

Konstrukční návrh nástroje pro vyfukování výrobků - Blow molding tool design

Bc. David Žoužela

Diplomová práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

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

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. David ŽOUŽELA**
Osobní číslo: **T09709**
Studijní program: **N 3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Konstrukce technologických zařízení**

Téma práce: **Konstrukční návrh nástroje pro vyfukování výrobků**

Zásady pro vypracování:

- 1. Vypracujte literární studii na dané téma.**
- 2. Provedte návrh vhodných výrobků vyráběných vyfukováním.**
- 3. Navrhněte vytlačovací hlavu.**
- 4. Provedte konstrukci vyfukovací formy pro navržené díly.**
- 5. Připravte výrobní dokumentaci.**

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

dle zadání vedoucího DP

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Michal Staněk, Ph.D.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

14. února 2011


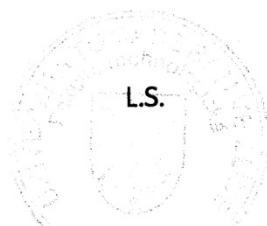
Termín odevzdání diplomové práce:

13. května 2011

Ve Zlíně dne 6. ledna 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno:

Obor:

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním 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.

Ve Zlíně

.....

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

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

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

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 vzdělávacího 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 výtěžku 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 výtěžku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.*

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá konstrukčním návrhem vyfukovacích forem, určených k výrobě reklamních předmětů metodou vytlačovacího vyfukování. V teoretické části je nejprve popsána oblast zpracování plastů vytlačovacím a vstřikovacím vyfukováním, a dále pak jsou zde uvedeny základní informace o konstrukci forem. V praktické části bylo navrženo pět reklamních předmětů. Na dva vybrané předměty byly navrženy vyfukovací formy a k nim zpracována kompletní výrobní dokumentace, doplněná o 3D modely a vizualizace.

Klíčová slova: vytlačovací vyfukování, vstřikovací vyfukování, formy, zpracování plastů.

ABSTRACT

This thesis deals with structural design of blow molds for the production of promotional items by extrusion blow molding method. At the beginning of theoretical part is described area of plastics processing by extrusion and injection blow molding followed by basic informations about mold design. In practical part have been designed five promotional items. For two of them have been designed blow molds with complete production documentation, 3D models and visualisations.

Keywords: extrusion blow molding, injection blow molding, molds, plastics processing.

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kteří přispěli k dokončení mé diplomové práce. Především děkuji panu Ing. Michalu Staňkovi, Ph.D. za jeho odborné vedení, cenné rady a příjemnou spolupráci při vytváření této diplomové práce.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 VYTLAČOVÁNÍ	12
1.1 VYTLAČOVACÍ STROJE	12
1.1.1 Pístové vytlačovací stroje.....	13
1.1.2 Diskové vytlačovací stroje	14
1.1.3 Šnekové vytlačovací stroje.....	16
Jednošnekové vytlačovací stroje.....	17
Dvoušnekové vytlačovací stroje	18
Výčešnekové vytlačovací stroje.....	19
1.2 VYTLAČOVACÍ HLAVY.....	21
1.2.1 Přímé vytlačovací hlavy	22
1.2.2 Nepřímé vytlačovací hlavy	24
1.2.3 Širokoštěbinové vytlačovací hlavy	25
1.2.4 Speciální vytlačovací hlavy.....	27
1.2.5 Připojení vytlačovacích hlav k pracovnímu válci	27
2 VYFUKOVÁNÍ	28
2.1 VYTLAČOVACÍ VYFUKOVÁNÍ	28
2.2 VSTŘIKOVACÍ VYFUKOVÁNÍ.....	31
2.3 VYFUKOVACÍ CYKLUS	34
2.4 MATERIÁLY VHODNÉ PRO VYFUKOVÁNÍ	35
2.5 VYFUKOVACÍ FORMY	35
2.6 FORMY PRO VYTLAČOVACÍ VYFUKOVÁNÍ.....	36
2.6.1 Návrh dutiny formy	36
2.6.2 Řešení důležitých součástí forem.....	39
2.6.3 Temperace forem	43
2.6.4 Některé typy vyfukovacích forem.....	44
2.7 FORMY PRO VSTŘIKOVACÍ VYFUKOVÁNÍ	46
2.7.1 Návrh dutiny formy	47
2.7.2 Řešení důležitých součástí forem.....	50
2.7.3 Temperace forem	51
2.7.4 Některé typy vstřikovacích forem.....	52
II PRAKTICKÁ ČÁST	53
3 STANOVENÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE	54
4 ZÁKLADNÍ INFORMACE O POUŽITÝCH SOFTWARECH	55
5 SPECIFIKACE VÝROBKŮ	56
5.1 TVARY NAVRŽENÝCH VÝROBKŮ	56
5.2 MATERIÁL VÝROBKŮ	61
6 KONSTRUKCE VYFUKOVACÍCH FOREM	62
6.1 VYFUKOVACÍ FORMA „KUŽELKA“	63
6.1.1 Chlazení formy	64
6.1.2 Odvzdušnění formy	66
6.1.3 Postup při vyfukování „kuželky“	67

6.2	VYFUKOVACÍ FORMA „POSTAVA“	70
6.2.1	Chlazení formy	71
6.2.2	Odvzdušnění dutiny formy.....	73
6.2.3	Postup při vyfukování „postavy“	73
6.3	VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE.....	74
7	VYTLAČOVACÍ HLAVA	75
7.1	VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE.....	75
8	VYFUKOVACÍ TRN	76
8.1	VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE.....	76
9	VOLBA STROJE	77
	DISKUSE VÝSLEDKŮ.....	79
	ZÁVĚR	80
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	81
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	82
	SEZNAM OBRÁZKŮ	83
	SEZNAM TABULEK.....	86
	SEZNAM PŘÍLOH.....	87

ÚVOD

Již počátkem minulého století se začaly objevovat první plasty, avšak teprve konec dvacátého století přinesl plastům nebývalý rozvoj. Díky svým výborným mechanickým a chemickým vlastnostem a možnosti recyklace se postupně plasty dostaly do všech oborů lidské činnosti. Málokterý člověk si dnes již dokáže představit dennodenní život bez plastů. Plasty jsou dnes všude kolem nás.

Jednou z mnoha forem zpracování plastů je metoda vyfukováním. Tento výrobní postup se používá zejména k vytvoření dutých plastových výrobků či dílů, ze kterých nelze vyjmout tuhé jádro obvyklým způsobem, například PET láhve, kanistry, sudy, hračky a podobně. Proces vyfukování spočívá v rozfouknutí plastové trubky (parisonu), nebo výlis-ku (preformu) pomocí vyhřátého vzduchu v uzavřené vyfukovací formě, do požadovaného tvaru. Tato metoda je velice progresivní, neboť umožňuje plně automatizovat chod výroby s vysokou produktivitou. Při takovémto zpracování plastů se používají různé typy forem, které slouží k dosažení požadovaného tvaru výrobku. Řešení těchto forem ovlivňuje zejména druh použitého plastu a zvolený výrobní postup.

V této diplomové práci se budu zabývat konstrukčním návrhem vyfukovacích forem, určených k výrobě reklamních předmětů metodou vytlačovacího vyfukování.

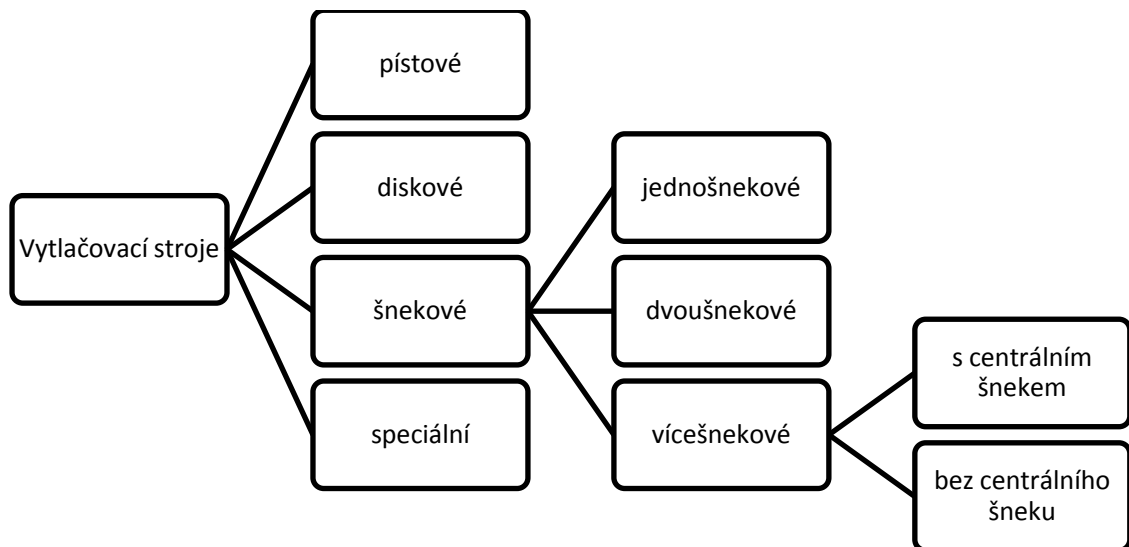
I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VYTLAČOVÁNÍ

Vytlačování patří k rozšířeným způsobům používaným při tváření plastů a kaučukových směsí. Zpravidla slouží k výrobě polotovarů. Vytlačováním se rozumí proces, při kterém je materiál tvářen průtokem přes profilovaný otvor (hubici) do volného prostoru. Potřebný tvářecí tlak lze vyvozovat na zpracovaný materiál několikerým způsobem. Nejčastěji bývá vyvozen použitím šneku. Méně běžné je použití pístu. [9]

1.1 Vytlačovací stroje

Vytlačovací stroje jsou určeny k vytlačování polymerních materiálů. Hlavní funkcí stroje je zpravidla převedení materiálu do plastického stavu a vytlačování taveniny profilovým otvorem do volného prostoru. Potom následuje funkce tvaru, případně další úpravy. Vytlačováním se vyrábějí desky, fólie, trubky a profily. Vytlačovacích strojů lze také použít k přípravě granulátu, čištění kaučukových směsí, k oplášt'ování vodičů a kabelů, zásobování válcovacích strojů atd.

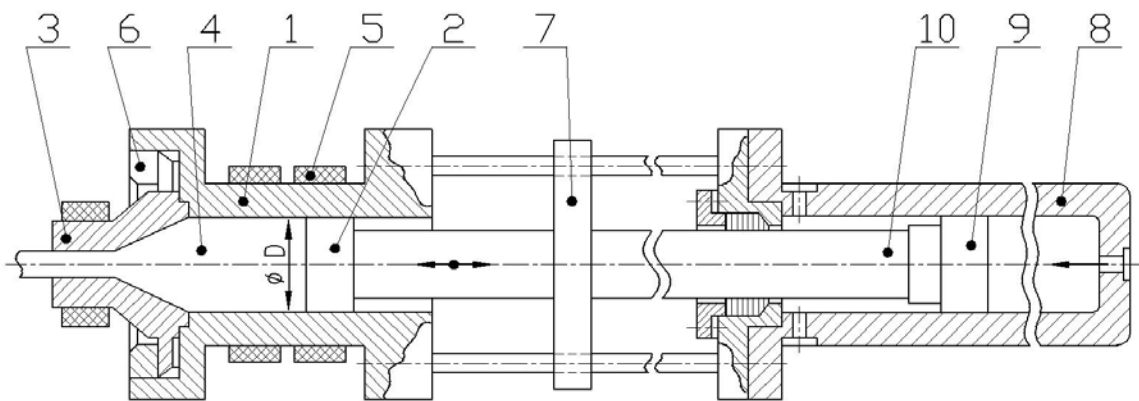


Obr. 1. Rozdělení vytlačovacích strojů podle hlavního pracovního elementu

Jiné dělení respektuje polohu osy pracovního elementu. Potom mohou být vytlačovací stroje horizontální nebo vertikální. [10]

1.1.1 Pístové vytlačovací stroje

Hlavním pracovním elementem těchto vytlačovacích strojů (Obr. 2) je vytlačovací píst s hydraulickým nebo mechanickým pohonem. Skládá se z pohonné a pracovní části. Pohonnou část tvoří hydraulický válec s pístem. Spojení s pracovní částí zabezpečuje pístnice vedená v příčniku. Hydraulický válec je součástí dvoutlakého hydraulického obvodu. Nižší tlak při dodávkách velkého množství hydraulické kapaliny zabezpečuje pomocné a přípravné posuny válce, vyšší tlak (15 až 30 MPa) pracovní pohyb pístu. [5]



Obr. 2. Pístový vytlačovací stroj

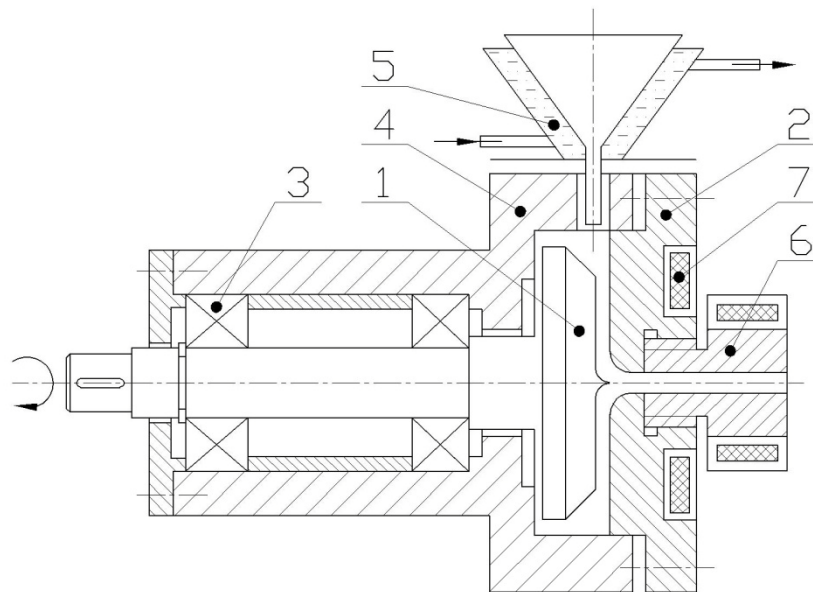
1 – pracovní válec, 2 – pracovní píst, 3 – vytlačovací hlava, 4 – vytlačovaný materiál,
5 – topná tělesa, 6 – bajonetový uzávěr, 7 – vedení pístnice, 8 – hydraulický válec, 9 – píst,
10 – pístnice

Pracovní část je tvořena pracovním válcem a pístem s vytlačovací hlavou. Materiál pro vytlačování se vkládá do pracovního válce. Pro snadnou a rychlou manipulaci bývá řešeno spojení vytlačovací hlavy s pracovním válcem pomocí bajonetového uzávěru, popř. se používají pracovní hlavy pracující střídavě. Pracovní válec i vytlačovací hlava jsou opatřeny topnými pásy. [5]

Velikost pístového vytlačovacího stroje je určena maximální vytlačovací silou, průměrem a zdvihem pracovního pístu. Pístové vytlačovací stroje jsou vhodné k vytlačování materiálů citlivých na teplotu (PF) nebo špatnými tokovými vlastnostmi (PTFE). Vytlačovaný materiál není namáhán vysokým smykovým zatížením a lze takto vyrábět profily v poměrně úzkých výrobních tolerancích. Nevýhodou pístových vytlačovacích strojů je jejich cyklický výrobní proces. [5, 10]

1.1.2 Diskové vytlačovací stroje

U diskových vytlačovacích strojů se využívá zvláštního chování zpracovávaného materiálu podmíněného jeho viskoelastickými vlastnostmi (Weissenbergův efekt). Hlavní částí diskového vytlačovacího stroje (Obr. 3) je disk uložený na ložiskách a otáčející se v tělese. Mezi přední deskou a čelem disku je vytvořena štěrbina o velikosti h , ta je rovna $(0,05-0,06)D$. Materiál vchází do štěrbiny z chlazené násypky, taví se a dopravuje účinkem elastických napětí v radiálním směru k vytlačovací hubici. Teplo potřebné k natavení materiálu dodávají také topná tělesa umístěna v čelní desce i na vytlačovací hubici. [5]



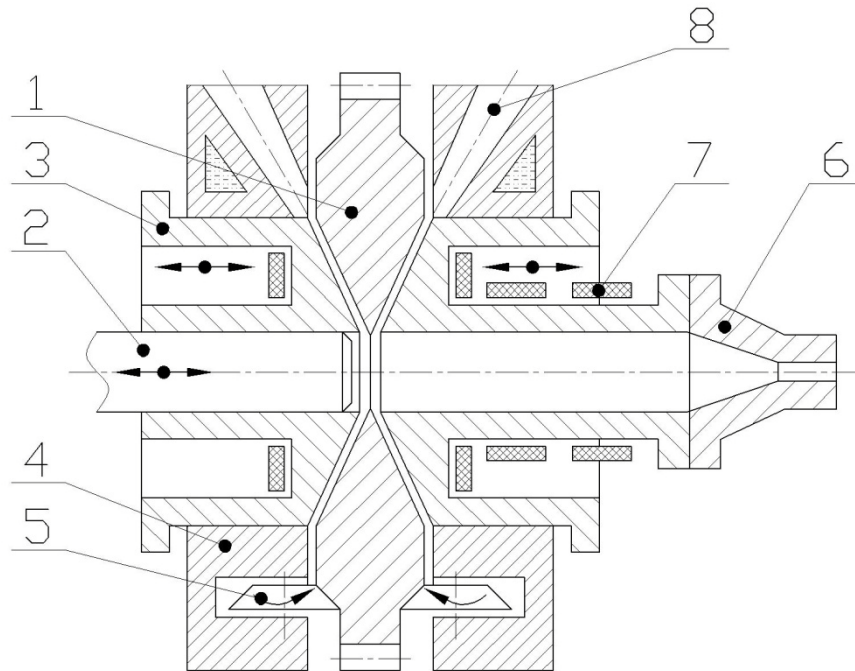
Obr. 3. Diskový vytlačovací stroj

1 – rotor, 2 – čelní deska, 3 – ložisko, 4 – těleso, 5 – chlazená násypka, 6 – vytlačovací hlava, 7 – topné těleso

Dosahované vytlačovací tlaky jsou velmi malé (řádově desetiny MPa). Jejich velikost je závislá na normálovém napětí, které je funkcí tzv. gradientu rychlosti. Optimální hodnota gradientu rychlosti leží v rozmezí $400 - 500 \text{ s}^{-1}$. Při vyšších hodnotách se projevují nežádoucí jevy jako např. vyšší ohřev, elastická turbulence aj. Výkon diskového vytlačovacího stroje závisí na průměru a tvaru disku, smykové rychlosti a druhu zpracovaného materiálu. [5,10]

Nevýhodou diskových vytlačovacích strojů je tedy dosažení velmi nízkých vytlačovacích tlaků. Jejich výhodou je dobrá homogenizace taveniny a snadné ovládání plas-

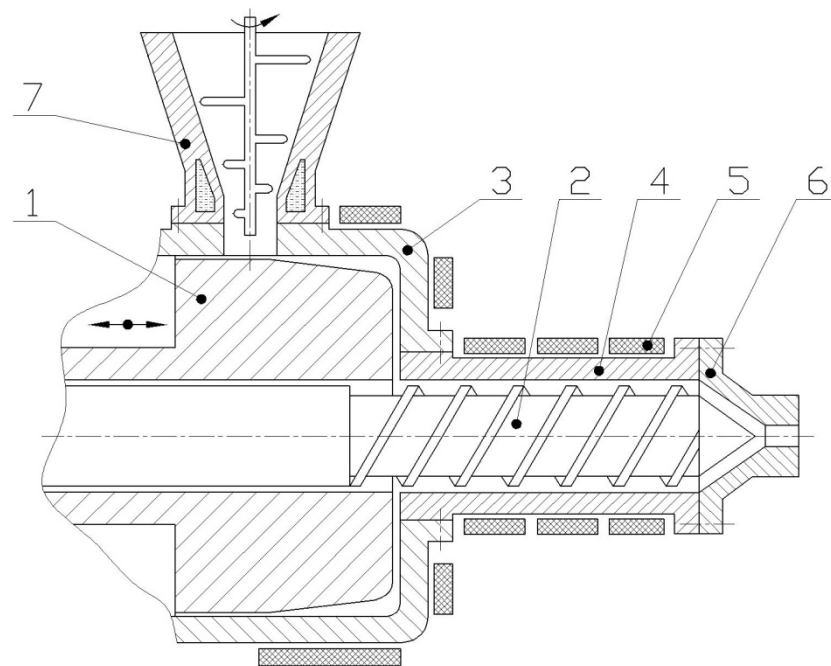
tikace. Proto byly navrženy konstrukce využívající výhodné plastikace diskových strojů s vyššími vytlačovacími efekty použitím vytlačovacích pístů nebo šneků. Diskové plastikační ústrojí s vytlačovacím pístem je zobrazen na obr. 4. Výhodou tohoto uspořádání je dostatečně velký vytlačovací tlak a krátká doba plastikace. Disková plastikační jednotka v kombinaci s vytlačovacím šnekem je na obr. 5. [5]



Obr. 4. Deskový vytlačovací stroj s pracovním pístem

1 – plastikační disk, 2 – pracovní píst, 3 – dělené statorové těleso, 4 – vnější těleso,
5 – vodící kladky, 6 – vytlačovací hlava, 7 – topná tělesa, 8 – tangenciální plnicí kanály

Diskové plastikační stroje mají řadu předností. Dosahují rychlé plastikace při vysoké homogenitě taveniny. Plastikační proces lze ovládat jak změnou otáček disku, tak i změnou velikosti štěrbin. Mohou zpracovávat práškové i granulované materiály. Tavenina se dá snadno odplynit. Nevýhodou jsou nízké vytlačovací tlaky. Jejich uplatnění je proto omezeno jen na některé úseky. [5]



Obr. 5. Diskový vytlačovací stroj se šnekem

1 – plastikační disk, 2 – pracovní šnek, 3 – statorové těleso, 4 – pracovní válec, 5 – topná tělesa, 6 – vytlačovací hlava, 7 – chlazená násypka

1.1.3 Šnekové vytlačovací stroje

Šnekové vytlačovací stroje (extrudery) vzhledem ke kontinuálnímu způsobu práce zaujímají přední místo mezi stroji na zpracování polymerů. Dnes již k tradičním plastovým výrobkům (trubkám a jiným profilům, plochým a vyfukovaným fóliím, deskám, opláštěvaným vodičům, kaširovaným materiálům a monofilům) přistoupily vlnité desky, sítě, orientované pásy, vyfukované duté předměty apod. Kaučukové směsi se vytlačováním zpracovávají na řadu polotovarů používaných k výrobě pláštěů pneumatik (běhounů, bočnic, patních lan) a klínových řemenů, ale též na hadice a různé profily. [3]

Významné je i použití šnekových vytlačovacích strojů jako plastikacích jednotek vstřikovacích strojů, ale slouží též pro zásobování kalandrů, lisů, pro extruzní svařování. Zejména dvoušnekové vytlačovací stroje se uplatňují i v přípravném zpracování plastů.

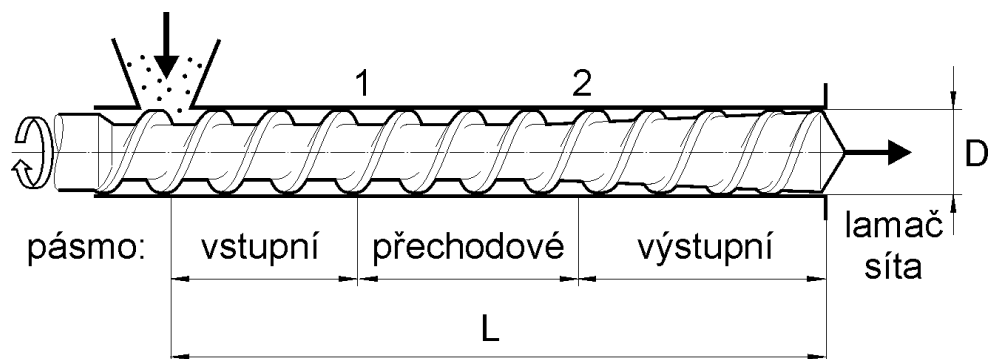
Technologický vývoj šnekových vytlačovacích strojů si celkově klade tyto cíle:

- velkou vytlačovací výkonnost úměrnou otáčkám šneku,
- rovnoměrnou dopravu taveniny bez pulsací,

- místně i časově rovnoměrnou teplotu taveniny,
- vytlačování taveniny bez orientace,
- homogenizační účinek,
- vytlačení výrobku bez pórů, bublinek, tzn. přípravu taveniny bez těkavých podílů i při velké výkonnosti.

Konvenční šnekový vytlačovací stroj na plasty zachycuje ve vstupním (plnicím) pásmu granulovanou, aglomerovanou či práškovou hmotu a dopravuje jí směrem k hlavě za současného stlačení. V plastikačním pásmu je hmota plastikována, promíchávána a dále stlačována. Výstupním pásmem je materiálově i teplotně homogenní tavenina kontinuálně pod tlakem uváděna do tvářecí hlavy. [3]

Při zpracování termoplastů a kaučuků se používají především jednošnekové vytlačovací stroje. V poslední době vzhledem k některým odlišným zpracovatelským charakteristikám nabývají na významu i dvoušnekové vytlačovací stroje. [3]



Obr. 6. Pracovní pásma šnekového vytlačovacího stroje

Jednošnekové vytlačovací stroje

Jednošnekové vytlačovací stroje patří k běžnému zařízení gumárenského a plastikářského průmyslu. Z konstrukčního hlediska prošel vývoj jednošnekového vytlačovacího stroje několika etapami. Původně byly vytlačovací stroje jednoduché s poměrně krátkými šnekami. Potom s přicházejícími novými materiály i novými funkcemi šneků se šneky prodlžovali a zvyšovaly se jejich otáčky. Poslední vývoj vede ke stavebnicovým konstrukcím. [10]

Velikost vytlačovacího stroje se určuje průměrem a délkou šneku, které se obvykle vztahují k průměru. Průměry šneku a poměr L/D tvoří řady viz. tab. 1. Kratší šneky se

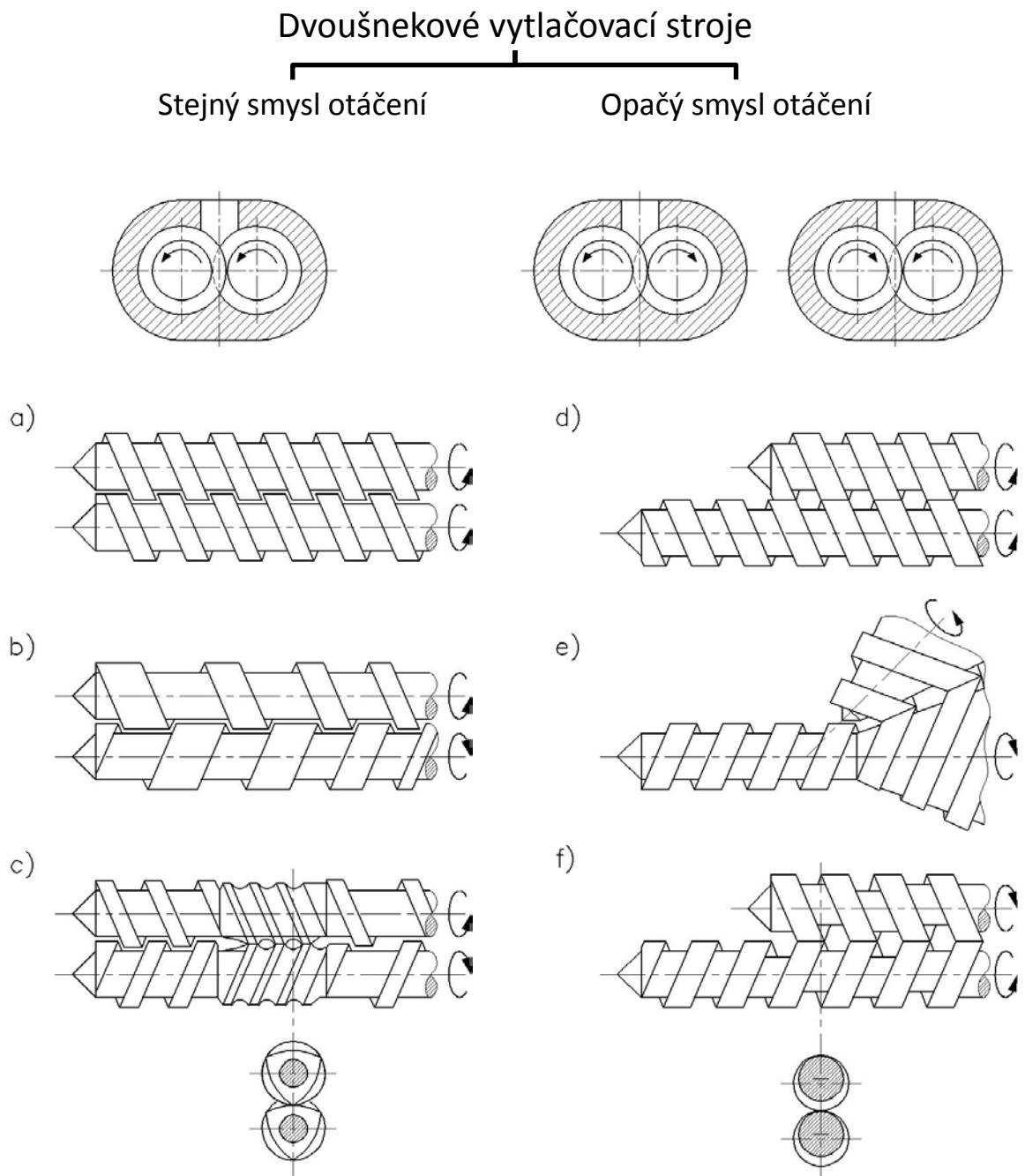
používají jen u starších vytlačovacích strojů pro kaučukové směsi zásobovaných teplým materiálem. Delší šneky se používají např. u strojů s evakuací nebo u strojů pro kaučukové směsi zásobovaných studeným materiálem. [10]

