOVÁNÍ SOUČÁSTÍ

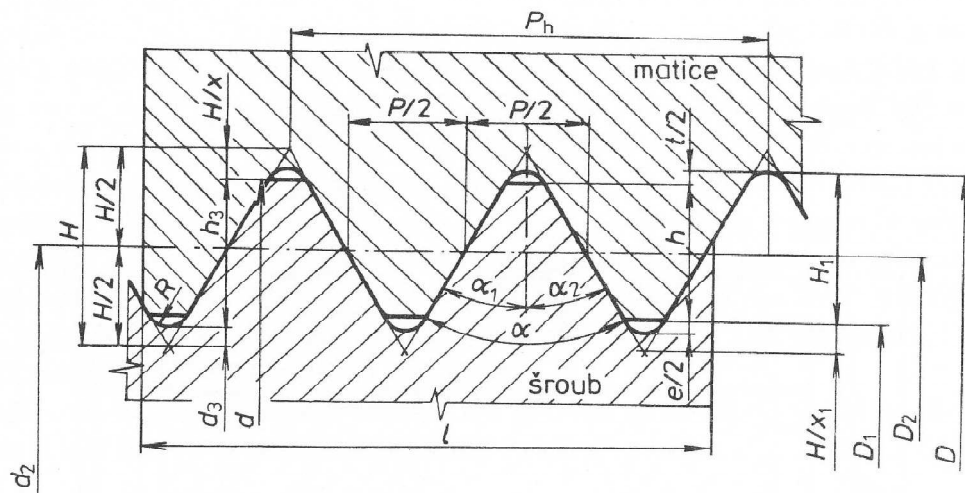
4.1 Šroubové spoje

Šroubové spoje slouží k rozebíratelnému spojení dvou nebo více součástí do jednoho celku, který nazýváme spoj.

Funkční část šroubu tvoří závit. Závit má tvar trojúhelníku, čtverce, lichoběžníku atd. , je navinut na šroubovici se stoupáním P_h kolem válcového jádra o průměru d_3 . Šroubovice je prostorová čára, která vzniká rovnoměrným otáčením bodu kolem osy při jeho současném rovnoměrném posuvu podél této osy. Šroubovice může být pravá nebo levá, podle toho se rozlišují závity pravé a levé. Jeden závit by však celé zatížení nepřenesl. Proto má šroub tolik závitů, kolik jich vyžadují pevnostní podmínky. Zatížení šroubu se tedy na jednotlivé závity rozloží. [8]

4.1.1 Profily závitů

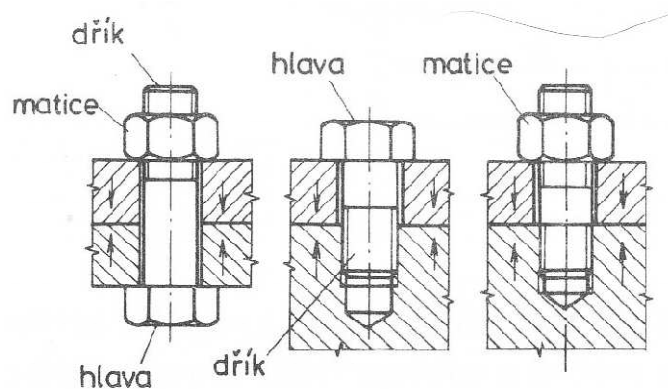
Obecný tvar profilu závitu je na obrázku 1. Vrcholový úhel se řídí druhem závitu. Myšlená hloubka profilu závitu se označuje H . Pro snazší chod šroubu je mezi vrcholy závitu šroubu a matice vůle, proto jsou vrcholy závitu zkoseny. Na vnitřním průměru šroubu je vůle e , popřípadě $e/2$ (měřeno na profilu). Na vnějším průměru je vůle F , popřípadě $F/2$. Skutečná výška závitu šroubu je h_3 . Zatížení nese tzv. nosná výška závitu h . Profil nejpoužívanějšího závitu metrického tvoří rovnostranný trojúhelník s vrcholovými úhly $\alpha=60^\circ$. Je normalizován dle ČSN 01 4010. [8]



Obr. 7 Obecný tvar profilu závitu

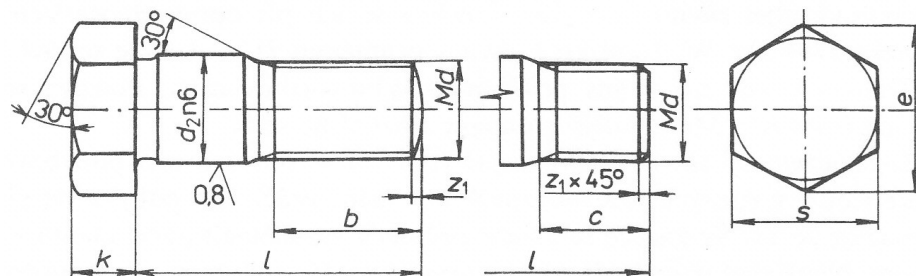
4.1.2 Šrouby a matice

Šrouby se ve strojírenství používají pro nejrůznější druhy rozebíratelných spojů různého konstrukčního uspořádání. Pro tyto účely se vyrábí široký sortiment šroubů, jejichž tvar a rozměry jsou normalizovány. Nejpoužívanějšími typy závitů jsou: metrický, whitworthův, trubkový, lichoběžníkový a lichoběžníkový nerovnoramenný. [8]



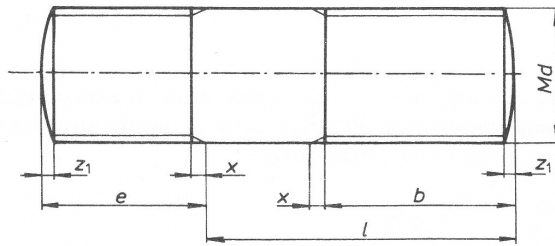
Obr. 8 Příklady spojení šrouby

Díra, kterou prochází šroub ve spojené součásti, musí mít určitou vůli, aby se nepoškodil závit šroubu. Má-li šroub přenášet i smykovou sílu, musí být v díře těsný. Pro tyto účely se používají tzv. lícované šrouby. [8]



Obr. 9 Lícovaný šroub

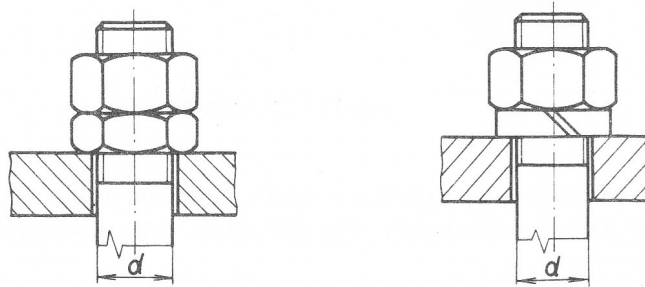
V některých případech vyžaduje montáž nebo materiál součásti (litina), aby se nejdříve zavrtal dřík šroubu, potom se nasadila spojovaná součást a nakonec našroubovala matice. K tomu se používají tzv. závrtné šrouby. [8]



Obr. 10 Závrtný šroub

4.1.3 Pojištění šroubů

Mechanické pojištění se provádí vhodnou pojistkou, například závlačkou, drátem provlečeným maticí nebo šroubem nebo pojistnou podložkou. Mezi další druhy pojištění patří pojištění pojistnou maticí nebo pružnou podložkou. Existuje mnoho dalších druhů pojištění šroubů. [8]



Obr. 11 Pojištění maticí, pojištění podložkou

4.1.4 Silové poměry ve šroubu

Protože rozvinutím šroubovice dostaneme nakloněnou rovinu, řešíme silové poměry jako rovnováhu sil na nakloněné rovině. Všechny síly budou vyjádřeny pro střední průměr závitů d_2 s výjimkou osové síly ve šroubu. [8]



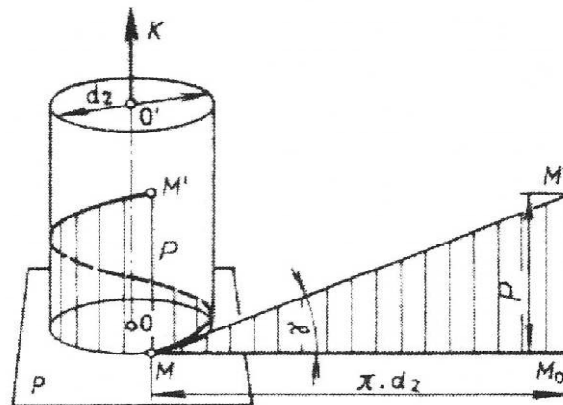
Obr. 12 Silové poměry na šroubu

Pro utahování se třením platí:

$$\operatorname{tg}(\gamma + \varphi) = \frac{F_1}{F_0} \Rightarrow F_1 = F_0 \cdot \operatorname{tg}(\gamma + \varphi) \quad (6)$$

4.1.5 Rozdělení závitů

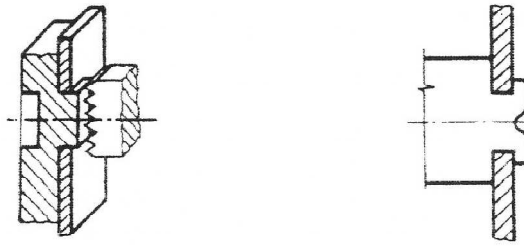
Každý bod závitů opisuje šroubovici, což je prostorová křivka, která vznikne složením dvou rovnoměrných pohybů – pohybu posuvného ve směru osy a pohybu otáčivého kolem stejné osy. Podle směru otáčení se rozlišuje šroubovice pravá (pravotočivý závit, který je nejpoužívanější) a šroubovice levá (levotočivý závit). Rozvinutím šroubovice do roviny vznikne nakloněná rovina, která určuje úhel stoupání závitů. [8]



Obr. 13 Rozvinutá šroubovice

4.2 Nýtované spoje

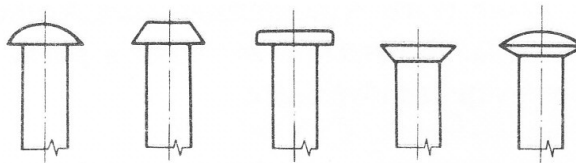
Spojení nýtováním patří mezi nerozebíratelné spoje. Nýtový spoj lze rozebrat pouze porušením nýtu nebo jedné ze spojovaných součástí. Lze jej provést dvojím způsobem: Nepřímo, kdy se nýty vkládají do děr vyvrtaných ve spojovaných součástech, a přímo, kdy se jedna ze spojovaných součástí vsune do díry ve druhé součásti a roznýtuje se. Spojení se dosáhne tvárnou deformací nýtů nebo jedné součásti. Jsou proto vhodné jen pro spojování plochých a nepříliš tlustých součástí. Nýtované spoje se často používají při konstrukci, kotlů, nádrží, mostů a letadel. [8]



Obr. 14 Přímé nýtování

4.2.1 Druhy nýtů

Hlavy nýtů mají různý tvar. Hlavu konstrukčního a kotlového nýtu tvoří kulový vrchlík. Kde by vyčnívající hlava překážela, volí se nýt se zápusťnou hlavou. Při nýtování se vytvoří závěrná hlava roznýtováním druhého konce dříku hlavičkářem, a to buď údery ručním nebo pneumatickým kladivem, nebo strojně lisováním při plynule zvyšovaném tlaku. Konstrukční a kotlové nýty se zatahují zpravidla za tepla. Nýty do průměru 10 mm se nýtují obvykle za studena. Díry na nýty se vrtají nebo prostřihují. Vrtané díry jsou pro nýtové spoje lepší, protože jsou přesnější a mají čistší povrch. [8]



Obr. 15 Druhy nýtů

4.2.2 Materiály nýtů

Materiál nýtů je nutno volit podle charakteru spojovaných materiálů. U kovových součástí by měl nýt mít stejné nebo podobné vlastnosti jako spojovaný materiál. Je nutné uvažovat vznik elektrických článků a následnou korozi při nevhodné volbě materiálů, např. Zn plech +Cu nýt. Pro ocelové konstrukce se používají ocelové nýty z houževnatého materiálu třídy 10 a 11. [8]

4.2.3 Výhody a nevýhody nýtových spojů

Výhody:

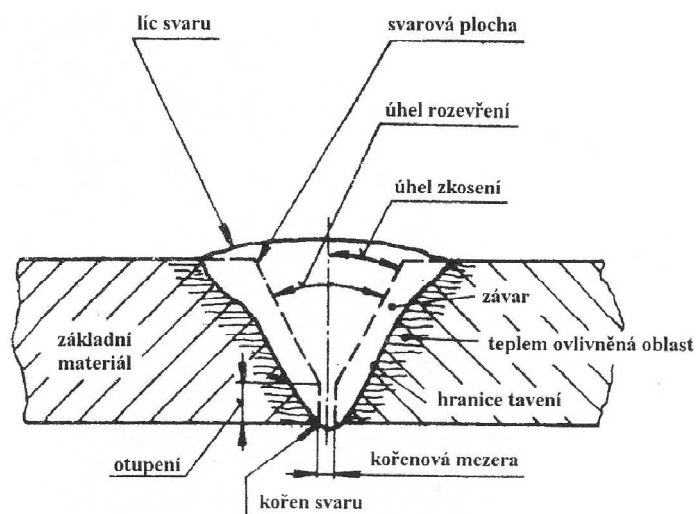
- Nýtováním je možno spojovat součásti obtížně svařitelné nebo nesvařitelné.
- Proti svařovaným spojům jsou pružnější a poddajnější.
- Jsou spolehlivé.
- Nedochozí ke změně mechanických vlastností spojovaných materiálů a ke vzniku vnitřního pnutí.

Nevýhody:

- Spoje nejsou přesné (vzájemná poloha součástí).
- Je nutná výroba otvorů, základní materiál je otvory oslaben.
- Nýtované spoje jsou až o 20 % těžší než svařované spoje.

4.3 Svařované spoje

Svařované spojení je spojení kovových (nejčastěji ocelových) součástí, ale i součástí z plastů v nerozebíratelný celek působením tepla a tlaku, většinou použitím přídavného materiálu stejného nebo podobného složení a mechanických vlastností, jako má spojovaný materiál. Tyto spoje se vyznačují vysokou trvanlivostí, pevností a těsností. Svařované plochy ale musí být výhodným způsobem připraveny – zbaveny nečistot, barvy, rzi a upraveny tak aby bylo zajištěno dokonalé provaření. [9]



Obr. 16 Svar

4.3.1 Svařování za působení tepla

Při tomto způsobu svařování dochází ke spojení místním natavením svarových ploch základního materiálu, aniž by se použilo tlaku nebo rázů. Přídavný materiál má podobné, nebo stejné složení jako svařovaný materiál. [9]

4.3.2 Svařování plamenem

Zdrojem tepla je plamen, který vzniká spalováním hořlavého plynu (acetylen, vodík, propan) a kyslíku. Svařovací souprava se skládá z lahví s plyny, redukčních ventilů, hadic, hořáků a příslušenství.

Lahve na plyny jsou ocelové bezešvé nádoby, na každé z nich musí být označen druh plynu a barevné označení. Láhve s acetylenem jsou vyplněny pórovitou hmotou a tekutým acetonem. Jeden litr acetonu rozpustí 24l acetylenu. Každá lahev je opatřena lahvovým ventilem.

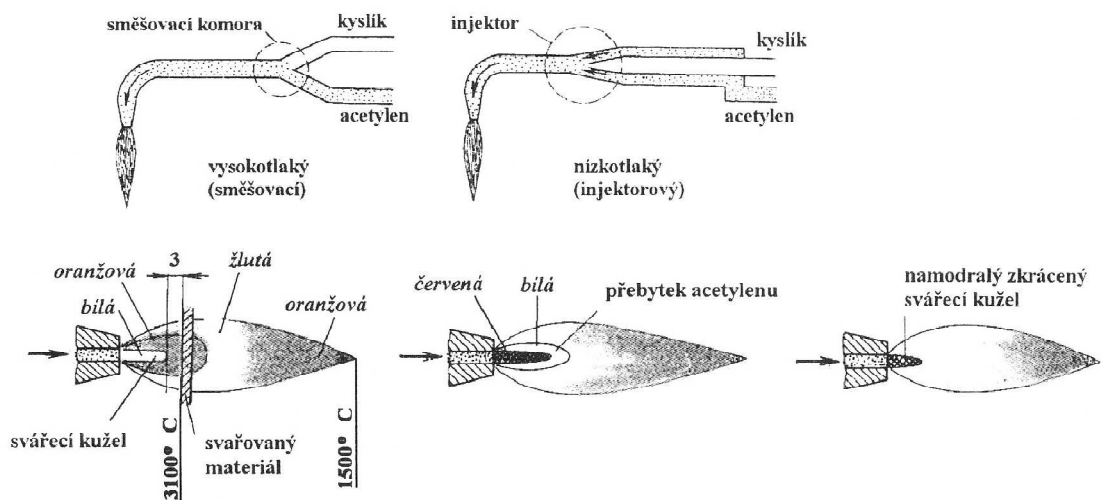
Redukční ventil slouží k regulaci tlaku plynu vytékajícího z lahve a má dva manometry.

Hadice spojují redukční ventily na lahvích se svařovacími hořáky. Jsou pryžové a mají textilní vložkou. Hadice pro kyslík jsou šedé nebo modré, hadice pro hořlavý plyn jsou červené. Minimální délka hadic je 5 m (lahve na plyny musí být vzdáleny nejméně 3m od jakéhokoliv ohně – tedy i od hořáku).

Svařovací hořáky slouží ke smísení hořlavého plynu s kyslíkem, k regulaci požadované výstupní rychlosti (musí být vyšší než rychlost hoření jinak by došlo ke zpětnému šlehnutí plamene) a vhodnému složení plamene pro daný způsob svařování. Mohou být vysokotlaké (směšovací) a vysokotlaké (injektorové) [9]

Druhy plamene pro svařování:

- **Neutrální** – plyny se mísí přibližně v poměru 1:1, používá se ke svařování ocelí
- **Redukční** – přebytek acetylenu, používá se například ke svařování hliníku a k navařování tvrdých slitin
- **Oxidační** – přebytek kyslíku, používá se ke svařování mosazi



Obr. 17 Svařovací hořáky, svařovací plameny

4.3.3 Svařování elektrickým obloukem

Zdrojem tepla je elektrický oblouk, který vzniká mezi elektrodou a svařovaným materiálem. Ke svařování se používá stejnosměrného nebo střídavého proudu o napětí 10 až 70 V a intenzitě 30 až 500 A, někdy i více. Proud nemůžeme odebrat přímo ze sítě, zdrojem stejnosměrného proudu jsou točivé agregáty a usměrňovače, zdrojem střídavého proudu jsou svařovací transformátory. Číslo u typového označení udává maximální hodnotu odebraného proudu v A. [9]

Elektrody

- **Netavné** – (uhlíkové, wolframové) slouží jen k vytvoření oblouku, nedodávají materiál
- **Tavné** – elektrody mají zpravidla stejné nebo podobné složení jako základní materiál, teplem oblouku se taví a dodávají do svaru přídavný kov
- **Holé** – používají se pro svařování v ochranné atmosféře nebo pod tavidlem
- **Obalené** – používají se pro střídavý i stejnosměrný proud, obal elektrody plní funkci stabilizace oblouku, ochrany tekutého kovu před oxidací, tvorby strusky, úpravy chemického složení svarového kovu. Dají se rozdělit na kyselé, bazické, rutilové a vysokovýkonné.

Ke svařování elektrickým obloukem patří také svařování obalenou elektrodou, kde oblouk hoří mezi svařovaným materiálem a obalenou kovovou elektrodou která dodává do místa svaru svarový kov. Teplem oblouku se taví jak základní materiál, tak jádro elektrody a obal. Struska vytvořená z obalu chrání kapky kovu před oxidací. Svařování pod tavidlem

se používá v automatických provozech. Návarové plochy musí být pečlivě připraveny. Elektroda se odvíjí ze svitku, proto můžeme zhotovit bez přerušení svar o hmotnosti rovné hmotnosti svitku drátu. Funkci obalu plní zrnité tavidlo, ve kterém se brodí elektroda a zároveň chrání i tekutý kov i oblouk před nepříznivými vlivy atmosféry. Hlavní předností metody je její vysoký výkon, uzavřený oblouk a vysoká kvalita svaru. Používá se např. pro mosty, kotlové pláště. Tloušťka svařovaných součástí se pohybuje v rozmezí 2 až 200mm [9]

4.3.4 Svařování elektrickým obloukem v ochranných atmosférách

Některé metody svařování byly vyvinuty pro velmi konkrétní aplikace, zatímco jiné jsou flexibilní a pokrývají široký sortiment svářečských prací. Ačkoliv se svařování užívá zásadně pro spojování stejných i nesejných kovových částí, užívá se stále více k opravám a renovacím opotřebovaných nebo poškozených součástek. Metoda svařování elektrickým obloukem, poprvé zavedená koncem 19. století, však zůstává nejvýznamnější a nejvíce používanou technikou tavného svařování. Jak název napovídá, zdrojem tepla je elektrický oblouk vytvořený nejčastěji mezi svařovaným dílem a elektrodou nebo svařovacím drátem. Elektrická energie přeměněná na teplo vytváří oblouk o teplotě až 7 000°C, čímž se kovy roztaví a spojí. Zařízení se mohou lišit co do velikosti a komplexnosti, ale hlavní rozdíl spočívá v použití typu svařovacího materiálu. Jedním z hlavních problémů při svařování je, že kovy reagují s atmosférou rychleji, když stoupá jejich teplota. Metoda, jak chránit horký kov před atakem atmosféry, je druhým nejdůležitějším rozlišujícím znakem. [11]

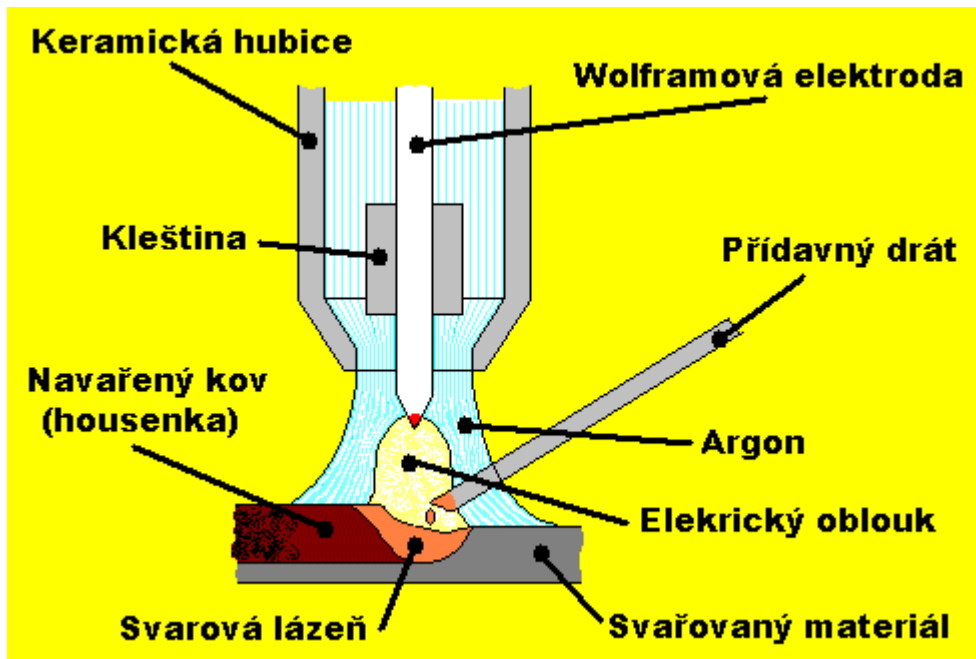
Ochrana svarového kovu sahá od *svařování pod tavidlem*, které vytváří ochrannou strusku, až po *svařování v ochranné atmosféře*. Svařování v ochranných atmosférách nachází uplatnění ve všech oborech svařovaných konstrukcí. Jeho podíl se proti jiným technologiím zvětšuje. To je způsobeno těmito výhodami:

- vysokou produktivitou
- zlepšením hygieny prostředí
- možností svařovat ve všech polohách
- umožněním automatizace a robotizace svařování

Svařování metodou WIG (TIG) je svařování el. obloukem v ochranné atmosféře inertních plynů netavící se elektrodou. V ČR a ve většině zemí EU se používá název WIG v anglosasky mluvících zemích TIG Tato metoda byla vyvinuta ve 40.letech obdobně jako svařování pod tavidlem, ovšem s jiným cílem. Byla určena především pro svařování hliníku (Al) a jiných silně reaktivních kovů, později se její použití rozšířilo i na slitiny železa (Fe) a další konstrukční materiály – korozivzdorné a jiné vysokolegované oceli a litiny mědi. Je to univerzální způsob a používá se v uspořádání pro ruční i automatické svařování i navařování. Je to metoda, při které elektrický oblouk hoří mezi netavící se wolframovou (W) elektrodou a základním materiálem, který je chráněný před účinky okolní atmosféry inertním (netečným) plynem – převážně Argonem (Ar), výjimečně Heliem (He), Dusíkem (N) nebo směsnými plyny (Ar-He, Ar-H₂) a *přídavný materiál* je do oblouku podáván samostatně (ručně nebo pomocí podávacího mechanismu). Délka oblouku je regulována napětovou regulací. [11]

Wolframová elektroda obsahuje zpravidla přísadu (do 2 %) Oxidu Thoria (ThO₂), který výrazně zvyšuje termoemisi elektronů = elektroda se tím lépe ochlazuje a snáší vyšší proudové zatížení. Thorium snižuje emisní energii, snese vyšší proudové zatížení a má vyšší (až o 1000 °C) pracovní teplotu. Ale je radioaktivní – nahrazováno Lanthanem. Konec elektrody je možno zbrousit do ostrého hrotu, oblouk je pak lépe soustředěn, klidněji hoří a hloubka závaru je větší.

- metoda WIG je málo produktivní
- nízká účinnost přenosu tepla (60%), omezené proudové zatížení elektrody
- velmi dobrá kvalita svaru (
- možnost svařovat vysokolegované oceli, Al, Cu, Ni, Mg, Ti



Obr. 18. Svařování metodou TIG

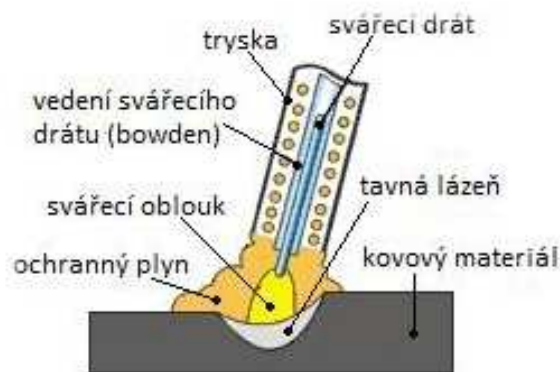
Svařování metodami MIG, MAG je svařování el. obloukem v ochranné atmosféře (aktivního nebo inertního plynu) tavící se elektrodou. V ČR a v EU se používají názvy MAG) při použití aktivních plynů (CO_2 , směsné plyny) a MIG při použití inertních plynů (Argon, Helium). Tyto metody jsou v principu identické, liší se pouze druhem ochranného plynu. Vyvinuly se jako kombinace : [11]

- svařování *pod tavidlem* (odkud převzaly způsob podávání přídavného materiálu)
- svařování *WIG* (oblouk je chráněn plynem vhodného složení)

Elektrický oblouk hoří mezi holým (kovovým) přídavným drátem (nepřetržitě dodávaným do svaru) a základním svařovaným materiálem. Oblouk a svarová lázeň jsou chráněny proudem inertního nebo aktivního plynu. Používají se vysoké proudové hustoty ($100-400 \text{ A.mm}^{-2}$) proto se dosahuje vysokých svařovacích rychlostí a výkonů navaření. Svařování MIG/MAG je podstatně produktivnější než ruční svařování el.obloukem obalovanou elektrodou kde se produktivita ztrácí pokaždé, když svářeč zastaví, aby vyměnil spotřebovanou elektrodu. Pro svařování se používají svařovací poloautomaty a automaty. Svařování MIG/MAG je univerzální metoda, kterou je možno ukládat svarový kov ve větším množství a ve všech svařovacích polohách. *Metoda MIG* : především pro svařování *Hliníku a jeho slitin*. (přímou polaritou, zvýšený ohřev není na závadu) Oproti metodě WIG mnoho-

násobně vyšší produktivita (ovšem s horší jakostí svaru) Při svařování *Mědi* (Cu) je možno oblouk chránit dusíkem, který je levnější a vůči mědi netečný *Metoda MAG* : především pro *svařování ocelí o vyšších pevnostech*, slitinových ocelí. (tam kde jsou kladeny vysoké nároky na jakost spoje a kde nelze použít svařování pod tavidlem - při použití plynu CO_2 je provozně nejlevnější vzhledem k relativně nízké ceně tohoto plynu (oproti Argonu) - výkon odtavení je podstatně vyšší, než při svařování obalovanou elektrodou a ekonomičnost této metody může ještě zlepšit vhodná konstrukce spojů, která bere v úvahu relativně veliký závar. [11]

Svařování MIG i MAG lze plně automatizovat ve spojení s vhodnými roboty a manipulátory. Zhotovuje se takto řada i prostorově složitých svarů bez zásahu lidského činitele, typické jsou např. rámy motocyklů a kol, karosérie, kde je dostatečná sériovost. [11]



Obr. 19 Svařování M.I.G

4.3.5 Svařování za působení tepla a tlaku

Do této skupiny se zařazují pochody, při kterých dochází k natavení stykových ploch a vyvození potřebného tlaku, kterým nastane svaření.

Svařování elektrickým odporem

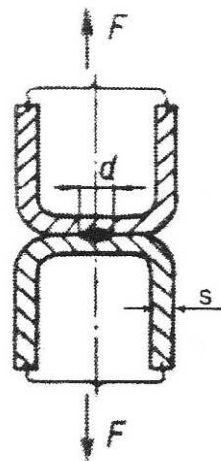
Svařovaným materiálem protéká v místě spoje elektrický proud. V tomto místě je největší přechodový odpor, materiál se ohřeje na teplotu svařování a tlakem svaří. Teplo, které vzniká je dáno Joulovým zákonem.

Potřebné množství tepla pro svařování se získá buď působením vysokých proudů v krátkém čase, tzv. **tvrdý režim**, nebo působením nižších proudů po delší dobu, tzv. **měkký režim**.

Každá odporová svářečka má dvě části: elektrickou a mechanickou. Elektrická část se skládá z trafa a slouží k ohřevu materiálu a mechanické části, sestávající z upínacího a přítlačného zařízení.

Svařování bodové

Součásti se přeplátují a sevrou mezi dvě elektrody. Potom se zapne elektrický proud. Roztavení a sváření nastane ve stykových plochách obou součástí v místě největšího přechodového odporu. Elektrody jsou z mědi nebo jejich slitin a uvnitř jsou chlazeny vodou. Vlivem chladicího účinku má svar jemnou strukturu. Svařovací proud i tlak probíhají v určité časové závislosti. Svařovací stroje jsou vybaveny programovým řízením umožňujícím složitější cykly. [9]



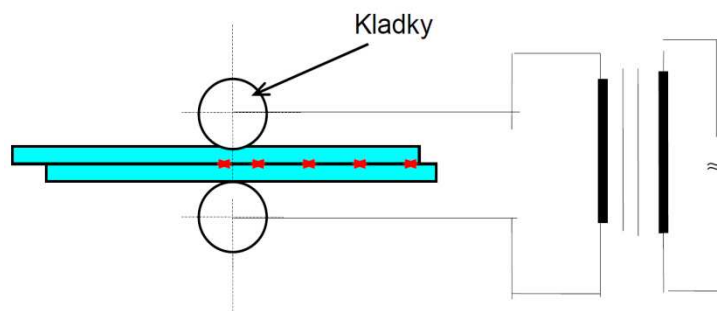
Obr. 20 Bodové svařování

Svařovací stroje

Jsou stabilní svářečky buď mechanické, nebo rychlobodovací automatické. V sériové výrobě rozměrnějších součástí se používá mnohobodových svářeček - robotů (při výrobě karoserií automobilů), které na jeden pracovní zdvih zhotoví současně větší počet svarů.

Svařování švové

Je obdobou svařování bodového. Elektrody, chlazené vodou, mají tvar kotouče (kladiček), které se odvalují po svařovaném materiálu. Podle četnosti proudových pulzů a rychlosti odvalování kladiček se vytvoří svar přerušovaný, kdy jednotlivé bodové svary jsou odděleny, nebo spojitý, jestliže se body překrývají. Takové svary jsou těsné a používají se pro nádrže nebo potrubí.



Obr. 21 Švové svařování

Svařování třením







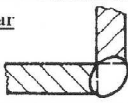

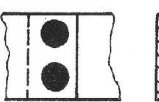
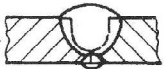





Podstatou metody je přeměna mechanické energie v tepelnou. Svařované součásti se upnou do svařovacího zařízení tak, aby se vzájemně dotýkaly svarovými plochami. Otáčením jedné součásti a za současného působení tlaku se vlivem tření ohřejí na teplotu svařování. Ke svaření dojde vyvozením pýchovacího tlaku po zastavení stroje.

Takto lze svařovat konstrukční oceli uhlíkové i slitinové, litiny, neželezné kovy a ve vzájemné kombinaci. [9]

Mezi další typy svařování za působení tepla a tlaku patří: Svařování výstupkové Svařování stykové - s odtavením Svařování stykové – pýchovací Svařování indukční Svařování třením [9]

4.3.6 Typy a použití svarů

- **Lemové** – používají se pouze u tenkých plechů jako spoje těsnící nikoliv nosné
- **Tupé svary jednostranně svařené** – používají se tam, kde je kořen svaru po svaření nepřístupný (trubky)
- **Podložené** – po svaření se kořen svaru vydrážkuje (tím odstraníme případné defekty) a poté se navaří jedna housenka ze strany kořene
- **Koutové** – vyžadují minimální přípravu svarových ploch
- **Rohové** – méně používané
- **Oboustranné** – u tupých spojů větších tloušťek a u dynamicky namáhaných spojů
- **Děrové, žlábkové a průvanové** – používají se jako náhrada nýtování
- **Bodové** – používají se pro tenké plechy

Název a provedení svaru	Značení	Název a provedení svaru	Značení
<u>Lemový svar</u> 	π	<u>Koutový svar</u> 	\triangle
<u>Tupé svary</u>		<u>převýšený</u> 	∇
I - svar 	Π	<u>proláký</u> 	∇
V - svar 	∇	<u>Rohový svar</u> 	\triangle
1/2 V - svar 	$\frac{1}{2}\nabla$	<u>Děrový svar</u> 	\square
U - svar 	\cup	<u>Průvarový svar</u> 	
podložený V - svar 	∇	<u>Bodový svar</u> 	\circ
s podložkou X - svar 	\otimes		
K - svar 	\mathcal{B} \mathcal{K}		

Obr. 22 Typy svarů

4.3.7 Výhody a nevýhody svařovaných spojů

Výhody:

- Menší hmotnost svařovaných konstrukcí proti nýtovaným
- Nádoby svařované z plechu mají oproti nýtovaným hladký povrch a jsou dokonale těsné.
- Dobrá svařitelnost některých ocelí na odlitky, hliníku a většiny jeho slitin i některých plastů

Nevýhody:

- Nutná úprava stykových ploch před svařováním
- Svarový spoj je tuhý a nepoddajný, podléhá únavě
- Vznik pnutí a deformací vlivem nestejněměrného zahřátí při svařování
- Použití oceli pro svařované součásti je podmíněno její svařitelností, která klesá s jejím obsahem uhlíku

4.4 Pájené spoje

Pájené spoje patří do skupiny nerozebíratelných spojů. Ke spojování součástí se používá pájka a tavidlo. Úkolem tavidla je odvádět kyslíčnky kovů ze spojovaných ploch, a tím zvýšit přilnavost. Výhodou pájených spojů je možnost spojovat nesvařitelné nebo obtížně svařitelné materiály. Nedochozí ke změně mechanických vlastností spojovaných součástí, jako je tomu u svařování. Nevýhodou je nižší pevnost spoje než u spojů svařovaných. [8]

4.4.1 Druhy pájek

Pájky jsou slitiny kovu, jejichž bod tavení je nižší než bod tavení spojovaných materiálů. Dělí se zejména podle teploty tavení.

- **Měkké pájky** – teplota tavení je nižší než 450 °C patří mezi ně Sn a Pb slitiny
- **Tvrdé pájky** – teplota tavení je vyšší než 450 °C jde o Cu, Ag, Slitiny Cu, Zn, Sn (např.: mosaz=slitina Cu+Zn+(Pb))

4.4.2 Tavidla

Každý kov je potažený vrstvou oxidu, která zamezuje spojení pájkou. I když je tato vrstva rozpuštěna, tvoří se okamžitě, zvláště zahříváním, nová vrstva. Tavidla, ochranné plyny nebo vakuum mohou vrstvu oxidů rozpustit nebo je omezit. Pájka může do základního materiálu difundovat pouze tehdy, je-li odstraněna vrstva oxidů. Každé tavidlo má zcela určitou oblast účinné teploty. Je to oblast, kde je tavidlo aktivní. Musí být přizpůsobena pracovní teplotě pájky. Tavidla musí účinkovat již pod pracovní teplotou (asi 50 °C) a nad teplotou pájení. Na pájená místa jsou nanášena ve formě kapaliny nebo pasty. Zbytky tavidla je nutno po pájení odstranit, neboť by mohlo způsobit korozi.

4.4.3 Druhy pájených spojů

Součásti, které mají být spojeny, mohou na sebe být přiloženy natupo, přeplátované, šikmo nebo ve tvaru písmene T. Při kapilárním pájení je úzká spára především vyplněna pájkou kapilárním účinkem, při spárovém pájení je široká spára plněna převážně pomocí tíhové síly pájky.

4.4.4 Výhody a nevýhody pájených spojů

Výhody:

- Pájením mohou být spojovány všechny běžné kovy, rovněž sklo a keramika.
- Mohou být spojovány konstrukční součásti s velkými rozdíly síly stěn.
- Pájecí teploty jsou značně nižší než při svařování. Tím vzniká menší pnutí a napětí, která vznikají důsledkem rozdílných teplot.
- Pájené spoje jsou vodotěsné a také elektricky vodivé.

Nevýhody:

- Především u pájení naměkko je dosahováno jen malé pevnosti spojů.
- Pájené spoje jsou napadnutelné korozí – vzhledem k rozdílným materiálům pájky a základního materiálu (rozdíly potenciálů).
- Z důvodu malých tolerancí na spáry mezi materiály musí být příprava obrobku přesná.
- Použití tavidla nebo ochranného plynu je nutné.

4.5 Lepené spoje

Lepení je spojování stejných nebo různých materiálů pomocí lepidla. Působením lepidla vzniká adheze (přilnavost) na spojovaných plochách a koheze (soudržnost) lepidla uvnitř lepící vrstvy. Předpokladem pro správnou funkci lepidla jsou suché, čisté a zdrsňené plochy a správná volba provedení lepeného spoje a druhu lepidla. Nejvhodnější tloušťka lepidla (filmu) se pohybuje v rozmezí 0,05 až 0,15 mm. Lepeny jsou dnes vnější plochy letadel, mostů, střešních a okenních konstrukcí, části automobilů. Dalším příkladem je lepení trubek, nalepování brzdového nebo umělohmotného obložení na kovové součásti, břitových destiček na řezné nástroje. Zvláštní výhody skýtá lepení při spojování různých materiálů (hliník na ocel nebo ocel na sklo). Vznikají přitom hladké povrchy, švy bez štěrbin, stejná pevnost po celém průřezu, dochází k izolačnímu působení a úsporám na hmotnosti.

[9]

4.5.1 Druhy lepidel

Lepidel různého chemického složení existuje mnoho druhů. Nejčastěji používané druhy lepidel jsou na bázi pryskyřic (fenolové, polyamidové a epoxidové), polyuretanů, akrylátů a vinilických polymerů.

Podle teploty je rozlišujeme na:

- **Lepidla tuhnoucí za tepla** – vytvrzují se zahřátím na teploty v rozsahu 150 až 250 °C po dobu až několika hodin.
- **Lepidla tuhnoucí za studena** – vytvrzují se po dobu od několika vteřin po několik dnů chemickou reakcí při teplotě přibližně 20 °C.

Podle složení rozlišujeme:

- **Jednosložková lepidla** – lepidlo smíchané s ředidlem, k vytvrzení dochází na vzduchu odpařením ředidla, odebráním kyslíku, vlhkostí nebo teplem
- **Dvousložková lepidla** – působí teprve po smíchání dvou složek (lepidla a tužidla). Připravená směs musí být zpracována během určité doby.