Tab. 1. Poměr L/D šneku

D	20	25	32	45	63	90	125	160	200	250	320
L/D	8	10	12	15	(18)	20	(24)	25	30	35	

Dvoušnekové vytlačovací stroje

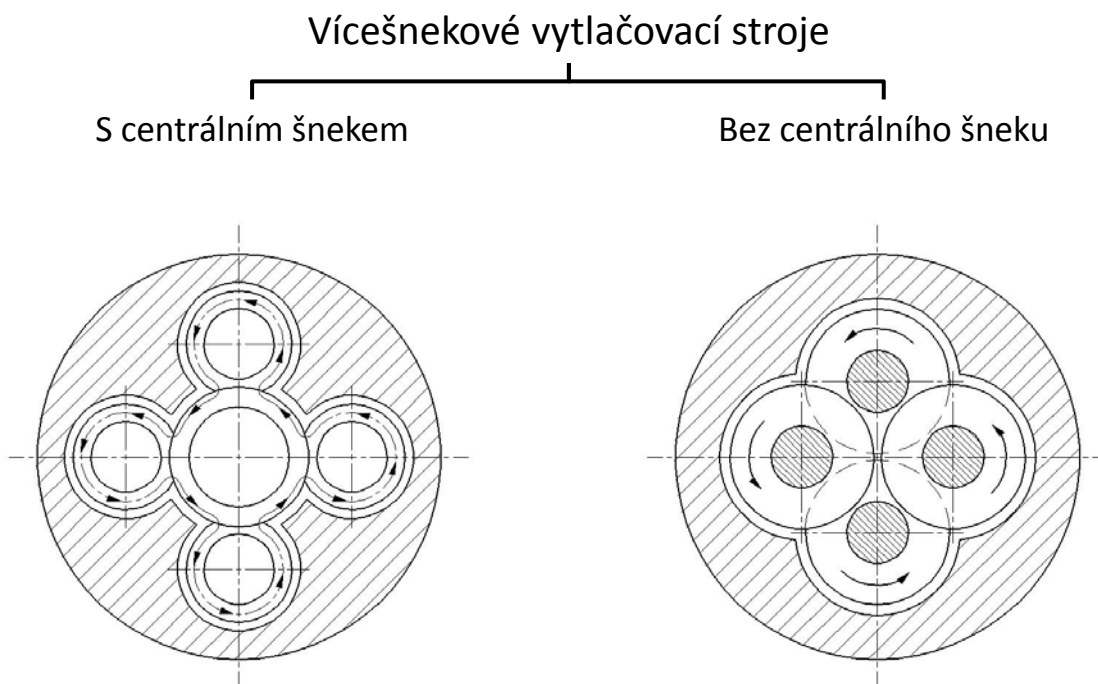
Dvoušnekové vytlačovací stroje umožňují dosažení větších výkonů, snazší zpracování sypkých materiálů při nižším smykovém a tepelném namáhání. Lze je rozdělit podle smyslu otáčení a podle uspořádání (Obr. 7). Šneky v normálním uspořádání spolu zabírají a jsou stejně dlouhé. Pokud je jeden ze šneků kratší, slouží k dokonalejšímu zaplňování šnekového kanálu hlavního šneku. Kompresní poměr se vytváří změnou jejich průměru (kuželové šneky) nebo změnou šířky vodící plochy. Ke zvětšení hnětacího účinku mohou být v přechodové části šneku zabudovány hnětači vačky, obvykle trojboké. Hnětení materiálu nastává jednak mezi vačkami navzájem, jednak mezi vačkami a stěnou pracovního válce. Zvýšení hnětacího účinku lze taky dosáhnout u šneků s výstředným jádrem šneku. [5]



Obr. 7. Rozdělení dvoušnekových vytlačovacích strojů podle smyslu otáčení a uspořádání šneků: a, b, c – normální uspořádání, d, e, f – zvláštní uspořádání

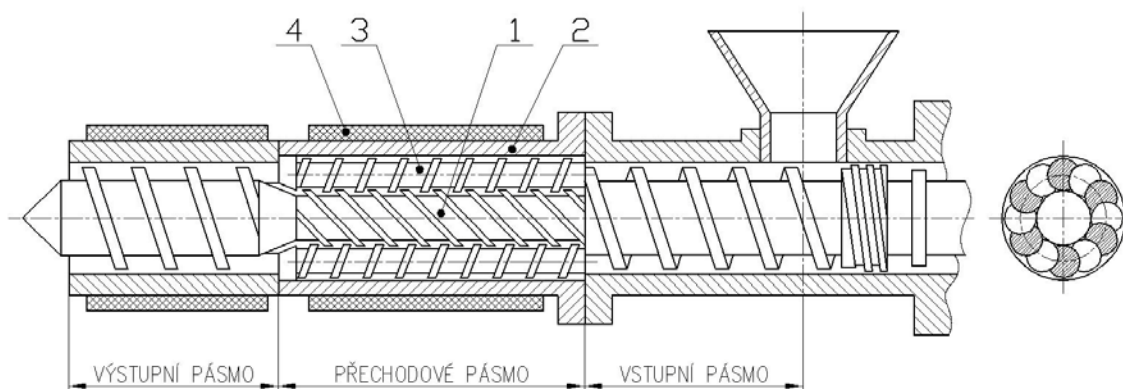
Vícešnekové vytlačovací stroje

Vícešnekové vytlačovací stroje mají tři a více šneků. Obvykle se rozdělují na stroje s centrálním šnekem a bez něho (Obr. 8). [5]



Obr. 8. Rozdělení vícešnekových vytlačovacích strojů

Tyto stroje mají centrální šnek a kolem něj 6 až 7 satelitních šneků (Obr. 9). Vytlačovací stroj na uvedeném obrázku je rozdělen na tři pracovní pásma. Vstupní a výstupní pásmo je řešeno jako jednošnekový stroj, přechodové pásmo jako vícešnekový. Pohon satelitních šneků je odvozen od centrálního šneku. Uspořádání v přechodovém pásmu zaručuje v důsledku velké aktivní pracovní plochy vysoký plastikační a homogenizační účinek. Při větším opotřebení šneků se však tyto účinky výrazně zmenšují. Nevýhodou je náročné řešení uložení pohonu satelitních šneků. [5]



Obr. 9. Vícešnekový vytlačovací stroj s centrálním šnekem

1 – centrální šnek, 2 – pracovní válec, 3 – satelitní šneky, 4 – topné těleso

1.2 Vytlačovací hlavy

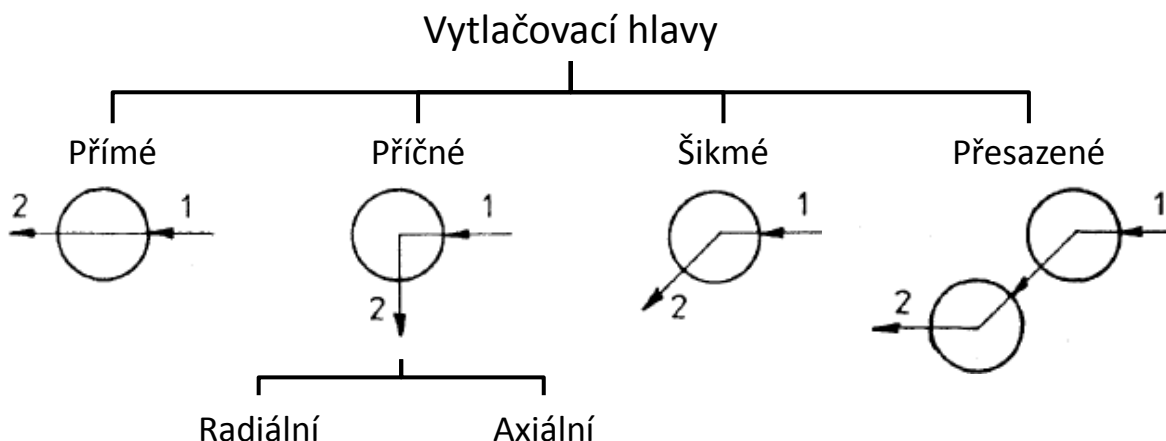
Vytlačovací hlava je část stroje, ve které dopravovaný materiál získává definitivní, ale nezafixovaný tvar. Hlava musí mít takový profil, aby zaručovala pravidelný a trvalý tok taveniny. Nesmí v ní existovat tzv. mrtvé prostory, ve kterých by se materiál mohl zastavit a zůstat tak dlouho v kontaktu s vyhřívaným tělem hlavy, až by degradoval nebo předčasně vulkanizoval. [3, 4]

Mezi konec šneku a vytlačovací hlavu bývá vkládán lamač, což je děrovaná deska s otvory o velikosti 3 až 8 mm. Jeho úkolem je uskutečnit finální homogenizaci taveniny vystupující ze šneku. Pro náročnější aplikace bývá k tomuto účelu užita statická míchací sekce. Lamač se používá též jako opěra pro sadu čistících sít. Průchodem sítí se materiál zbavuje nečistot nebo nerozpracovaných příměsí. Hlava bývá připojena k válci šnekového vytlačovacího stroje několika způsoby. Tyto způsoby jsou popsány v kapitole 1.2.5. [3]

Podle konstrukce se hlavy dělí do těchto základních skupin:

- hlavy přímé,
- hlavy nepřímé,
- širokoštěrbinové hlavy,
- speciální hlavy.

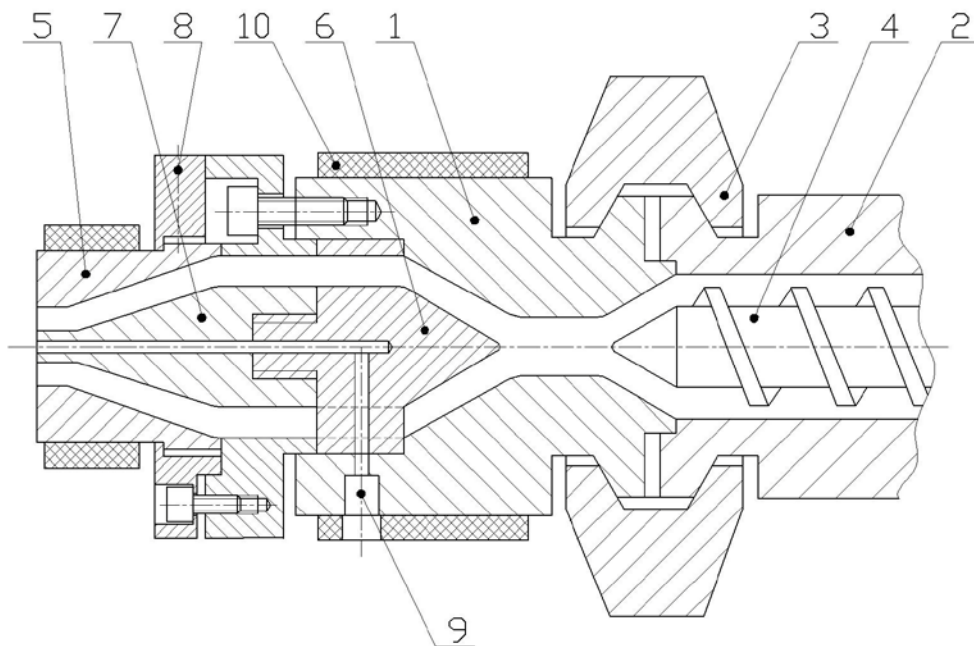
Hlavy lze také rozdělit podle polohy osy šneku a osy vytlačovací hubice (Obr. 10).



Obr. 10. Rozdělení vytlačovacích hlav, 1 – osa šneku, 2 – osa vytlačovací hubice

1.2.1 Přímé vytlačovací hlavy

Hlavy přímé jsou určeny především pro vytlačování uzavřených symetrických profilů, jako jsou např. trubky, hadice nebo uzavřených nesymetrických profilů, jako je např. okapní profil. Dále se přímé hlavy používají k vytlačování otevřených profilů, jako je např. okapový žlab, apod. [4]



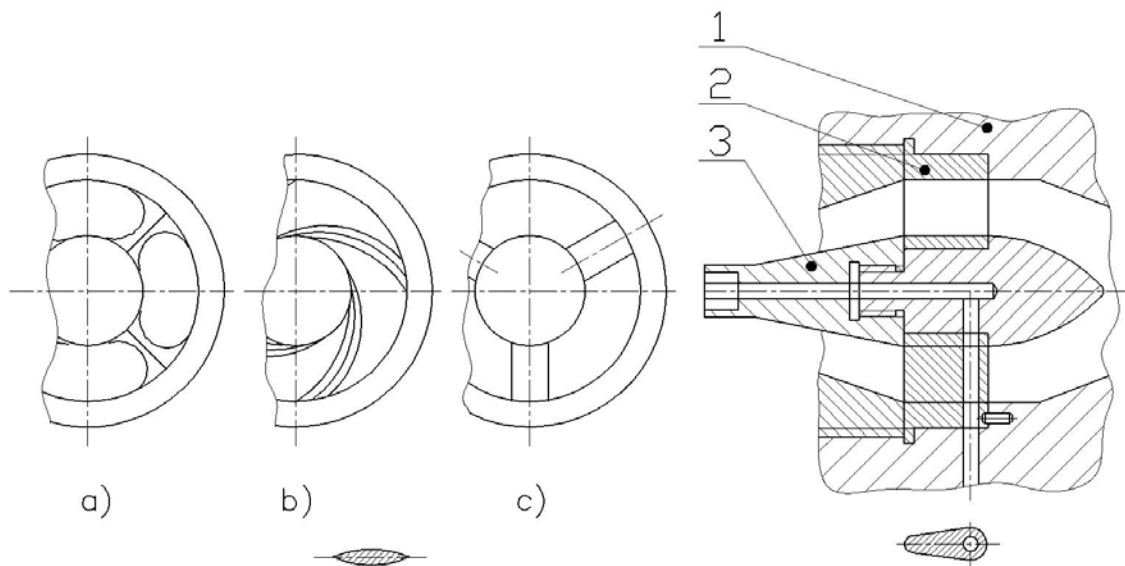
Obr. 11. Přímá vytlačovací hlava na trubky

1 – těleso vytlačovací hlavy, 2 – pracovní válec, 3 – objímka, 4 – šnek, 5 – vytlačovací hubice, 6 – rozdělovač, 7 – trn, 8 - seřizovací šrouby, 9 – přívod vzduchu, 10 – topení

I když trubky a tyče jsou v zásadě počítány k profilům, je pojem profil používán především pro geometricky komplikovanější výrobky. Hlavy pro vytlačování profilů jsou proto obvykle náročnější na konstrukci. Důležité je, aby hubice i trn byly dostatečně dlouhé a umožnily relaxaci napětí v tavenině (snížení orientace). Přes četné pokroky ve výpočtech konstrukce hlavy, zůstává pro komplikované profily i nadále konstrukce hlavy především záležitostí zkušenosti. [3]

Pro menší výrobu jednoduchých a nenáročných profilů se tvar průřezu jednoduše vyfrézuje do jediné desky (clony, hubice), která je upnuta do hlavy stroje. Tyto hlavy jsou levné, ale z hlediska rovnoměrnosti proudění taveniny nevýhodné. V praxi nacházejí uplatnění především při vytlačování polotovarů z kaučukových směsí. [3]

Při konstrukci a návrhu hlavy se při určování rozměrů hubice musí uvažovat narůstání taveniny za hubicí, objemová konstrukce při chlazení a změna rozměru protažením vyvolaná odtahovacím zařízením. Proto u tenkostěnných profilů bývá hubice zvětšena o 5 až 10 %, zatímco u masivních profilů bývá a cca 10 % zmenšena (převažuje narůstání za hubicí). [3]

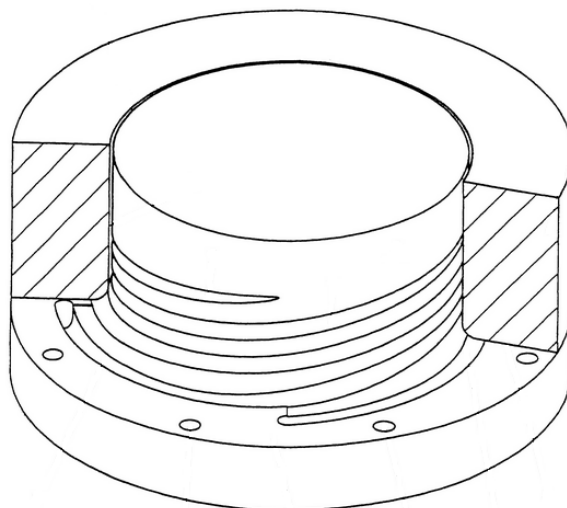


Obr. 12. Konstrukční uspořádání vytlačovacího trnu s rozdělovačem

a, b, c – způsoby řešení rozdělovače, 1 – těleso vytlačovací hlavy, 2 – rozdělovač,

3 - vytlačovací trn

Nevýhodou této konstrukce hlavy je vznik slabých míst v oblastech, kde se opět spojuje proud taveniny rozdělený žebry rozdělovače (Obr. 12). Tento nedostatek odstraňuje řada jiných konstrukcí, z nichž nejběžnější je řešení se spirálovým rozdělovačem (Obr. 13). Hloubka spirálových kanálů se postupně zmenšuje a zároveň se zvětšuje mezera mezi hřbetem závitů a vnitřní stěnou hlavy. Tato úprava umožňuje, aby se proudy taveniny vytékající z jednoho tlivých kanálů postupně mísily bez vzniku slabých míst. Obdobné, ovšem bez rozdělovače a trnu jsou hlavy pro vytlačování tyčí, hranolů apod. [3]



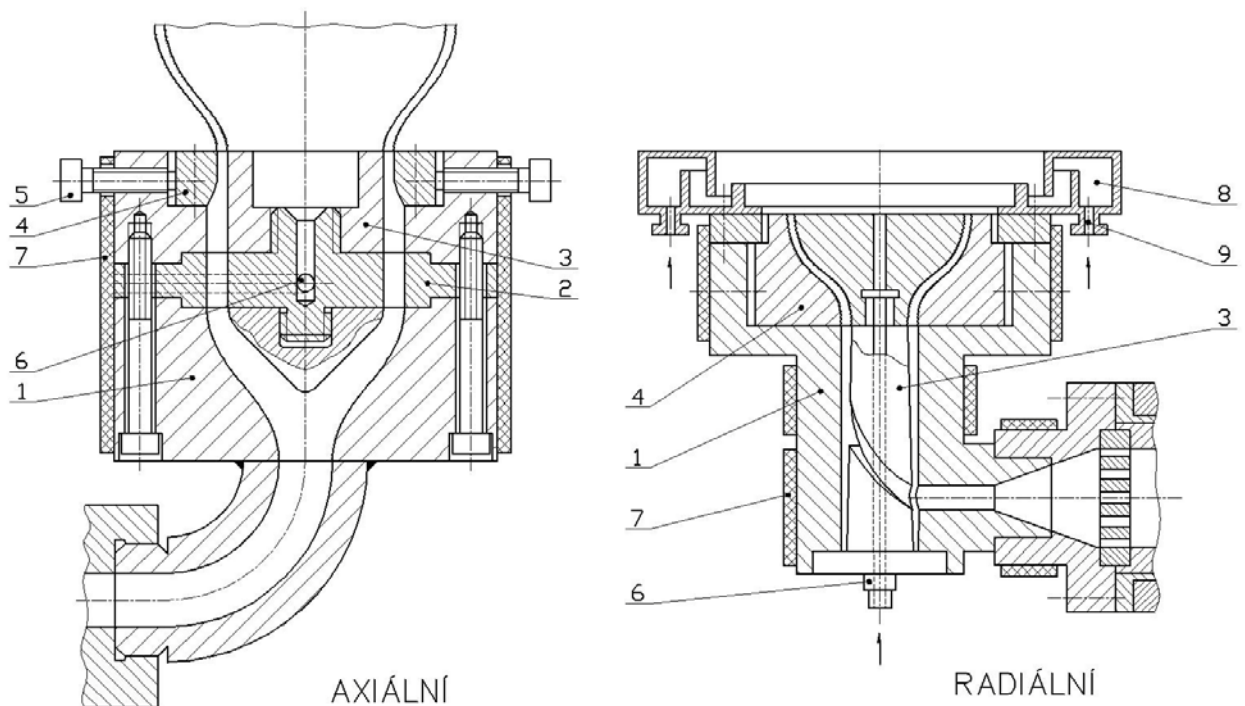
Obr. 13. Spirálový rozdělovač

1.2.2 Nepřímé vytlačovací hlavy

Hlavy nepřímé tj. hlavy příčné a šikmé se používají především pro opláštění vodičů, kabelů nebo kovových profilů, vyfukování fólií nebo dutých předmětů. Tyto hlavy pro opláštění vodičů mají vrtaný trn, kterým prochází opláštěvaný produkt. Nepřímým uspořádáním se lze vyhnout nutnosti vést jej skrz vrtaný šnek. Nepřímé hlavy mají různý úhel odklonu od osy šnekového vytlačovacího stroje. U příčných hlav je tento úhel 90° , u šikmých hlav je menší 30 až 60° . Čím větší je úhel odklonu, tím větší jsou problémy s nerovnoměrností toku taveniny. [3]

Technicky náročným problémem je řešení hlav určených pro vyfukování fólií. Zvláštní důraz je u nich kladen na rovnoměrnost teploty a vytékání taveniny štěrbinou. Vytlačovaná trubka materiálu v plastickém stavu musí mít nejen naprosto konstantní tloušťku stěny, ale i stejnou viskozitu. Jen tak může jejím nafouknutím vzniknout kvalitní fólie. [3]

V dnešní době jsou nejběžnější dva typy vyfukovacích hlav, a to vyfukovací hlava s radiální a axiálním vtokem. Vyfukovací hlava s radiálním vtokem znázorněna na obr. 14. Rovnoměrné rozdělení taveniny je zajišťováno tvarem trnu, který je konstruován tak, aby na straně bližší k vtoku vznikala menší štěrba a na opačné straně štěrba větší. Tímto zvětšením odporu na vstupní straně se zaručuje rovnoměrné obtékání celého trnu a tedy i rovnoměrný výtok hubicí. [3]



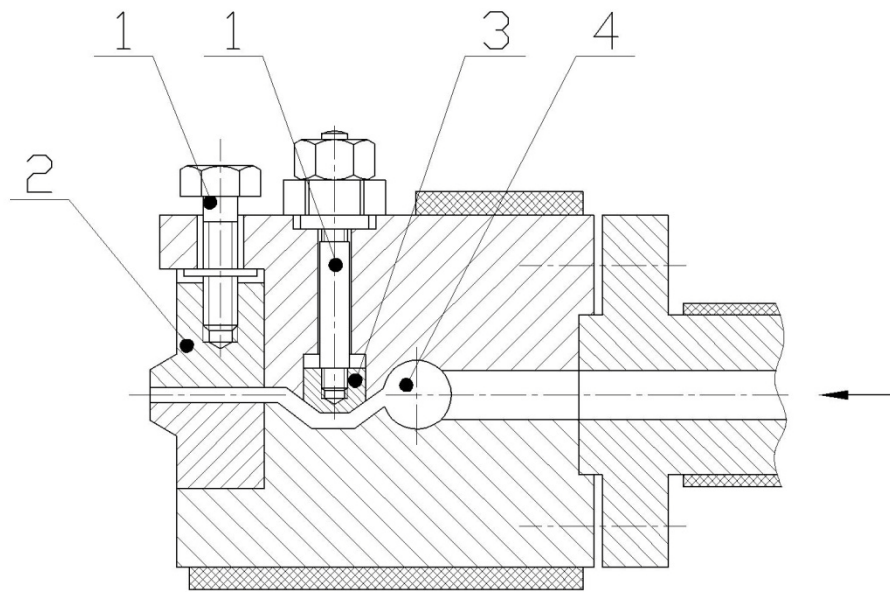
Obr. 14. Příčné hlavy na vyfukování fólií

1 – těleso hlavy, 2 – rozdělovač, 3 – trn, 4 – hubice, 5 – stavěcí šroub, 6 – přívod stlačeného vzduchu, 7 – topné těleso, 8 – chladicí prstenec, 9 – chladicí vzduch

Vyfukovací hlava s axiálním vtokem (Obr. 14) je obdobou hlav na vytlačování trubek. Tavenina je axiálně přiváděna kolenem, vlastní hlava může být potom řešena jednoduše, tj. jako přímá hlava, což umožňuje snadnější řešení tokových problémů. Přívod vzduchu je proveden vrtaným žebrem rozdělovače dutým trnem. Doregulování tloušťky stěny trubice se provádí radiálním posuvem hubice. Z důvodů již popsaných výše, se stále více používají konstrukce se spirálovým rozdělovačem (Obr. 13). [3]

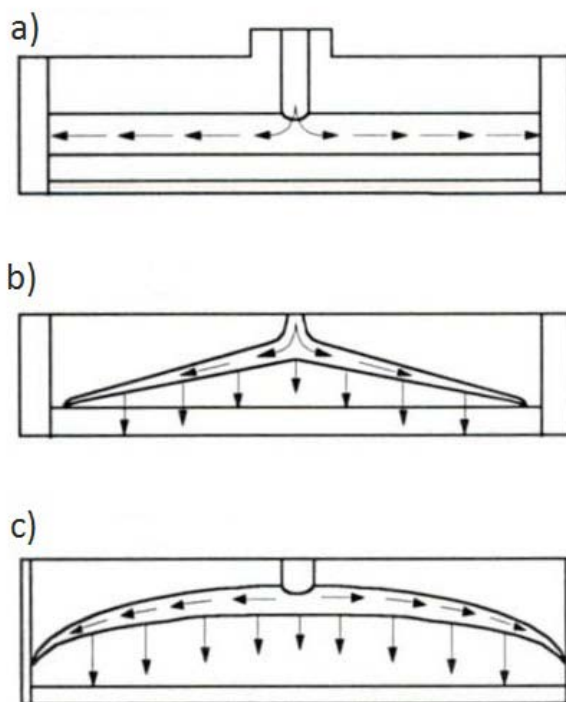
1.2.3 Širokoštěrbinové vytlačovací hlavy

Materiál u širokoštěrbinových hlav je rozváděn pomocí kanálů do široké štěrbiny. Odpor toku a tedy množství taveniny na výstupu se řídí stavěcími šrouby. Nejčastější tvar širokoštěrbinových hlav je tvar „rybího ocasu“ (Obr. 16c), který nemá mrtvé prostory, ale u kterého je problematické nastavení při změně tokových vlastností plastu. Proto se pro vytlačování fólií používají hlavy s tvářecí lištou (Obr. 15). [4]



Obr. 15. Širokoštěbinová hlava pro vytlačování desek

1 – stavěcí šrouby, 2 – tvářecí lišta, 3 – ohebný brzdny můstek, 4 – příčný rozvodný kanál



Obr. 16. Tvary širokoštěbinových hlav

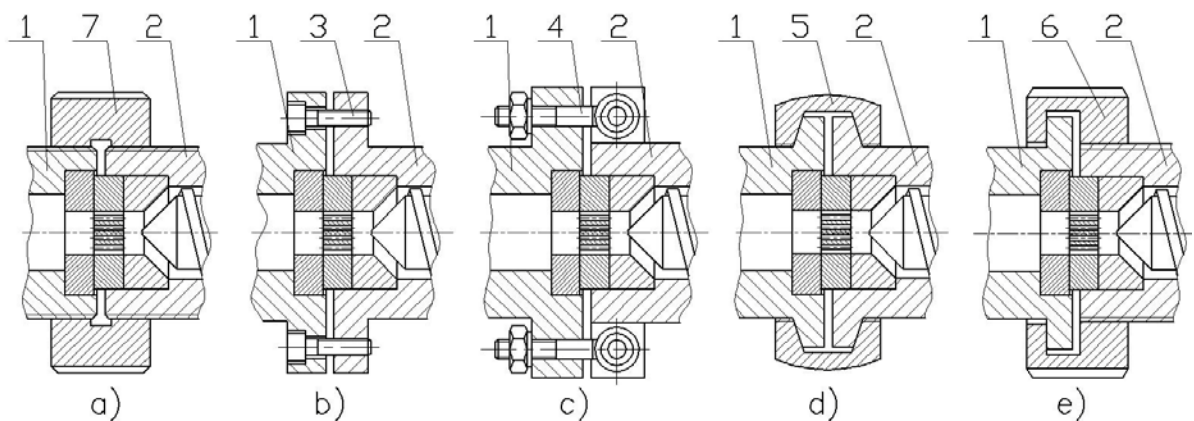
a – hlava ve tvaru písmene T, b – hlava ve tvaru „ramínko na šaty“, c – hlava ve tvaru „rybího ocasu“

1.2.4 Speciální vytlačovací hlavy

Mezi speciální vytlačovací hlavy patří hlavy pro ostatní aplikace, jako např. granulární hlava, hlava pro výrobu vláken, hlava pro vytlačování sítí, hlavy pro vícevrstvé materiály, střížná hlava, hlavy pro kaučuky, apod. [4]

1.2.5 Připojení vytlačovacích hlav k pracovnímu válci

Spojení vytlačovací hlavy s pracovním válcem musí být pevné a těsné. Spoj musí zároveň umožňovat snadnou montáž a demontáž. U malých vytlačovacích strojů se používá prostého šroubového spojení (Obr. 17a). Závit se kontroluje na otlacení pro dvojnásobné přetížení. U většiny vytlačovacích strojů se hlava připojuje přírubovými spoji (Obr. 17b, c, d). Šrouby, mohou být řešeny i odklopně. Jsou zatíženy tlakem v pracovním válci, předpětím k zajištění těsnosti spoje a napětím v důsledku rozdílných teplot. Velikost těsnicích ploch se volí s ohledem na použitý materiál. Dovolенý tlak pro měkkou ocel je 120 MPa, pro hliník 70 MPa. S ohledem na zabezpečení těsnosti spoje se uvažuje zvýšení pracovního tlaku u měkké oceli 5,5 násobné a u hliníku 4 násobné. Velmi rychlou výměnu vytlačovací hlavy umožňují spoje objímkové a bajonetové uzávěry (Obr. 17d, e). [5]



Obr. 17. Spojení vytlačovací hlavy s pracovním válcem

a – prostý šroubový spoj, b – přírubový spoj, c – příruby se sklopnými šrouby, d - objímkový spoj, e – bajonetový spoj, 1 – vytlačovací hlava, 2 – pracovní válec, 3 – šroub,

4 – odklopný šroub, 5 – objímka, 6 – objímka bajonetu, 7 – matice

2 VYFUKOVÁNÍ

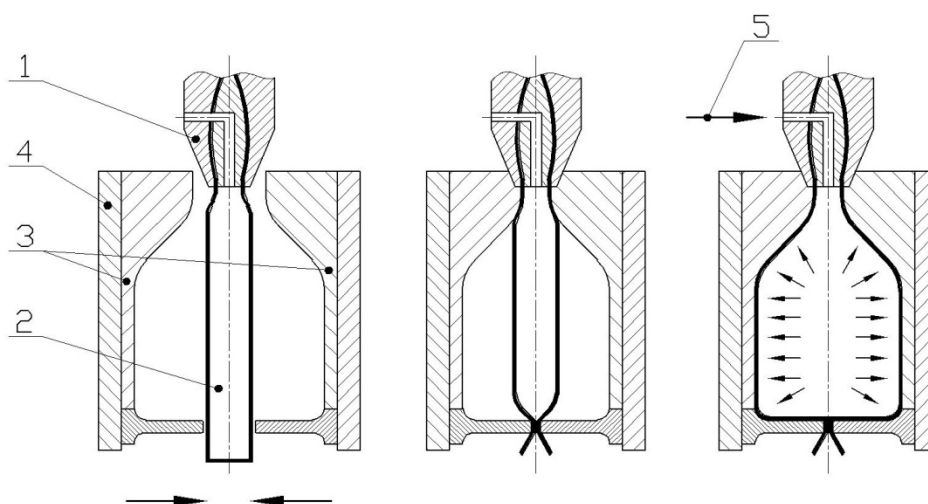
Vyfukování je výrobní proces, který se používá k vytvoření dutých plastových dílů. Za dutý díl se považuje výrobek s vnitřní dutinou, ze které nelze vyjmout tuhé jádro obvyklým způsobem. Proces vyfukování spočívá v rozfouknutí plastové trubky (parizonu) pomocí vyhřátého vzduchu v uzavřené vyfukovací formě, do požadovaného tvaru. Po ochlazení dílu je forma otevřena a hotový díl je vyjmut. [9, 2]

Existují různé metody pro vytvoření parizonu, které rozlišují následující dva druhy vyfukování:

- vytlačovací vyfukování,
- vstřikovací vyfukování.