4.5.2 Vytváření lepených spojů

Lepené plochy musí být pečlivě mechanicky a chemicky očištěny, tzn. musí být zbaveny nečistoty a mastnoty, aby molekuly lepidla mohly přilnout na materiál. Smirkováním, pís-kováním nebo mořením (odstraňováním starého nátěru) jsou povrchy dodatečně zdrsněny, aby bylo dosaženo zvětšení kontaktních ploch. Po očištění musí být spojované plochy peč-livě osušeny. Lepený spoj vyžaduje pevné přilnutí spojovaných součástí. Lepidla a tužidla musí být bezprostředně před nanesením ve správném poměru smíchána a je třeba je nanést u drsných povrchů oboustranně, u hladkých ploch na jedné straně. S oběma spojovanými součástkami se nesmí až do vytvrzení pohnout. U epoxidových pryskyřic není třeba větší tlak, stačí pouze dosedací (kontaktní) tlak. Je nutné sledovat způsob namáhání lepeného místa. Namáhání tahem se musí zabránit, jelikož by docházelo k nepříznivému namáhání spoje a pevnost lepidel v tahu není příliš velká. Lepenému spoji nevaří namáhání stříhem a smykem. Pevnost lepeného spoje je závislá rovněž na druhu lepidla, velikosti přeplátova-ných ploch a síle vrstvy. Rozebírání lepených spojů je možno provádět mechanicky pomo-cí adhezního nebo kohezního lomu, stažením nebo odtržením. Rozebírání je možno provést i pomocí zahřátí (80 °C až 250 °C podle druhu lepidla), přičemž termoplastická lepidla se rozpouštějí, reaktoplastická rozkládají. [10]



Obr. 23 Možnosti přeplátování

II. PRAKTICKÁ ČÁST

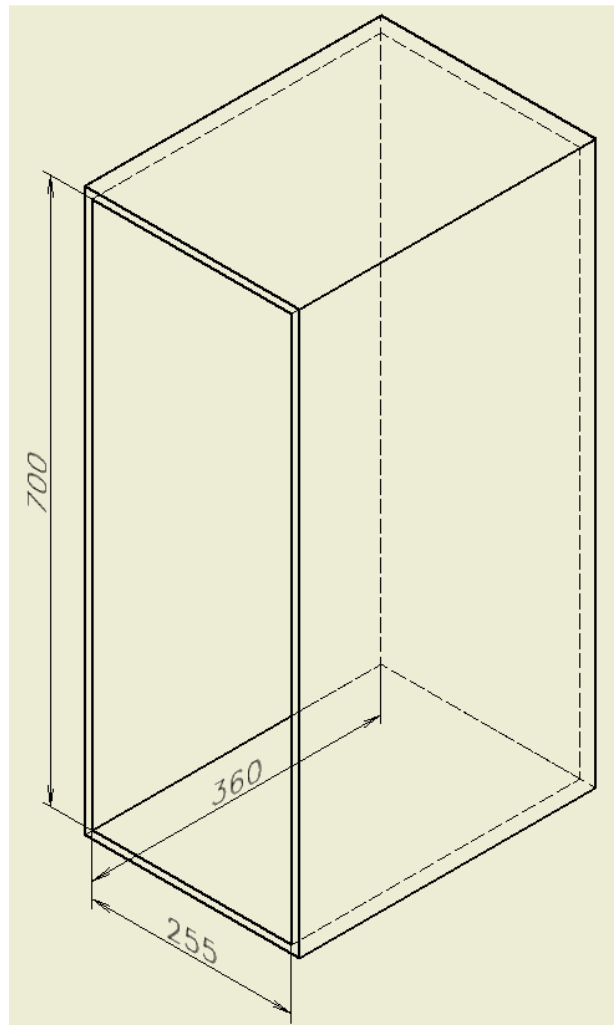
5 TEMPERAČNÍ KOMORA 316939

Temperační komora se používá ve spojení s univerzálním strojem ZWICK nebo i bez něj. Mým úkolem je navrhnout stojan, který optimalizuje využití temperační komory ve stavu kdy se v ní neprovádí zkoušení na univerzálním stroji ZWICK.



Obr. 24 Vnitřní prostor temperační komory s
čelistmi pro tahovou zkoušku

5.1 Vnitřní rozměry komory



Obr. 25 Rozměry komory

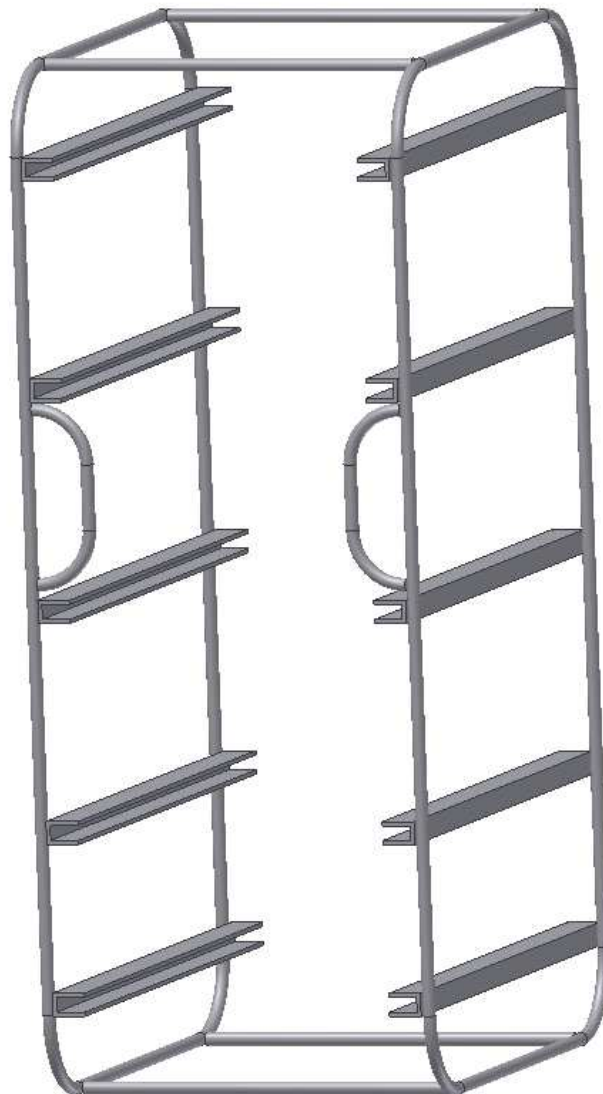
6 VARIANTA A



Obr. 26 Varianta A

Varianta A byla navržena tak, aby poskytovala co největší variabilitu. Rám je sestaven z pásovin a v nich je závit, ve kterém se pohybuje křídlová matice. Po vložení rámu do komory se matice utáhnou a rám v něm drží pomocí tření. Výhodou tohoto řešení je velká variabilita protože do komory můžeme dát pod sebe několik těchto rámu v rozličných velikostech dle potřeby. Nevýhodou tohoto řešení je obtížná instalace rámu z důvodu špatné přístupnosti zadních šroubů.

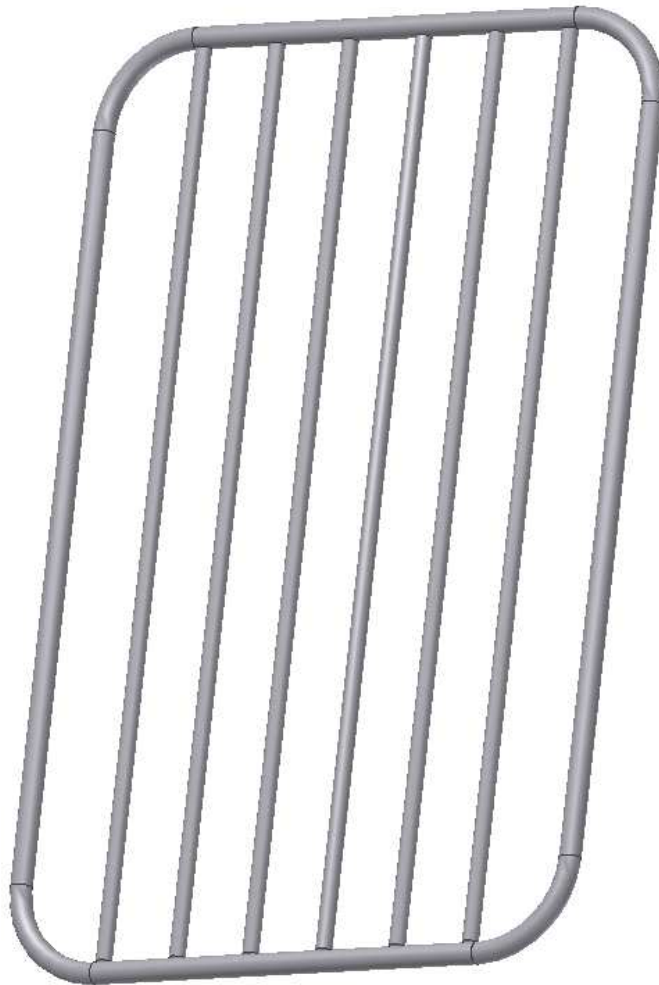
7 VARIANTA B



Obr. 27 Varianta B

Varianta B byla navržena tak, aby se vložila do komory tak, jak je na obrázku 27 a aby se do ní pak vložily rošty, které jsou na obrázku 28. V prvním návrhu jsem použil profil L na který by se poté pokládaly rošty, posléze jsem raději přešel na U profil z důvodu větší bezpečnosti roštu proti převrácení a následnému vysypání vzorků. Posléze jsem na kostru rámu přidal madla, aby byla zabezpečena lepší manipulace s rámem. Rozteče mezi jednotlivými rošty jsem zvolil tak, aby se s nimi pohodlně manipulovalo. Rám je svařován a z důvodu lepší svařitelnosti bude vyroben z oceli 11 373. Hmotnost rámu s rošty se bude pohybovat kolem 3,5 Kg což také přispívá k lepší manipulovatelnosti. Rám zásobníku je sestaven z tyčí o průměru 8 mm, svařen je elektrickým obloukem.

7.1 Rošt



Obr. 28 Rošt

Rošt, který se vkládá do zásobníku je vyroben z oceli 11 373. Průměr tyčí které tvoří rám roštu je 8 mm a tyče které jsou uvnitř roštu mají průměr 6 mm. Tuto ocel jsem zvolil proto, že je dobře svařitelná a vzhledem k tomu, že rošt nebude mechanicky namáhán její pevnost postačuje. Rozteč mezi jednotlivými tyčemi je 23 mm kvůli tomu aby se na ni daly usadit i menší vzorky. V případě, že by bylo třeba temperovat menší vzorky je možno na rošt umístit síťku, aby bylo možno temperovat i nejmenší vzorky. Rošt je svařen elektrickým obloukem.

7.2 Rošt



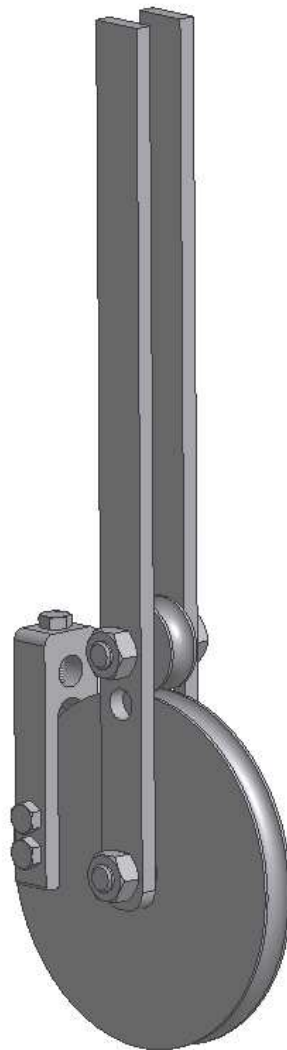
Obr. 29 Rošt s výřezem

Aby zásobník mohl fungovat i v případě když je v provozu v kombinaci s univerzálním zkušebním strojem Zwick bylo nutno navrhnout rošt s výřezem pro válec na kterém jsou upevněny zkušební čelisti. Rošt má shodné parametry jako rošt bez výřezu s tím rozdílem, že u něj je odstraněna jedna vnitřní tyč a jsou naopak přidány příčné tyče.

8 OHYBACÍ PŘÍPRAVKY

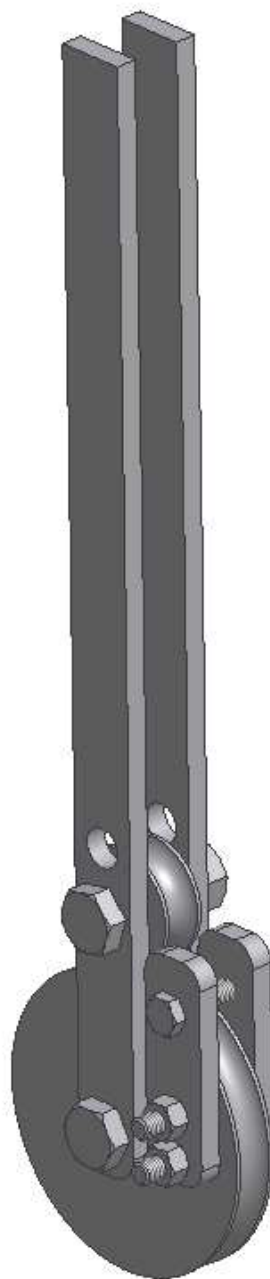
Jelikož se na zásobníku vyskytuje množství ohýbaných tyčí, bylo nutno zkonstruovat ohýbací přípravky. Protože velmi pravděpodobně budou použity pouze na výrobu zásobníku volil jsem řešení, které bude co možná nejméně pracné na výrobu a materiál. Přípravky jsou zhotoveny z oceli 11 600.

8.1 Přípravek pro R45



Obr. 30 Přípravek pro R45

8.2 Přípravek pro R29



Obr. 31 Přípravek pro R29

9 SOUČÁSTI VYRÁBĚNÉHO ZÁSOBNÍKU A ROŠTU

9.1 Madlo



Obr. 32 Madlo

Výrobní výkres madla je uveden v příloze bakalářské práce.

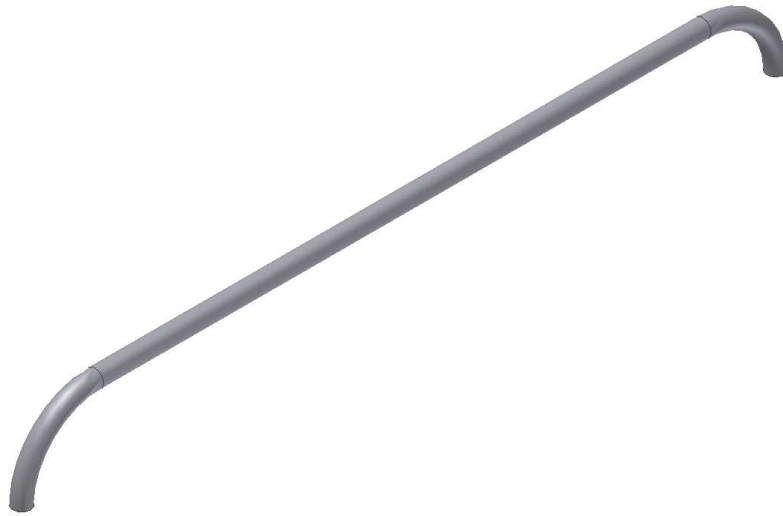
9.2 Ohýbaná část rámu



Obr. 33 Ohýbaná část rámu

Výrobní výkres Ohýbané části rámu je uveden v příloze bakalářské práce.

9.3 Ohýbaná část roštu



Obr. 34 Ohýbaná část roštu

Výrobní výkres ohýbané části roštu je uveden v příloze bakalářské práce.

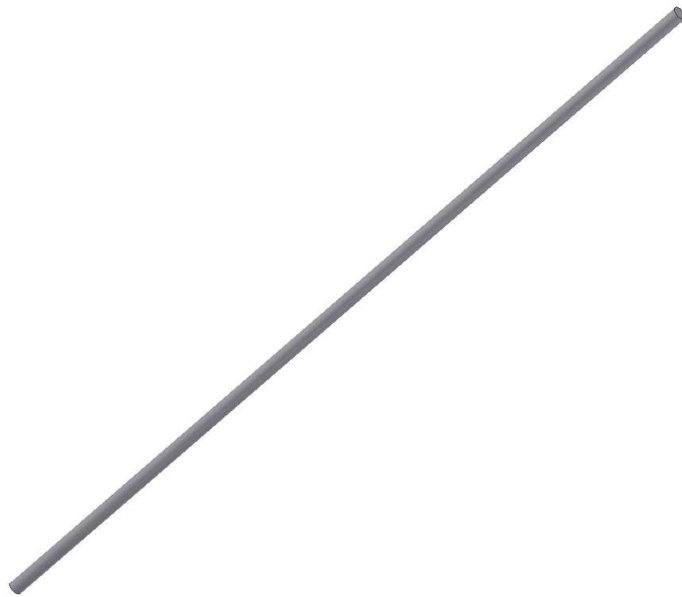
9.4 Rozpěrná tyč



Obr. 35 Rozpěrná tyč

Výrobní výkres rozpěrné tyče je uveden v příloze bakalářské práce.

9.5 Tyč rámu



Obr. 36 Tyč rámu

Výrobní výkres tyče rámu rámu je uveden v příloze bakalářské práce.

9.6 Tyč roštu



Obr. 37 Tyč roštu

Výrobní výkres tyče roštu je uveden v příloze bakalářské práce.

9.7 U profil



Obr. 38 U profil

Výrobní výkres U profilu je uveden v příloze bakalářské práce.

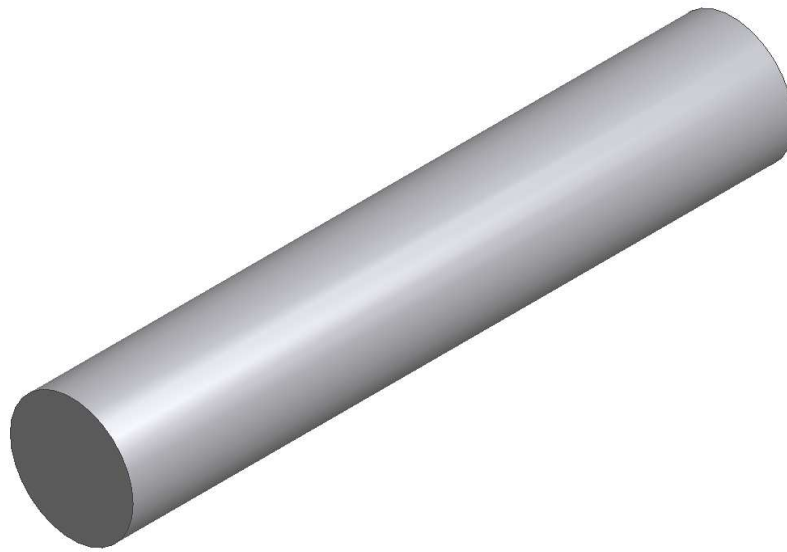
9.8 Vnitřní tyč roštu



Obr. 39 Vnitřní tyč roštu

Výrobní výkres vnitřní tyče roštu je uveden v příloze bakalářské práce.

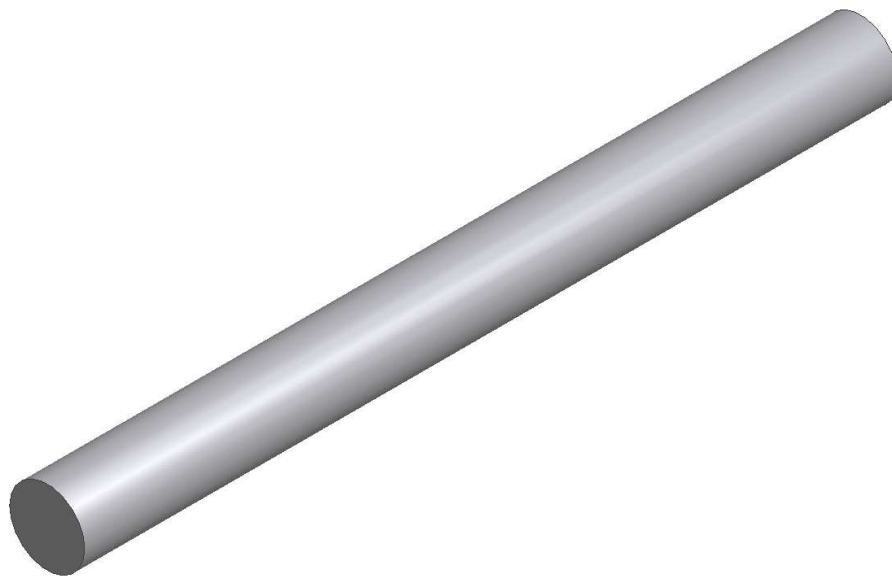
9.9 Tyč k roštu s výřezem 43 mm



Obr. 40 Tyč k roštu s výřezem 43 mm

Výrobní výkres vnitřní tyče k roštu s výřezem 43 mm je uveden v příloze bakalářské práce.

9.10 Tyč k roštu s výřezem 65 mm

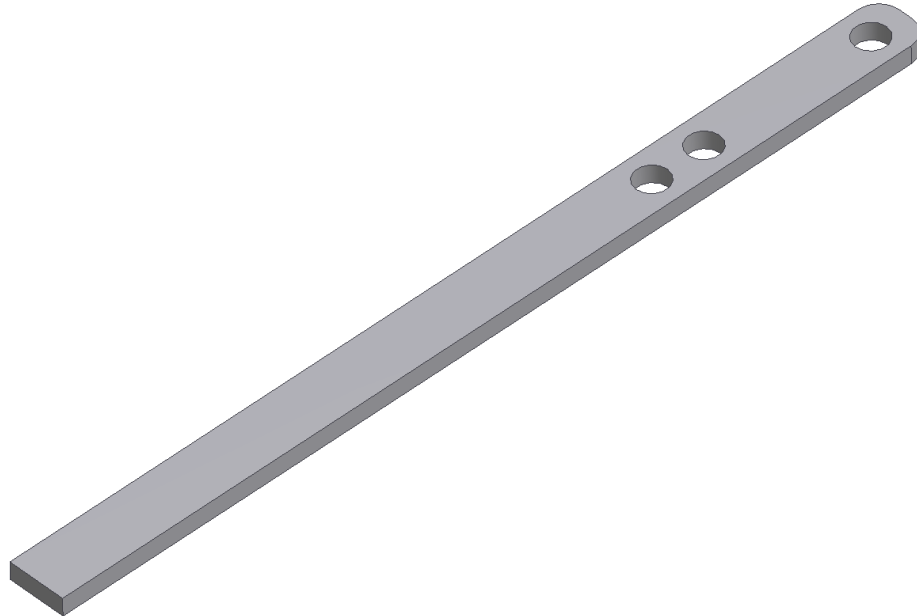


Obr. 41 Tyč k roštu s výřezem 65 mm

Výrobní výkres vnitřní tyče k roštu s výřezem 65 mm je uveden v příloze bakalářské práce.