2.1 Vytlačovací vyfukování

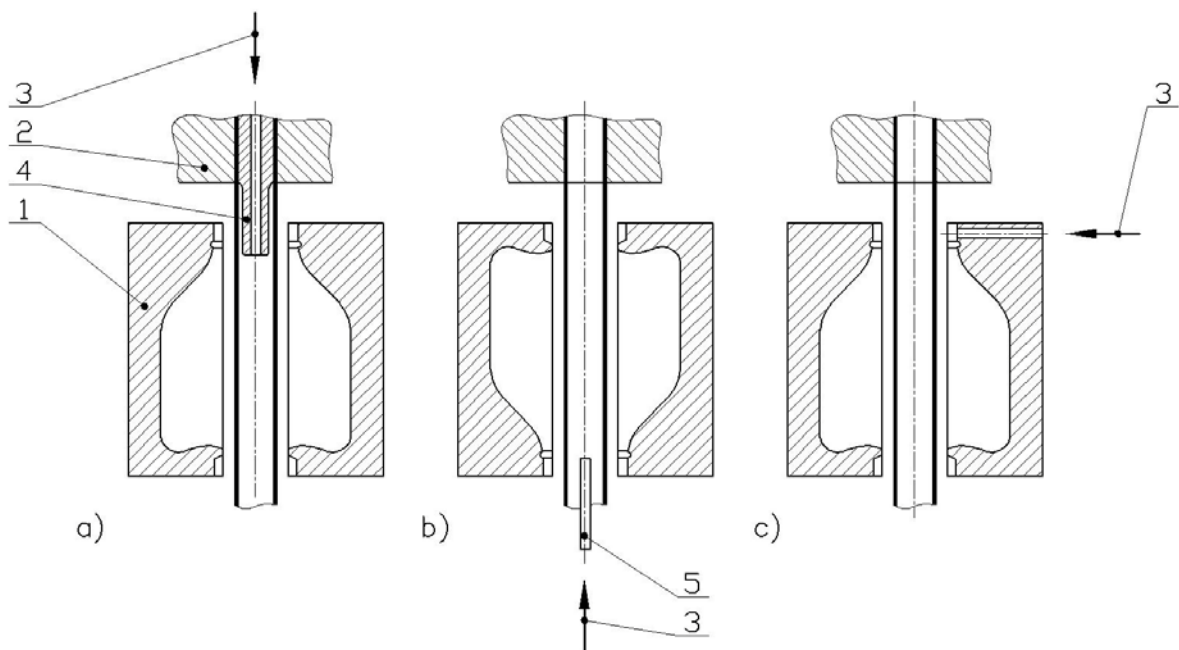
Princip vytlačovacího vyfukování je zobrazen na obr. 18. Přes vytlačovací hlavu je vytlačen polotovar (tzv. parizon), ve tvaru hadice. Parizon, který je v plastickém stavu, je uzavřen do dvoudílné formy upnuté na upínacích deskách. Uzavřením formy se vytvoří dno a hrdlo. Přivedením tlakového vzduchu se parizon rozfoukne do tvaru daného formou a po vychlazení je výrobek vyjmut. Vzduch je do formy přiváděn buď budoucím hrdlem láhve, dutým trnem vytlačovací hlavy, zespod nebo z boku (Obr. 19). [5]



Obr. 18. Vytlačovací vyfukování

1 – vytlačovací hlava, 2 – parizon, 3 – forma, 4 – upínací deska, 5 – přívod tlakového vzduchu

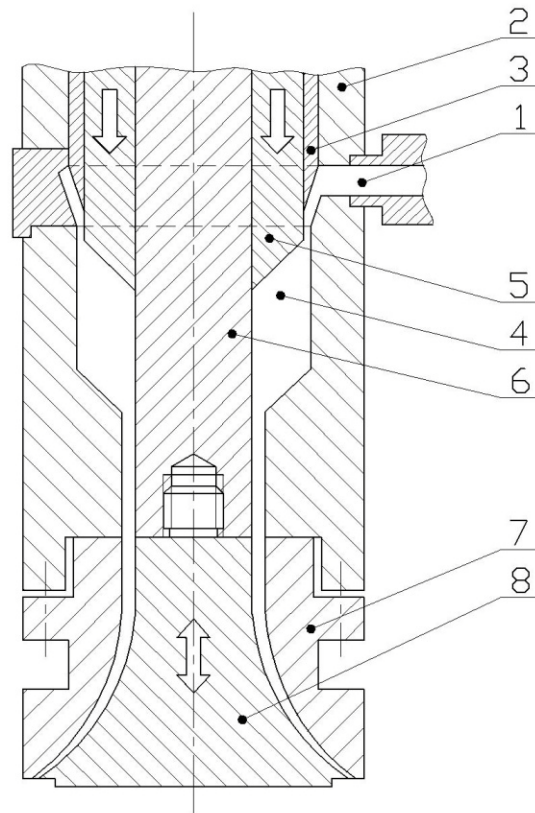
Vertikálně vytlačovaný parizon může být zpracováván různými způsoby. V prvním případě je vyfukovací forma zvednuta až k hlavě stroje. Po uzavření následuje vyfouknutí nádoby a její ochlazení. Mezitím forma sjíždí dolů, aby mohl vytlačovací stroj vytlačovat další parizon. Po dojetí do spodní polohy se forma otevírá, výrobek je vyhozen a otevřená forma se opět vrací do výchozí polohy. Toto řešení umožňuje nepřetržité vytlačování parizonu. V jiném případě mohou být formy uspořádány výkyvně. Zatímco jedna je plněna parizonem, ve druhé probíhá vyfukování a chladnutí. Používá se i vytlačovacího stroje pracujícího se dvěma vytlačovacími hlavami a dvěma formami. Tavenina je připravována ve šnekovém vytlačovacím stroji kontinuálně a je střídavě přiváděna do jedné nebo druhé hlavy. [5]



Obr. 19. Způsoby přívodu tlakového vzduchu

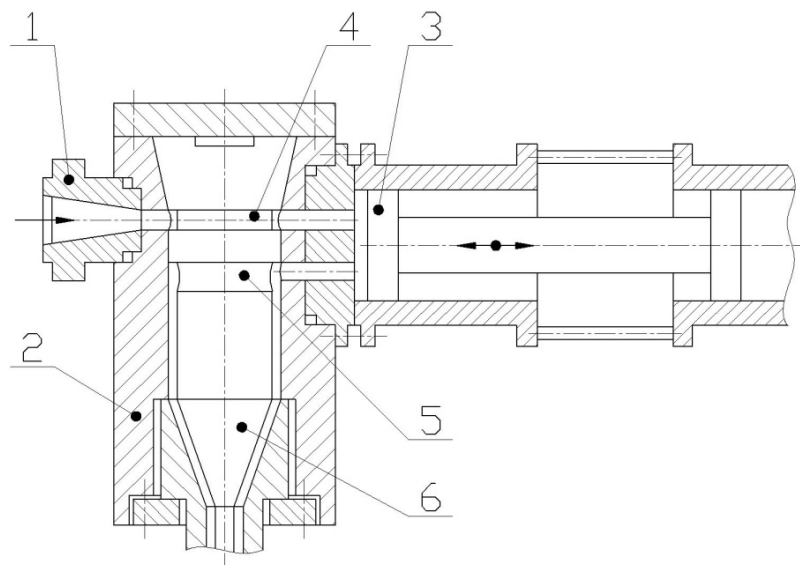
a – vyfukovacím trnem ve vytlačovací hlavě, b – spodním vyfukovacím trnem, c – bočním přívodem formou, 1 – vyfukovací forma, 2 – vytlačovací hlava, 3 – přívod tlakového vzduchu, 4 – parizon, 5 – spodní vyfukovací trn

Při vytlačování větších nádob se používají vytlačovací hlavy se zásobníkem (Obr. 20). Šnekový vytlačovací stroj připravuje taveninu a přivádí ji do zásobníku vytvořeného v tělese hlavy. Pohybem prstencového pístu se vytlačí parizon, jehož tloušťku lze regulovat nastavením výstupní štěrbině axiálním pohybem trnu. Jiné řešení vytlačovací hlavy se zásobníkem je na obr. 21. [5]



Obr. 20. Vytlačovací hlava se zásobníkem

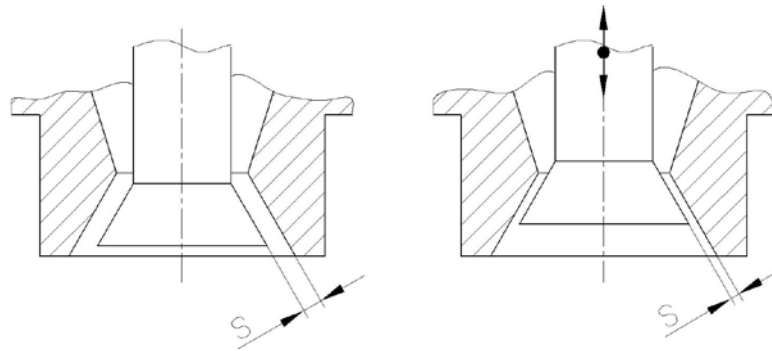
1 – přívod taveniny, 2 – těleso vytlačovací hlavy, 3 – škrťící vložka, 4 – zásobník,
5 - prstencový píst, 6 – trn, 7 – vytlačovací hubice, 8 – výměnná část trnu



Obr. 21. Vytlačování velkoobjemových parizonů

1 – vytlačovací stroj, 2 – vytlačovací hlava parizonů, 3 – vytlačovací píst,
4 – přívodní kanál, 5 – vytlačovací kanál, 6 – trn

Použití parizonů s konstantní tloušťkou stěny je omezeno na jednodušší symetrické tvary vyfouknutých výrobků. Moderní vyfukovací stroje umožňují regulaci tloušťky parizonu. To umožňuje zejména vyfouknutí výrobku nepravidelného tvaru o konstantní tloušťce stěny, eventuelně vyfouknutí pravidelných výrobků s rozdílnými tloušťkami stěny (Obr. 22). [5]



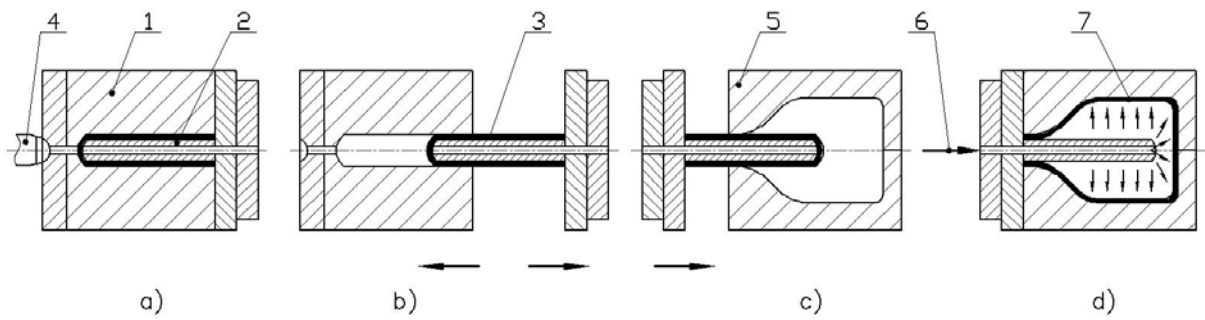
Obr. 22. Regulace tloušťky stěn parizonu

Nevýhodou vytlačovacího vyfukování je malá přesnost výrobků, vznik svaru na dně nádoby a odpad materiálu vznikající při uzavření formy.

Vyžadují-li se od výrobku zvláštní vlastnosti, není obvykle možné vystačit pouze s jedním polymerem a vyrábí se proto vícevrstvé výrobky. Pro vytlačování více vrstev platí to, co již bylo zmíněno v kap. 1.2.4. [5]

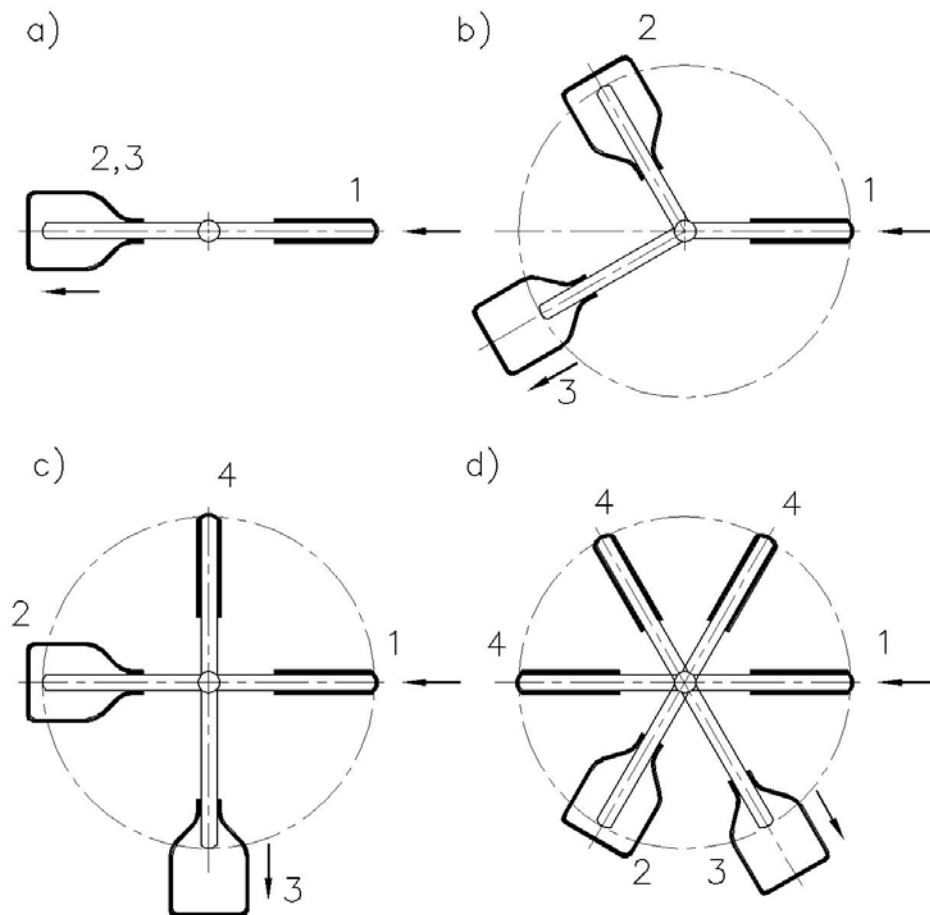
2.2 Vstřikovací vyfukování

Při vstřikovacím vyfukování se zhotovuje preform vstřikováním (Obr. 23). Nejdříve se vstříkne do dutiny vstřikovací formy opatřené jádrem. Vstříknutý preform je z formy vytažen a ukládá se do vyfukovací formy, kde dojde k vyfouknutí nádoby. Je zřejmé, že ústrojí pro vstřikovací vyfukování je složitější, vyžaduje dvě formy (vstřikovací a vyfukovací) a velikost výrobku je omezena možnostmi vstřikování. Příprava polotovaru umožňuje přesnější zhotovení složitějších částí, jako jsou hrdla se závity, ale umožňuje i výrobu tvarově poměrně složitých výrobků při konstantní tloušťce stěny. Výrobky mají lepší vzhled, vyšší tuhost a nemají na dně svary. Tímto způsobem se dají vyrábět nádoby s objemem od několika cm^3 až po cca 2 dm^3 . [5]



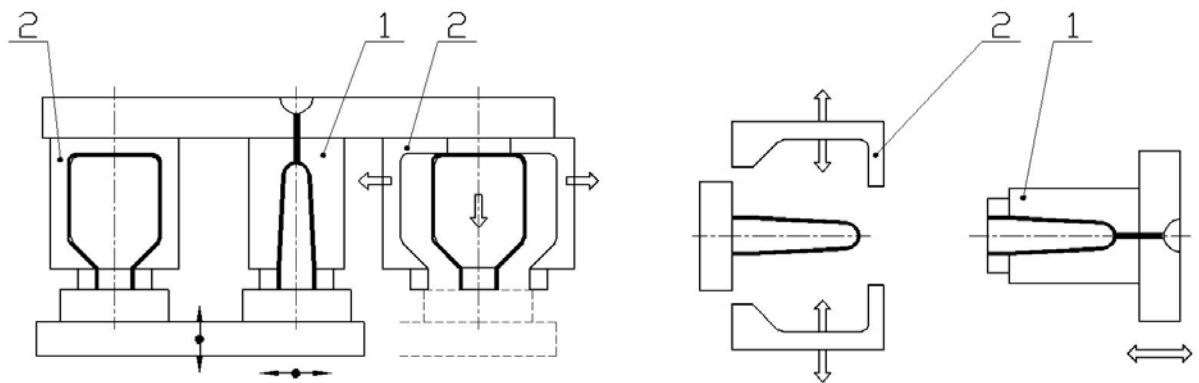
Obr. 23. Vstřikovací vyfukování

1 – vstřikovací forma, 2 – jádro, 3 – preform, 4 – vstřikovací tryska, 5 – vyfukovací forma, 6 – přívod tlakového vzduchu, 7 – výrobek



Obr. 24. Přemísťování preformu natáčením v horizontální rovině

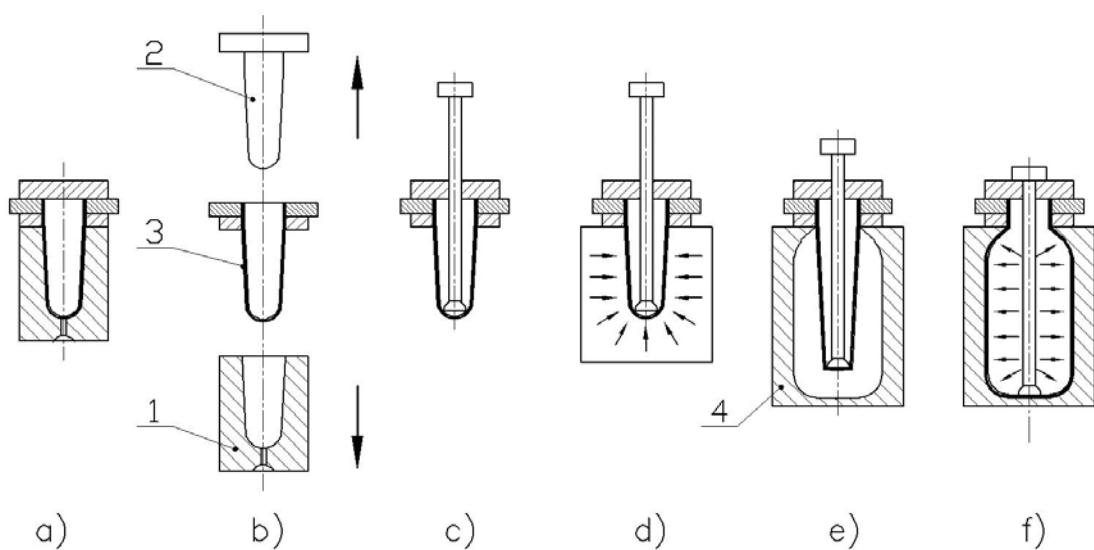
1 – vstřikování preformu, 2 – vyfukování, 3 - temperace



Obr. 25. Přemísťování preformu přesouváním trnu

1 – vstřikovací forma, 2 – vyfukovací forma

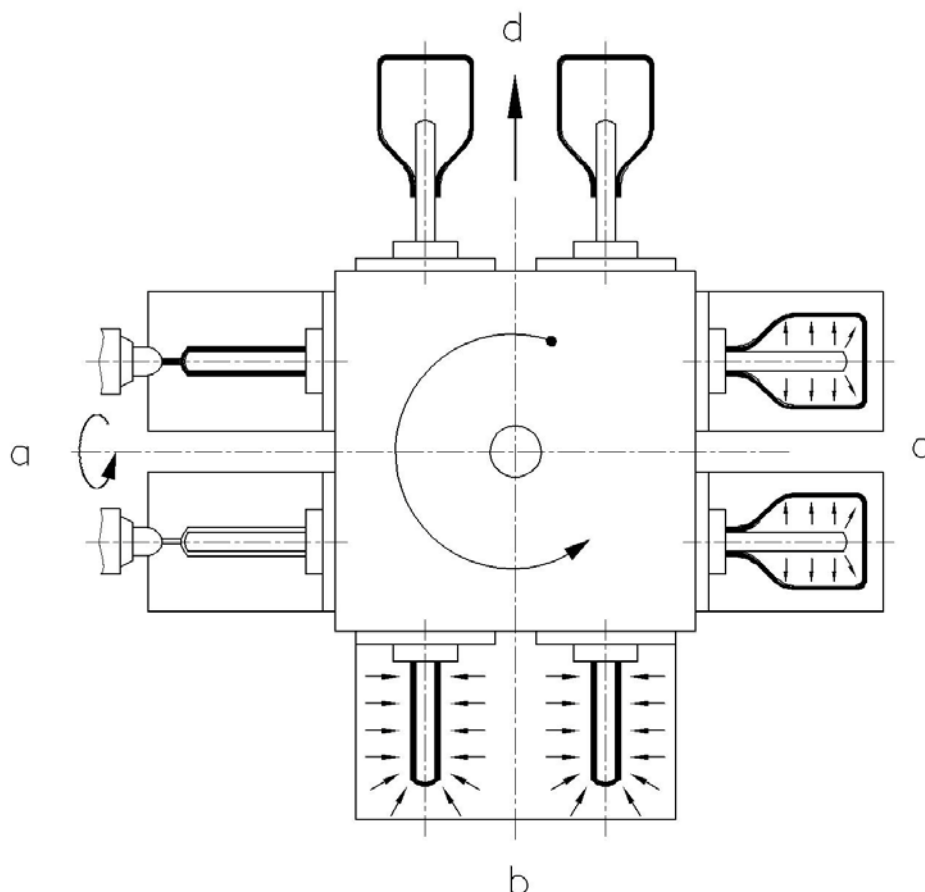
Přemísťování preformu ze vstřikovací formy do vytlačovací je obvykle řešeno natáčením v horizontální poloze (Obr. 24) nebo přesouváním trnu (Obr. 25). Pokud je soustrojí opatřeno jedním vstřikovacím trnem, má po jedné vstřikovací a vyfukovací formě. Z důvodů využití vstřikovací kapacity se používá ústrojí se dvěma trny, které má jednu vstřikovací a dvě vyfukovací formy. Příprava vstřikovaného preformu umožňuje také výrobu orientovaných výrobků (Obr. 26). Vstříknutý preform ochladí tak, aby se mohl vytáhnout trn. Po vyjmutí ze vstřikovací formy se zavede do dutiny preformu orientační trn a preform se temperuje na teplotu orientace. Vytemperovaný preform se přemísť do vyfukovací formy, kde proběhne nejdříve orientace orientačním trnem a potom vyfouknutí. [5]



Obr. 26. Výroba orientovaných vyfukovacích výrobků

1 – vstřikovací forma, 2 – trn, 3 – preform, 4 – vyfukovací forma

Popisovaný způsob umožňuje i výrobu vícevrstvých výrobků. Při výrobě dvouvrstvé nádoby se vstříkne preform ze dvou vstřikovacích jednotek (Obr. 27). Nejdříve se vstříkne vnitřní vrstva po pootočení o 180° se vstříkne vnější vrstva. Následuje temperace preformu, vyfouknutí a vyhození výrobku. [5]

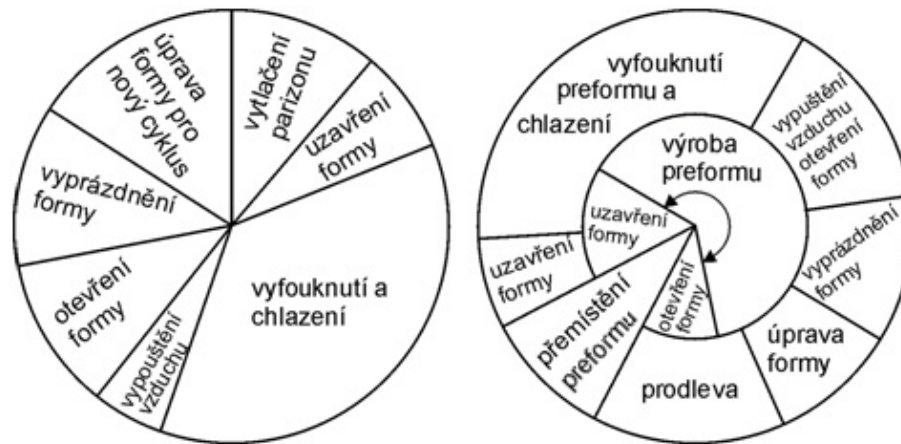


Obr. 27. Vyfukovací ústrojí pro výrobu dvouvrstvých výrobků

a – vstřikování, b – temperace, c – vyfukování, d – stahování výrobků

2.3 Vyfukovací cyklus

Vyfukovací cyklus závisí na způsobu přípravy polotovaru, který se může buď vytlačovat, nebo vstříkovat. Při vytlačování se jedná o parizon, který má tvar krátké hadice, kdežto při vstřikování jde o preform, který má tvar odvozený od tvaru výrobku. Podle toho je rozlišováno vytlačovací vyfukování a vstřikovací vyfukování. Schéma cyklu pro oba způsoby je na obr. 28. [9]



Obr. 28. Schéma vyfukovacích cyklů

V prvním případě může vytlačování parizonů probíhat plynule a další jejich zpracování cyklicky, za použití několika forem. Tento způsob se používá především u výrobků menších rozměrů. U větších výrobků zpravidla šneková jednotka je kombinována s pístovou, aby vytlačení samotného parizonu proběhlo dostatečně rychle. V obou případech bývá cyklus plně automatizován. [9]

2.4 Materiály vhodné pro vyfukování

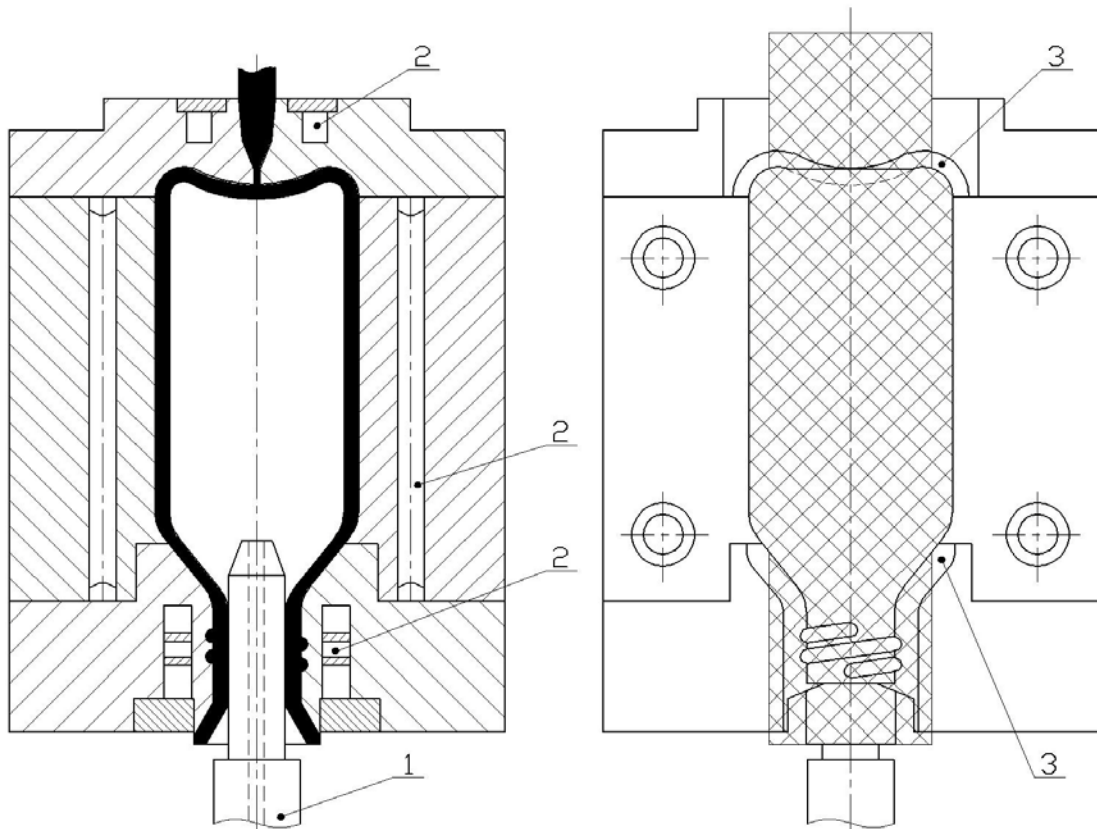
Vyfukováním lze zpracovávat všechny materiály, které procházejí vysokoviskózním stavem a mají při vyfukovacích teplotách dostatečnou tažnost taveniny. Běžně se vyfukováním zpracovávají: IPE, rPE, mPVC, PVC, PETP, PP, PC, hPS, kopolymery PA. Vlastní výběr materiálu se řídí požadovanými vlastnostmi výrobku. Jsou možné i kombinace materiálů ve vrstvách připravených koextruzí (PE+ionomer). [7, 9]

2.5 Vyfukovací formy

Řešení vyfukovacích forem závisí v podstatě na použitém způsobu vyfukování. U vytlačovacího vyfukování se parizon připraví vytlačováním a ve vyfukovací formě se jednak vytvoří uzavření (svaření) dna dutého výrobku, jednak se výrobek vytvaruje a ochladí. U vstřikovacího vyfukování jsou zapotřebí dvě formy, a to jedna pro vstříknutí příslušného polotovaru (parizonu) a druhá pro jeho vyfouknutí, přičemž jádro je pro obě formy společné. [8]

2.6 Formy pro vytlačovací vyfukování

Formy pro vytlačovací vyfukování jsou obvykle řešeny jen jako tvárnice s možností zavedení vyfukovacího vzduchu nebo CO_2 . Podle velikosti dutého výrobku a použitého zařízení mohou být jednonásobné nebo vícenásobné. Schéma jednoduché vyfukovací formy ukazuje obr. 29. Jak je z obrázku patrné, forma je řešena s ohledem na kalibraci hrdla a s přívodem tlakového vzduchu vyfukovacím trnem ve spodní části. [8]



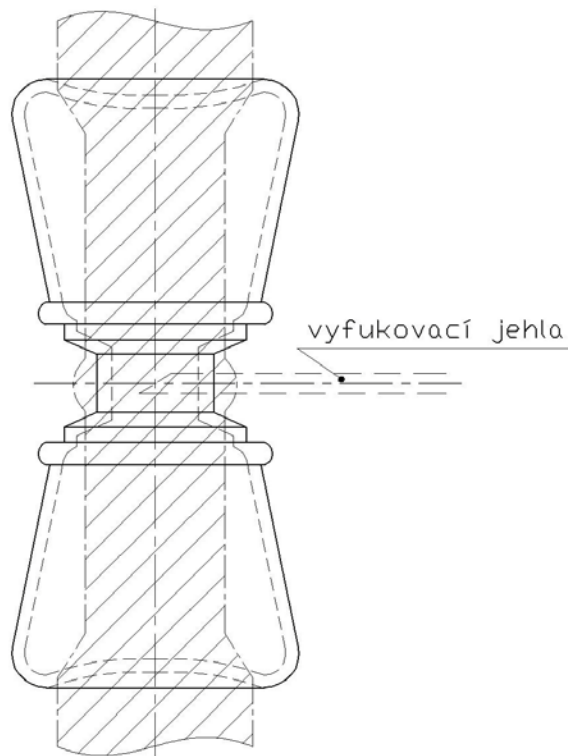
Obr. 29. Schéma vyfukovací formy na láhve

1 – vyfukovací trn, 2 – chlazení, 3 – svařovací plochy

2.6.1 Návrh dutiny formy

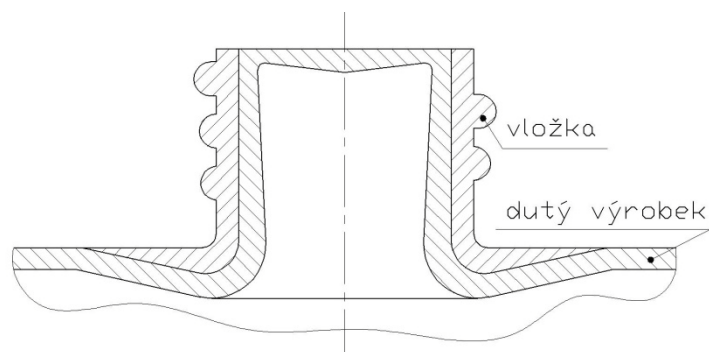
Dutina formy odpovídá v podstatě vnějšímu tvaru vyfukovaného výrobku. Dělicí rovina se umísťuje u rotačních těles do meridiánového řezu, zatímco u těles jiného tvaru pak do roviny souměrnosti. U hranatých těles se dává přednost rovině na střední příčce než na úhlopříčce. Rozměry dutiny formy se stanoví s ohledem na smrštění, které podle druhu hmoty a polohy parizonu se pohybuje mezi 0,5 až asi 3%. Pro snadnější vyjímání jsou

stěny opatřeny úkosy, podobně jako u výlisků nebo výstřiků. Hrany a kouty jsou zaobleny co největšími poloměry. Velké plochy jsou klenuté. S výhodou se výrobky sdružují do dvojic, které se po vyfouknutí rozdělí na samostatné výrobky (Obr. 30). [8]



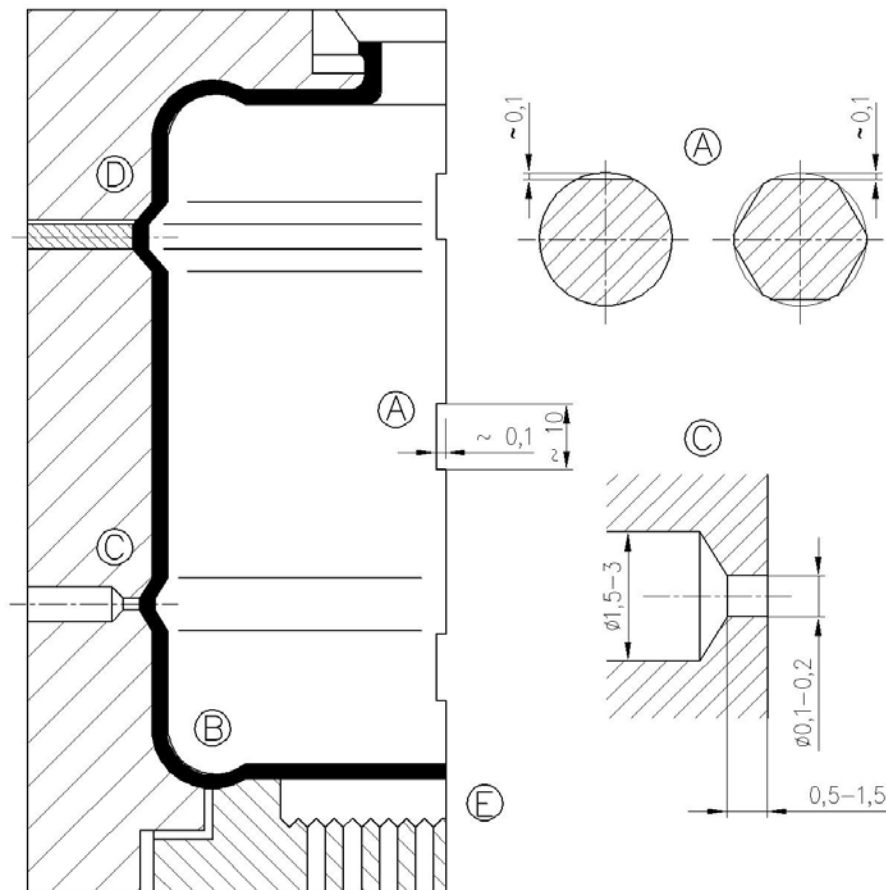
Obr. 30. Vyfukování dvojčete

Nápisy a značky se ryjí zpravidla do formy nebo do vložek, které se do ní pak zaliso-
vávají. Zálisky se používají jako výztuže nebo jako tvarové části. Např. na obr. 31 je zná-
zorněn příklad vložkování závitového hrdla. Vložka se zhotoví vstřikováním a při vyfouk-
nutí se počítá se svařením. Vložku je třeba předežhát nebo povrchově upravit pro lepší spo-
jení s vyfukovaným výrobkem. [8]



Obr. 31. Vložkové hrdlo

Uzavírací síla se počítá tak, aby forma zůstala spolehlivě uzavřena při působení plněného vyfukovacího tlaku. Vyfukovací tlak bývá podle druhu materiálu a tvaru výrobku zpravidla mezi (0,4 – 1,1 MPa). Dosedací plochy musí přesně lícovat, aby se zejména u tenkostěnných výrobků nezeslabil stěna. [8]

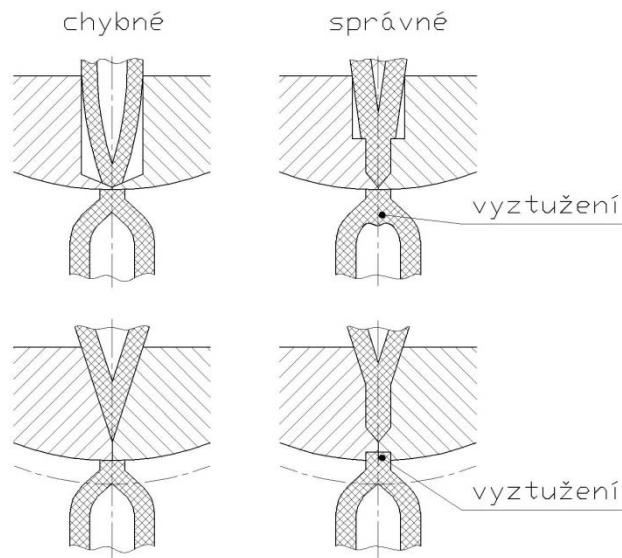


Obr. 32. Odvzdušnění vyfukovacích forem

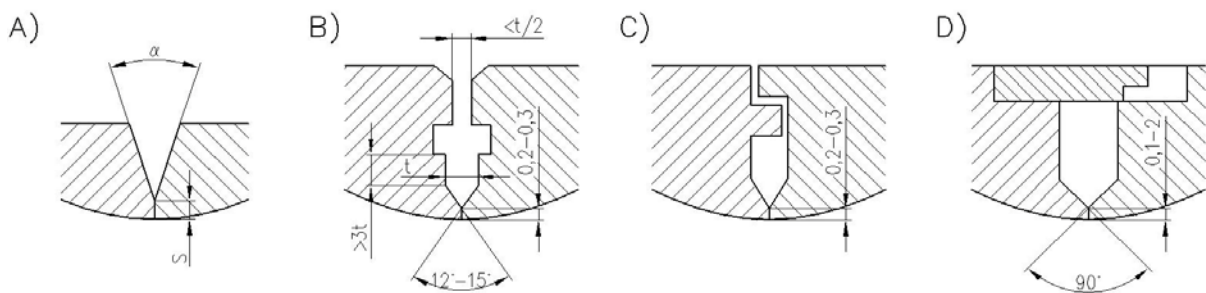
Líc formy má obvykle technický lesk. Vysoký lesk se používá pouze při vyfukování PVC. Pro PE je vhodné líc formy mírně zdrsnit opískováním. Drsný povrch umožňuje lepší odvzdušnění dutiny formy, které je podmínkou přesného tvaru vyfouknutého výrobku. Pro odvzdušnění se umísťují odvzdušňovací štěrbinové otvory do dělicí roviny formy (Obr. 32). Hloubka těchto štěrbin dostačuje kolem 0,1 mm. U velkých dutých výrobků se odvzdušňovací otvory umísťují také do spojů, případně do ozdobných žebér, nebo vyztužených profilů. V posledním případě se ve formě vyvrtá větší otvor, který se vyvložkuje válcovým profilem se sraženou plochou nebo upraveným šestihranným profilem. V některých případech lze použít porézních vložek ze spékanych kovů. Vložky jsou na rubové straně zdrsněny. Spojení s atmosférou je pak zajištěno otvory. [8]

2.6.2 Řešení důležitých součástí forem

Důležitou část vyfukovacích forem představují svařovací plochy, která vytvářejí svary zpravidla u dna a u hrdla dutého výrobku. Vzniklý svar musí být dostatečně pevný. Dosahuje se to tím, že se vhodně upravuje úhel a tvar svařovací plochy (Obr. 33). Velký úhel a široká svařovací plocha nedávají dobré svary. Různé úpravy svařovacích ploch ukazuje obr. 34. Pro rPE bývá úhel $\alpha = 12 - 15^\circ$, zatímco pro POM $\alpha = 35 - 45^\circ$. Tento větší úhel se používá též pro polyolefiny u velkých výrobcích. Šířka svařovací plochy „s“ bývá 0,2 – 3 mm podle velikosti výrobku a druhu vyfukovaného materiálu. Úprava svařovací plochy se zámkem (Obr. 34 B) umožňuje snazší oddělování přetoků, případně zesílení svarů na vyfukovaném výrobku (Obr. 34 C, D). Tloušťka „t“ by měla být dvojnásobkem tloušťky stěny příslušného parizonu. Svařovací plochy jsou zpravidla vytvořeny na kalených vložkách, které jsou upevněny ve formě. Jde totiž o značně namáhané části formy, které bezprostředně ovlivňují kvalitu vyfukovaných výrobků. [8]

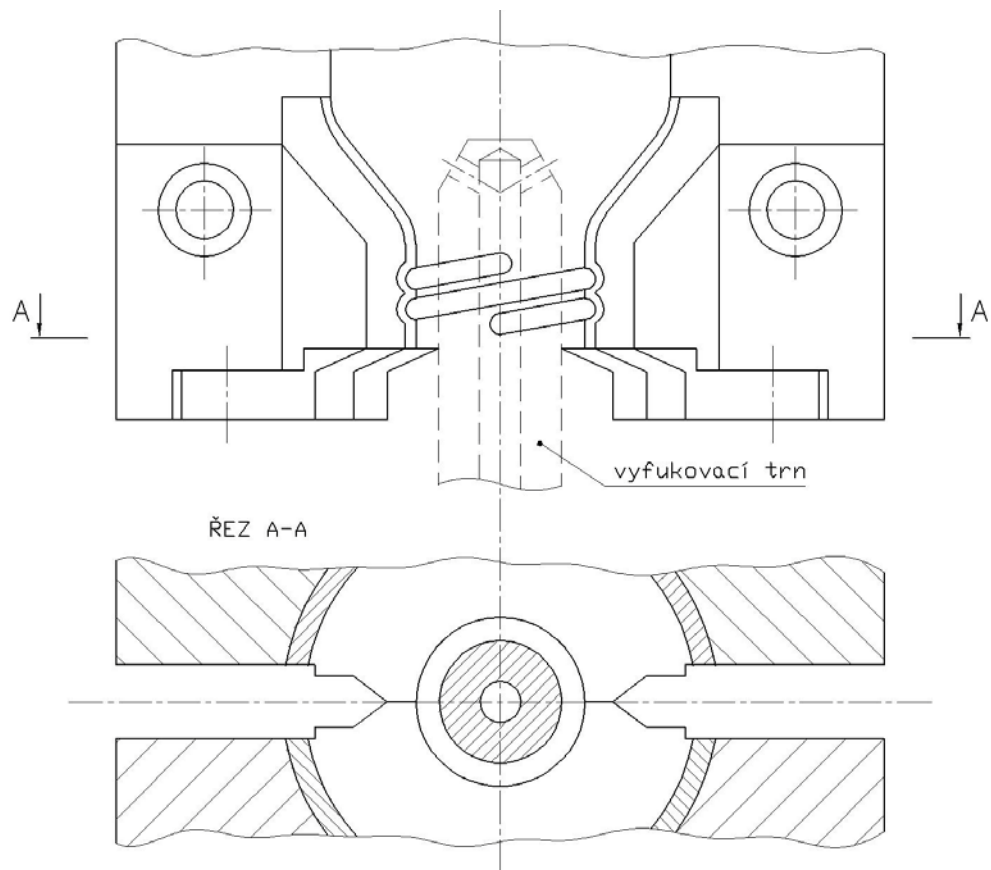


Obr. 33. Tvary svařovacích ploch

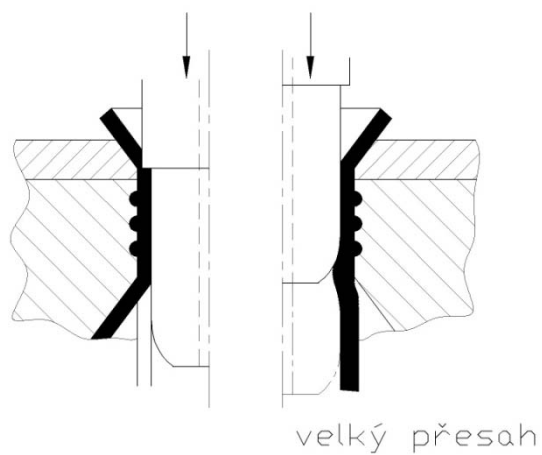


Obr. 34. Profilování svařovacích ploch

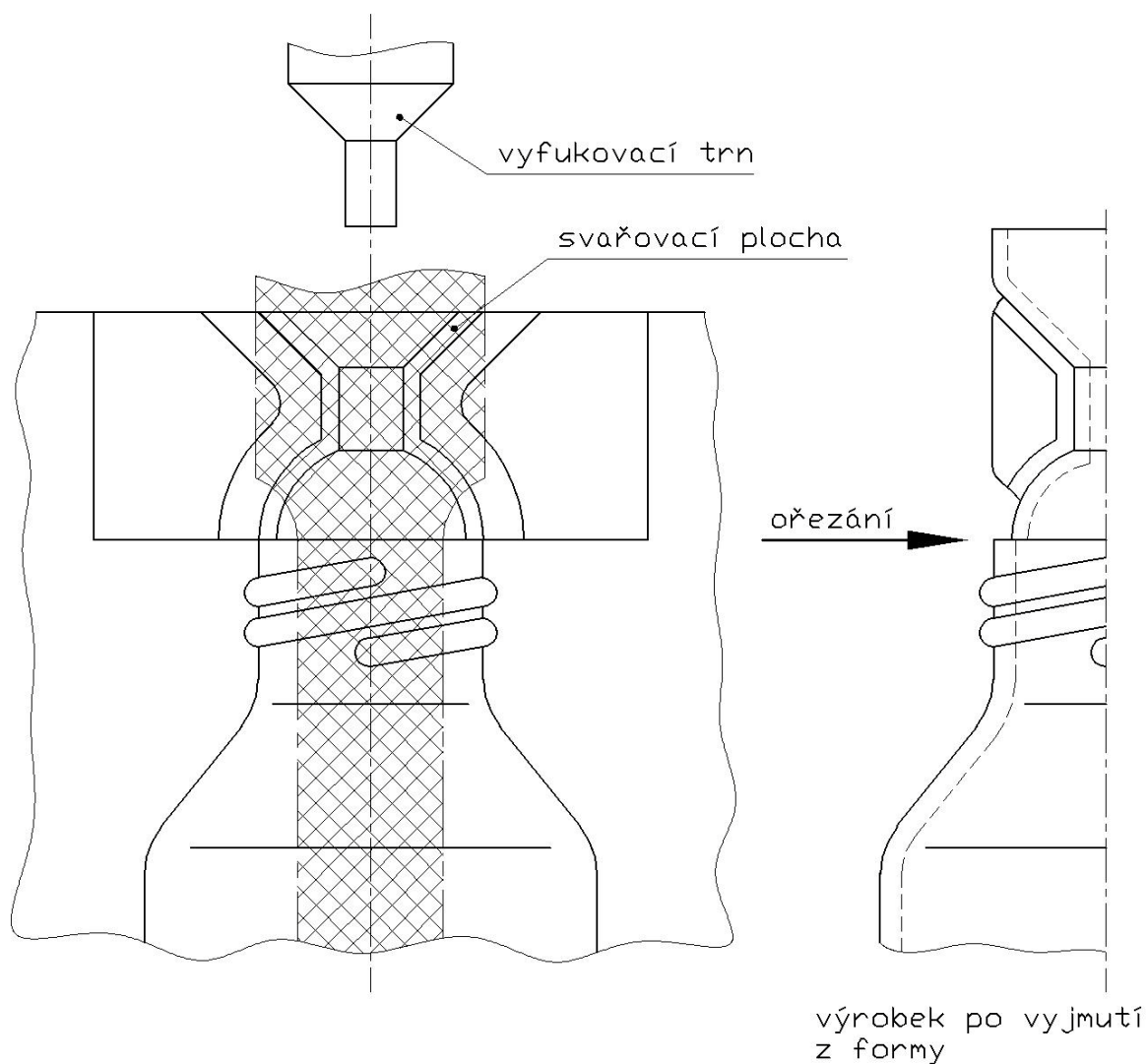
Řešení hrdel dutých výrobků závisí na druhu vyfukovacího zařízení a typu hrdla. Pro běžné láhve se používá buď spodní, nebo horní vyfukování. V prvním případě se hrdlo kalibruje na vyfukovacím trnu (Obr. 35), který byl volně zasunut do parizonu. Přetok se potom vytváří převážně u svařovacích ploch. U vyfukování s horním trnem se kalibrací hrdla zajistí axiální posuv vyfukovacího trnu. Přitom se rozměr hrdla a parizonu nesmí příliš od sebe lišit, aby uvnitř láhve nevznikal přetok (Obr. 36). Přetok se zde odděluje v místě vyznačeném osazením vyfukovacího trnu. Poněkud jiné řešení ukazuje (Obr. 37). Hrdlo nádoby má prodlouženou část, na které se vytvoří svar. Tato část se potom odřeže. Uvedená úprava se používá často u širokohrdlých nádob. U takových nádob lze přetok odstranit také úpravou podle (Obr. 38). Prodloužená část hrdla se odtrhne v místě zeslabeném ostrou hranou. K oddělování přetoku lze také použít vyfukovacího trnu, který se natočí, dokud ještě výrobek dokonale nevychladl. [8]



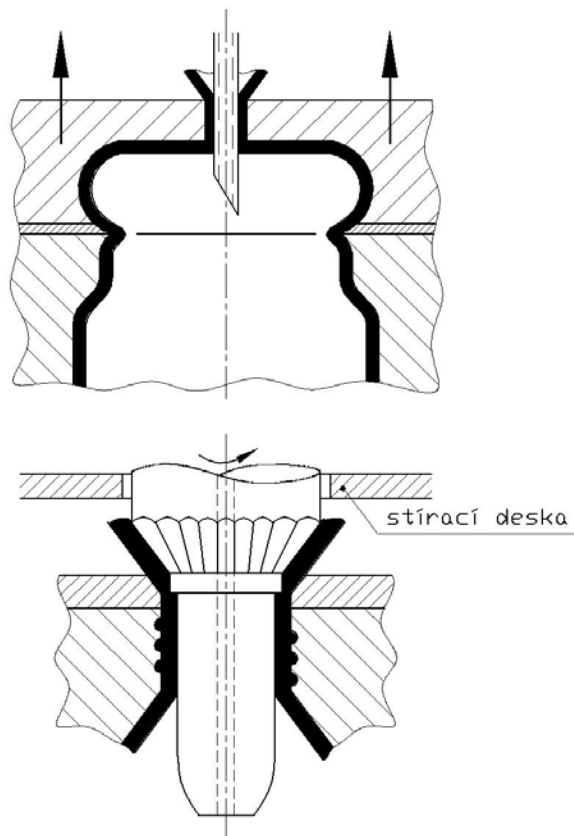
Obr. 35. Vyfukování se spodním trnem



Obr. 36. Vyfukování s horním trnem

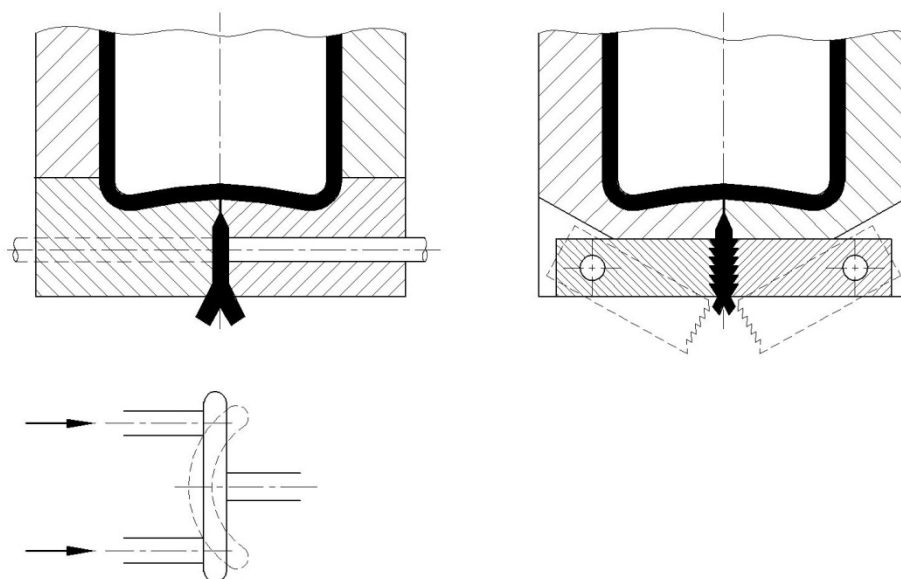


Obr. 37. Úprava konce hrdla pro vyfukování



Obr. 38. Oddělování přetoku u hrdla

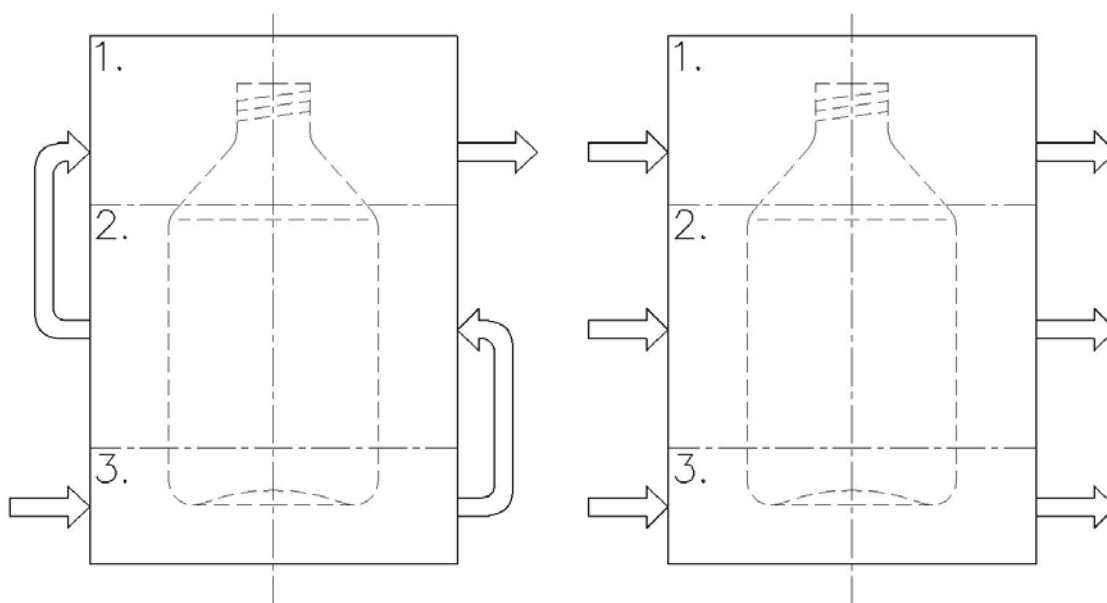
Přetok u dna lze odstraňovat úpravou ve formě, jak ukazuje (Obr. 39). K odtržení slouží kolíky nebo čelisti. Přetoky lze také odstranit protlačením přes vhodnou šablonu. [8]



Obr. 39. Oddělování přetoku u dna

2.6.3 Temperace forem

Teplota formy se udržuje samovolně, případné přehřátí se kompenzuje ofukováním. Velké formy se mohou chladit také vodní mlhou, nebo vodní sprchou. Pro výkonné formy se používá vodních kanálů, které jsou děleny do sekcí. Sekce lze zapojit za sebou, nebo vedle sebe (Obr. 40). Druhý případ je nutný, má-li intenzita chlazení být v jednotlivých pásmech různá. Zpravidla část formy u hrdla a dna vyžaduje rychlejší odvod tepla, aby svary rychle ztuhly. V takovém případě se používá samostatných chladicích okruhů. Chladicí kanály se ve formě umísťují podle údajů uvedených v (Tab. 2), pokud uspořádání přepážek nezajišťuje intenzivní proudění. Do válcových kanálů se mohou vkládat šroubovitě vinuté měděné pásky, aby se zvýšila intenzita přestupu tepla. [8]



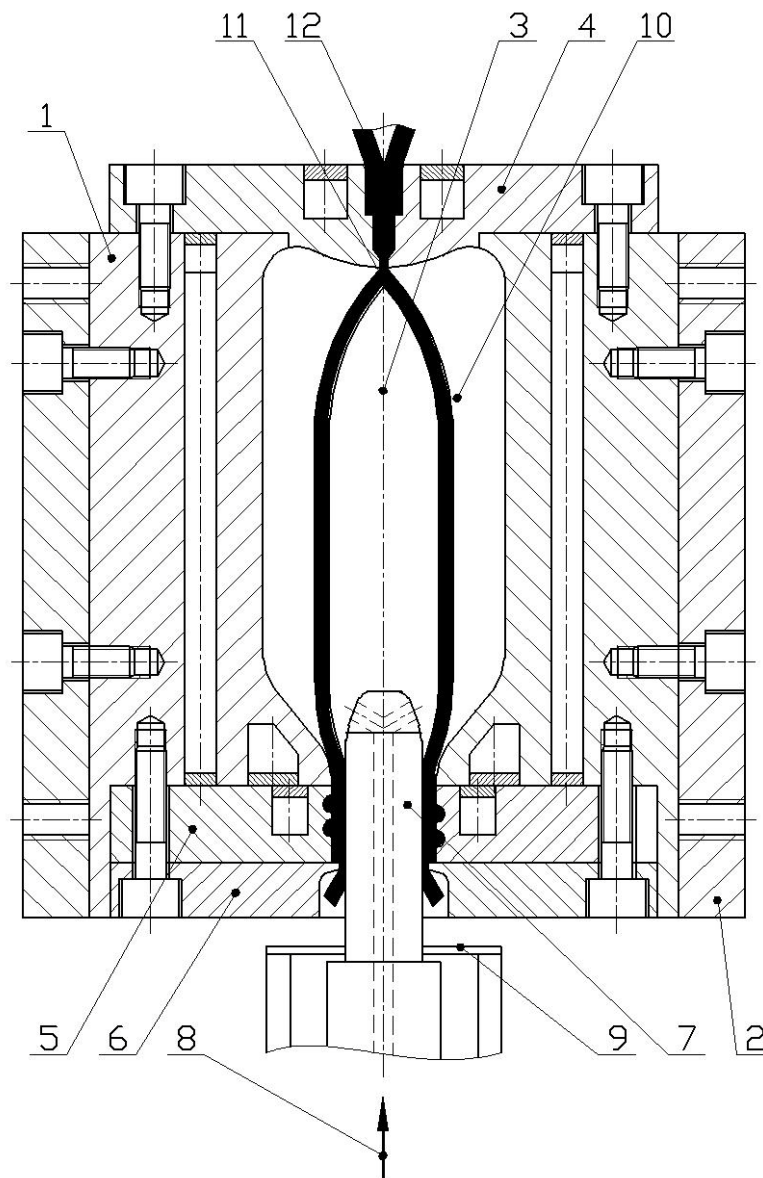
Obr. 40. Chladicí okruhy u vyfukovacích forem