10 SOUČÁSTI OHÝBACÍCH PŘÍPRAVKŮ

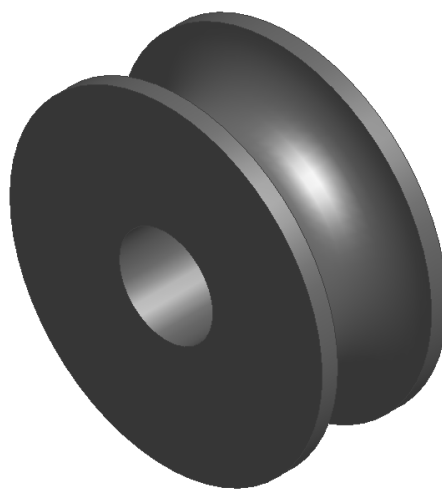
10.1 Táhlo



Obr.42 Táhlo

Výrobní výkres Táhla je uveden v příloze bakalářské práce.

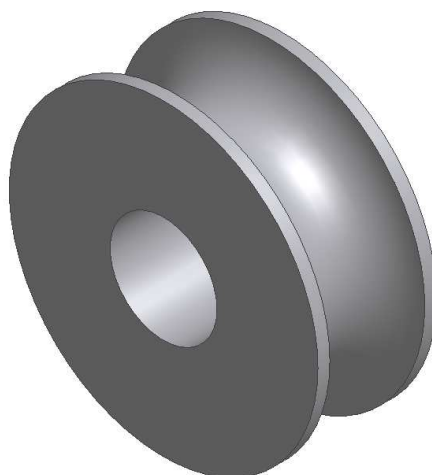
10.2 Kladka 6 mm



Obr. 43 Kladka 6 mm

Výrobní výkres kladky 6 mm je uveden v příloze bakalářské práce.

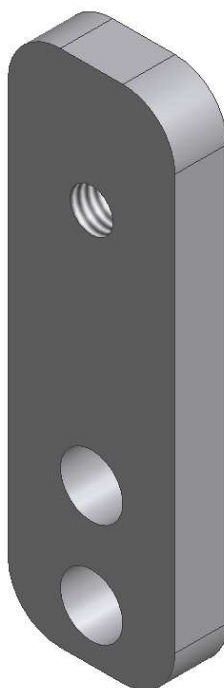
10.3 Kladka 8 mm



Obr. 44 Kladka 8 mm

Výrobní výkres kladky 8 mm je uveden v příloze bakalářské práce.

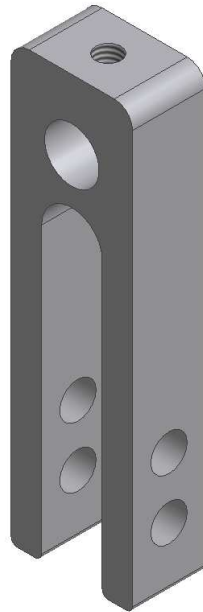
10.4 Přidržovač k řemenici R 29



Obr. 45 Přidržovač k řemenici R 29

Výrobní výkres přidržovače k řemenici R29 je uveden v příloze bakalářské práce.

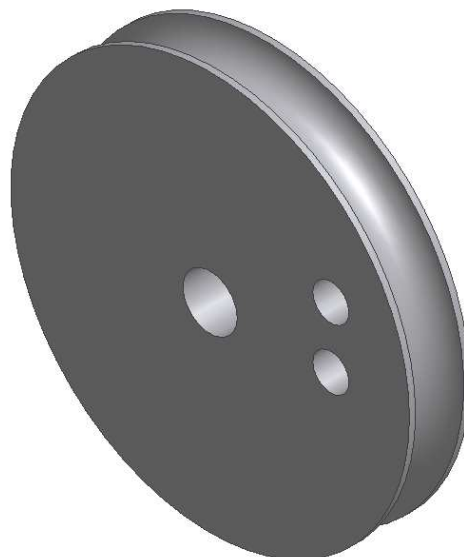
10.5 Přidržovač k řemenici R 45



Obr. 46 Přidržovač k řemenici R 45

Výrobní výkres přidržovače k řemenici R 45 je uveden v příloze bakalářské práce.

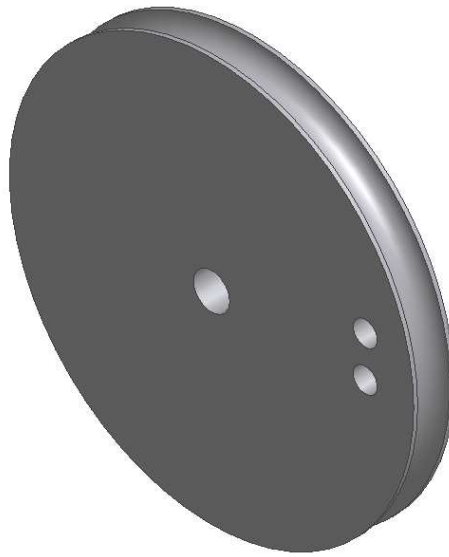
10.6 Řemenice R 29



Obr. 47 Řemenice R 29

Výrobní výkres Řemenice R29 je uveden v příloze bakalářské práce.

10.7 Řemenice R 45



Obr. 48 Řemenice R 45

Výrobní výkres řemenice R 45 je uveden v příloze bakalářské práce.

ZÁVĚR

Úkolem mé bakalářské práce bylo vytvořit zásobník pro temperaci zkušebních těles v tepelné komoře.

V první polovině teoretické části jsem se zabýval charakteristikou zkoušek materiálů. Zjišťoval jsem jaké typy normalizovaných zkušebních těles se používají, abych mohl správně navrhnout funkční části zásobníku. Dále jsem zjišťoval charakteristiku temperační komory zvláště pak její vnitřní rozměry v prázdném stavu i ve stavu když jsou v ní upnuty zkušební čelisti.

Druhá část byla věnována problematice spojování materiálů, abych se mohl správně rozhodnout pro vhodnou technologii montáže.

V praktické části jsem se zabýval dvěma konstrukčními návrhy zásobníku. První varianta uvažovala využití tření mezi rozpěrným šroubem a stěnou komory. Tuto variantu jsem nevyužil, protože jsem měl obavy o poničení vnitřního povrchu komory. Druhou variantou byl rám s profily, do kterého se jednotlivé rošty zasouvají. Tato varianta se jevila jako optimální, protože se rám nemusí díky své konstrukci z prostoru komory vyjímat. Obměňují se pouze rošty. Pokud jsou v komoře upnuty čelisti použije se rošt s výřezem, pokud ne, použije se rošt plný. Dále jsem navrhl konstrukci ohýbacích přípravků, aby bylo možno vyrobit části zásobníku, na kterých se vyskytují rádiusy.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. **Prause, P.** *Ověření vlastností univerzálního zkušebního systému PROMI-PC.* Zlín : UTB, 2006.
2. **Bartoš, Z.** *Vliv teploty na mechanické chování konstrukčních.* Zlín : UTB, 2007.
3. **Ptáček, L. a kolektiv.** *Nauka o materiálu 1.* Brno : CERM, 2002.
4. **Lukovics, I.** *Konstrukční materiály a technologie.* Brno : VUT, 1992.
5. **Řezníček, M.** *Upínací přípravek pro speciální zkoušku tahem pryžových kompozitů.* Zlín : UTB, 2008.
6. **Skálová, J., Kovařík, R., Benedikt, V.** *Základní zkoušky kovových materiálů.* Plzeň : TYPOS-Digital Print, spol. s r.o., 2005. ISBN 80-7043-417-1.
7. **Řezníček, M.** *Využití systémové měřicí techniky ve strojírenství.* České Budějovice : Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2008.
8. **Huška, Z.** *Strojní součásti.* Praha : SNTL, 1989. ISBN 30-03-00124-2.
9. **Mráz, L.** *Stavba a provoz strojů I.* Zlín : SPŠ Zlín, 2003.
10. **Nedbal, R.** *Strojírenská technologie II.* Zlín : SPŠ Zlín, 2003.
11. **Minda, T.** Minda web. [Online] 5. Leden 2009. [Citace: 20. Listopad 2010.] <http://www.minda.wz.cz/download.htm>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

F	[N]	Síla
T _f	[°C]	Teplota měknutí
T _g	[°C]	Teplota skelného přechodu
T _m	[°C]	Teplota tání
σ	[MPa]	Napětí
S ₀	[mm ²]	Počáteční průřez
ε	[-]	Poměrné prodloužení
L _u	[mm]	Konečná délka
L ₀	[mm]	Počáteční délka
R	[J · cm ⁻²]	Vrubová houževnatost
PP	[-]	Polypropylen
PE	[-]	Polyetylen
E	[MPa]	Modul pružnosti v tahu
R _m	[MPa]	Pevnost v tahu
F _{max}	[N]	Maximální síla
MIG	[-]	Metal Inert Gas
MAG	[-]	Metal Aktiv Gas
TIG	[-]	Tungsten Inert Gas
WIG	[-]	Wolfram Inert Gas
WAG	[-]	Wolfram Aktiv gas

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Diagram tahové zkoušky	15
Obr. 2 Tahový diagram pro polymery	16
Obr. 3 Zkušební tyč pro ocel	17
Obr. 4 Zkušební těleso pro pryže.....	18
Obr. 5 Vliv tvaru vrubu na hodnoty vrubové houževnatosti	19
Obr. 6 Princip rázové zkoušky v ohybu.....	19
Obr. 7 Obecný tvar profilu závitu.....	21
Obr. 8 Příklady spojení šrouby	22
Obr. 9 Lícovaný šroub	22
Obr. 10 Závrtný šroub.....	23
Obr. 11 Pojištění maticí, pojištění podložkou.....	23
Obr. 12 Silové poměry na šroubu	23
Obr. 13 Rozvinutá šroubovice	24
Obr. 14 Přímé nýtování.....	25
Obr. 15 Druhy nýtů	25
Obr. 16 Svar	26
Obr. 17 Svařovací hořáky, svařovací plameny	28
Obr. 18. Svařování metodou TIG	31
Obr. 19 Svařování M.I.G	32
Obr. 20 Bodové svařování	33
Obr. 21 Švové svařování.....	34
Obr. 22 Typy svarů	35
Obr. 23 Možnosti přeplátování	39
Obr. 24 Vnitřní prostor temperanční komory s.....	41
Obr. 25 Rozměry komory	42
Obr. 26 Varianta A.....	43
Obr. 27 Varianta B.....	44
Obr. 28 Rošt.....	45
Obr. 29 Rošt s výřezem.....	46
Obr. 30 Přípravek pro R45.....	47
Obr. 31 Přípravek pro R29.....	48
Obr. 32 Madlo.....	49

Obr. 33 Ohýbaná část rámu	49
Obr. 34 Ohýbaná část roštu.....	50
Obr. 35 Rozpěrná tyč	50
Obr. 36 Tyč rámu	51
Obr. 37 Tyč roštu	51
Obr. 38 U profil	52
Obr. 39 Vnitřní tyč roštu.....	52
Obr. 40 Tyč k roštu s výřezem 43 mm	53
Obr. 41 Tyč k roštu s výřezem 65 mm	53
Obr.42 Táhlo	54
Obr. 43 Kladka 6 mm	54
Obr. 44 Kladka 8 mm	55
Obr. 45 Přidržovač k řemenici R 29	55
Obr. 46 Přidržovač k řemenici R 45	56
Obr. 47 Řemenice R 29.....	56
Obr. 48 Řemenice R 45.....	57

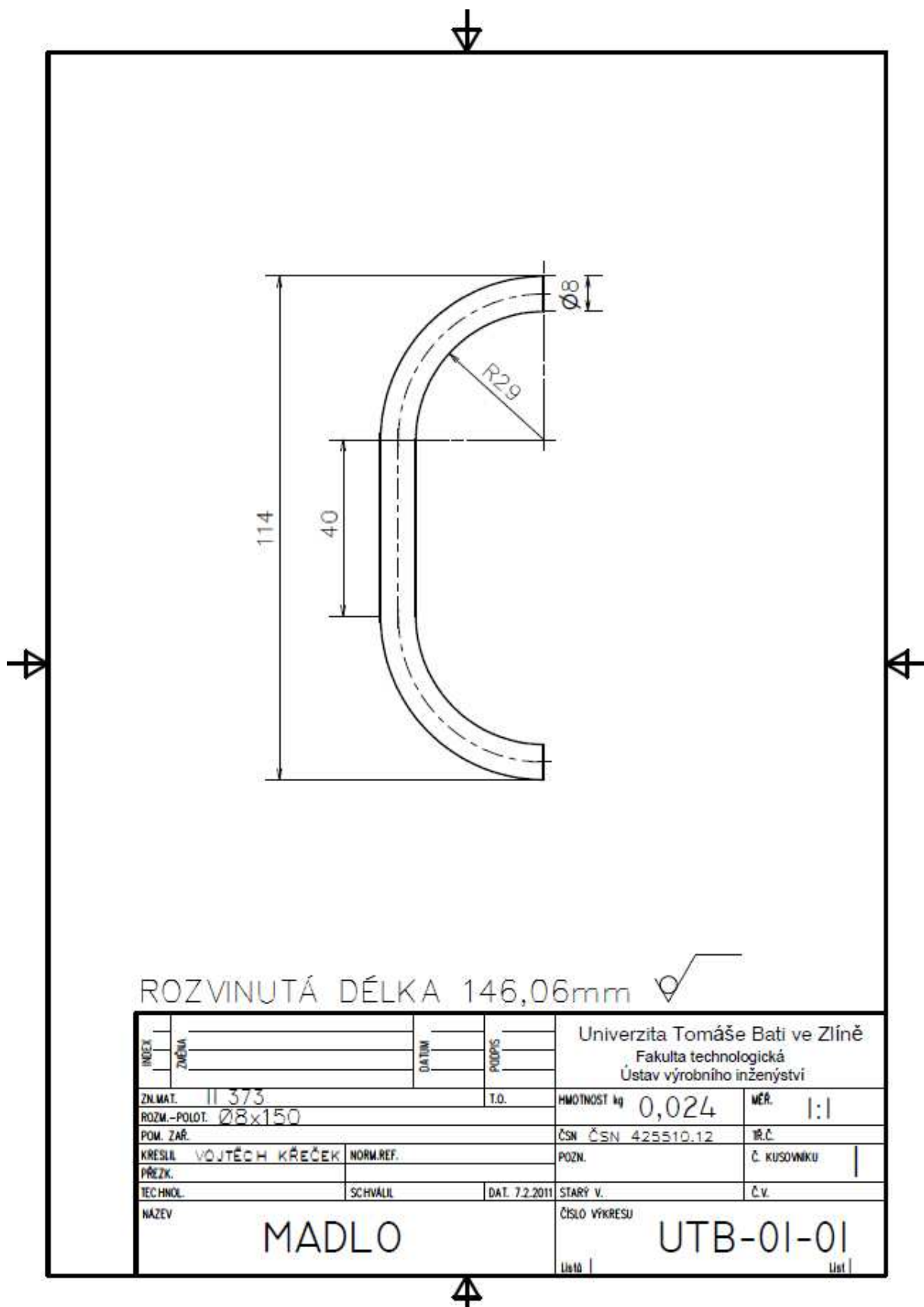
SEZNAM ROVNIC

- (1) Výpočet napětí
- (2) Výpočet Poměrného prodloužení
- (3) Úměrnost napětí a deformace podle Hookeova zákona
- (4) Výpočet pevnosti v tahu
- (5) Výpočet vrubové houževnatosti
- (6) Výpočet síly pro utahování šroubu

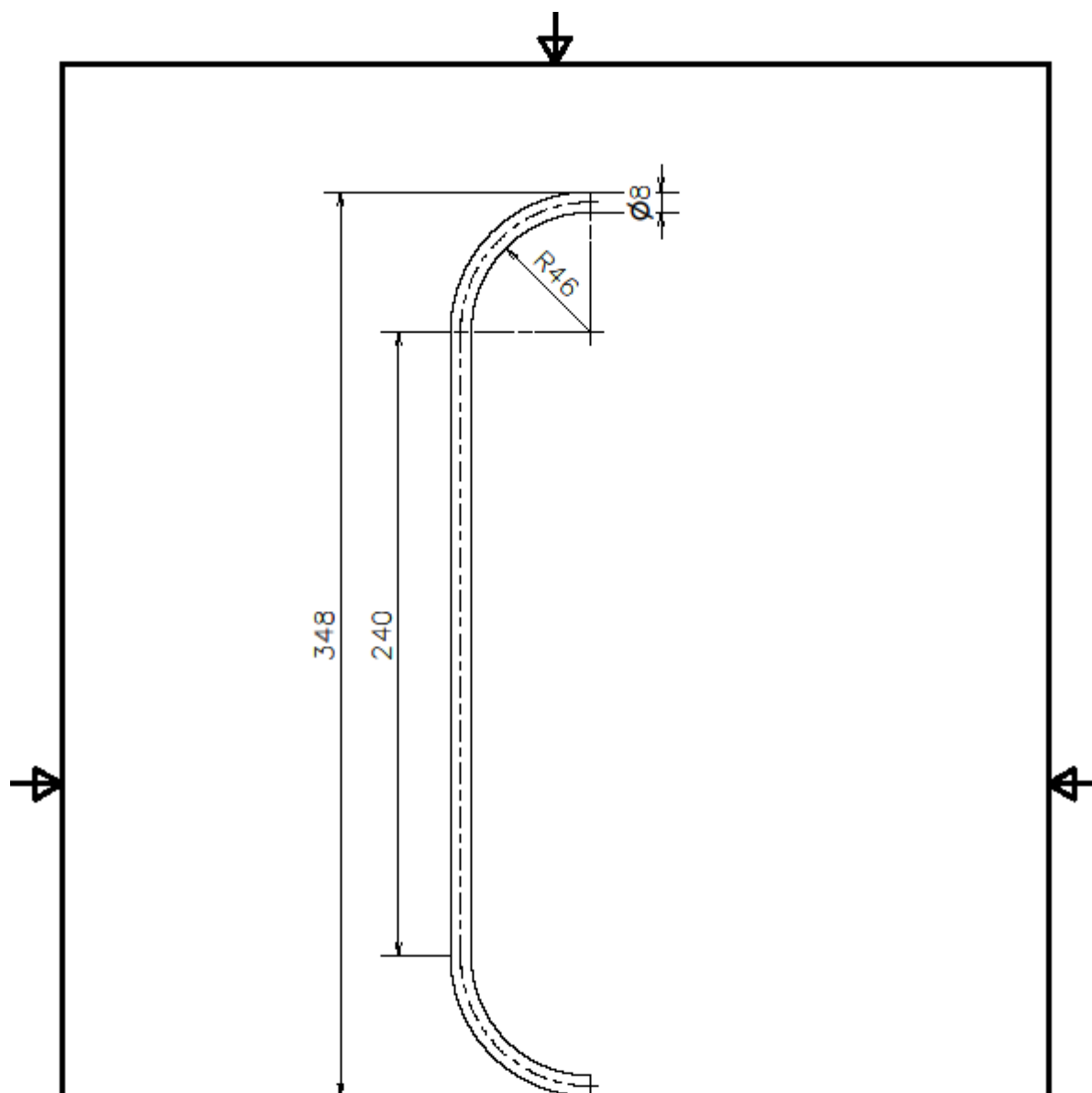
SEZNAM PŘÍLOH

- P I: Výrobní výkres madla, číslo výkresu UTB-01-01
- P II: Výrobní výkres ohýbané části roštu, číslo výkresu UTB-02-01
- P III: Výrobní výkres roštu, číslo výkresu UTB-04-02
- P IV: Výrobní výkres sestavy zásobníku, číslo výkresu UTB-06-01
- P V: Výrobní výkres tažené části roštu, číslo výkresu UTB-01-02
- P VI: Výrobní výkres Výpletu roštu, číslo výkresu UTB-03-02
- P VII: Výrobní výkres U profilu, číslo výkresu UTB-05-01
- P VIII: Výrobní výkres tyče rámu, číslo výkresu UTB-03-01
- P IX: Výrobní výkres tyče roštu, číslo výkresu UTB-02-02
- P X: Výrobní výkres Rozpěrné tyče, číslo výkresu UTB-04-01
- P XI: Výrobní výkres Delší tyče k roštu, číslo výkresu UTB-01-13
- P XII: Výrobní výkres Kratší tyče k roštu, číslo výkresu UTB-01-12
- P XIII: Výrobní výkres roštu s výřezem, číslo výkresu UTB-01-11
- P XIV: Výrobní výkres kladky, číslo výkresu 03-01-000
- P XV: Výrobní výkres Přidržovače R 30, číslo výkresu 03-02-000
- P XVI: Výrobní výkres Přidržovače R 45 číslo výkresu 03-04-000
- P XVII: Výrobní výkres řemenice R 30, číslo výkresu 03-03-000
- P XVIII: Výrobní výkres řemenice R 45, číslo výkresu 04-02-000
- P XIX: Výrobní výkres táhla, číslo výkresu 03-04-000
- P XX: Výrobní výkres přípravku R 30, číslo výkresu 03-05-000
- P XXI: Výrobní výkres Přípravku R 45, číslo výkresu 04-03-000

PŘÍLOHA P I: VÝROBNÍ VÝKRES MADLA



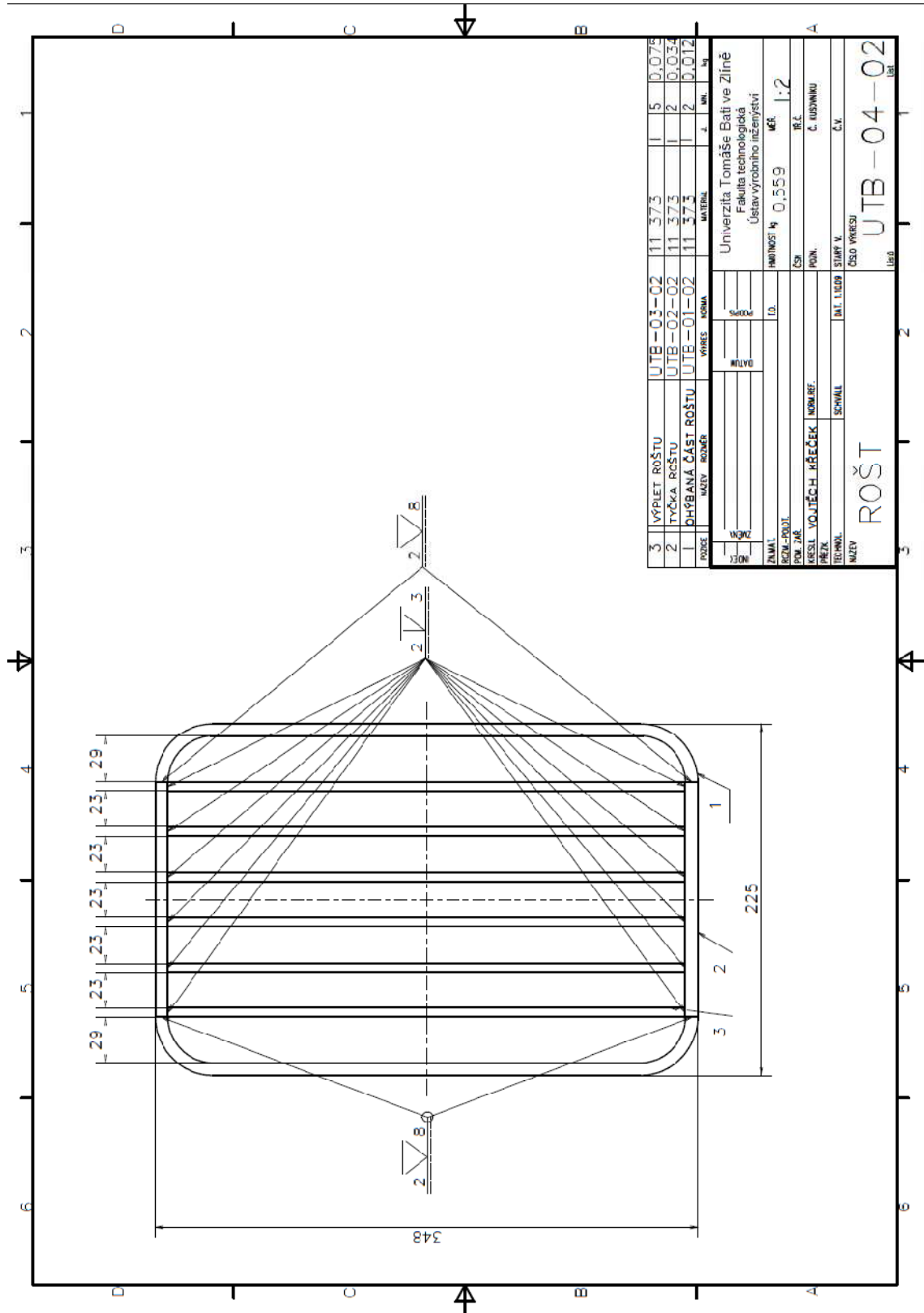
PŘÍLOHA P II: VÝROBNÍ VÝKRES OHÝBANÉ ČÁSTI RÁMU



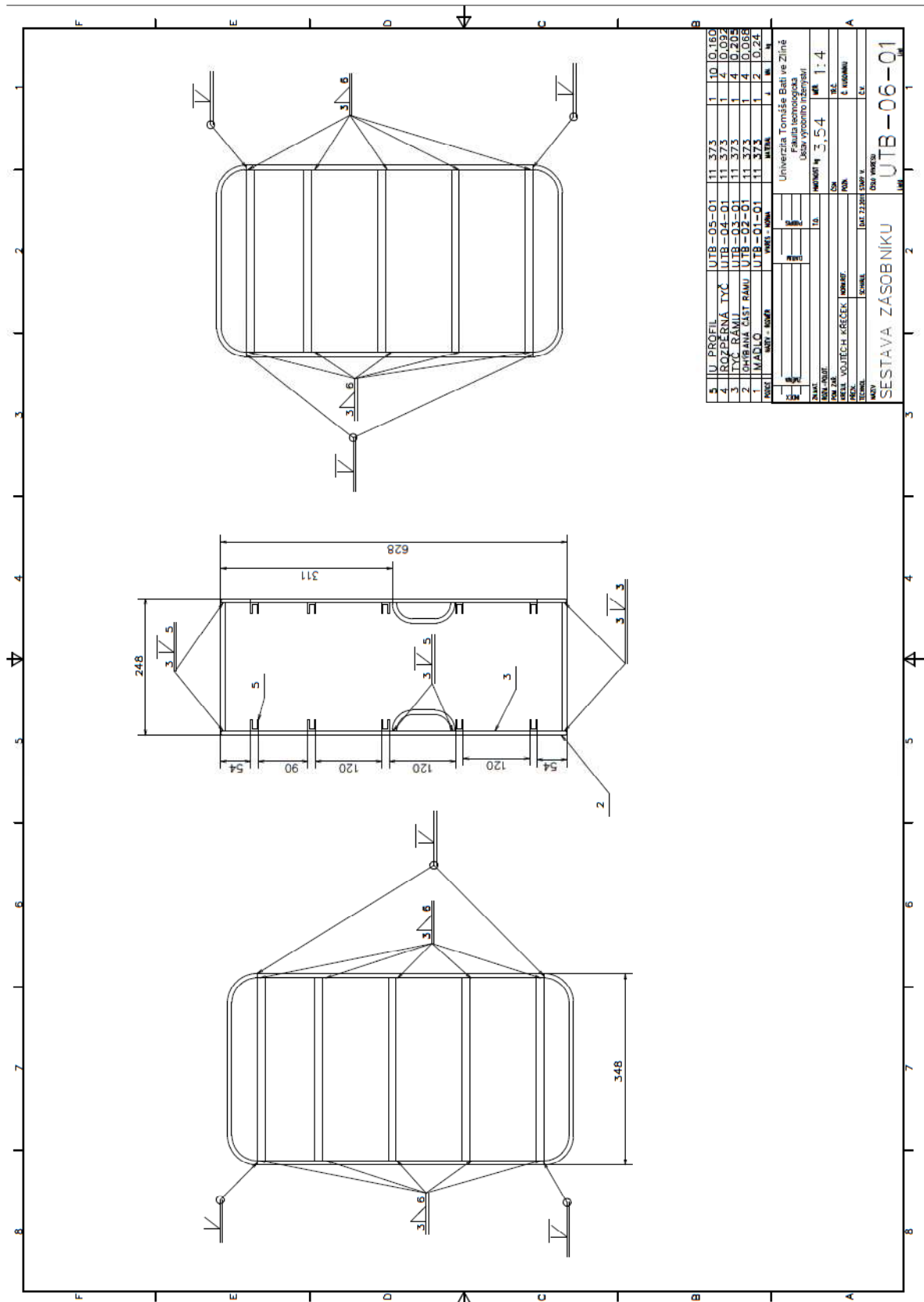
ROZVINUTÁ DÉLKA 396,82mm

INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
ZN.MAT.	II 373	T.O.		HMOTNOST kg	0,068 KG
ROZM.-POLOT.	Ø8x400			MÉR.	1:2
POM. ZAR.				ČSN	ČSN 425510.12
KRESLIL	VOJTĚCH KŘEČEK	NORM.REF.		TR.Č.	
PŘEZK.				POZN.	Č. KUSOVKU 2
TECHNOL.	SCHVÁLIL	29.3.2011	STARÝ V.	Č.V.	
NÁZEV	OHÝBANÁ ČÁST RÁMU			ČÍSLO VÝKRESU	UTB-02-01
				list 1	list 1

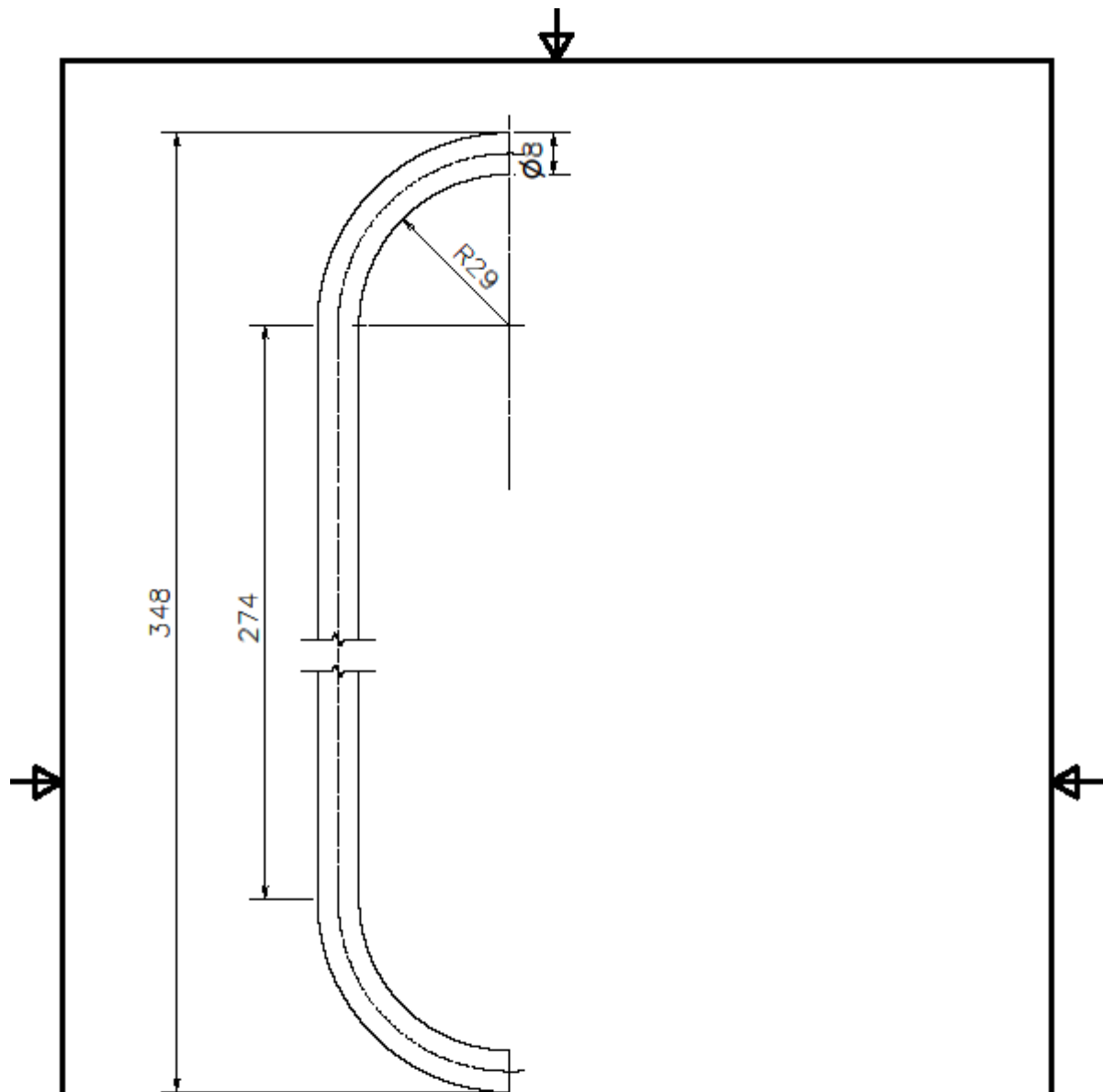
PŘÍLOHA P III: VÝROBNÍ VÝKRES ROŠTU



PŘÍLOHA P IV: VÝROBNÍ VÝKRES SESTAVY ZÁSOBNÍKU



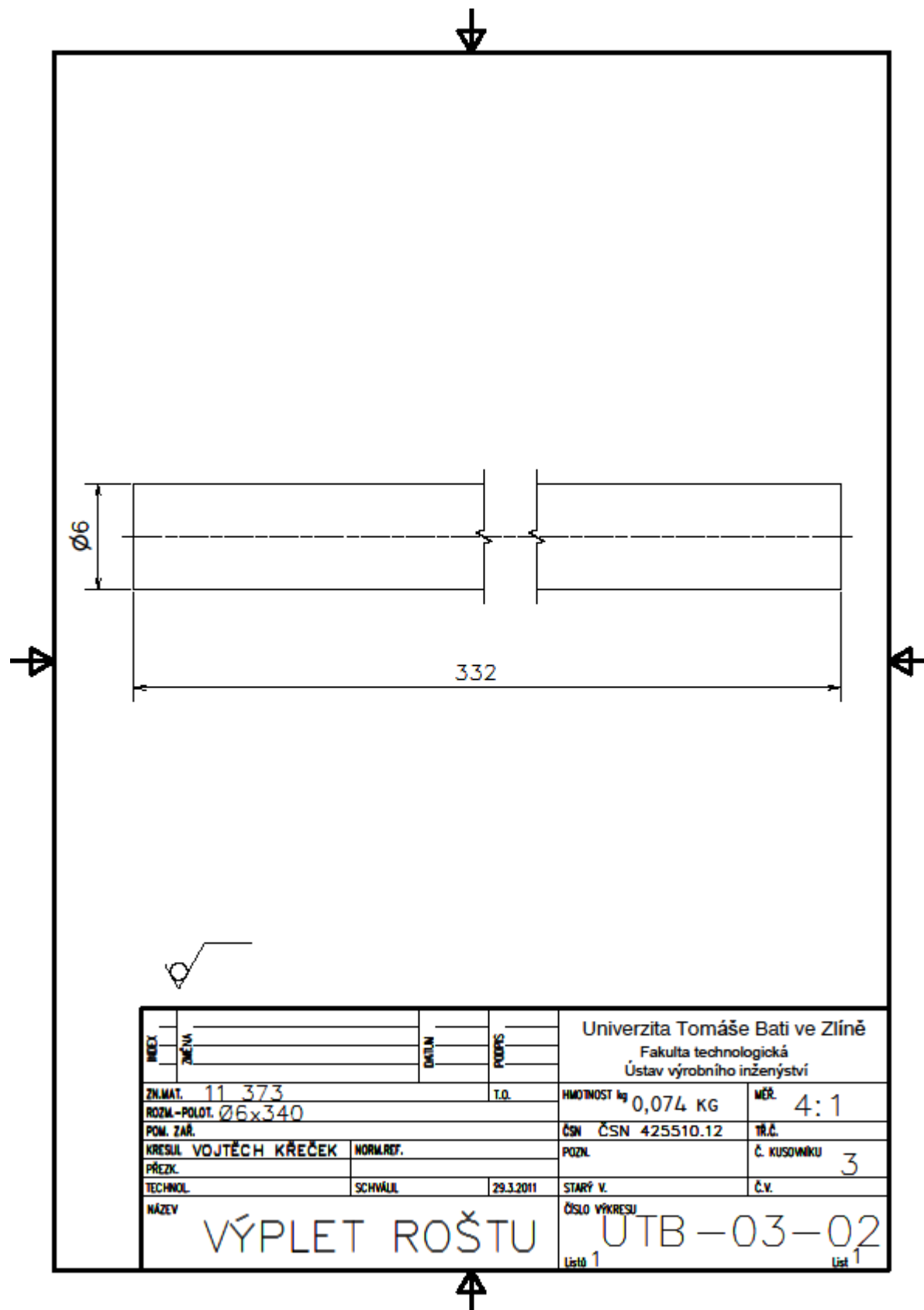
PŘÍLOHA P V: VÝROBNÍ VÝKRES TAŽENÉ ČÁSTI ROŠTU



ROZVINUTÁ DÉLKA 379,28mm

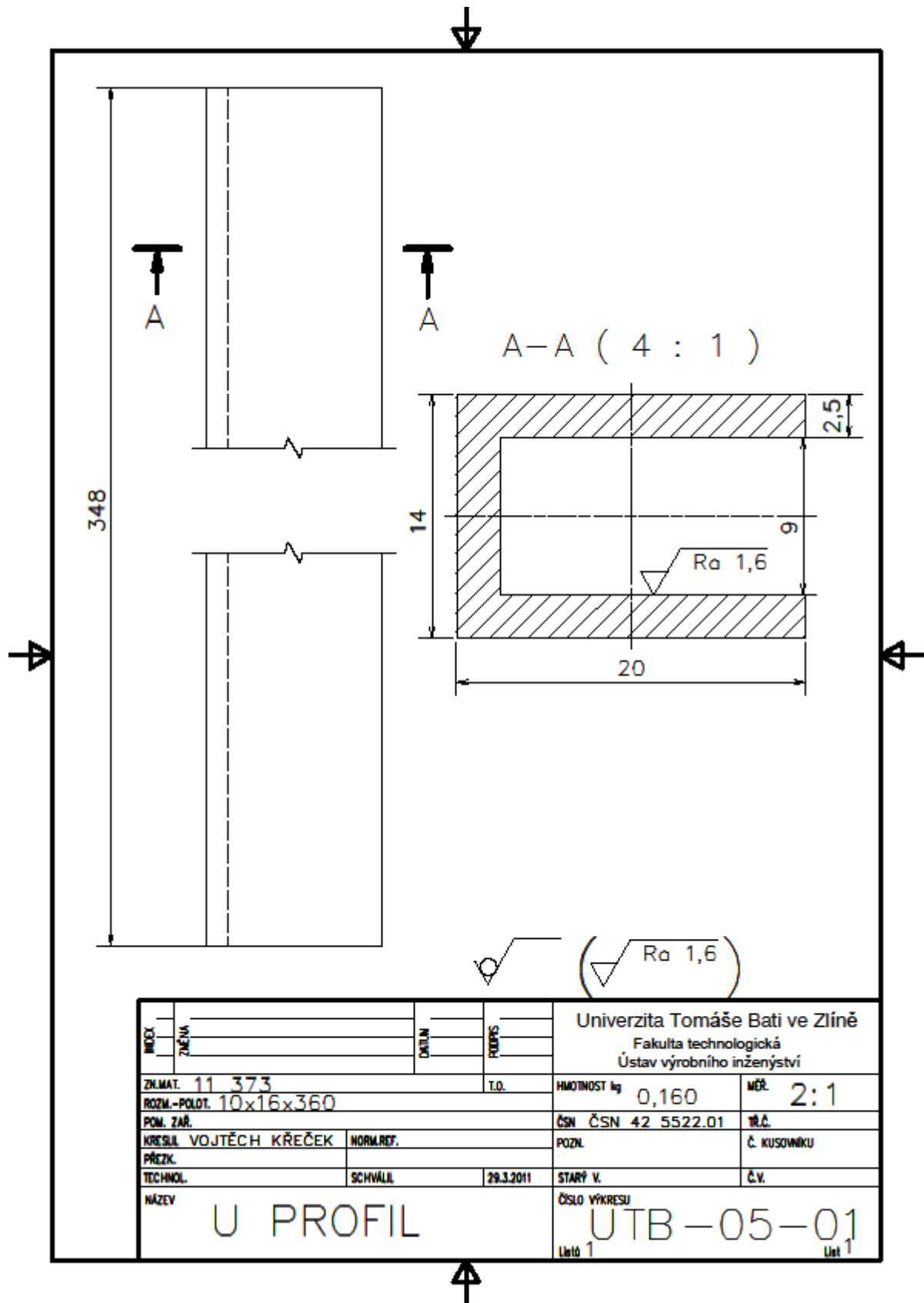
INDEX	ZMĚNA	DATA	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
ZN.MAT. 11			T.O.	HMOTNOST kg 0,012 kg	MĚR. 1:1
ROZM.-POLOT. Ø8x385				ČSN ČSN 425510.12	TR.Č.
POM. ZAR. 373				POZN.	Č. KUSOVNIKU
KRESLIL VOJTĚCH KŘEČEK	NORM.REF.			STARÝ V.	Č.V.
PŘEZK.					
TECHNOL.	SCHVÁLIL	29.3.2011			
NÁZEV	OHÝBANÁ ČÁST ROŠTU			ČÍSLO VÝKRESU	UTB-01-02
				list 1	list 1