Tab. 2. Poloha chladicích kanálů ve vyfukovací formě

Průměr chladicího kanálu	[mm]	6	8	10	12	14	16	18	20
Vzdálenost od licí formy	[mm]	4	6	8	12	15	20	25	30
Vzdálenost mezi otvory	[mm]	4	5,5	7	9	9,5	11	12	13,5

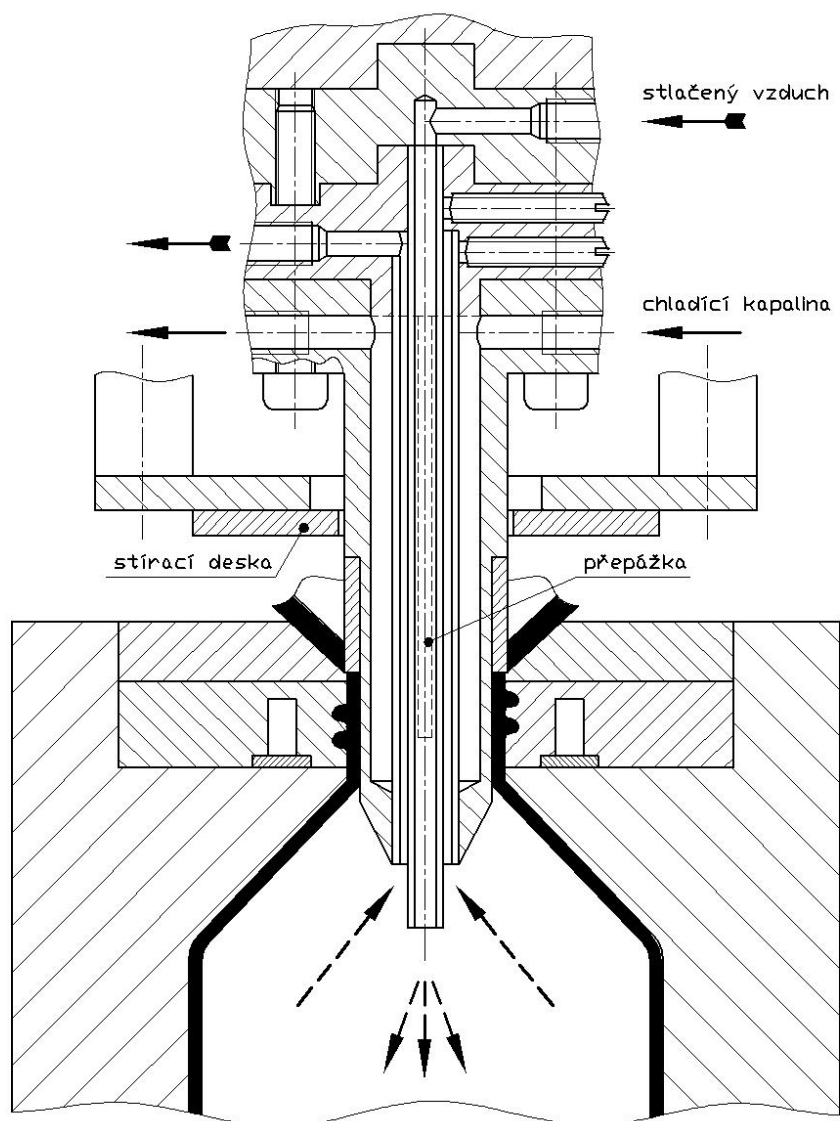
2.6.4 Některé typy vyfukovacích forem

Vyfukovací formy jsou zpravidla dvoudílné, opatřené vložkami. Jednotlivé části formy musí být dokonale slícovány, zvláště u forem určených pro tenkostěnné výrobky. Násobnost forem závisí na výkonu vytačovací jednotky a velikosti výrobku. Jednonásobnou formu pro spodní vyfukování ukazuje obr. 41. Forma má tři samostatné chladicí okruhy. Vyfukovací trn je na obr. 42. Má centrální přívod chladicího vzduchu a oddělování zbytku střížným kroužkem. [8]



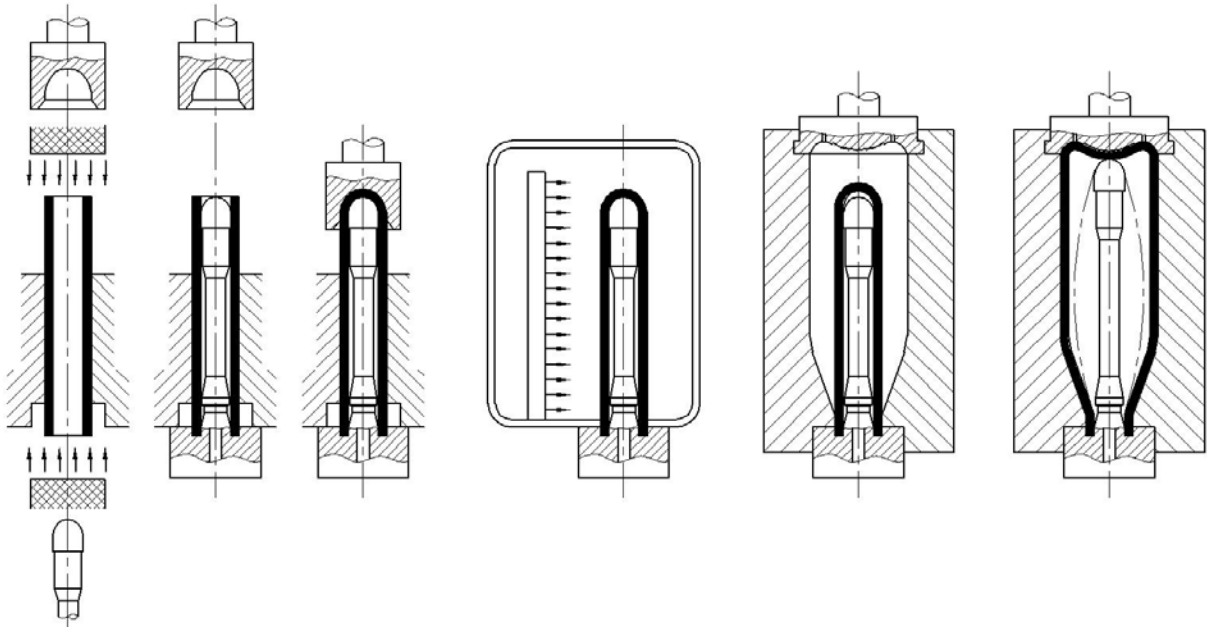
Obr. 41. Jednonásobná vyfukovací forma

1 – tvárnice, 2 – upínací deska, 3 – dělicí rovina, 4 – dno tvárnice, 5 – hrdlo, 6 – kalibrační deska, 7 – kalibrační trn, 8 – stlačený vzduch, 9 – stírací deska, 10 – parizon, 11 – svar, 12 – přetok



Obr. 42. Vyfukovací trn

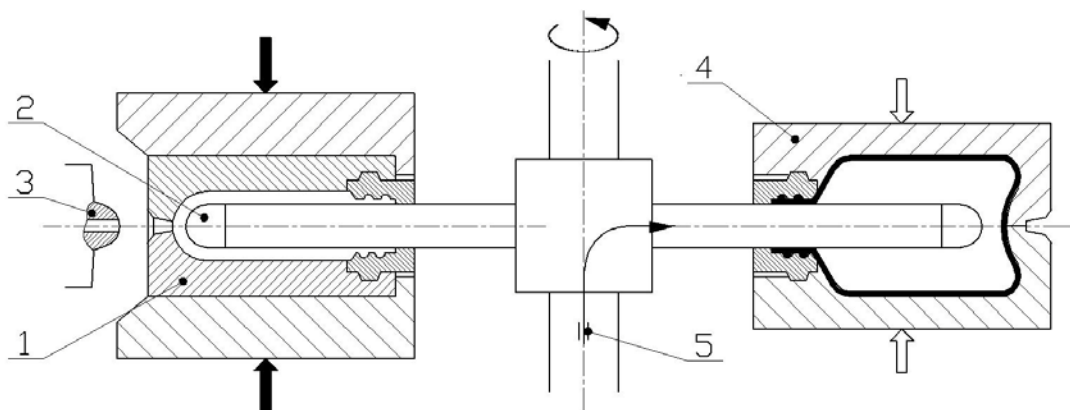
Vyfukovací formy lze také řešit s ohledem na použití ochlazených úřezků trubek. Postup je pak znázorněn na obr. 43. Nejprve se ohřejí konce trubky, aby se mohlo vyformovat dno a hrdlo duté nádoby. Potom následuj ohřev, jehož intenzita je největší u dna a u hrdla nádoby. Po obvodu musí být ohřev rovnoměrný, dosáhne se ho otáčením trnu kolem vlastní osy. Předehřátý parizon se přemístí do vyfukovací formy, kde se dokončí vyfukování a chlazení. Vyfukovací formy jsou chlazeny vzduchem. Jejich řešení je analogické jako u forem pro běžné vytlačovací vyfukování, pouze chybějí svařovací plochy. Popsaný způsob se používá pro PE a PVC. Úřezky trubek musí mít tloušťku stěny s přesností na 0,2 mm. Potřeba energie na výrobek je poněkud větší u tohoto způsobu, ale dosahuje velkých výkonů, protože jednotlivé operace se mohou překrývat. [8]



Obr. 43. Postup vyfukování lahví a úřezků trubek

2.7 Formy pro vstřikovací vyfukování

U vstřikovacího vyfukování jde v podstatě o dvojici forem, které mají společné jádro. Toto jádro v první formě funguje jako, tvárník, v druhé pak jako vyfukovací trn (Obr. 44). Řešení forem je třeba přizpůsobit typu použitého stroje. Přemísťování jader ze vstřikovací do vyfukovací formy může probíhat bezprostředně nebo po mezipolohách, a to buď pootočením, nebo posuvem. Obecně lze využít pro řešení forem zásad platných pro formy vstřikovací. Některé zvláštnosti jsou uvedeny dále. [8]



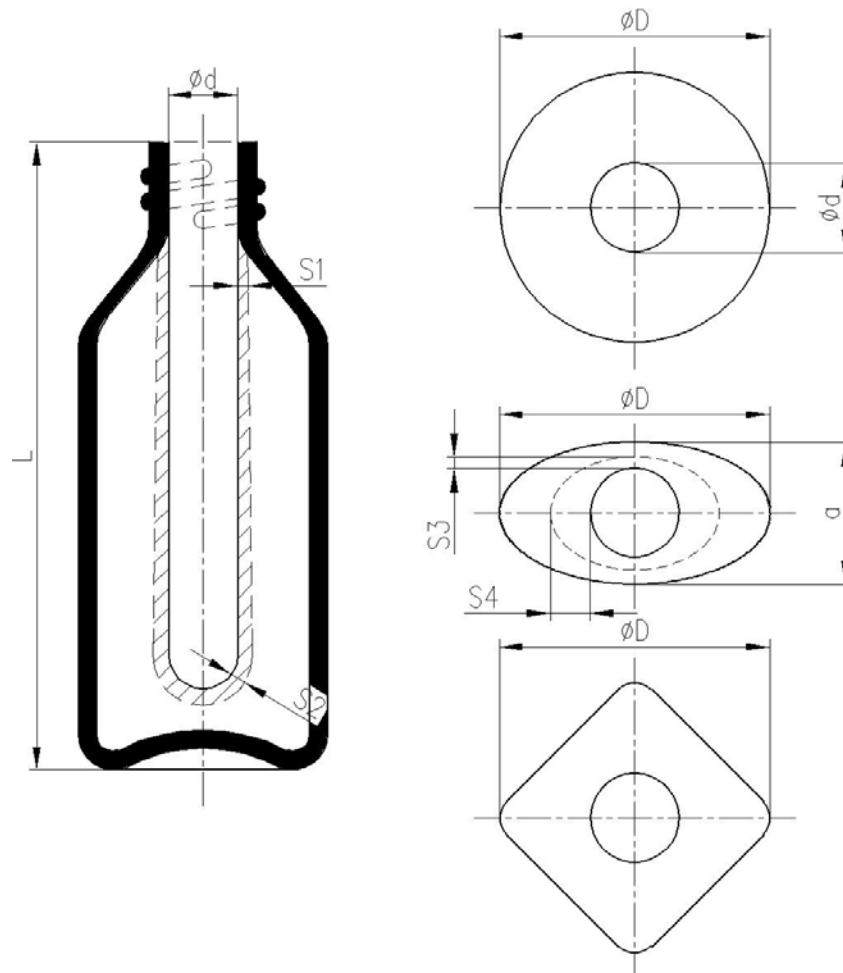
Obr. 44. Schéma vstřikovacího vyfukování

1 – vstřikovací tvárnice, 2 – jádro, 3 – vstřikovací tryska, 4 – vyfukovací tvárnice,
5 – přívod stlačeného vzduchu

2.7.1 Návrh dutiny formy

Poměry dutiny vstřikovací i vyfukovací formy jsou mezi sebou vázány. Vnější rozměry musí respektovat smrštění použitého plastu. Tvarově jsou pro vyfukování nejvhodnější rotační symetrické tělesa (Obr. 45). Mezní proporce se uvádějí takto:

$$d : D = 1 : 4; d : L = 1 : 12; a : D = 1 : 1,5; s_1 : s_2 = 1 : 3; s_3 : s_4 = 1 : 2$$



Obr. 45. Průřezy vyfukovacích výrobků

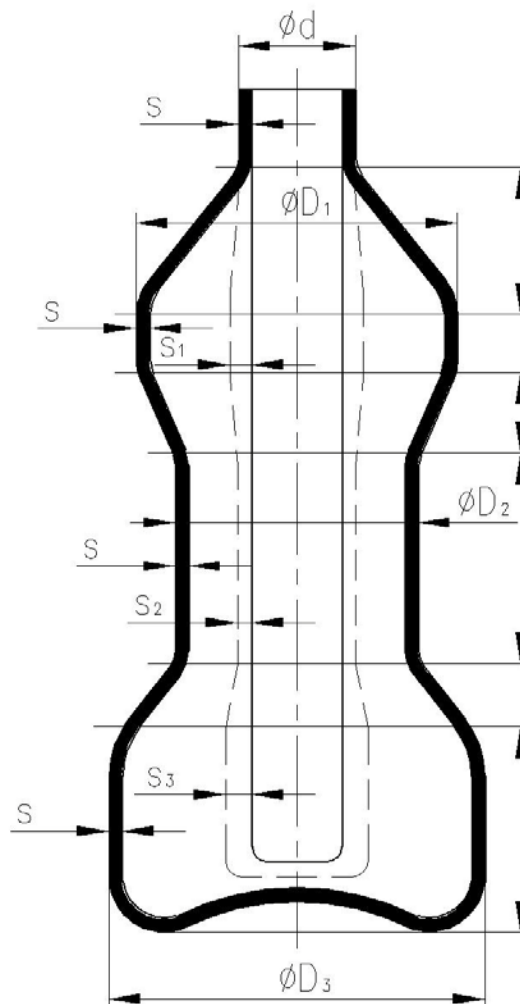
Překročení těchto proporcí vede obvykle k zvýšenému výskytu zmetků. Tloušťka stěny výstřiku neklesá zpravidla pod 0,5mm u malých polotovarů a pod 1 - 2mm u větších polotovarů. Na druhé straně tloušťka stěny zřídka překračuje 5 mm, aby se příliš neprodložoval vstřikovací cyklus. [8]

Při návrhu se vychází od minimální tloušťky stěny, která se potom profiluje tak, aby u hotového výrobku byla prakticky rovnoměrná (Obr. 46). U kruhového průřezu lze počít-

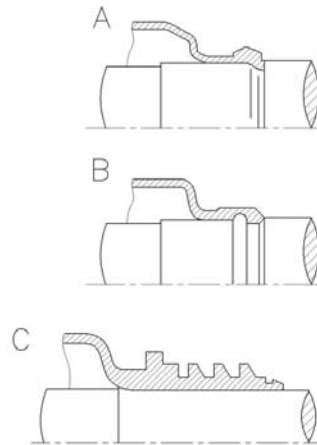
tat, že při vyfukování se bude tloušťka stěny měnit lineárně se změnou průměru, čili $D_1 : D_2 : D_3 = s_1 : s_2 : s_3$.

Profilování tloušťky stěny lze dosáhnout buď úpravou tvárníku nebo tvárnice podle toho, co bude výrobně jednodušší a zda tvárnice je dělená či nikoliv. Délku výstřiku je třeba kontrolovat s ohledem na délku tokové dráhy, která závisí jak na tloušťce, tak také na teplotě formy. [8]

Závislost tokové dráhy na teplotě formy je málo výrazná, zejména u PVC a POM. Uzavírací síla se stanoví stejně jako u vstřikovacích forem. Obdobně se také řeší odvzdušnění dutiny formy. [8]



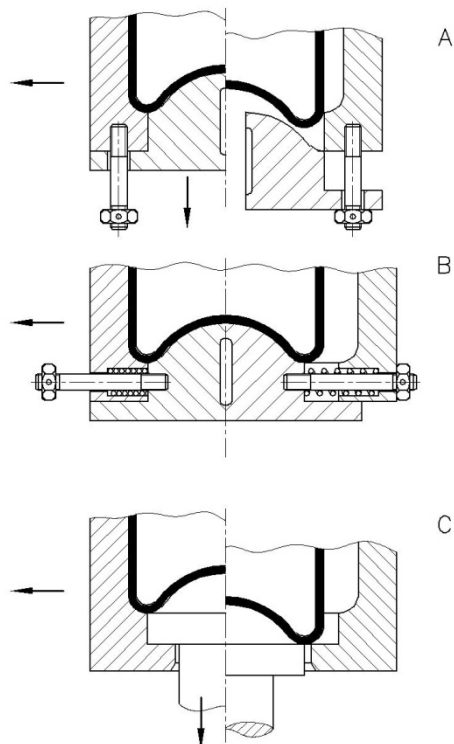
Obr. 46. Profilování tloušťky stěny láhve



Obr. 47. Hrdla vyfukovaných lahví

A – vnější kroužek, B – vnitřní zápich, C – závit

Hrdlo se řeší obvykle se závitem. Jiné způsoby uzavírání hrdla ukazuje obr. 47. Těsnění se může dosáhnout na vnitřním nebo vnějším obvodu hrdla. Dno bývá klenuté. Toto klenutí představuje vlastně podkos. U pružných materiálů podkos není na překážku při vyhazování. U materiálů tvrdých (PS) nebo u lahví s hlubokým klenutím dna musí být forma vícedílná (Obr. 48) Dno formy může být posuvné axiálně (Obr. 48 A, C) nebo radiálně (Obr. 48 B). [8]

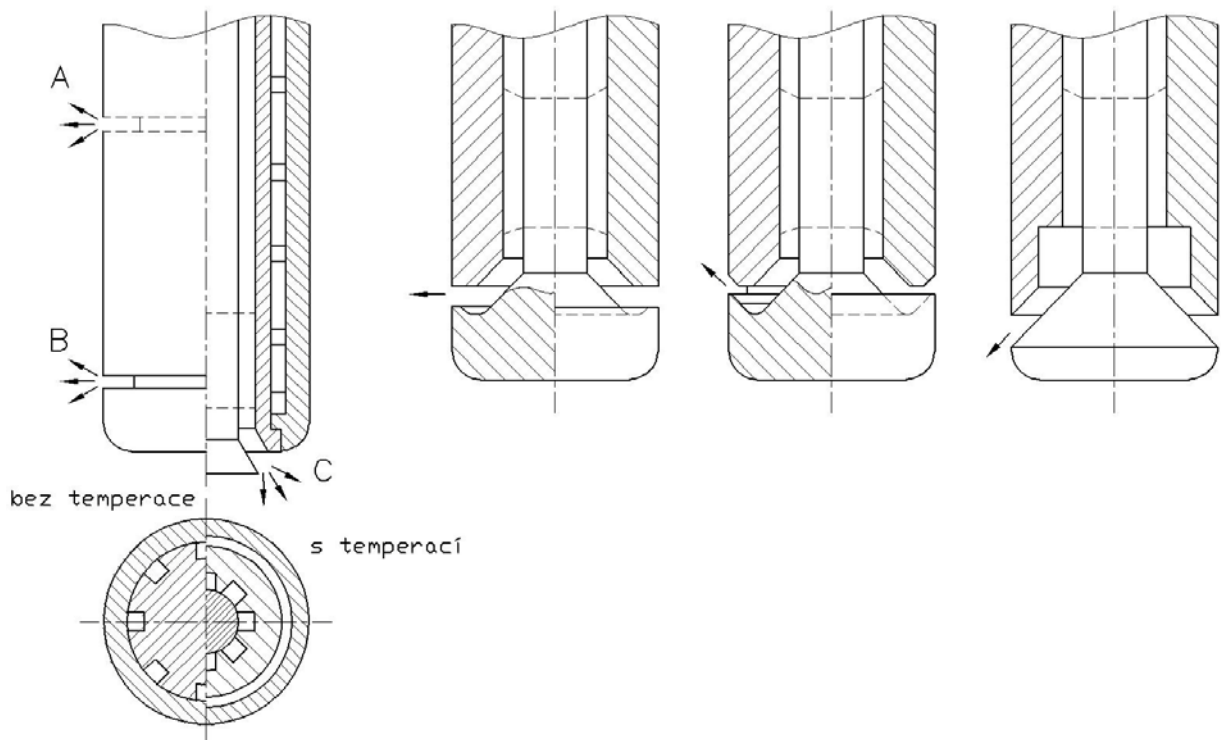


Obr. 48. Řešení formy na láhve s klenutými dny

2.7.2 Řešení důležitých součástí forem

Tvárnice u vstřikovací formy může být jednodílná nebo dvoudílná. U jednodílné formy odpadá uzavírací zařízení, ale vystříknutý polotovár musí se vyjímat z formy v axiálním směru. K tomu účelu je třeba opatřit stěny úkosy kolem $0,5^\circ$. U dvoudílné formy je větší volnost v tvarovém řešení, ale na výstřiku zůstane stopa po dělicí rovině. Vyfukovací forma je vždy dělená. [8]

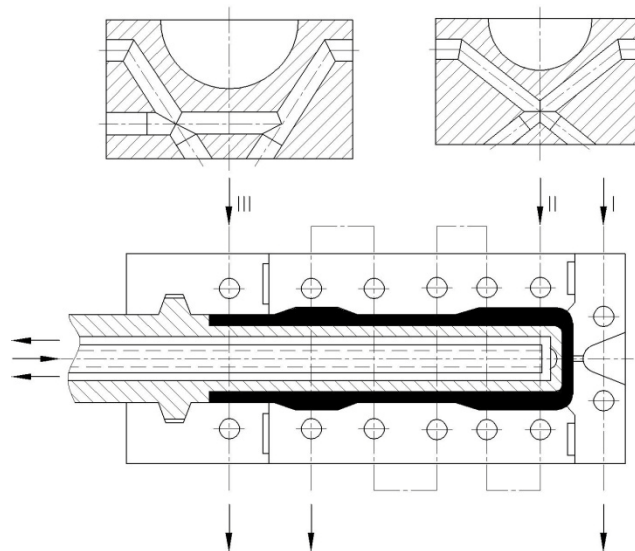
Společným dílcem pro obě formy je jádro. Jeho řešení závisí na velikosti a tvaru výrobku. Jádro bývá temperované a umožňuje přívod stlačeného vzduchu pro vyfukování. Vstup stlačeného vzduchu může být u dna nebo u hrdla výrobku (Obr. 49 A, B, C). Rozhodující je vliv stopy po profilovém sedle na vzhled hotového výrobku. Může-li stopa zůstat na dně vyfukovaného výrobku, umísťuje se ventil do čela vyfukovacího trnu. Nejmenší průměr ventilu bývá 10 mm. Sedlo ventilu může mít různý sklon, jak ukazuje (Obr. 49). Toto uspořádání však nemá zásadní vliv na průběh vyfukování. Vyfukovací tvárnice je řešena stejně, jak bylo popsáno v předcházející části. K vyhazování se může použít přímo stlačeného vzduchu nebo stírací desky, příp. stíracího hřebenu. [8]



Obr. 49. Řešení vyfukovacího trnu

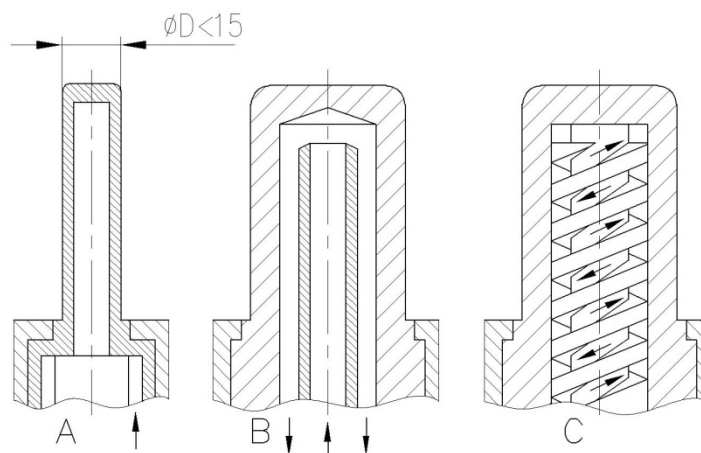
2.7.3 Temperace forem

Temperaci se zajišťuje správné rozdělení teplot na formě. Temperační kanály na tvárnici se zpravidla dělí do sekcí (Obr. 50). Nejintenzivnější chlazení se umísťuje k ústí vtoku (I) a k hrdlu láhve (III). Střední pásmo (II) se temperuje přiměřeně. [8]



Obr. 50. Temperace forem

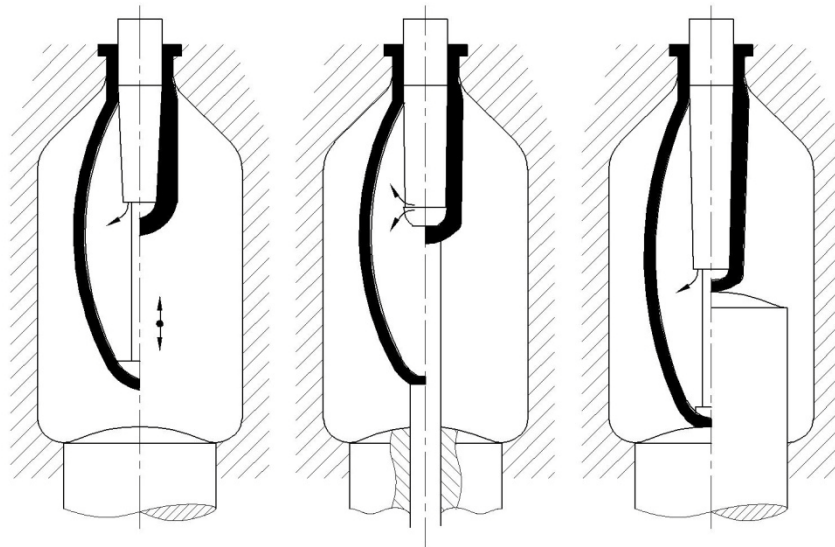
Chladicí kanály mají být pokud možno stejně vzdáleny od líce formy. Některé případy řešení ukazuje obr. 50. Jisté potíže vznikají při temperaci jádra, které bývá poměrně dlouhé. Některé případy řešení ukazuje obr. 51. Tenké trny se vložkují mědí (A). Měděná vložka zasahuje do prostoru, kterým proudí temperační médium. V některých případech lze také použít patronového topení. U větších průměrů jader lze použít soustředné trubky (B) nebo vložky s dvouchodým závitem (C). Chlazení vyfukovacích forem je zcela analogické. [8]



Obr. 51. Temperace jader

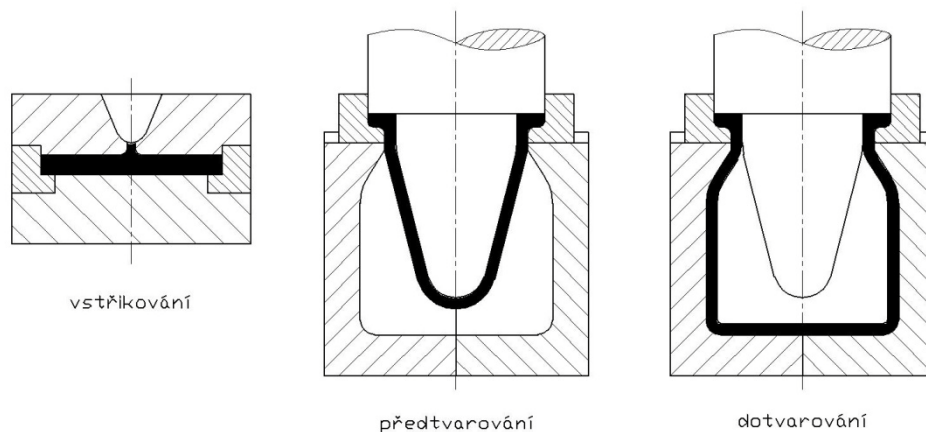
2.7.4 Některé typy vstřikovacích forem

Běžné vyfukovací postupy byly postupně doplněny některými postupy zvláštními. Jedním z nich je vyfukování s orientací. Schéma tohoto postupu ukazuje obr. 52. Polotovar se vyrobí poměrně krátký s větší tloušťkou stěny. Při teplotě orientace se polotovar protahuje současně v axiálním i obvodovém směru. Podmínkou je rovnoměrná tloušťka stěny a rovnoměrná teplota celého výstřiku. Orientací se zlepšují mechanické vlastnosti a zvyšuje využití materiálu. [8]



Obr. 52. Princip vyfukování s orientací

Pro širokohrdlé láhve lze použít jako polotovaru jednoduchého kotoučku (Obr. 53). Ještě dostatečně teplý kotouček se nejdříve mechanicky přetvaruje a potom dotvaruje stlačeným vzduchem nebo kombinací přetlaku a podtlaku. [8]



Obr. 53. Vyfukování širokohrdlých lahví

II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 STANOVENÍ CÍLŮ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zadání:

- vypracovat literární studii na dané téma,
- provést návrh vhodných výrobků vyráběných vyfukováním,
- navrhnout vytlačovací hlavu,
- provést konstrukci vyfukovací formy pro navržené díly,
- připravit výrobní dokumentaci.

Hlavní náplní literární studie je seznámení s oblastí vytlačování a vyfukování plastů. V této části jsou detailněji popsány jak vytlačovací stroje a vytlačovací hlavy, tak i technologické postupy pro vytlačovací a vstřikovací vyfukování plastů a k nim používané formy.

V praktické části budou pak navrženy reklamní předměty, vhodné pro zhotovení metodou vytlačovacího vyfukování, které lze vyrobit na stroji, jež se nachází v laboratořích Technologické fakulty Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. Jedná se o stroj typu GM250 od firmy GDK.