PŘÍLOHA P VI: VÝROBNÍ VÝKRES VÝPLETU ROŠTU



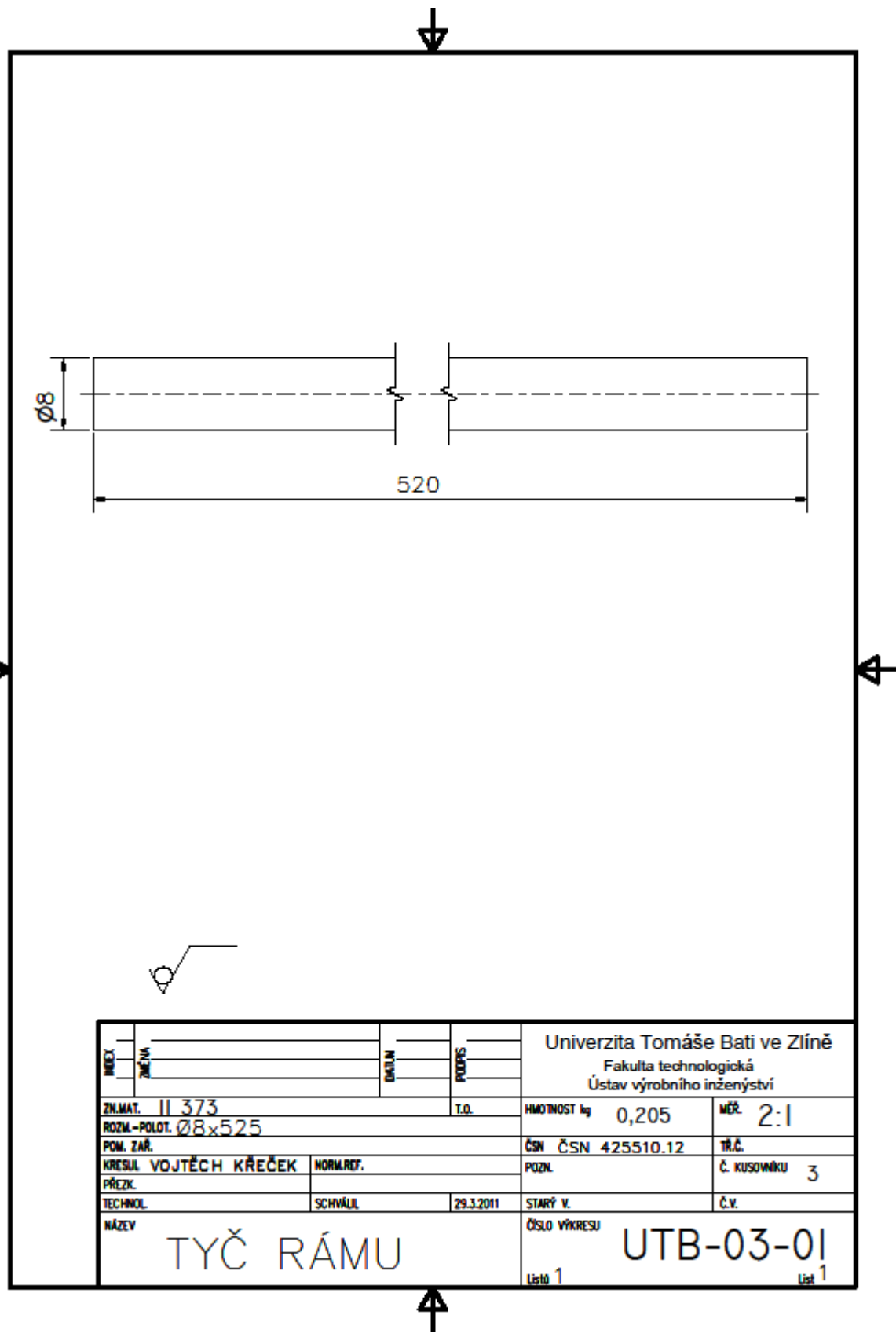
INDEX	ZMĚNA	DATA	POZDÍ	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
ZN.MAT.	11_373	T.O.		HMOTNOST kg	0,074 KG
ROZM.-POLOT.	Ø6x340			MĚR.	4:1
POM. ZAŘ.				ČSN	ČSN 425510.12
KRESLIL	VOJTĚCH KŘEČEK	NORM.REF.		TR.Č.	
PŘEZK.				Č. KUSOVNIKU	3
TECHNOL.	SCHVÁLIL	29.3.2011	STARÝ V.	Č.V.	
NÁZEV	VÝPLET ROŠTU			ČÍSLO VÝKRESU	UTB-03-02
				Listů 1	List 1

PŘÍLOHA P VII: VÝROBNÍ VÝKRES U PROFILU



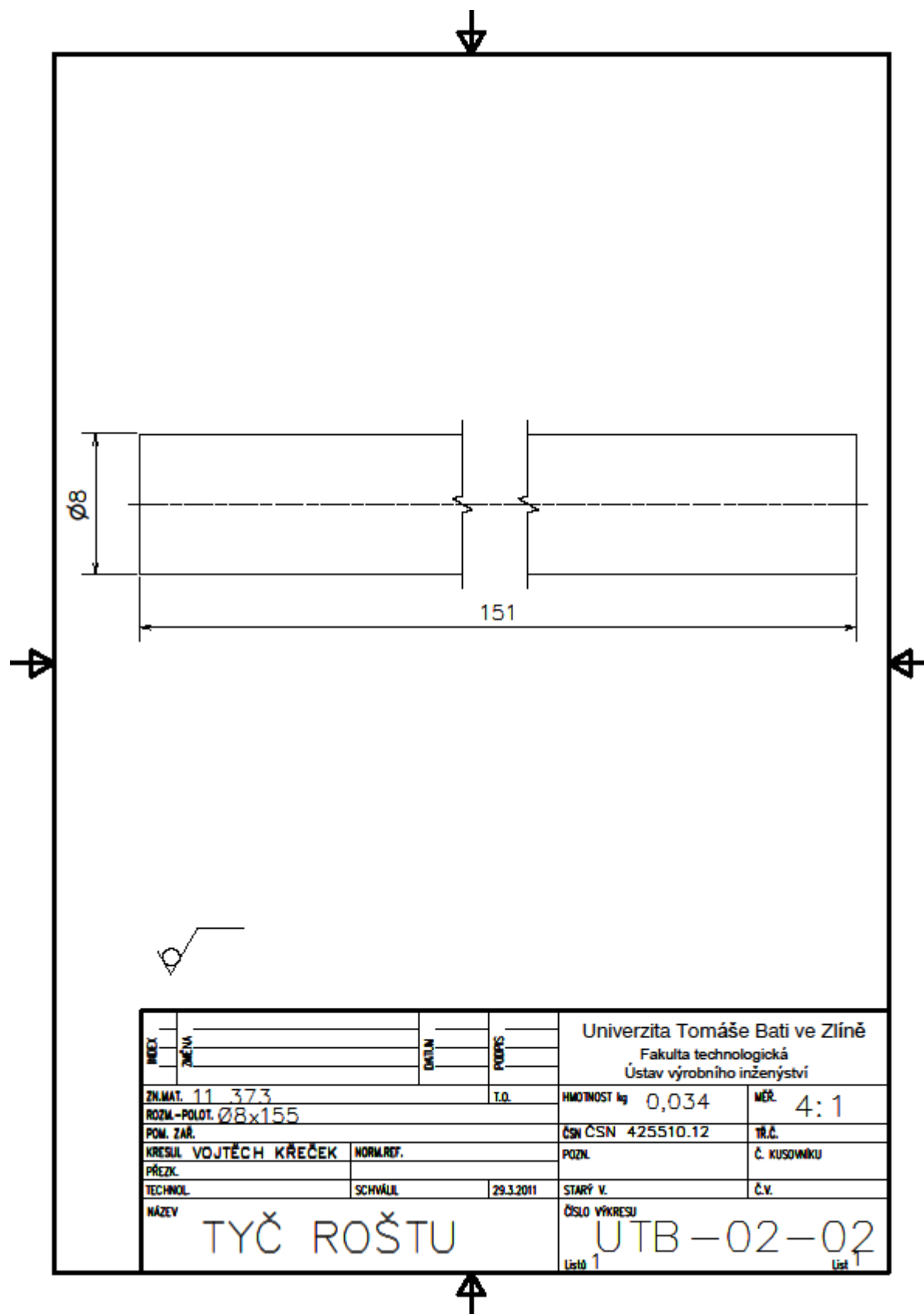
INDEX	ZMĚNA	DATA	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
ZN.MAT.	11 373	T.O.		HMOTNOST kg	0,160
ROZM.-POLOT.	10x16x360			MĚR.	2:1
POM. ZÁŘ.				ČSN	ČSN 42 5522.01
KRESLIL	VOJTĚCH KŘEČEK	NORM.REF.		POZN.	Č. KUSOVNIKU
PŘEZK.					
TECHNOL.	SCHVÁLIL	29.3.2011	STARÝ V.		Č.V.
NÁZEV	U PROFIL			ČÍSLO VÝKRESU	UTB-05-01
				List 1	1

PŘÍLOHA P VIII: VÝROBNÍ VÝKRES TYČE RÁMU



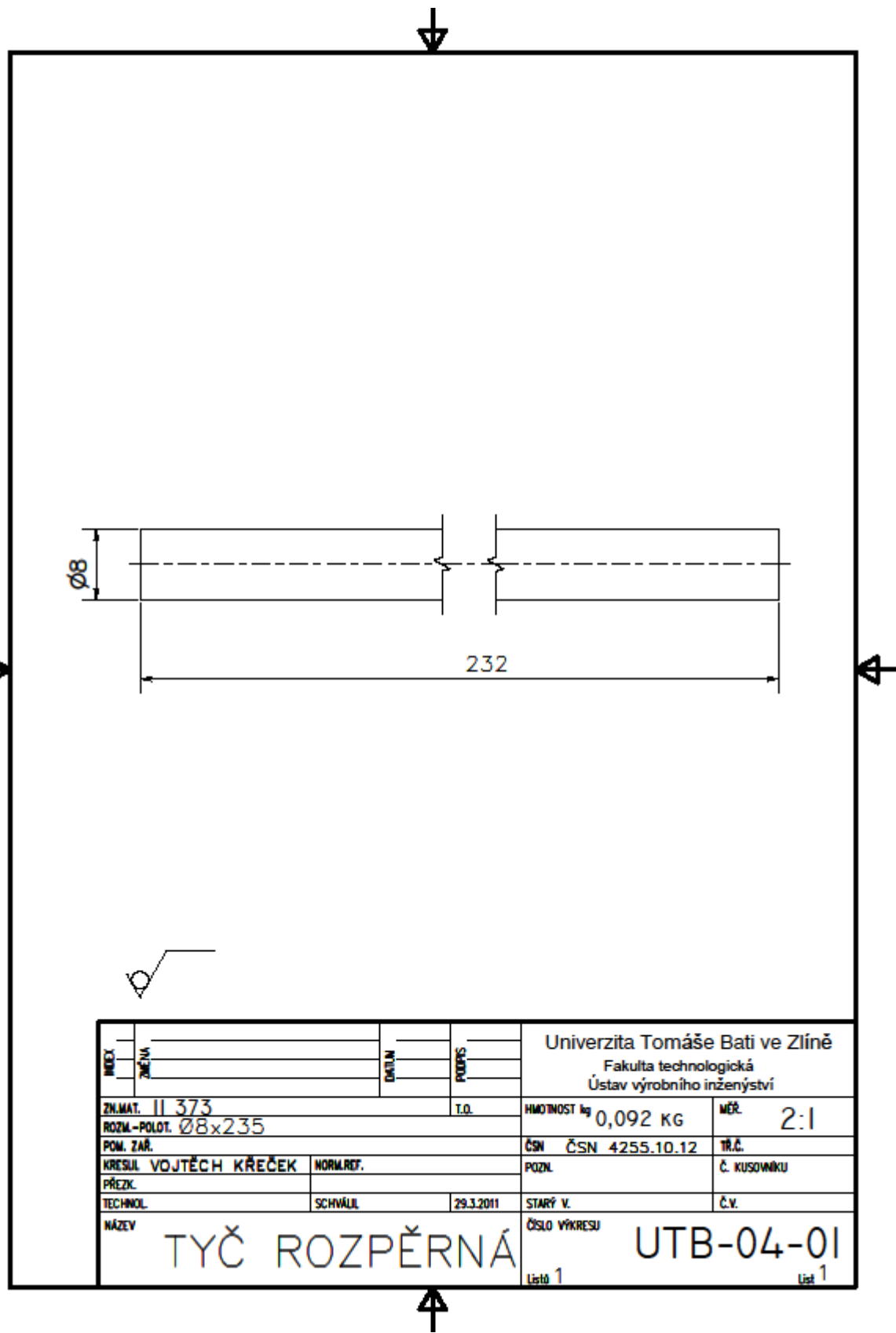
INDEX	ZMĚNA	DATA	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
ZN.MAT.	11 373	T.O.	HMOTNOST kg	0,205	MĚR. 2:1
ROZM.-POLOT.	Ø8x525	ČSN	ČSN 425510.12	TR.Č.	
POM. ZÁR.		POZN.	Č. KUSOVNIKU	3	
KRESIL VOJTĚCH KŘEČEK	NORM.REF.	STARÝ V.	Č.V.		
PŘEZK.		29.3.2011	ČÍSLO VÝKRESU	UTB-03-01	
TECHNOL.	SCHVÁLIL		LIST 1		LIST 1
NÁZEV	TYČ RÁMU				

PŘÍLOHA P IX: VÝROBNÍ VÝKRES TYČE ROŠTU



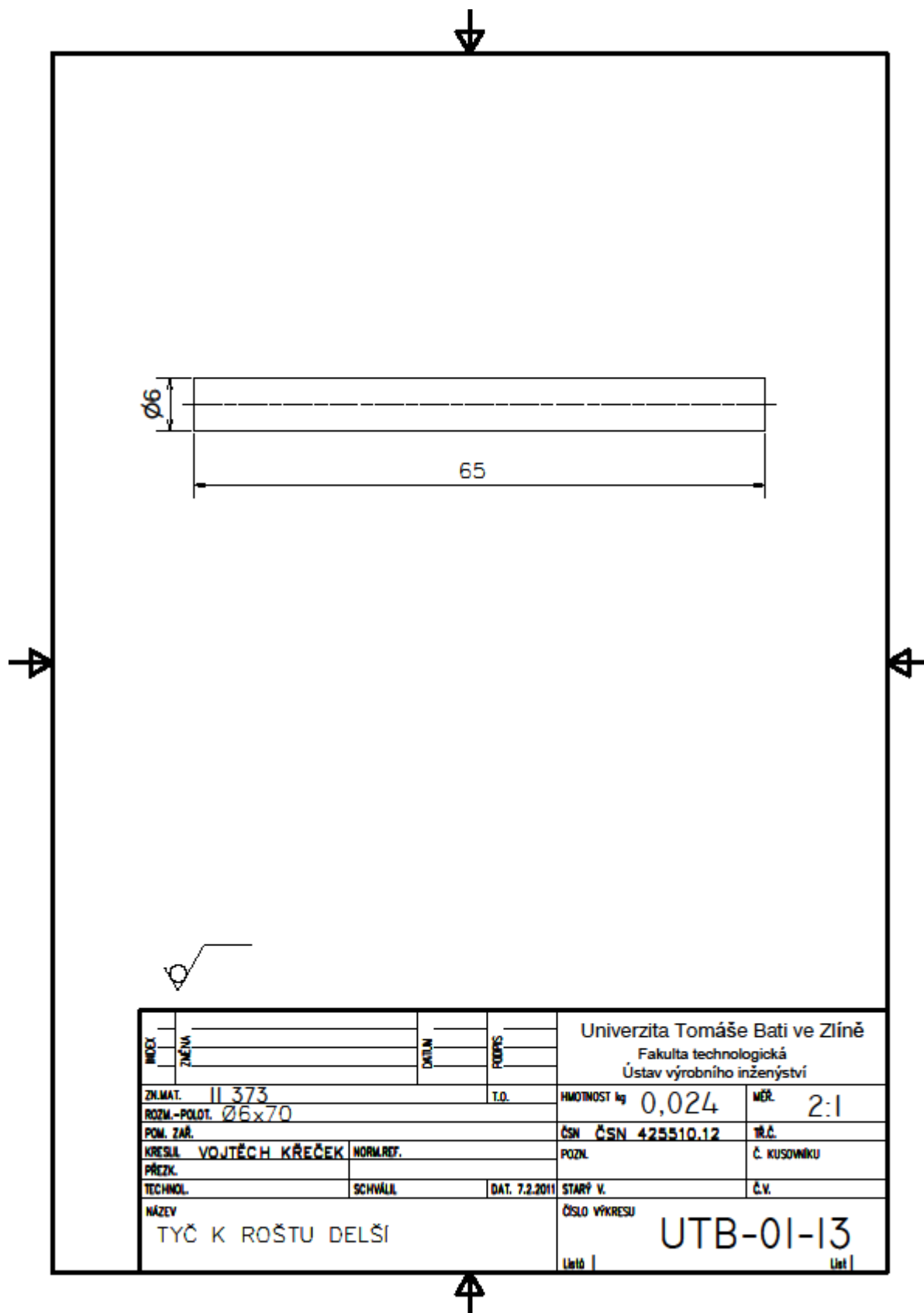
INDEX	ZMĚNA	DATA	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
ZN.MAT. 11_373		T.O.	HMOTNOST kg	0,034	MĚR. 4:1
ROZM.-POLOT. Ø8x155			ČSN ČSN	425510.12	TR.Č.
POM. ZAR.	KRESLIL VOJTĚCH KŘEČEK	NORM.REF.	POZN.	Č. KUSOVNIKU	
PŘEZK.	TECHNOL.	SCHVÁLIL	29.3.2011	STARÝ V.	Č.V.
NÁZEV	TYČ ROŠTU		ČÍSLO VÝKRESU	UTB-02-02	
			list 1		list 1

PŘÍLOHA P X: VÝROBNÍ VÝKRES ROZPĚRNÉ TYČE



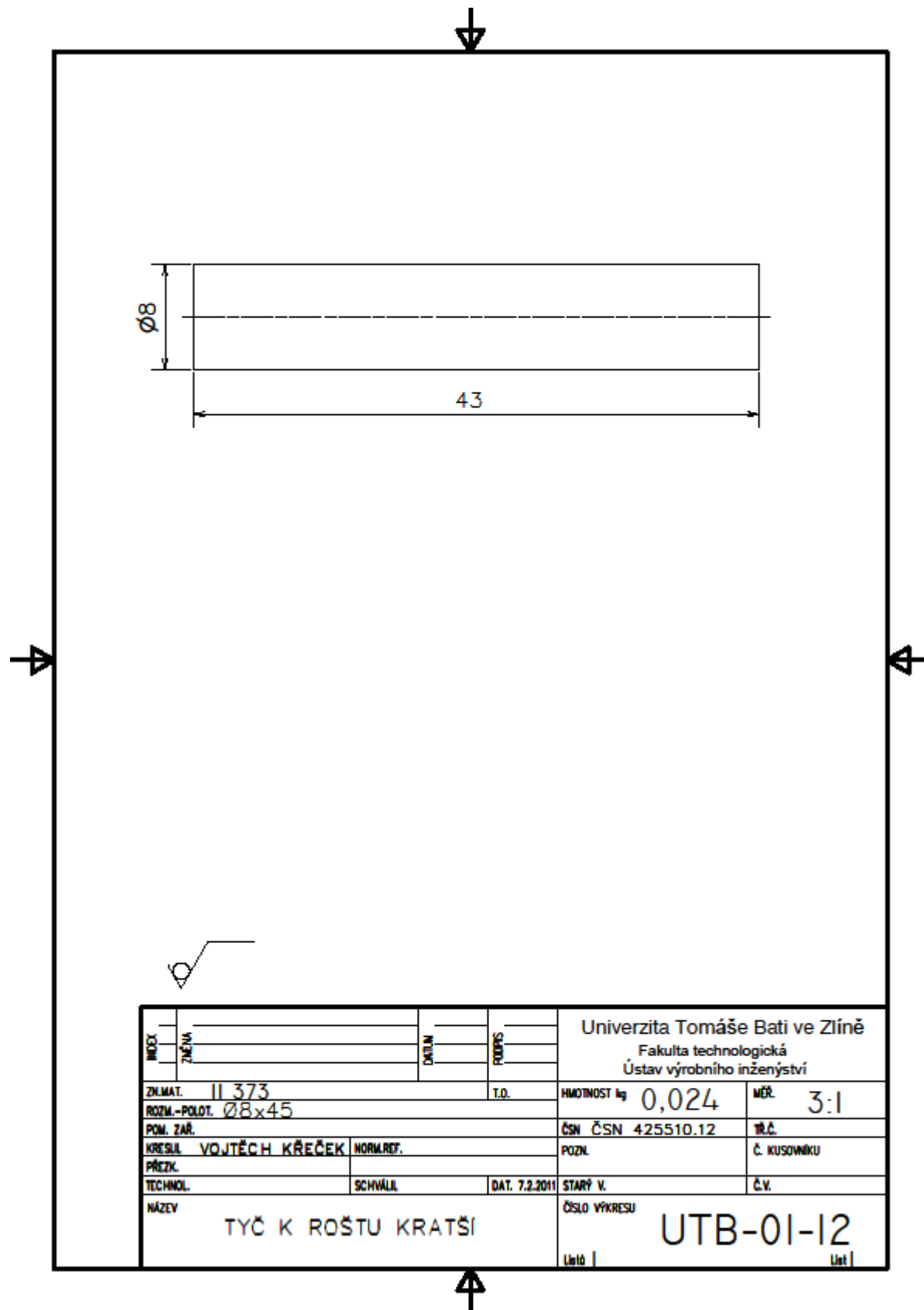
INDEX	ZMĚNA	DATA	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
ZN.MAT.	II 373	T.O.	HMOTNOST kg	0,092 KG	MĚR. 2:1
ROZM.-POLOH.	Ø8x235	ČSN	ČSN 4255.10.12	TR.Č.	
POM. ZÁR.		POZNL.		Č. KUSOVNIKU	
KRESLIL VOJTĚCH KRČEK	NORM.REF.	STARÝ V.		Č.v.	
PŘEZK.		29.3.2011			
TECHNOL.	SCHVÁLIL				
NÁZEV	TYČ ROZPĚRNÁ		ČÍSLO VÝKRESU	UTB-04-01	
			Listo 1		List 1