Ke dvěma vybraným předmětům bude navržena vytlačovací hlava a konstrukce vyfukovacích forem za pomoci počítačového programu CATIA V5R18.

K těmto dílům bude zpracována kompletní výrobní dokumentace včetně 3D modelů a vizualizace, taktéž ve výše uvedeném programu.

4 ZÁKLADNÍ INFORMACE O POUŽITÝCH SOFTWARECH

Catia V5R18

CATIA je nejpoužívanější CAx systém v automobilním a leteckém průmyslu určený pro 3D konstruování ve všech oblastech CAD/CAM/CAE. Systém je vyvíjen společností Dassault Systemes, prodáváný a podporovaný společností IBM.

HASCO Digital R1/2011

HASCO Digital je digitální 3D knihovna normálií, obsahující všechny komponenty týkající se konstrukce forem, které firma HASCO nabízí. 3D Knihovna taktéž poskytuje veškeré možné informace o rozměrech a materiálech dílců. 3D dílce lze importovat do mnoha dalších softwarů a umožňuje tak zjednodušení při návrhu forem.

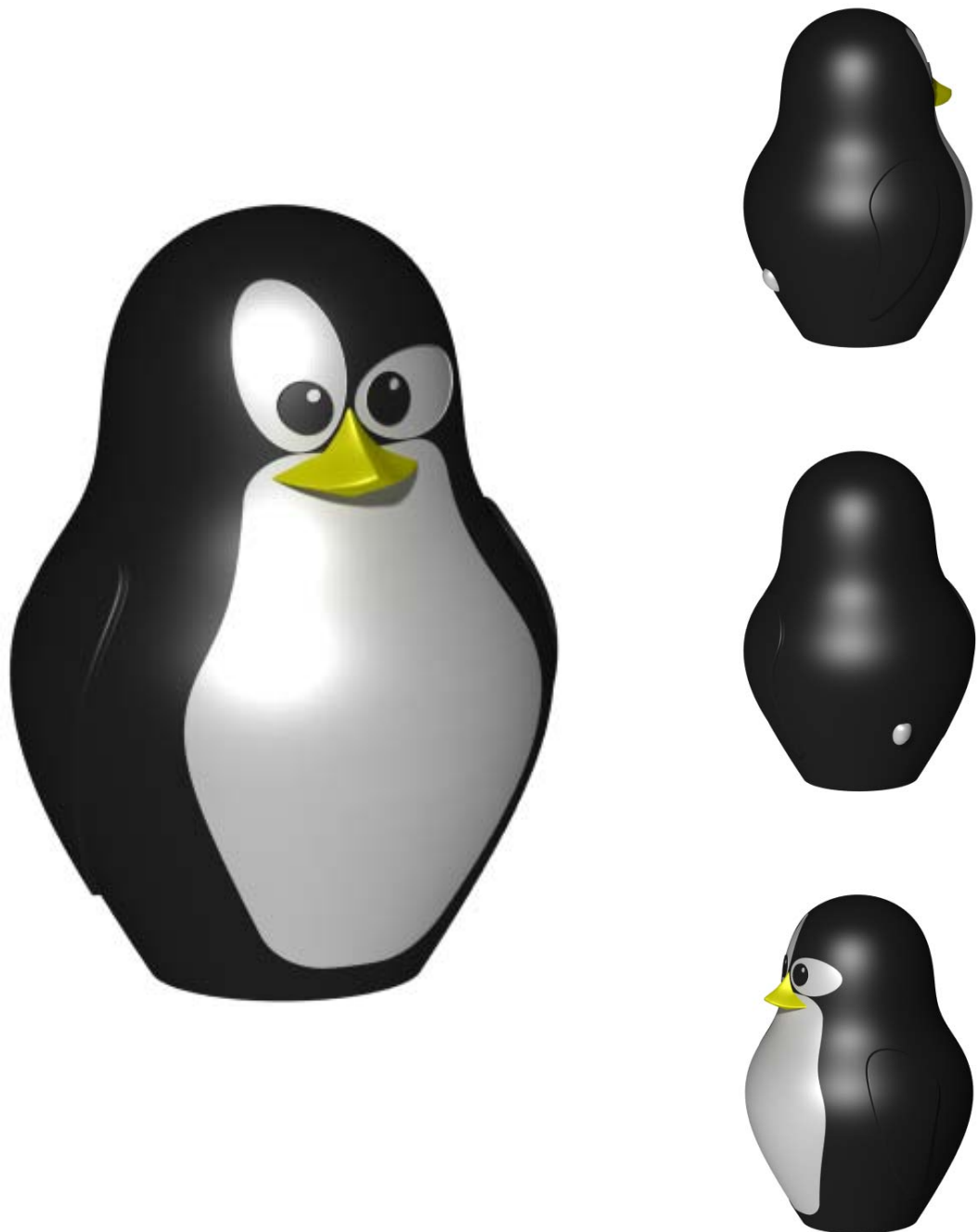
AutoCAD 2010

AutoCAD je určený pro vytváření technických výkresů a koncepčních 3D modelů všech profesí. AutoCAD je využíván ve stavebnictví, architektuře, strojírenství, elektrotechnice, geodézii a v dalších oborech. Formát výkresů AutoCADu DWG je standardem pro předávání technických výkresů a umožňuje tak bezproblémovou komunikaci mezi jednotlivými profesemi. Naprostá většina současných CAD aplikací nabízí možnost exportu a importu výkresů z AutoCADu.

5 SPECIFIKACE VÝROBKŮ

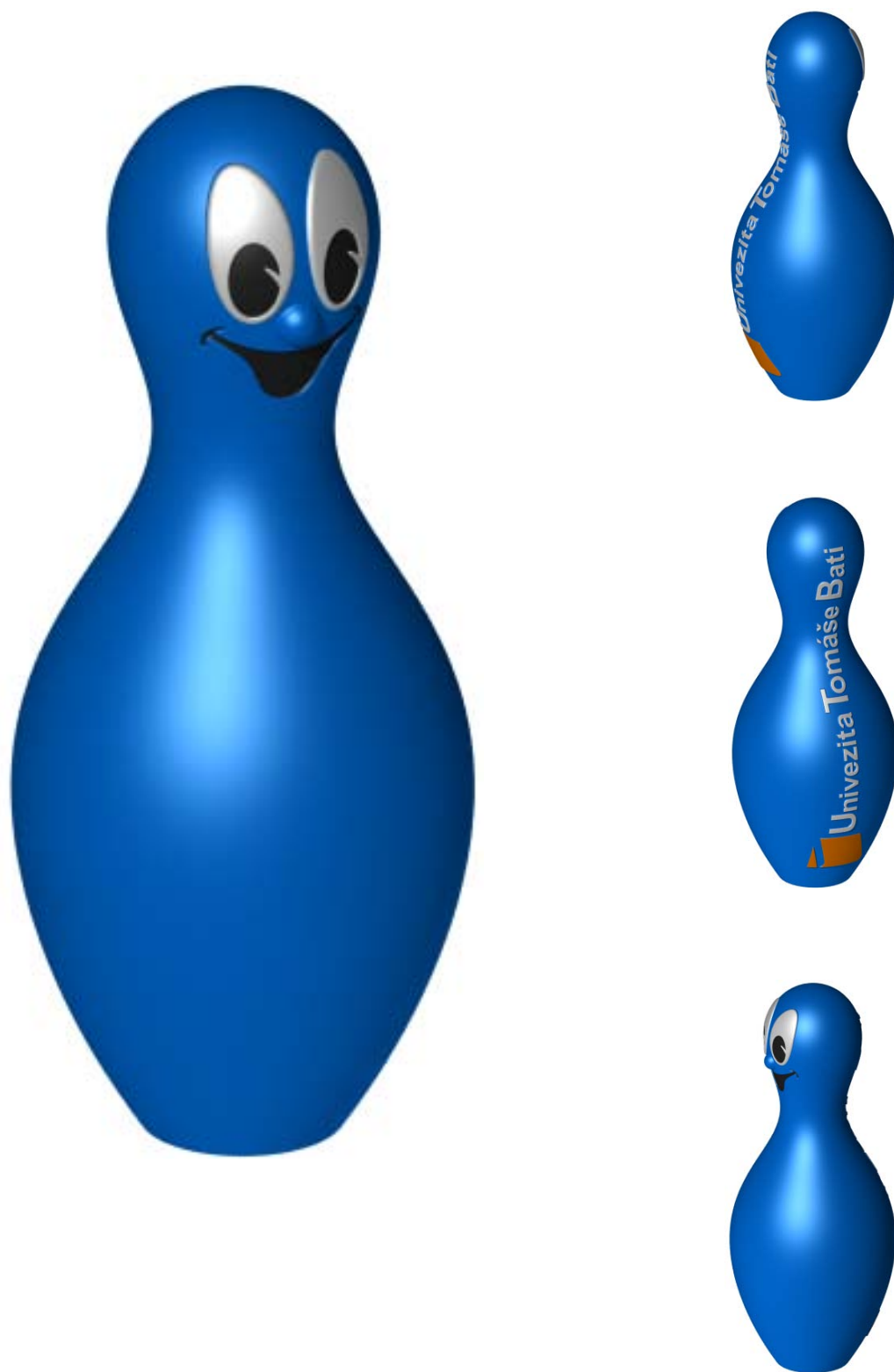
5.1 Tvary navržených výrobků

Návrh č. 1 – „tučňák“



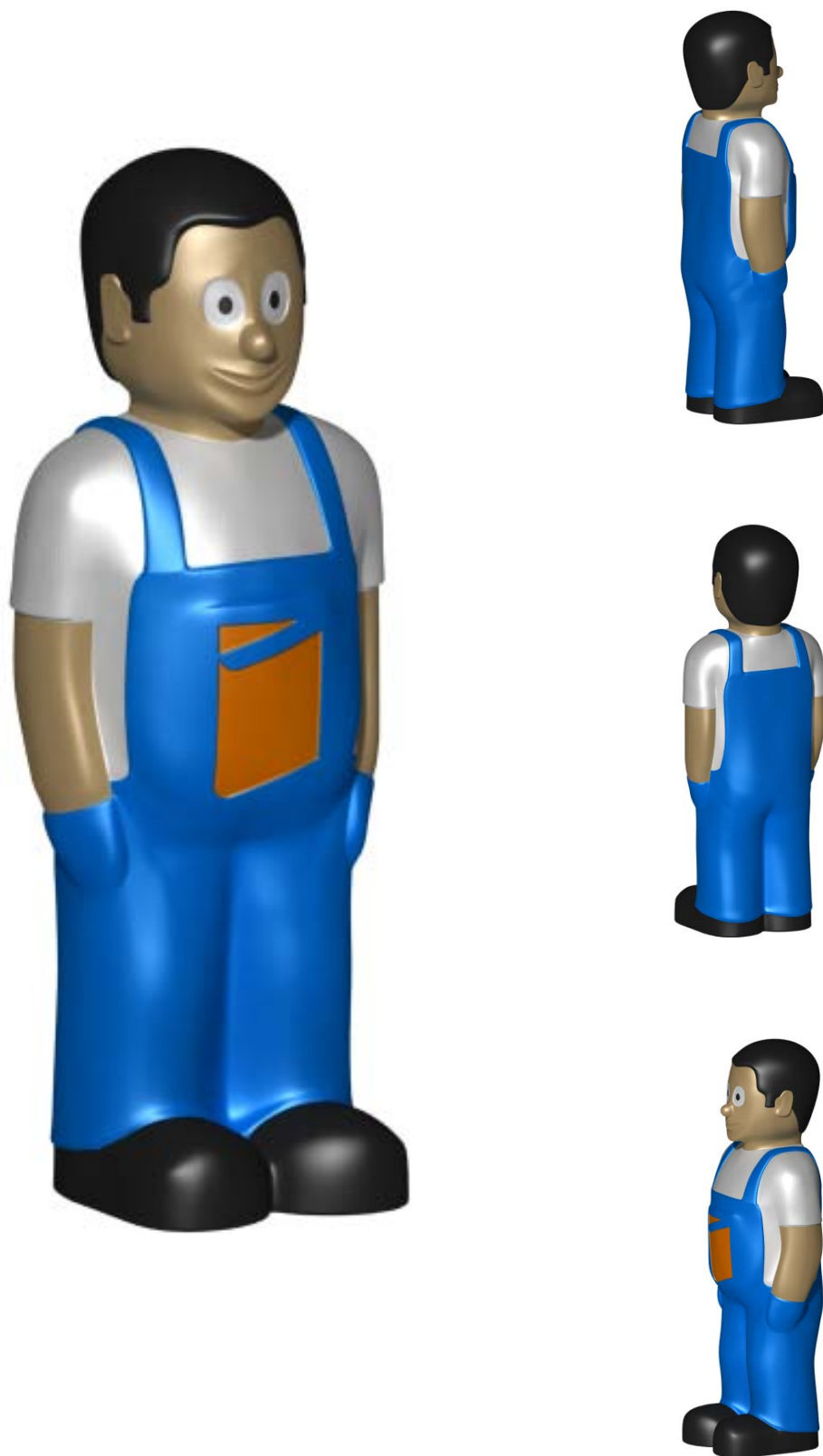
Obr. 54. Vizualizace návrhu č. 1 – tučňák

Návrh č. 2 – „kuželka“

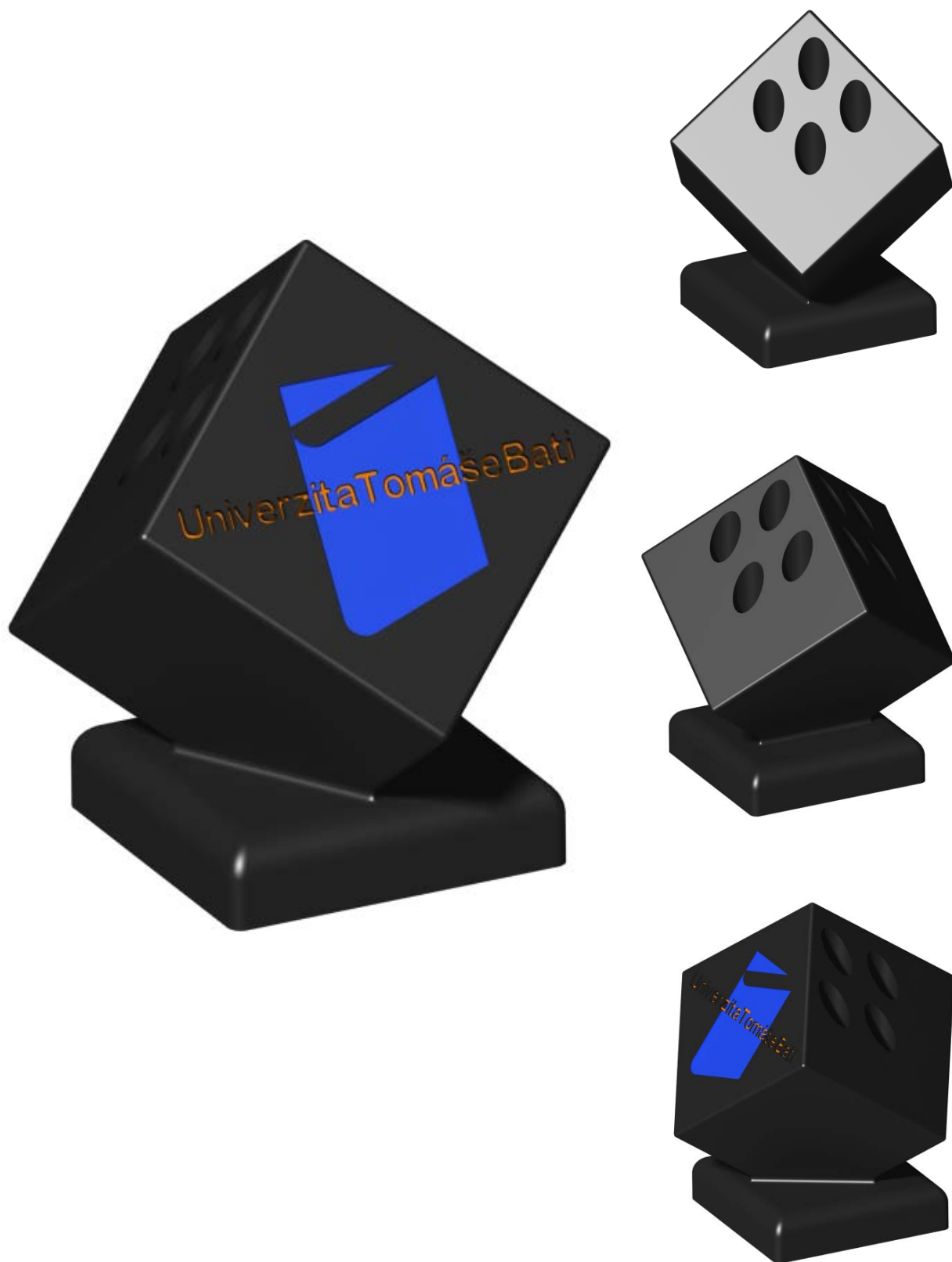


Obr. 55. Vizualizace návrhu č. 2 – kuželka

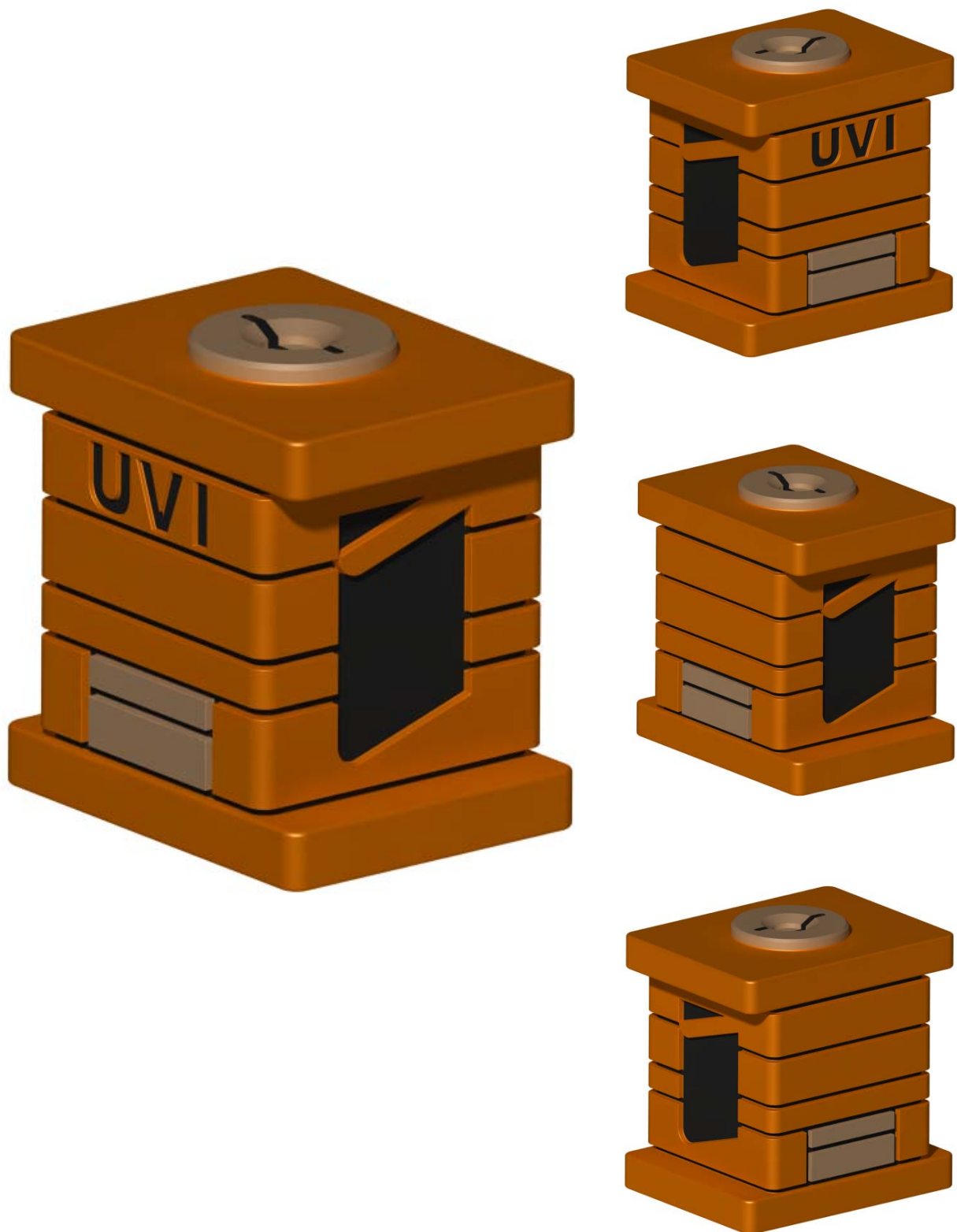
Návrh č. 3 – „postava“



Obr. 56. Vizualizace návrhu č. 3 – postava

Návrh č. 4 – „stojánek na tužky“*Obr. 57. Vizualizace návrhu č. 4 – stojánek na tužky*

Návrh č. 5 – „pokladnička ve tvaru vstříkovací formy“



Obr. 58. Vizualizace návrhu č. 5 – pokladnička ve tvaru vstříkovací formy

5.2 Materiál výrobků

Výrobním materiálem pro vybrané návrhy byl zvolen LITEN BB 29 H s následující charakteristikou:

LITEN BB 29 H je kopolymer s širokou distribucí molekulových hmotností, vhodný pro vyfukování a vytlačování. Typ vykazuje zlepšenou zpracovatelnost a velmi dobrou vyváženost mezi tuhostí, rázovou houževnatostí a odolností proti korozi za napětí. Typickou aplikací je výroba technických dílů. Typické vlastnosti materiálu obsahuje tab. č. 3.

Tab. 3. Typické vlastnosti materiálu LITEN BB 29 H [11]

Vlastnost	Jednotka	Typická hodnota	Zkušební metoda
INDEX TOKU TAVENINY (190/2,16)	g/10 min	0,25	ISO 1133
INDEX TOKU TAVENINY (190/5)	g/10 min	1,25	ISO 1133
INDEX TOKU TAVENINY (190/21,6)	g/10 min	27,00	ISO 1133
HUSTOTA	kg/m ³	955	ISO 1183
NAPĚTÍ NA MEZI KLUZU	MPa	27	ISO 527
TAŽNOST NA MEZI KLUZU	%	9.0	ISO 527
OHYBOVÝ MODUL	MPa	1250	ISO 178
VRUBOVÁ HOUŽEVNATOST CHARPY 23°C	kJ/m ²	10,0	ISO 179
VRUBOVÁ HOUŽEVNATOST CHARPY - 30°C	kJ/m ²	5,0	ISO 179
TEPLOTA MĚKNUTÍ DLE VICATA	°C	125	ISO 306
TVRDOST SHORE D	-	60	ISO 868
ESCR F50; 50°C; 100% DETERGENT	h	100	ASTM D1693
OBSAH SAZÍ	%	-	ISO 6469

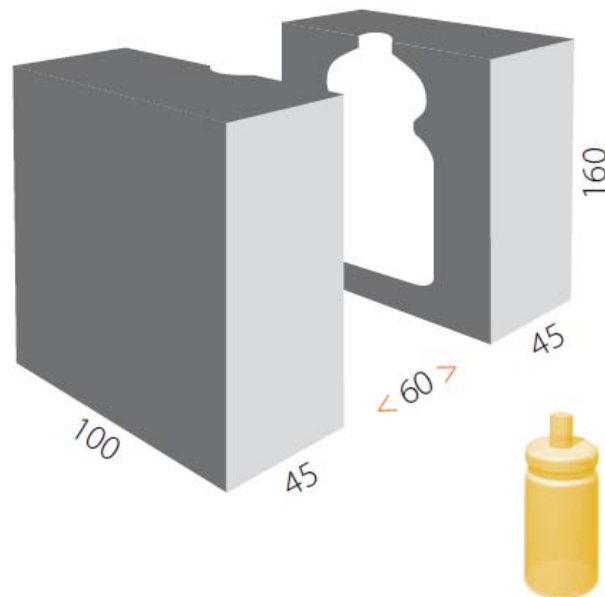
Poznámka:

Data obsažená v tabulce představují typické hodnoty jednotlivých vlastností. Jedná se o údaje informativního charakteru, tj. netvoří meze specifikací daného typu.

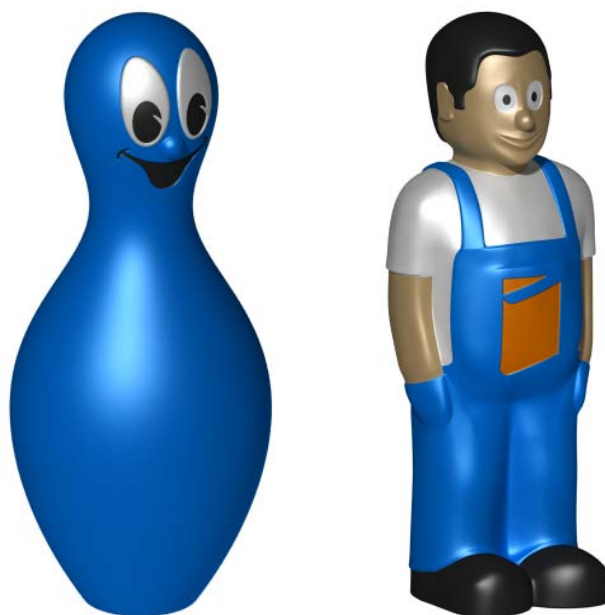
LITEN BB 29 H splňuje požadavky vyhlášky MZ ČR č. 38/2001 Sb., v platném znění, o hygienických požadavcích na výrobky určené pro styk s potravinami a pokrmy. Typ splňuje rovněž požadavky Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 1935/2004 a Směrnice Komise 2002/72/ES, v platném znění. [11]

6 KONSTRUKCE VYFUKOVACÍCH FOREM

Jednou z hlavních podmínek bylo navrhnout formu pro vybrané výrobky tak, aby rozměry formy byly maximální možné použitelné na stroji GM 250 od firmy GDK, který je v laboratořích Fakulty technologické. Maximální rozměry formy jsou zobrazeny na obr. č. 59. Za nejvhodnější ke konstrukci forem byly vybrány návrhy č. 2 – kuželka a č. 3 – postavička (Obr. 60).



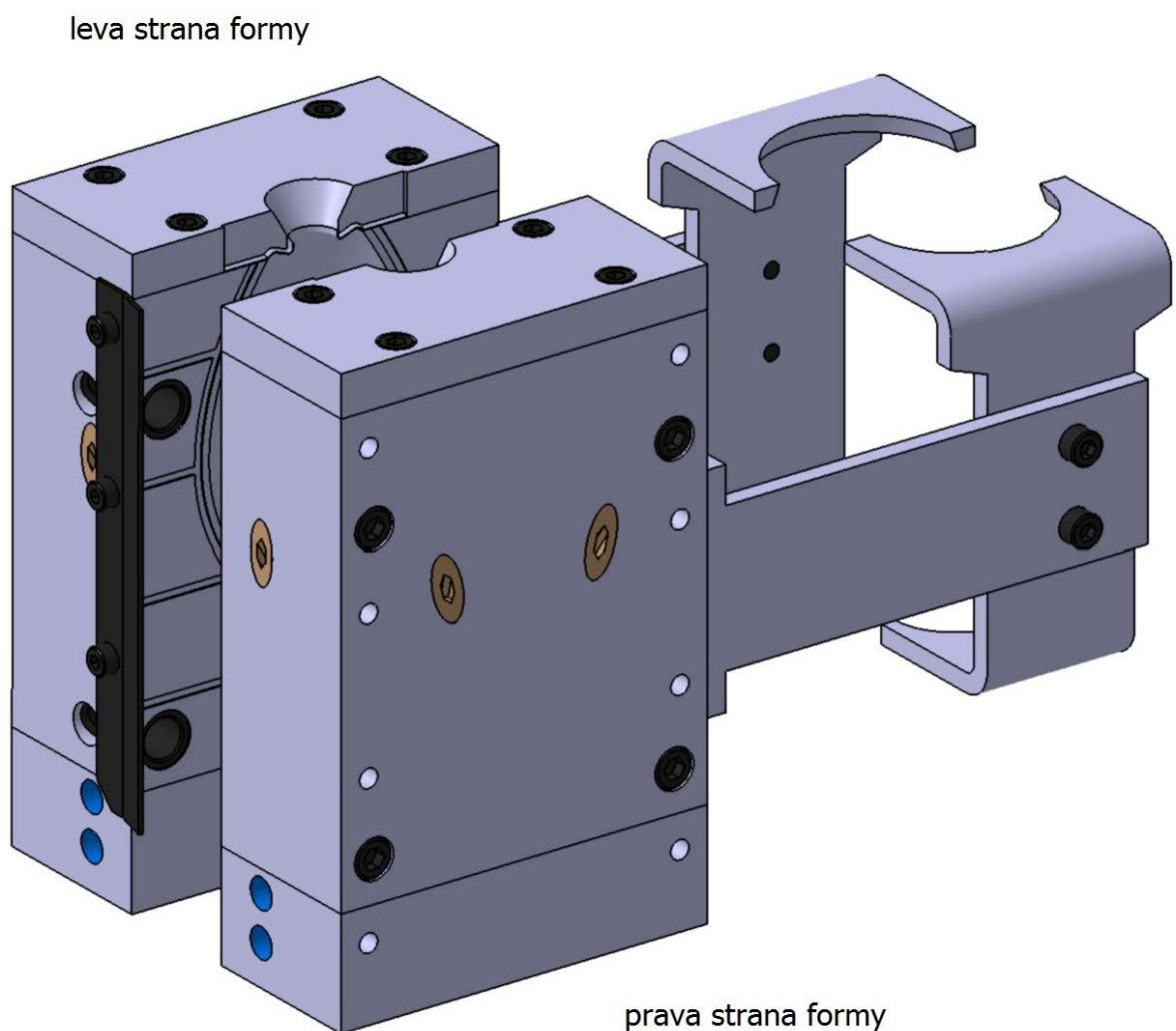
Obr. 59. Maximální rozměry formy



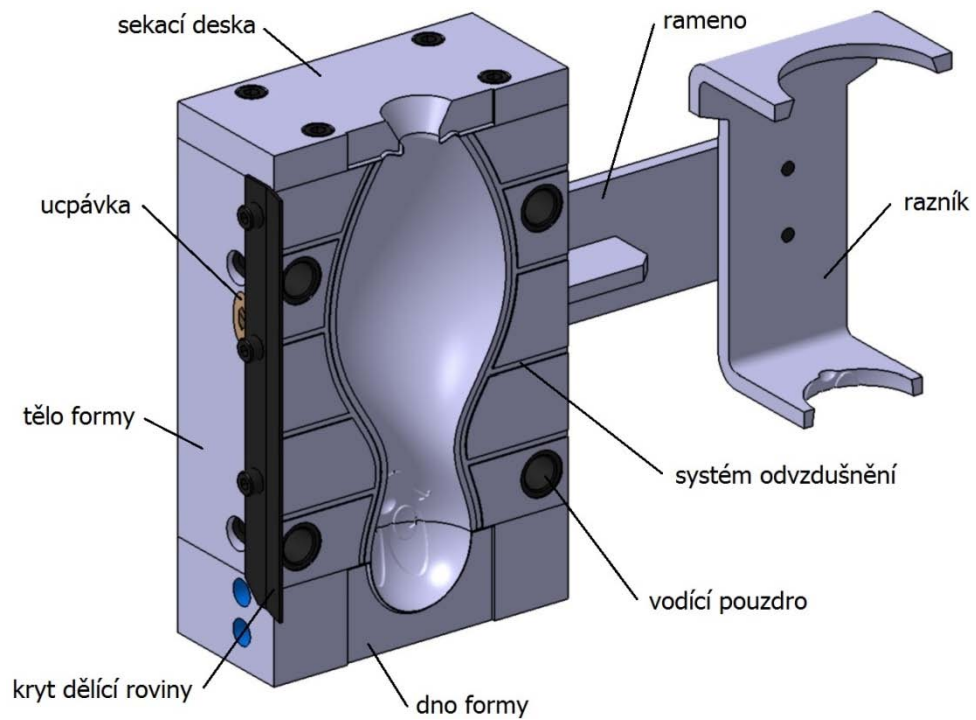
Obr. 60. Vybrané návrhy

6.1 Vyfukovací forma „kuželka“

Vyfukovací forma je rozdělena na dvě části a to na levou stranu formy a pravou stranu formy (Obr. 61). Každá strana formy se skládá z tvarové části, na které je vyroben negativní profil vyfukovaného výrobku. Tvarovou část tvoří tělo formy, dno formy a sekací deska. Dalšími komponenty formy jsou pak konstrukční díly a normalizované součásti. Chlazení u této formy není nijak složité, je tvořeno dvěma chladicími okruhy, přičemž každý okruh chladí jednu část formy.



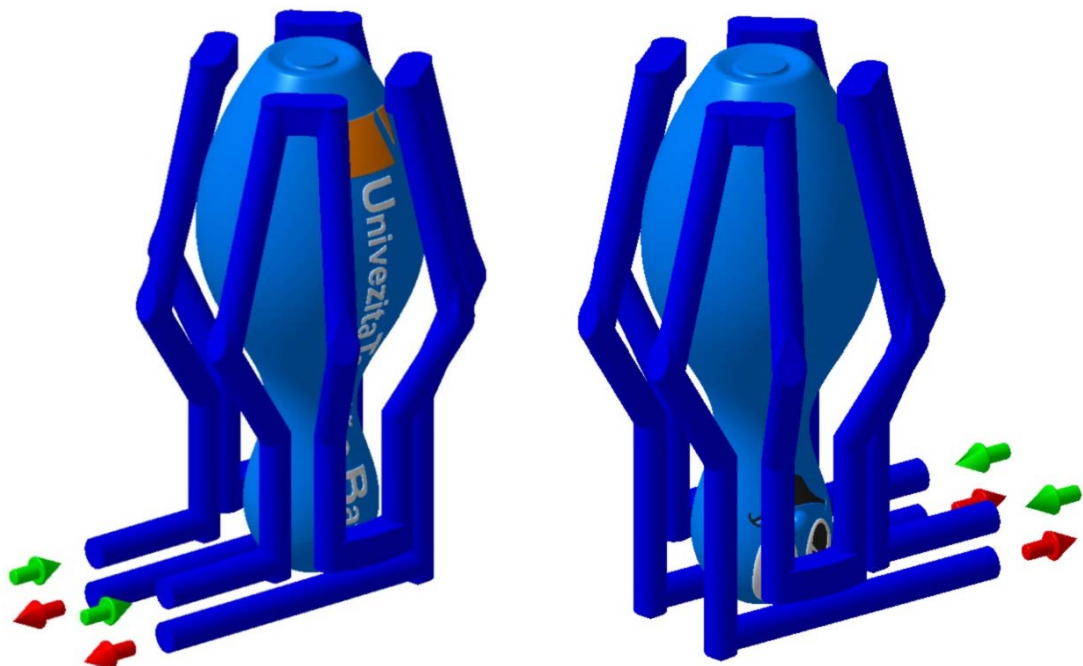
Obr. 61. Náhled na pootevřenou formu



Obr. 62. Leva strana formy

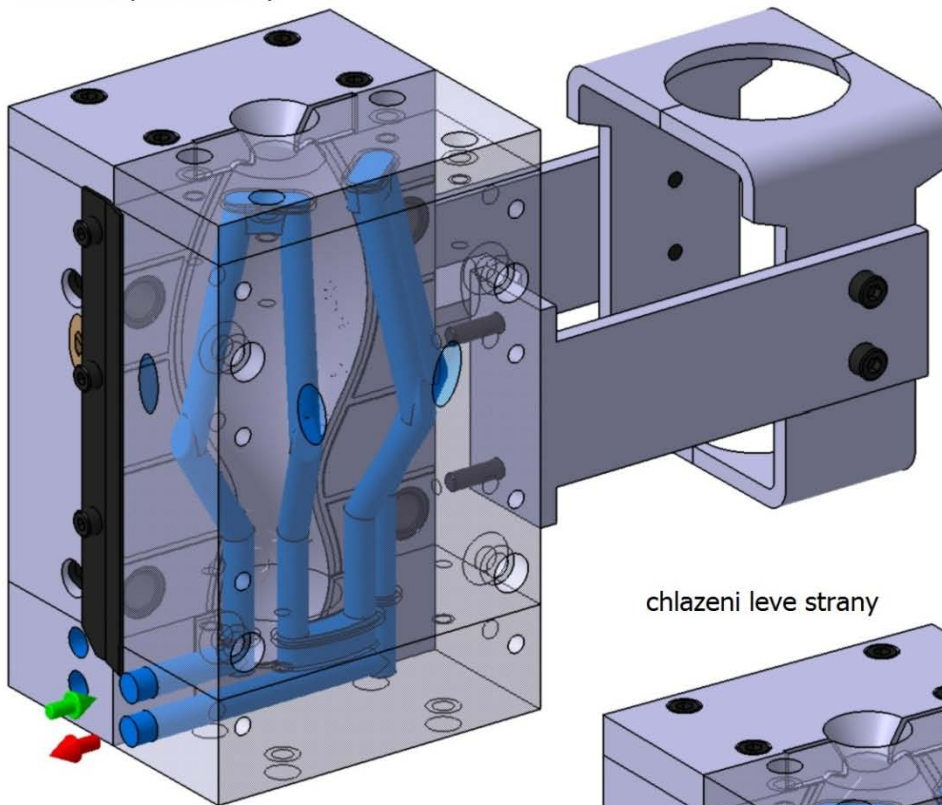
6.1.1 Chlazení formy

Chlazení formy je zajištěno pomocí dvou chladicích okruhů. Každý okruh je tvořen z několika vrtaných děr a frézovaných drážek o průměru 8 mm, kterými proudí chladicí kapalina.

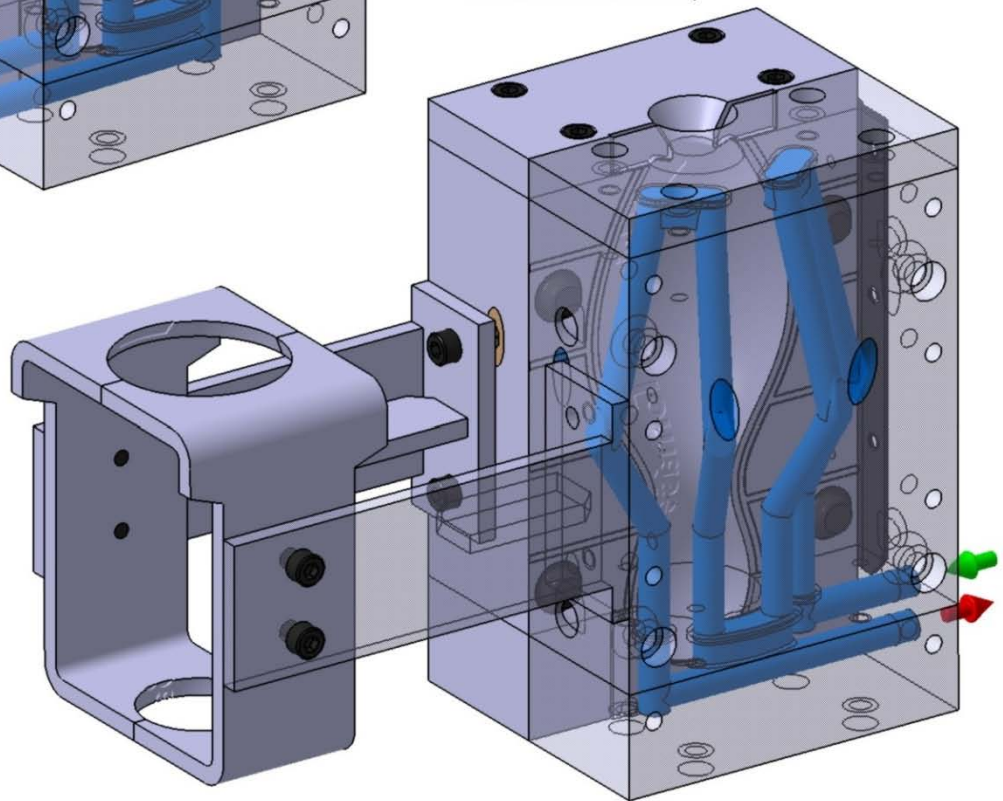


Obr. 63. Chladicí systém vyfukovací formy

chlazení prave strany



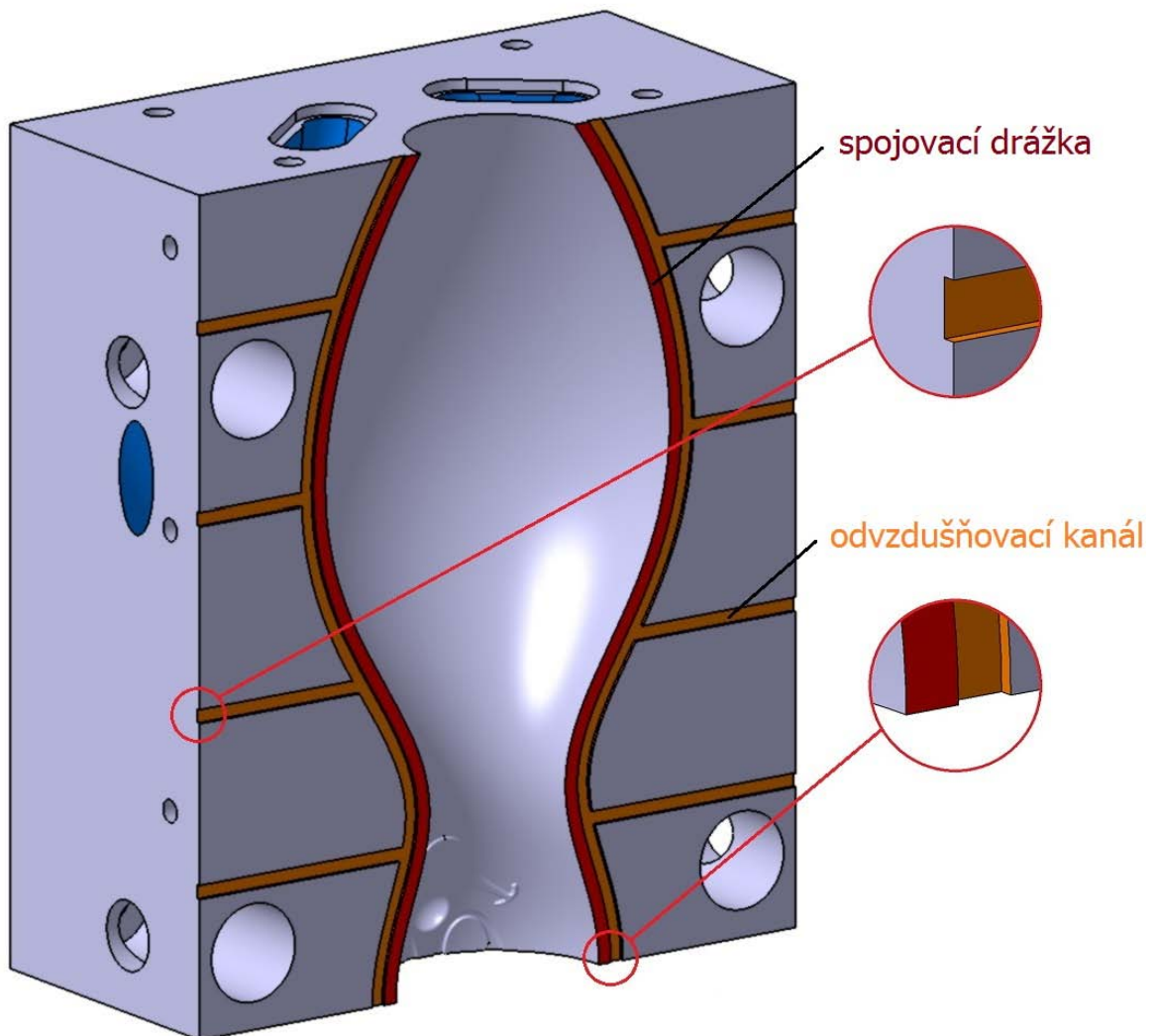
chlazení leve strany



Obr. 64. Pravý a levý okruh chlazení

6.1.2 Odvzdušnění formy

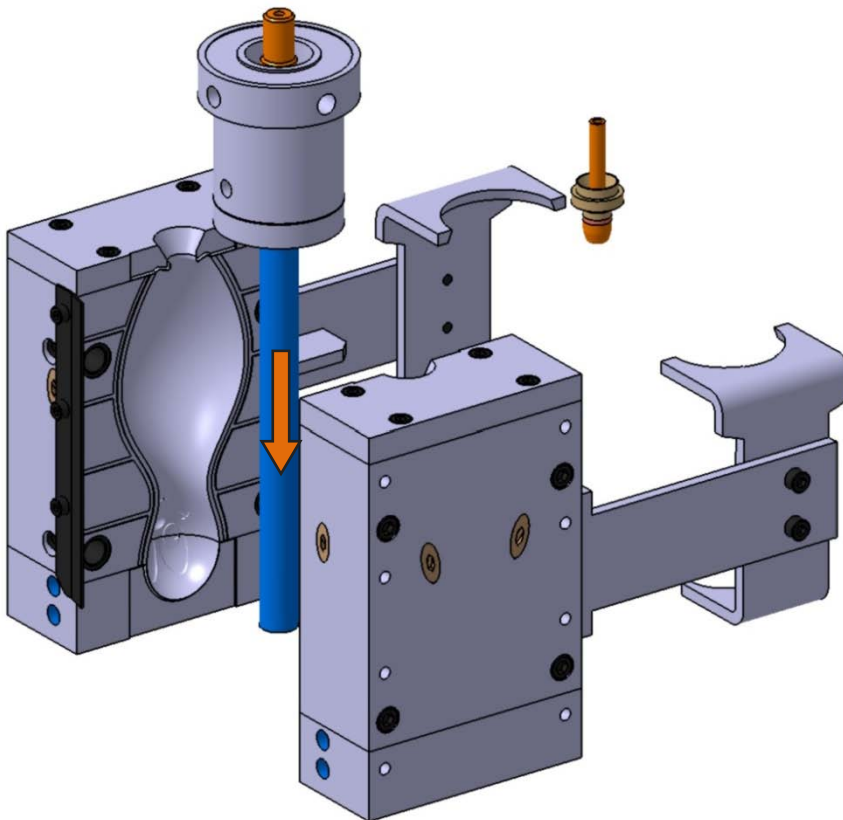
Aby při procesu výroby nedošlo k zdeformování či nedofouknutí výrobku zapříčiněného vzduchovými kapsami, musí mít vzduch nahromaděný v dutině formy možnost uniknout. Pro tento účel byly v dělicí rovině levé strany formy vytvořeny odvzdušňovací kanály o hloubce 0,5 mm, které odvádí vzduch mimo formu. Tyto kanály jsou s dutinou formy spojeny spojovací drážkou o hloubce 0,01 mm.



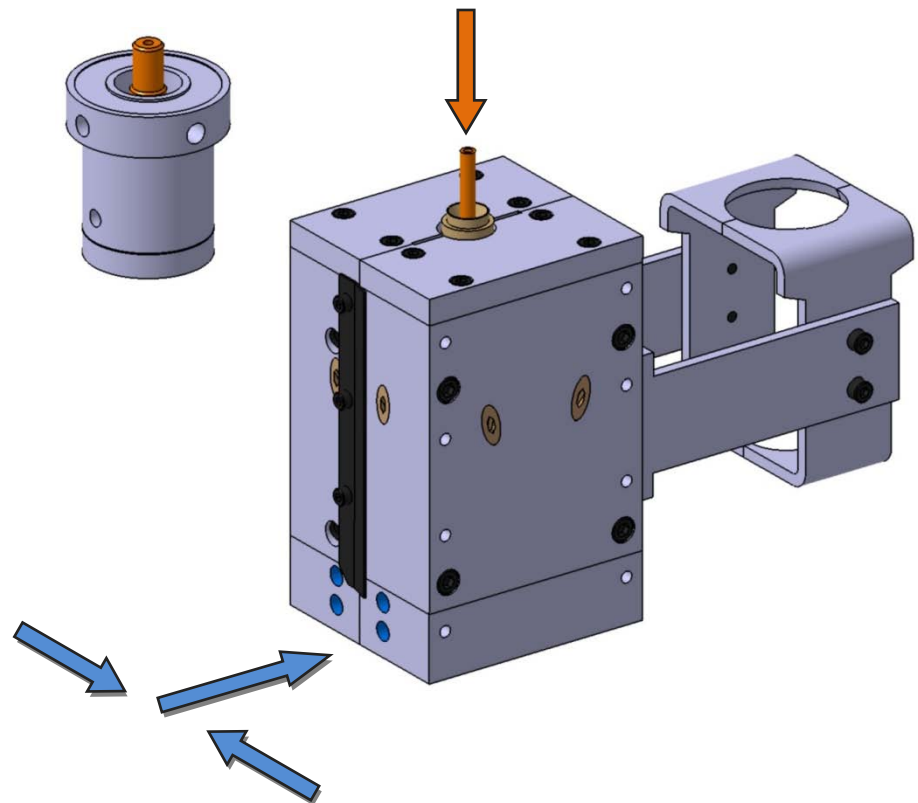
Obr. 65. Odvzdušnění formy

6.1.3 Postup při vyfukování „kuželky“

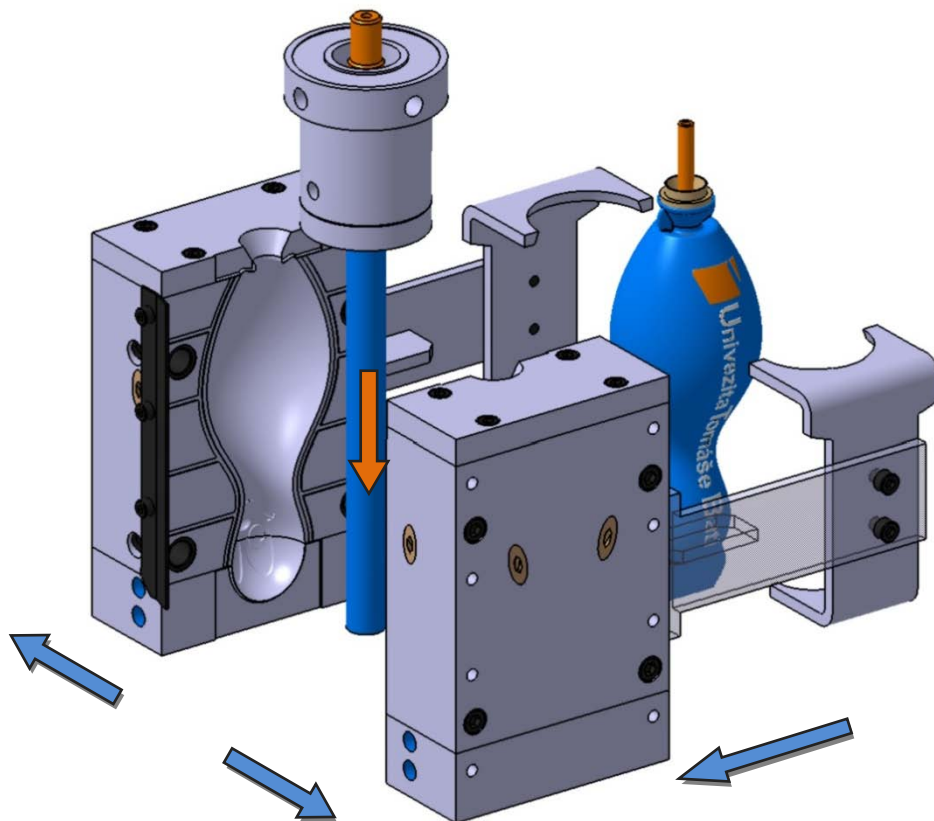
- 1) Zahájení vytlačování parizonu, forma zaujímá výchozí pozici.
- 2) Uzavření formy s oseknutím parizonu, následné přesunutí formy pod vyfukovací trysku a vyfouknutí výrobku.
- 3) Otevření a přesunutí formy do výchozí pozice, přičemž 1. vyfouknutý výrobek zůstává na vyfukovací trysce.
- 4) Opětovné uzavření formy s oseknutím parizonu, přesunutí formy pod vyfukovací trysku a posunutí 1. vyfouknutého výrobku mimo formu k odseknutí přetoku.
- 5) Otevření a přesunutí formy do výchozí polohy, přičemž 2. vyfouknutý výrobek zůstává na vyfukovací trysce stejně jako u kroku č. 3. Zároveň dochází k odstranění přetoků u 1. výrobku.



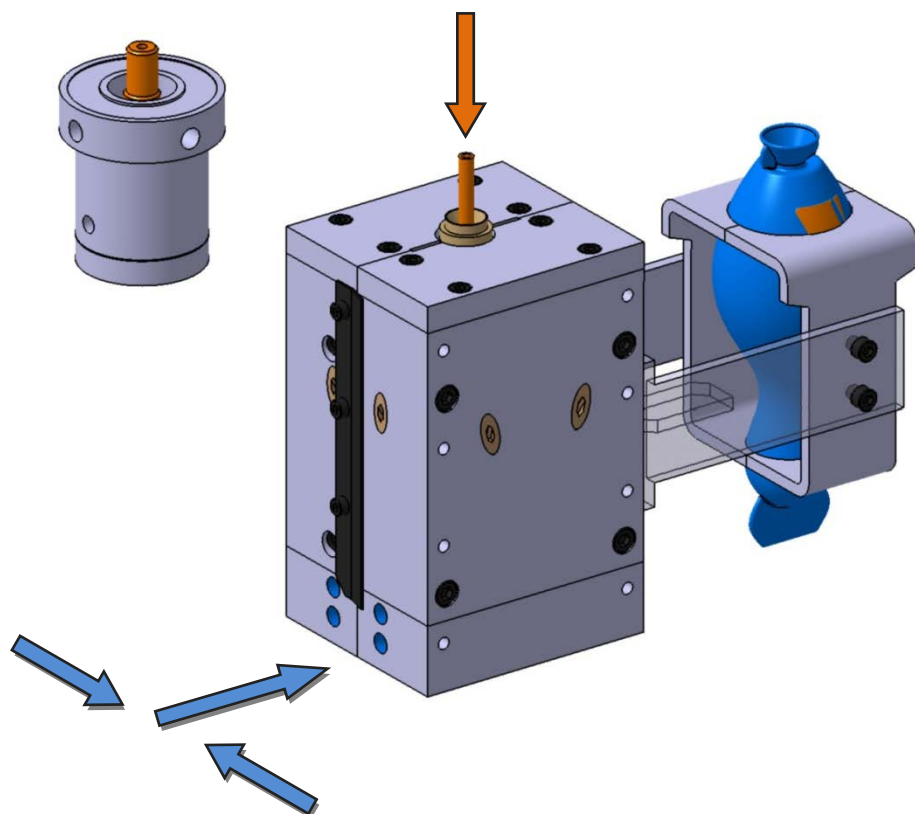
Obr. 66. Vizualizace kroku č. 1



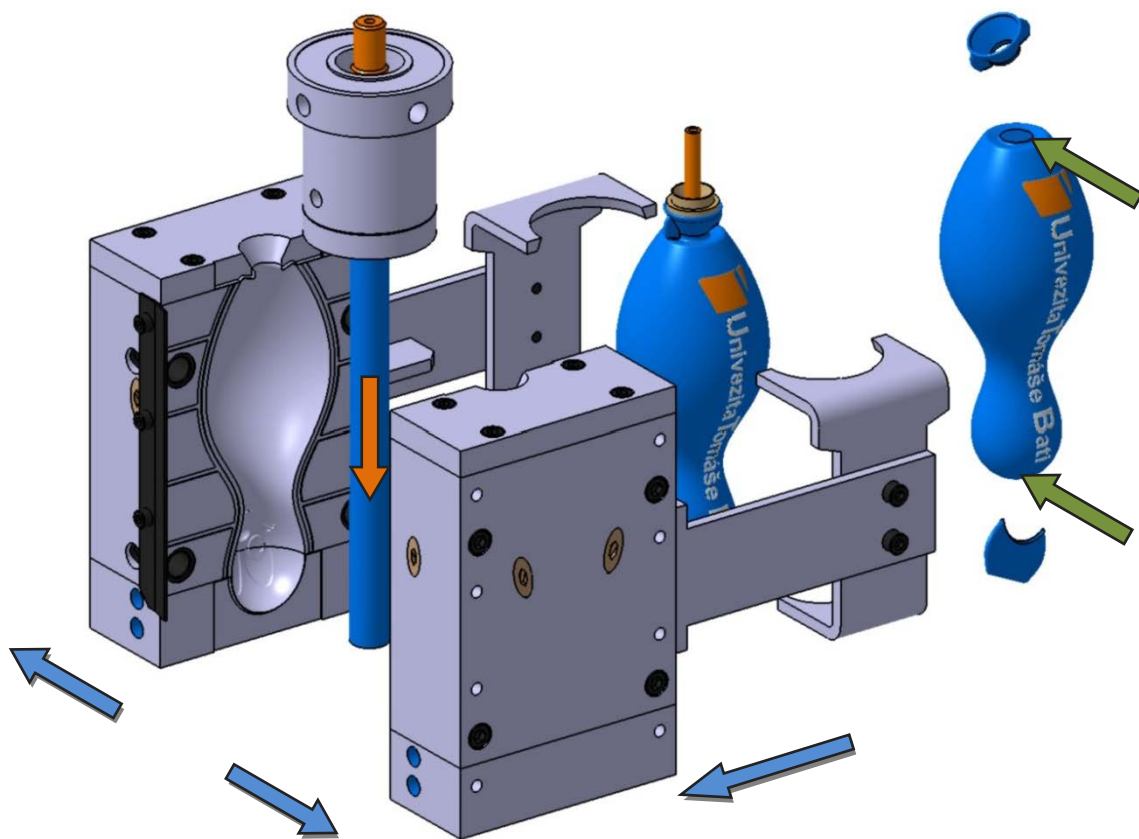
Obr. 67. Vizualizace kroku č. 2



Obr. 68. Vizualizace kroku č. 3



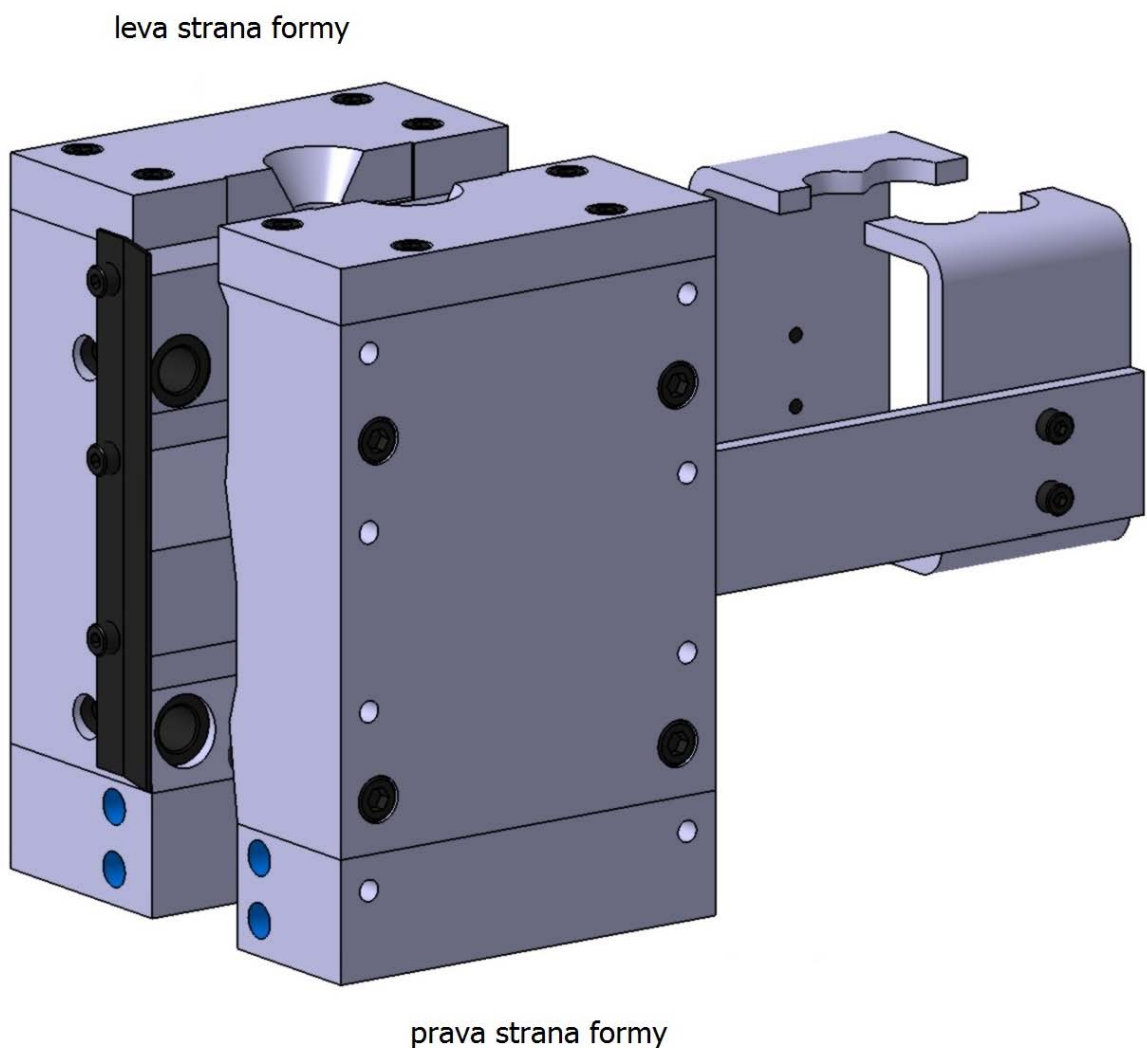
Obr. 69. Vizualizace kroku č. 4



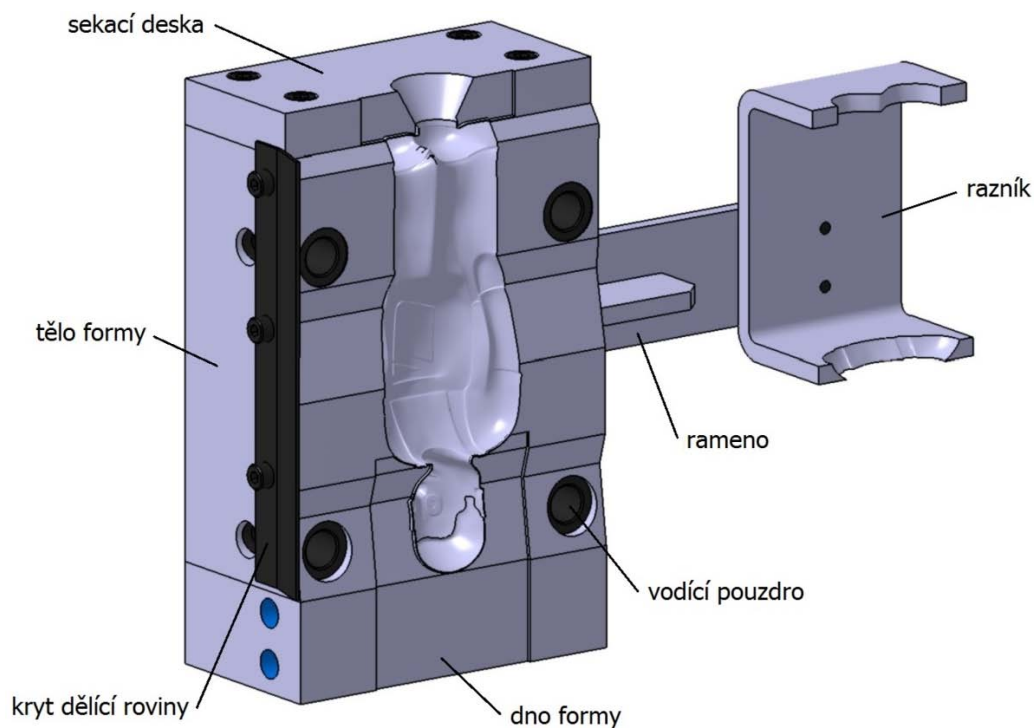
Obr. 70. Vizualizace kroku č. 5

6.2 Vyfukovací forma „postava“

Konstrukce vyfukovací formy pro „postavu“ je velice podobná jako u předešlé formy. Jedním z hlavních rozdílů je tvar dělicí roviny. Dělicí rovina formy pro „kuželku“ je přímá, zatím co dělicí rovina formy pro „postavu“ je lomená, z důvodů složitějšího tvaru výrobku. Chladicí systém byl vytvořen s ohledem na tvar dutiny formy, tak aby byl výrobek dostatečně ochlazen viz. kapitola 5.2.1.