PŘÍLOHA P XI: VÝROBNÍ VÝKRES DELŠÍ TYČE K ROŠTU



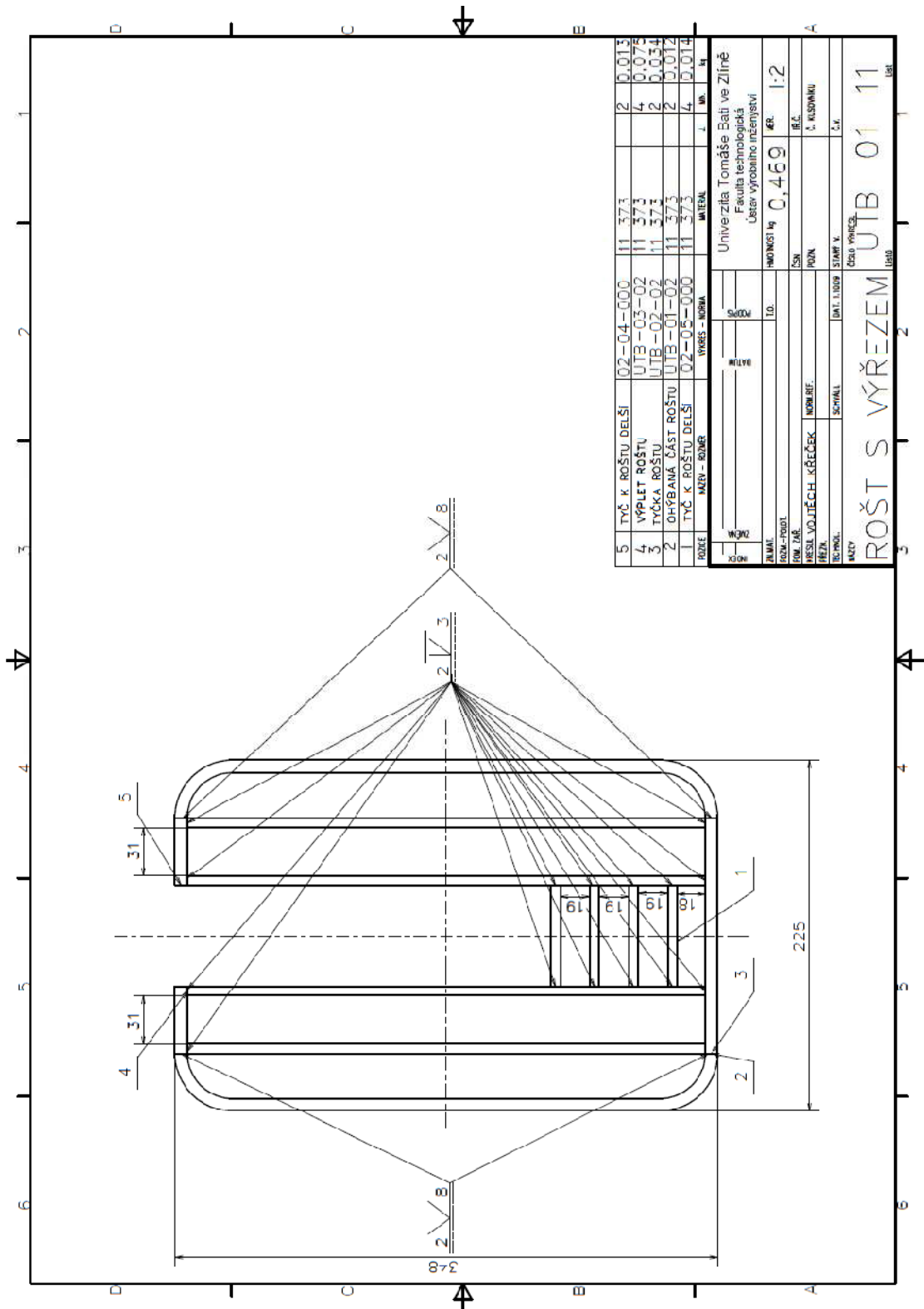
INDEX	ZNĚMA	DATUM	RODPS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
ZN.MAT.	II 373	T.O.	HMOTNOST kg	0,024	MĚR. 2:1
ROZM.-POLOT.	Ø6x70	ČSN	ČSN	425510.12	TR.Č.
POM. ZAŘ.		POZN.	Č. KUSOVNIKU		
KRESLA	VOJTĚCH KRČEK	NORM.REF.	STARÝ V.		Č.V.
PŘEZK.		DATE	7.2.2011		
TECHNOL.	SCHVÁLIL	NÁZEV	TYČ K ROŠTU DELŠÍ	ČÍSLO VÝKRESU	UTB-01-13
		Ustá		Ustá	

PŘÍLOHA P XII: VÝROBNÍ VÝKRES KRATŠÍ TYČE K ROŠTU



INDEX	ZMĚNA	DATA	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
ZN.MAT.	11 373	T.O.	HMOTNOST kg	0,024	MĚR. 3:1
ROZM.-POLOH.	Ø8x45		ČSN	ČSN 425510.12	TRČ.
POM. ZAR.		NORM.REF.	POZN.		Č. KUSOVNIKU
KRESLA	VOJTĚCH KŘEČEK		STARÝ V.		Č.V.
PŘEZK.		SCHVÁLIL	ČÍSLO VÝKRESU	UTB-01-12	
TECHNOL.		DAT. 7.2.2011	Ústředí		Ústředí
NÁZEV	TYČ K ROŠTU KRATŠÍ				

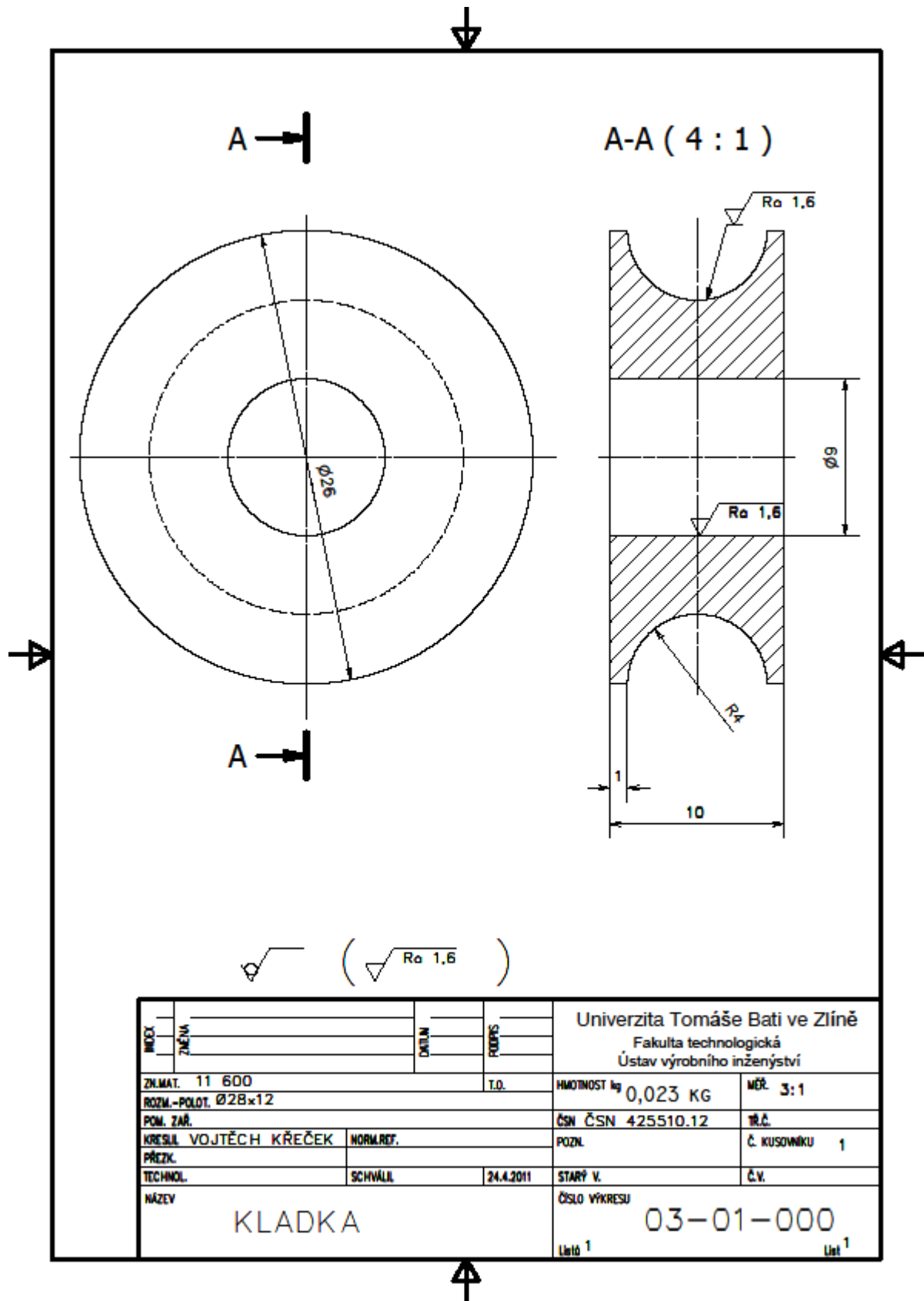
PŘÍLOHA P XIII: VÝROBNÍ VÝKRES ROŠTU S VÝŘEZEM



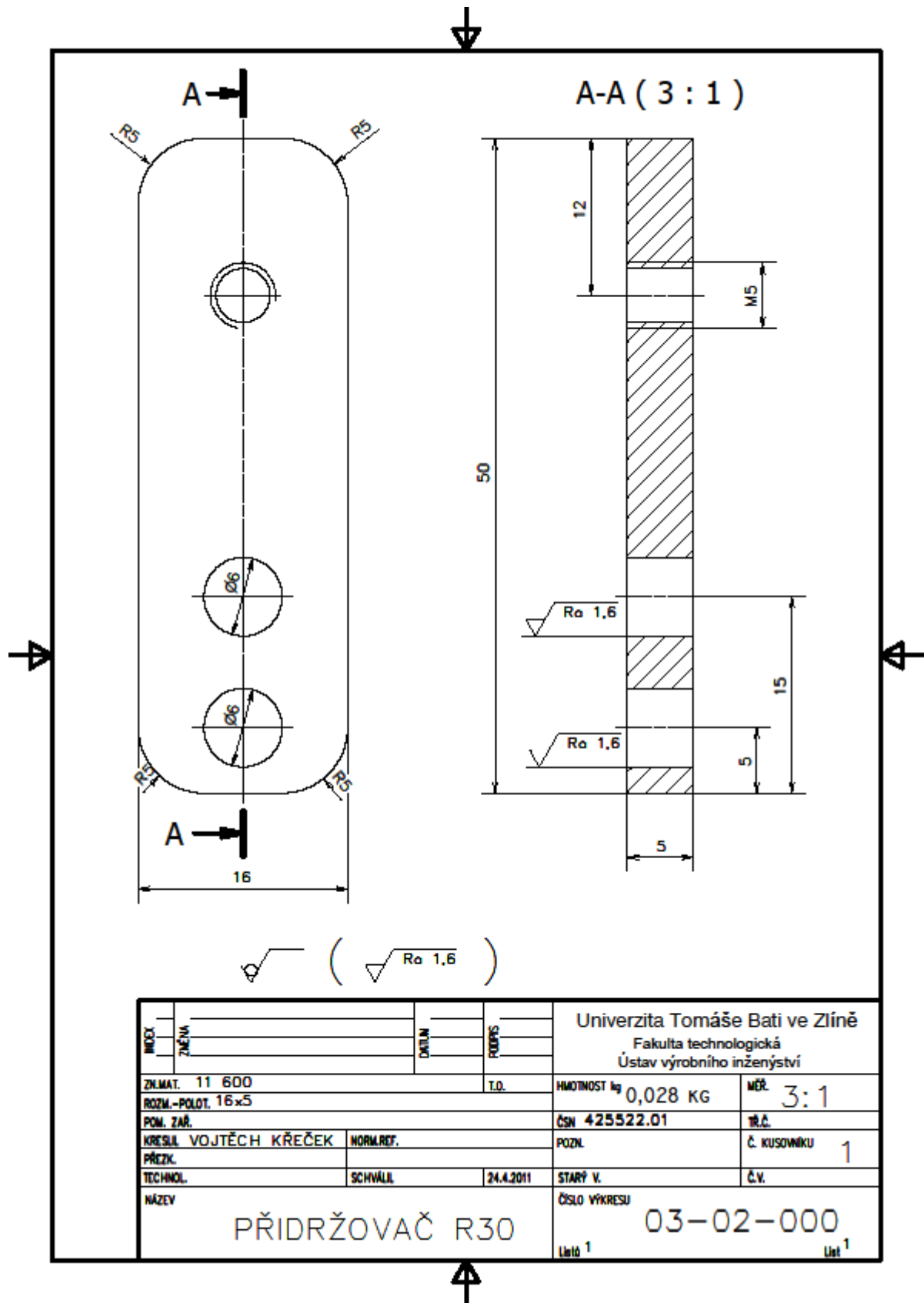
POŘ. ČÍSLO	ROZEV - ROZMĚR	VÝKRES - NORMA	MATERIAL	J.	MA.	h
5	TYČ K ROŠTU DELŠÍ	02-04-000	11 373	2	0.013	
4	VÝPLET ROŠTU	UTB-03-02	11 373	4	0.075	
3	TYČKA ROŠTU	UTB-02-02	11 373	2	0.031	
2	OHYBANÁ ČÁST ROŠTU	UTB-01-02	11 373	2	0.031	
1	TYČ K ROŠTU DELŠÍ	02-03-000	11 373	4	0.014	

ZAM.	UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ
OPR.	Fakulta technologická
SKL.	Ústav výrobního inženýrství
AN.MAT.	
ROZM.-PODST.	LO.
ROZM. PAR.	HROMADNOST kg 0,469
PROST. VOLTĚCH - KŘEČEK	ISN
HEJZA	ROZM.
ROZM. PAR.	NORM. REF.
HEJZA	SCHVÁL.
ROZM. PAR.	DATA. 1.10.09
HEJZA	STAV. X.
ROZM. PAR.	ČÍSLO VÝKRESU
HEJZA	UTB 01 11
ROZM. PAR.	LEB

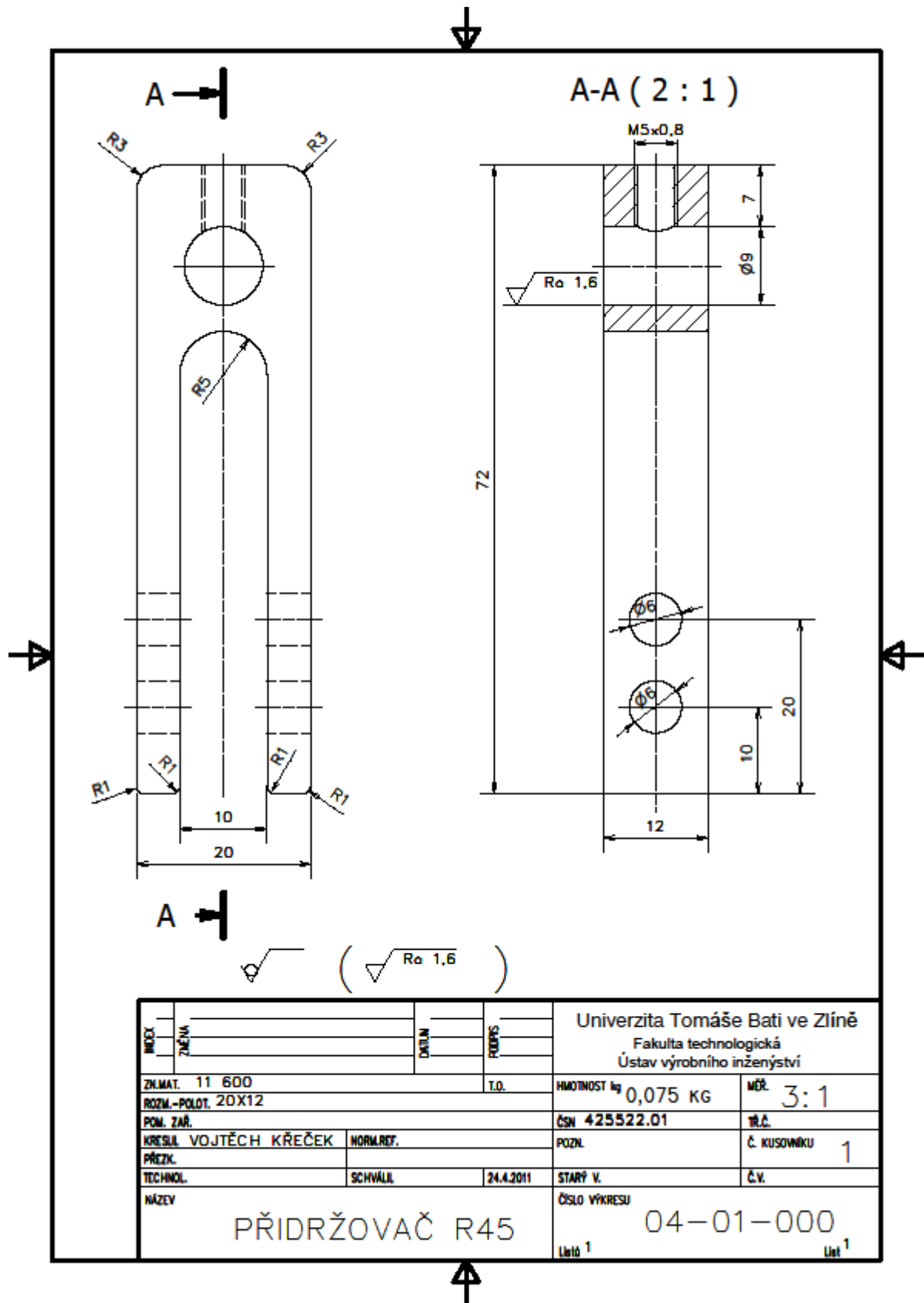
PŘÍLOHA P XIV: VÝROBNÍ VÝKRES KLDKY



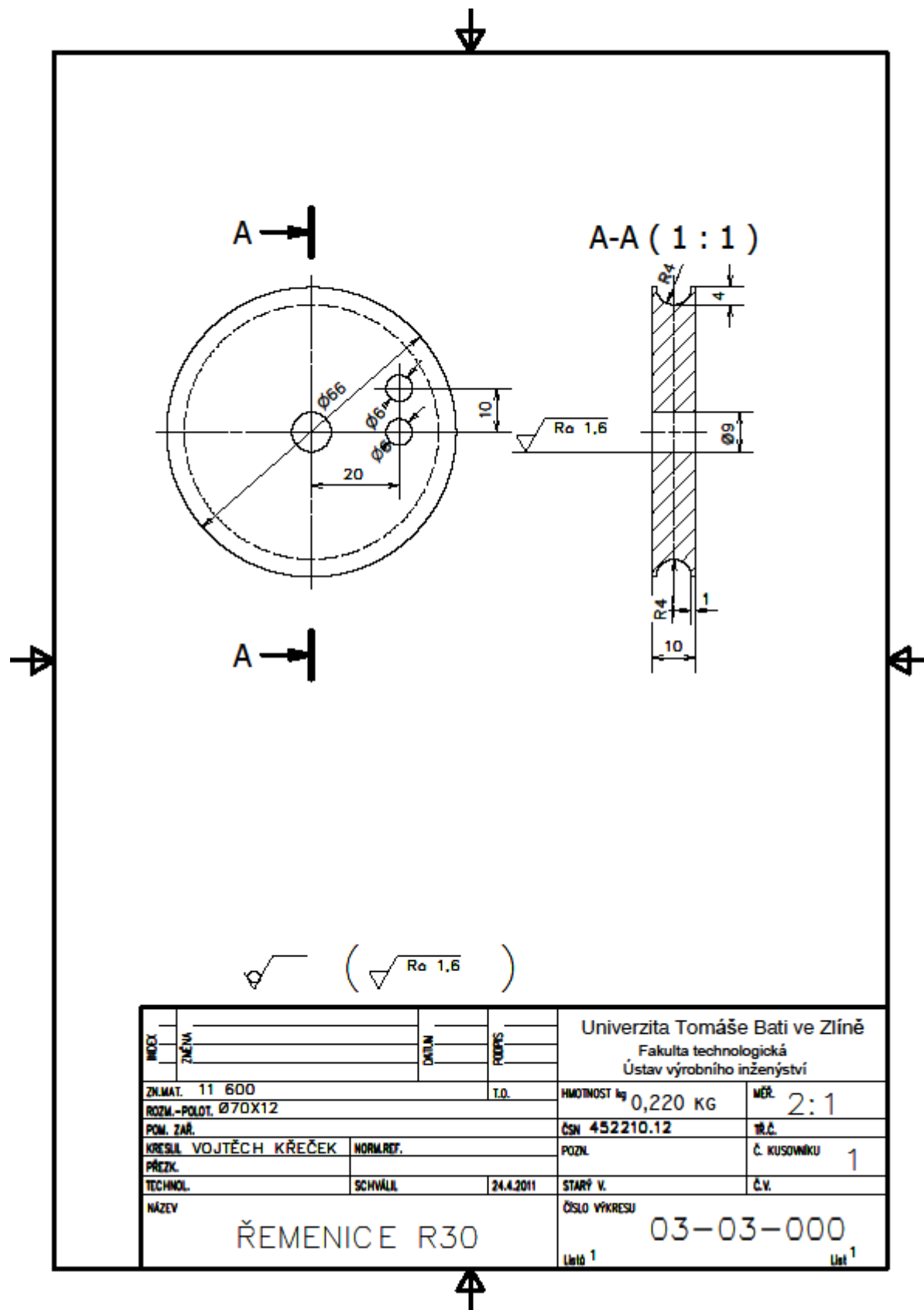
PŘÍLOHA P XV: VÝROBNÍ VÝKRES PŘIDRŽOVAČE R 30



PŘÍLOHA P XVI: VÝROBNÍ VÝKRES PŘIDRŽOVAČE R 45

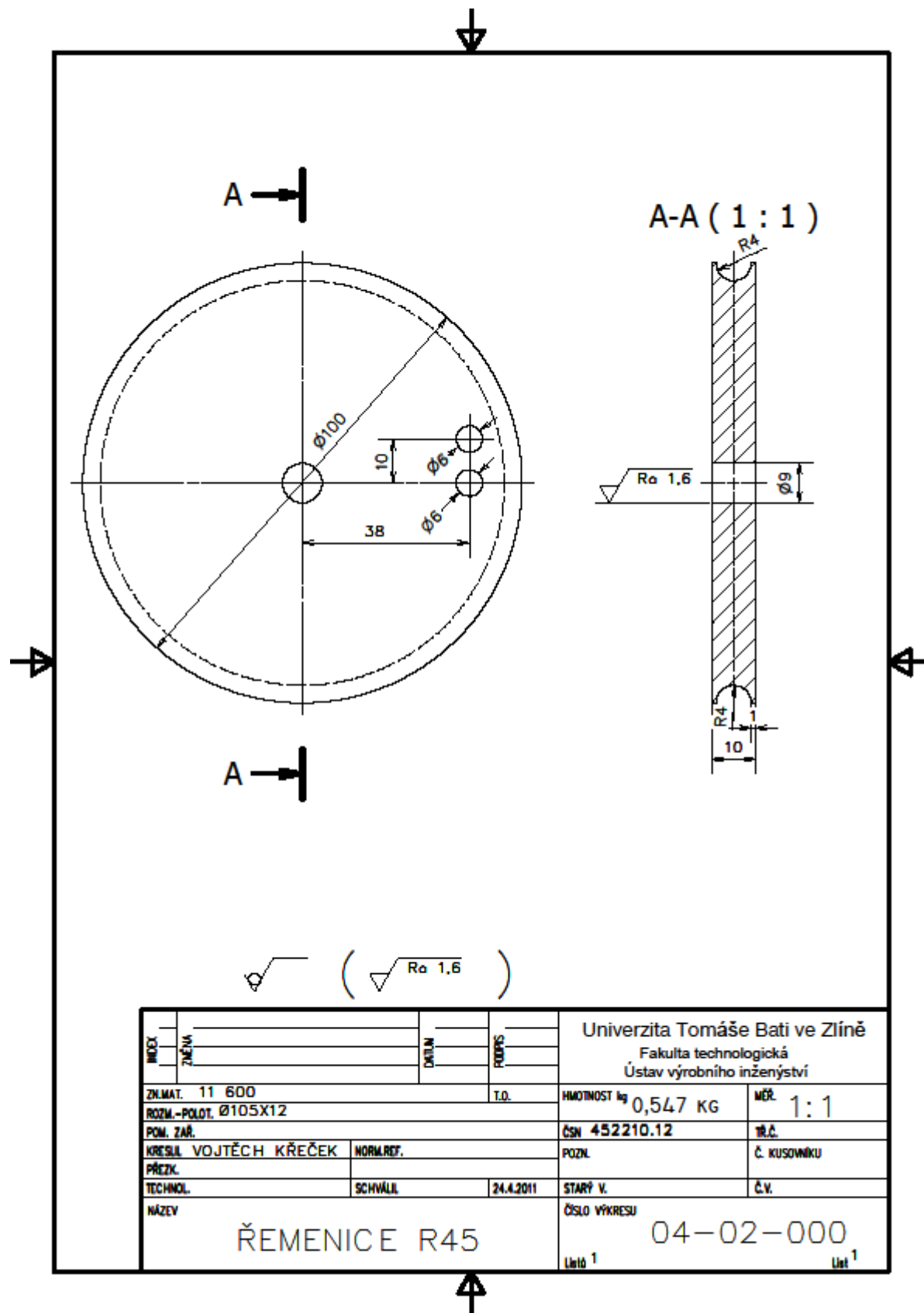


PŘÍLOHA P XVII: VÝROBNÍ VÝKRES ŘEMENICE R 30

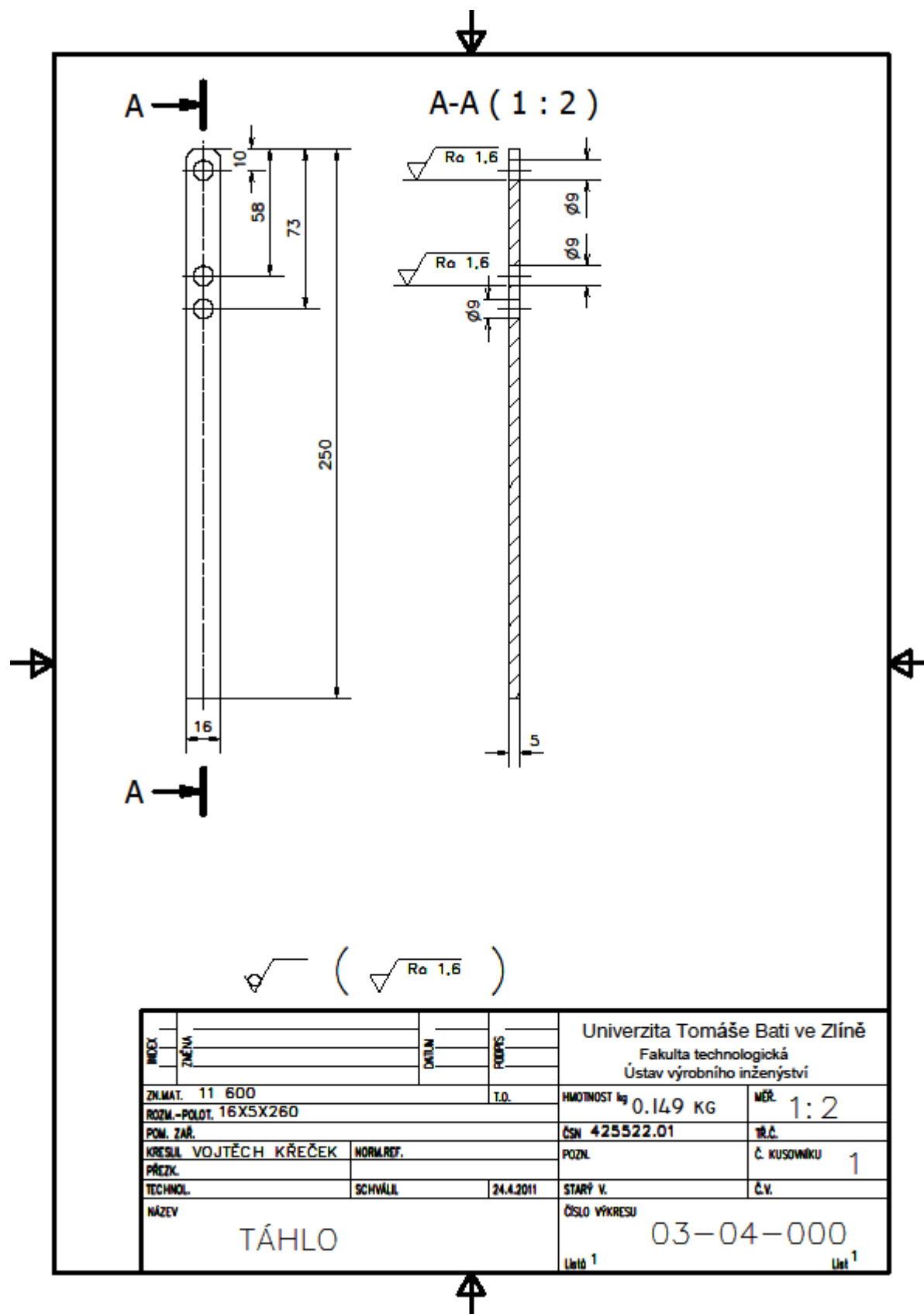


INDEX	ZMĚNA	DATA	PODPIS	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství	
ZN.MAT. 11 600			T.O.	HMOTNOST kg 0,220 KG	MĚR. 2:1
ROZM.-POLOH. Ø70X12				ČSN 452210.12	TR.Č.
POM. ZAŘ.		NORM.REF.		POZN.	Č. KUSOVNIKU 1
KRESLIL VOJTĚCH KŘEČEK				STARÝ V.	Č.V.
PŘEZK.				ČÍSLO VÝKRESU 03-03-000	
TECHNOL.		SCHVÁLIL		24.4.2011	
NÁZEV ŘEMENICE R30				Ústí ¹	Ústí ¹

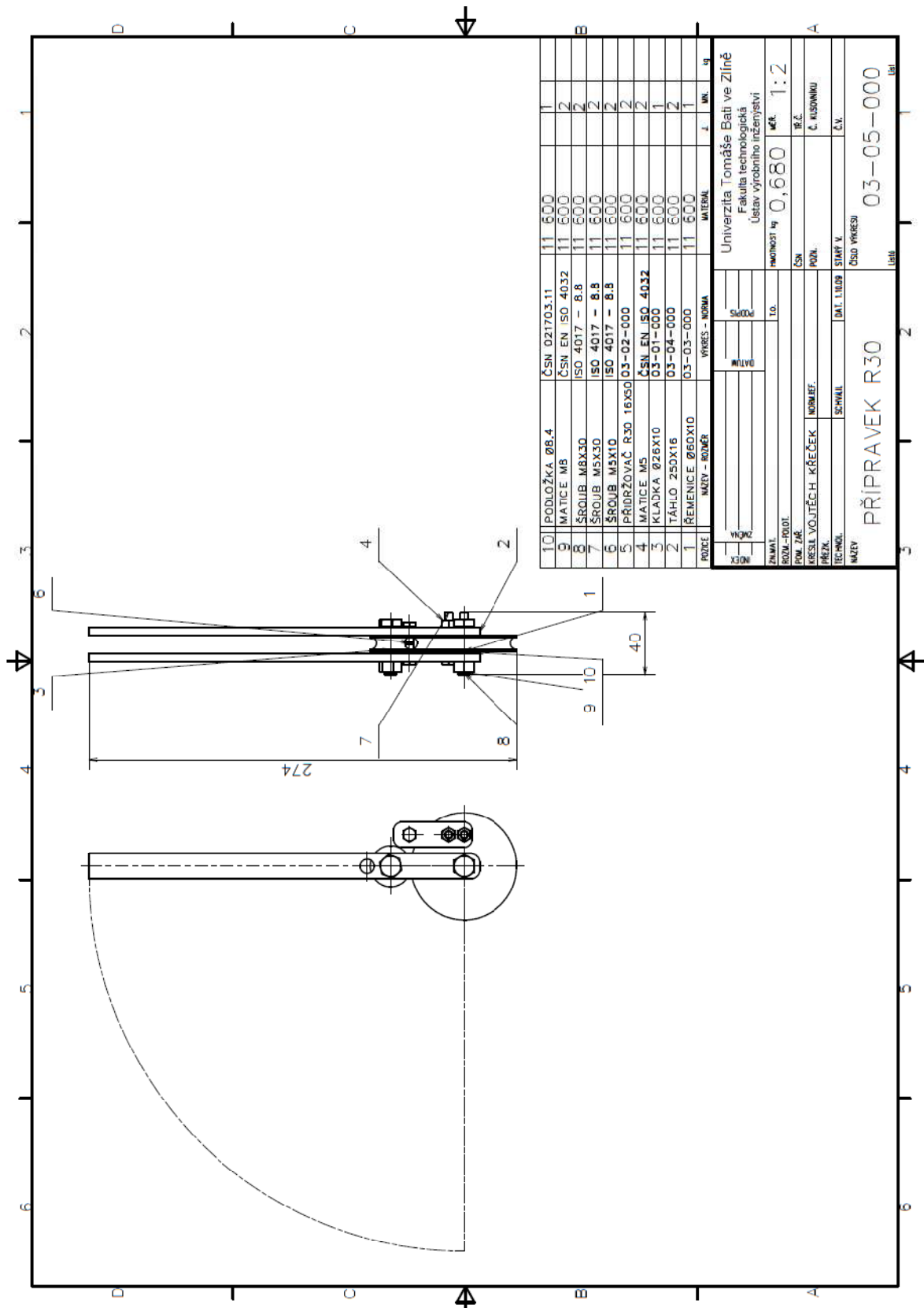
PŘÍLOHA P XVIII: VÝROBNÍ VÝKRES ŘEMENICE R 45



PŘÍLOHA P XIX: VÝROBNÍ VÝKRES TÁHLA



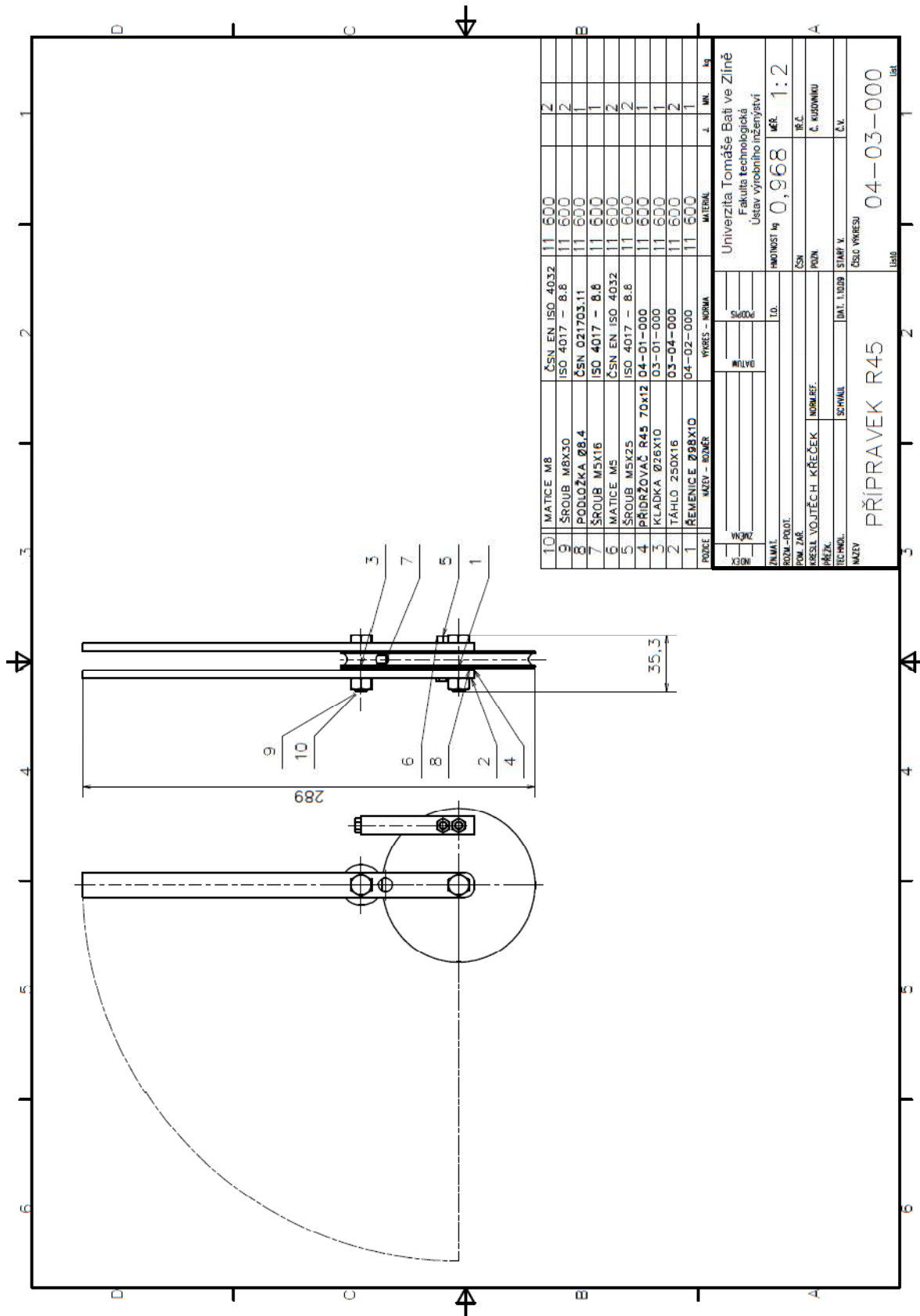
PŘÍLOHA P XX: VÝROBNÍ VÝKRES PŘÍPRAVKU R 30



10	PODLOŽKA ØB.4	ČSN 021703.11	11	600	1
9	MATICE M8	ČSN EN ISO 4032	11	600	2
8	ŠROUB M8X30	ISO 4017 - 8.8	11	600	2
7	ŠROUB M5X30	ISO 4017 - 8.8	11	600	2
6	ŠROUB M5X10	ISO 4017 - 8.8	11	600	2
5	PŘÍDRŽOVAČ R30 16X50	03-02-000	11	600	2
4	MATICE M5	ČSN EN ISO 4032	11	600	2
3	KLADKA Ø26X10	03-01-000	11	600	1
2	TÁHLA 250X16	03-04-000	11	600	2
1	ŘEMENICE Ø60X10	03-03-000	11	600	1

VÝKRES - NORMA		MATERIAL	J.	MK.	U.
UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ	FAKULTA TECHNOLOGICKÁ				
	ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ				
ZNAMENÍ	SKUPINA	HMOTNOST kg	0,680	MĚK.	1:2
ZNAČKA	DATUM	ČSN		TR.Č.	
ROZM.-PODIL.	L.O.	ČSN		Č. KUSOVNÍKU	A
POM. ZÁR.		POD.		Č. KUSOVNÍKU	
KRESL. VOJTĚCH KŘEČEK	NORMEF.			Č. V.	
PRŮZK.		DAT. 1.10.09	STAV V.		
TECHNOL.	SCHWIL	ČÍSLO VÝKRESU			
MĚRY					
PŘÍPRAVEK R30			03-05-000		
			LEH		

PŘÍLOHA P XXI: VÝROBNÍ VÝKRES PŘÍPRAVKU R 45



10	MATICE M8	ČSN EN ISO 4032	11	600	2
9	ŠROUB M8X30	ISO 4017 - 8.8	11	600	2
8	PODLOŽKA Ø8,4	ČSN 021703.11	11	600	1
7	ŠROUB M5X16	ISO 4017 - 8.8	11	600	1
6	MATICE M5	ČSN EN ISO 4032	11	600	2
5	ŠROUB M5X25	ISO 4017 - 8.8	11	600	2
4	PŘÍDRŽOVAČ R45 70x12	04-01-000	11	600	1
3	KLADKA Ø26X10	03-01-000	11	600	1
2	TÁHLA 250X16	03-04-000	11	600	2
1	ŘEMENICE Ø98X10	04-02-000	11	600	1

POZICE	NAZEV - ROZMĚR	VÝKRES - NORMA	MATERIÁL	z	MAK.	kg
1	ŠROUB M8X30	ISO 4017 - 8.8	S200C			
2	PODLOŽKA Ø8,4	ČSN 021703.11	S200C			
3	ŠROUB M5X16	ISO 4017 - 8.8	S200C			
4	MATICE M5	ČSN EN ISO 4032	S200C			
5	ŠROUB M5X25	ISO 4017 - 8.8	S200C			
6	PŘÍDRŽOVAČ R45 70x12	04-01-000	S200C			
7	KLADKA Ø26X10	03-01-000	S200C			
8	TÁHLA 250X16	03-04-000	S200C			
9	ŘEMENICE Ø98X10	04-02-000	S200C			

UNIV. ZÁR.	UNIVERZITA TOMÁŠE BĀTĚ VE ZLÍNĚ
FAKULTA	Fakulta technologická
ÚSTAV	Ústav výrobního inženýrství
HMOTNOST kg	0,968
MAK.	1:2
Č. KUSOVNIKU	
Č. V.Č.	
ČÍSLO VÝKRESU	04-03-000

PŘÍPRAVEK R45