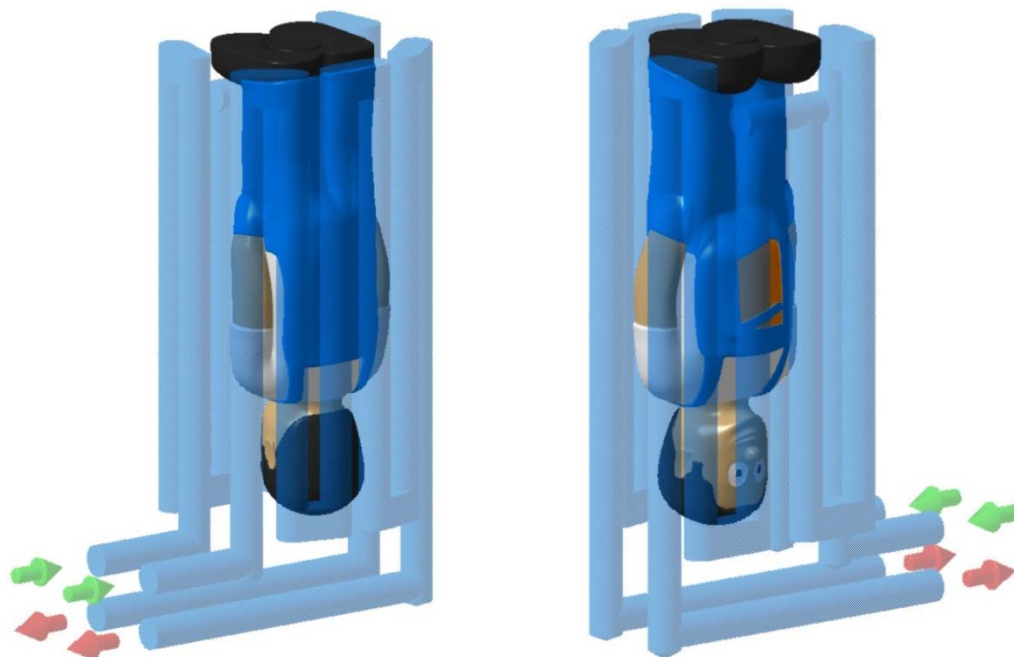
Obr. 71. Náhled na pootevřenou formu



Obr. 72. Leva strana formy

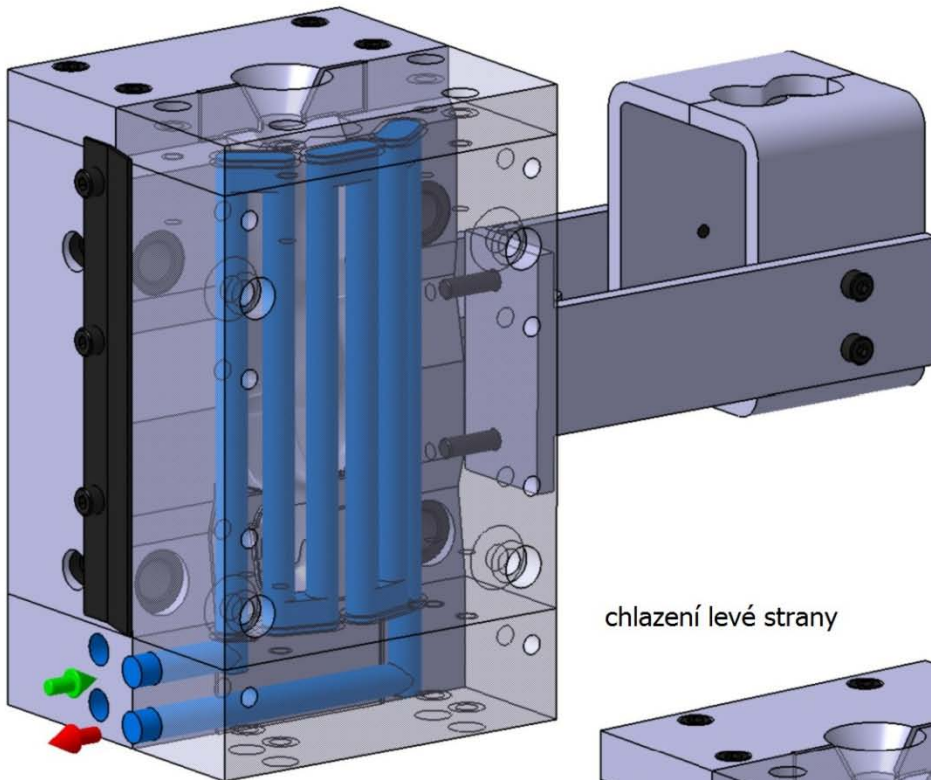
6.2.1 Chlazení formy

Chlazení formy je zajištěno pomocí dvou chladících okruhů. Každý okruh je tvořen z několika vrtaných děr a frézovaných drážek o průměru 8 mm.

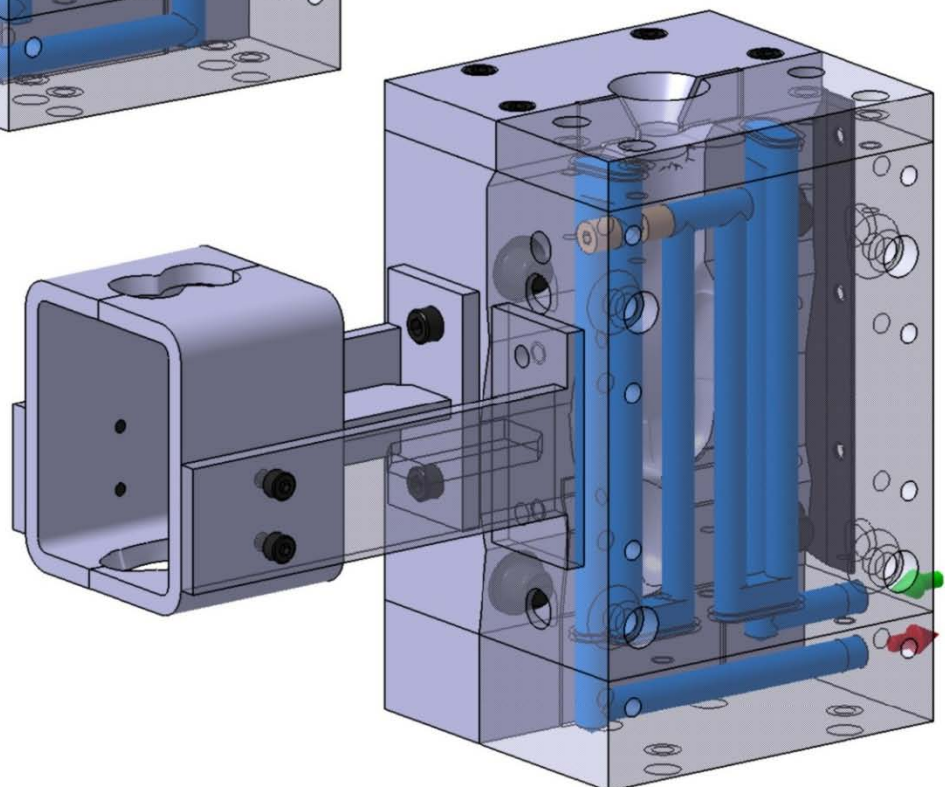


Obr. 73. Chladící systém vyfukovací formy

chlazení pravé strany



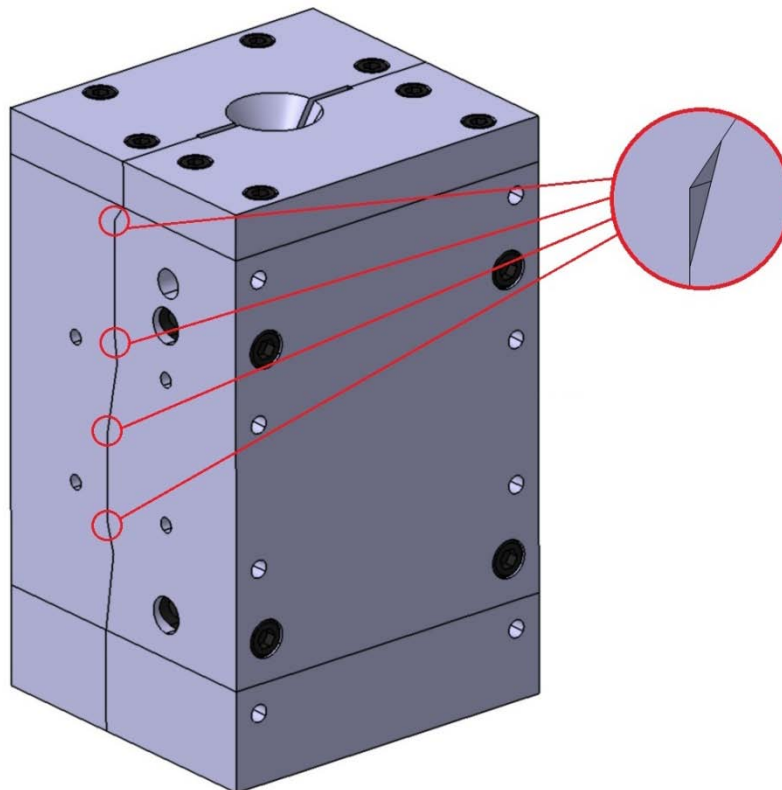
chlazení levé strany



Obr. 74. Pravý a levý okruh chlazení

6.2.2 Odvzdušnění dutiny formy

Aby při procesu výroby nedošlo k zdeformování či nedofouknutí výrobku zapříčiněného vzduchovými kapsami, musí mít vzduch nahromaděný v dutině formy možnost uniknout. V tomto případě je odvzdušnění formy řešeno sražením ostrých hran na dělicí rovině formy o 0,2 mm. Tím vznikne dostatečný prostor pro únik vzduchu při vyfukování výrobku.



Obr. 75. Odvzdušnění formy

6.2.3 Postup při vyfukování „postavy“

Postup pro výrobu „postavy“ je totožný jako u výroby „kuželky“ a je popsán v kapitole 5.1.3.

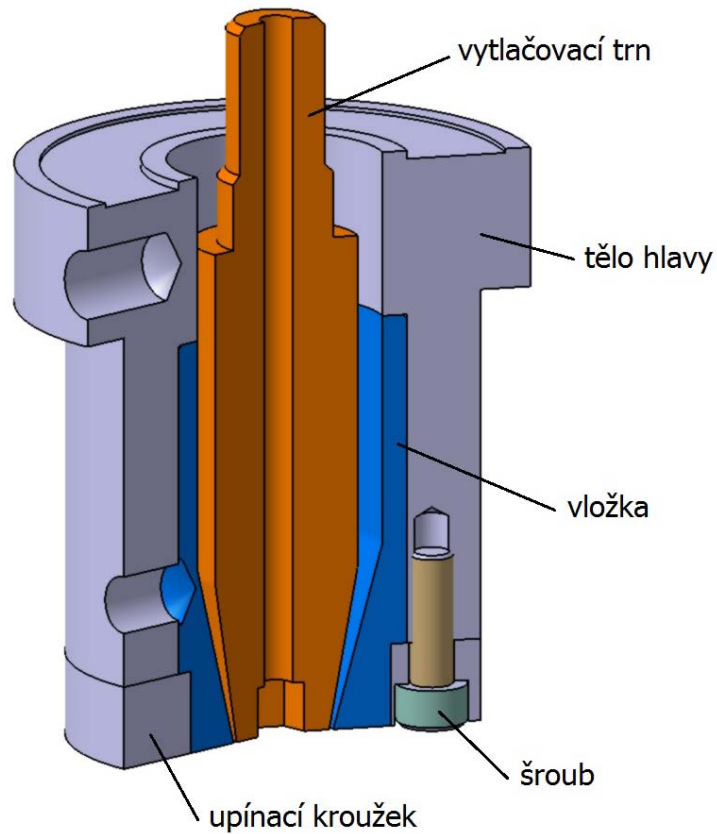
6.3 Výkresová dokumentace

Kompletní výkresová dokumentace navržených forem je obsažena v přílohách (a na přiloženém CD)

P I VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE „KUŽELKA“

P II VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE „POSTAVA“

7 VYTLAČOVACÍ HLAVA



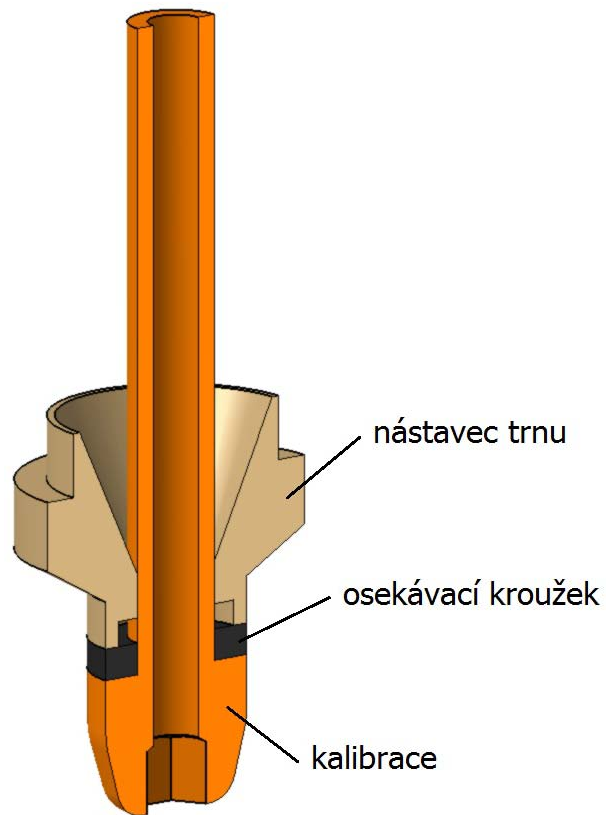
Obr. 76. Řez vytláčovací hlavou

7.1 Výkresová dokumentace

Kompletní výkresová dokumentace navržených forem je obsažena v přílohách (a na přiloženém CD)

P III VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE JEDNOCESTNÉ HLAVY

8 VYFUKOVACÍ TRN



Obr. 77. Řez vyfukovacím trnem

8.1 Výkresová dokumentace

Kompletní výkresová dokumentace navržených forem je obsažena v přílohách (a na přiloženém CD)

P IV VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE VYFUKOVACÍHO TRNU

9 VOLBA STROJE

Vybraným vyfukovacím strojem je stroj GM 250, který je vybaven pneumatickými (event. servo-elektrickými) pohony s nominálním objem výrobku 250 ml.

Tab. 4. Technické informace stroje GM 250 [12]

Základní technické informace	jednoformový GM 251	dvouformový GM 252
NOMINÁLNÍ OBJEM VÝROBKU	0,25 l	0,25 l
POJEZD VOZÍKU FOREM	150 mm	150 mm
POHON MECHANISMŮ STROJE	Stlačený vzduch	Stlačený vzduch
CELKOVÝ INSTALOVANÝ PŘÍKON	9,3 kW	14,6 kW
STŘEDNÍ PŘÍKON	5,5 kW	8,3 kW
POHON MECHANISMŮ STROJE	Servo-elektrický	Servo-elektrický
CELKOVÝ INSTALOVANÝ PŘÍKON	12,3 kW	19,6 kW
STŘEDNÍ PŘÍKON	4,1 kW	5,9 kW
ZAVÍRACÍ SÍLA	11,5 kN	11,5 kN
ZPŮSOB ŘÍZENÍ	fotosnímač /časovače	fotosnímač /časovače
STROJNÍ MRTVÝ ČAS	2,4 s	2,4 s
TLAK VZDUCHU	6 bar	6 bar
TYP EXTRUDERU	VS 25	VS 32
POHON EXTRUDERU	4 kW	7,5 kW
VÝKON EXTRUDERU HD-PE	7 kg/h	14 kg/h
PŘÍKON TOPENÍ EXTRUDERU A HLAVY	4,6 kW	5,2 kW

Tab. 5. Rozměry stroje GM 250 [12]

Základní rozměry stroje	jednoformový GM 251	dvouformový GM 252
ŠÍŘKA	900 mm	1 500 mm
VÝŠKA	1 800 mm	1 800 mm
DÉLKA	1 700 mm	1 800 mm
HMOTNOST	700 kg	1 100 kg

Tab. 6. Rozměry výrobku [12]

Rozměry výrobků	1 - Otisk	2 - Otisky
ROZTEČ CEST	-	50 mm
PRŮMĚR/TLOUŠŤAK	o / 50/50 mm	o / 40/50 mm
VÝŠKA	140 mm	140 mm
ŠÍŘKA	80 mm	40 mm
OBJEM	0,35 l	0,17 l



Obr. 78. Vyfukovací stroj

DISKUSE VÝSLEDKŮ

Při návrzích výrobků byl brán zřetel na skutečnost, že by tyto výrobky měly sloužit jako reklamní předměty pro den otevřených dveří Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a měly by být zhotovitelné na stroji, který univerzita vlastní. Zároveň byl brán zřetel na skutečnost, že by navrhované formy měly mít maximální možný rozměr použitelný na daném stroji.

Z pěti původně navržených předmětů byly vybrány dva, a to „postava“ a „kuželka“ u kterých je nejmenší riziko možných komplikací při výrobě. Jako možná rizika byla u „tučňáka“ oblast zobáku a u „pokladničky“ a „stojánku na tužky“ ostré tvary. V těchto místech by při výrobě mohlo dojít k nedokonalému vyfouknutí, nedostatečné tloušťce stěn či jiné deformaci tvaru.

Pro optimalizaci celého vyfukovacího procesu a urychlení výroby byl u obou forem vytvořen chladicí systém, který zaručuje dokonalé ochlazení výrobku.

Z důvodů možného uzavírání vzduchu v dutině forem a tudíž možnosti vzniku nežádoucích deformací a nedofouknutí výrobku, byl u forem vytvořen odvzdušňovací systém. U formy pro „kuželku“ to bylo za pomoci chladících kanálů a u „postavy“ sražením ostrých hran dělicí roviny.

Při konstrukci formy pro „postavu“ byla zvolena, na rozdíl od „kuželky“, lomená dělicí rovina pro její složitější tvary.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout nástroj pro výrobu reklamního předmětu, metodou vytlačovacího vyfukování.

Práce na tomto úkolu mi umožnila hlouběji proniknout do problematiky zpracování plastů technologií vyfukování a hlavně pak do oblasti návrhů a konstrukcí vyfukovacích forem. Zároveň jsem si mohl vyzkoušet aplikaci svých doposud nabytých znalostí a zkušeností v praxi, při řešení konkrétních úkolů.

V druhé části této práce byla navržena konstrukce vyfukovacích forem pro dva konkrétní výrobky. K těmto formám byla následně zpracována kompletní výrobní dokumentace, doplněná o 3D modely a vizualizace. Veškeré konstrukční práce, počínaje 3D modely výrobků a forem až po jejich kompletní výkresovou dokumentaci, byly zpracovávány za pomoci programu CATIA V5 R18.

Závěrem je nutné konstatovat, že moderní konstrukční programy, jako je např. AutoCAD, INVENTOR a CATIA, jsou dnes již nepostradatelným pracovním nástrojem každého konstruktéra. Umožňují totiž vytváření jak různých 3D modelů a vizualizací, tak i zpracování kompletní výrobní dokumentace.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BABČÍK, L. a kol. *Formy pro zpracování plastů I. díl – Vstřikování termoplastů*. 2. vyd. Brno : UNIPLAST, 1999. 134 s.
- [2] KREBS, J. *Teorie zpracování nekovových materiálů*. 3. vyd. Liberec : skripta VŠST Liberec, 2006. 250 s. ISBN 80-7372-133-3.
- [3] KUTA, A. *Technologie a zařízení pro zpracování kaučuků a plastů*. První (dotisk 2007). Vysoká škola chemicko-technologická v Praze : VŠCHT Praha, 2007. 203 s. ISBN 978-80-7080-367-7.
- [4] LENFELD, P. *Technologie II. Část II. Technologie zpracování plastů*. [online]. VŠST Liberec. [2011. 3. 12.]. Dostupné na WWW: <http://www.ksp.vslib.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp>.
- [5] MAŇAS, M. HALŠTÝN, J. *Výrobní stroje a zařízení, Gumárenské a plastikářské stroje II*. Brno : VUT, 1990, 199 s. ISBN 80-214-0213-X.
- [6] NORMAN C. LEE. *Blow Moldig Design Guide*. Munich: Carl Hanser Verlag 2008. 257 s. ISBN 978-3-446-41264-4
- [7] STOKLASA, K. *Zpracovatelské inženýrství I, Základy gumárenské a plastikářské technologie*. 2007.
- [8] TOMIS, F.; HELŠTÝN, J.; KAŇOVSKÝ, J. *Formy a přípravky*. První. Brno : Rektorát VUT v Brně, 1979. 278 s.
- [9] TOMIS, F. *Základy gumárenské a plastikářské technologie*. Druhé. Brno : Rektorát VUT v Brně, 1980. 278 s.
- [10] TOMIS, F.; RULÍK, F. *Gumárenské a plastikářské stroje II*. První. Brno : VUT v Brně, 1981. 216 s.
- [11] <http://www.unipetrolrpa.cz>
- [12] <http://www.gdk.cz>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

L	Délka
D	Průměr
PVC	Polyvinylchlorid
POM	Polyoxymethylen
PS	Polystyren
PA	Polyamid
PE	Polyetylen
PEPT	Polyethyltereftalát
PP	Polypropyle
PC	Polykarbonát
CO ₂	Oxid uhličitý
s	Šířka svařované plochy
t	Tloušťka
2D	Dvourozměrný prostor
3D	Trojrozměrný prostor

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Rozdělení vytlačovacích strojů podle hlavního pracovního elementu</i>	12
<i>Obr. 2. Pístový vytlačovací stroj.....</i>	13
<i>Obr. 3. Diskový vytlačovací stroj.....</i>	14
<i>Obr. 4. Deskový vytlačovací stroj s pracovním pístem.....</i>	15
<i>Obr. 5. Diskový vytlačovací stroj se šnekem</i>	16
<i>Obr. 6. Pracovní pásma šnekového vytlačovacího stroje</i>	17
<i>Obr. 7. Rozdělení dvoušnekových vytlačovacích strojů.....</i>	19
<i>Obr. 8. Rozdělení vícešnekových vytlačovacích strojů</i>	20
<i>Obr. 9. Vícešnekový vytlačovací stroj s centrálním šnekem</i>	20
<i>Obr. 10. Rozdělení vytlačovacích hlav</i>	21
<i>Obr. 11. Přímá vytlačovací hlava na trubky.....</i>	22
<i>Obr. 12. Konstrukční uspořádání vytlačovacího trnu s rozdělovačem.....</i>	23
<i>Obr. 13. Spirálový rozdělovač</i>	24
<i>Obr. 14. Příčné hlavy na vyfukování fólií.....</i>	25
<i>Obr. 15. Širokoštěrbinová hlava pro vytlačování desek.....</i>	26
<i>Obr. 16. Tvary širokoštěrbinových hlav</i>	26
<i>Obr. 17. Spojení vytlačovací hlavy s pracovním válcem</i>	27
<i>Obr. 18. Vytlačovací vyfukování.....</i>	28
<i>Obr. 19. Způsoby přívodu tlakového vzduchu</i>	29
<i>Obr. 20. Vytlačovací hlava se zásobníkem</i>	30
<i>Obr. 21. Vytlačování velkoobjemových parizonů</i>	30
<i>Obr. 22. Regulace tloušťky stěn parizonu.....</i>	31
<i>Obr. 23. Vstřikovací vyfukování</i>	32
<i>Obr. 24. Přemísťování přeformu natáčením v horizontální rovině</i>	32
<i>Obr. 25. Přemísťování přeformu přesouváním trnu</i>	33
<i>Obr. 26. Výroba orientovaných vyfukovacích výrobků.....</i>	33
<i>Obr. 27. Vyfukovací ústrojí pro výrobu dvouvrstvých výrobků</i>	34
<i>Obr. 28. Schéma vyfukovacích cyklů</i>	35
<i>Obr. 29. Schéma vyfukovací formy na láhve</i>	36
<i>Obr. 30. Vyfukování dvojčete.....</i>	37
<i>Obr. 31. Vložkové hrdlo</i>	37
<i>Obr. 32. Odvzdušnění vyfukovacích forem</i>	38

<i>Obr. 33. Tvary svařovacích ploch</i>	39
<i>Obr. 34. Profilování svařovacích ploch.....</i>	39
<i>Obr. 35. Vyfukování se spodním trnem.....</i>	40
<i>Obr. 36. Vyfukování s horním trnem.....</i>	41
<i>Obr. 37. Úprava konce hrdla pro vyfukování.....</i>	41
<i>Obr. 38. Oddělování přetoku u hrdla</i>	42
<i>Obr. 39. Oddělování přetoku u dna</i>	42
<i>Obr. 40. Chladicí okruhy u vyfukovacích forem.....</i>	43
<i>Obr. 41. Jednonásobná vyfukovací forma</i>	44
<i>Obr. 42. Vyfukovací trn.....</i>	45
<i>Obr. 43. Postup vyfukování lahví a úřezků trubek.....</i>	46
<i>Obr. 44. Schéma vstřikovacího vyfukování.....</i>	46
<i>Obr. 45. Průřezy vyfukovacích výrobků.....</i>	47
<i>Obr. 46. Profilování tloušťky stěny láhve</i>	48
<i>Obr. 47. Hrdla vyfukovaných lahví.....</i>	49
<i>Obr. 48. Řešení formy na láhve s klenutými dny</i>	49
<i>Obr. 49. Řešení vyfukovacího trnu.....</i>	50
<i>Obr. 50. Temperace forem.....</i>	51
<i>Obr. 51. Temperace jader.....</i>	51
<i>Obr. 52. Princip vyfukování s orientací.....</i>	52
<i>Obr. 53. Vyfukování širokohrdlých lahví.....</i>	52
<i>Obr. 54. Vizualizace návrhu č. 1 – tučňák.....</i>	56
<i>Obr. 55. Vizualizace návrhu č. 2 – kuželka</i>	57
<i>Obr. 56. Vizualizace návrhu č. 3 – postava</i>	58
<i>Obr. 57. Vizualizace návrhu č. 4 – stojánek na tužky.....</i>	59
<i>Obr. 58. Vizualizace návrhu č. 5 – pokladnička ve tvaru vstřikovací formy</i>	60
<i>Obr. 59. Maximální rozměry formy</i>	62
<i>Obr. 60. Vybrané návrhy</i>	62
<i>Obr. 61. Náhled na pootevřenou formu.....</i>	63
<i>Obr. 62. Levá strana formy.....</i>	64
<i>Obr. 63. Chladicí systém vyfukovací formy</i>	64
<i>Obr. 64. Pravý a levý okruh chlazení</i>	65
<i>Obr. 65. Odvzdušnění formy</i>	66

<i>Obr. 66. Vizualizace kroku č. 1</i>	67
<i>Obr. 67. Vizualizace kroku č. 2</i>	68
<i>Obr. 68. Vizualizace kroku č. 3</i>	68
<i>Obr. 69. Vizualizace kroku č. 4</i>	69
<i>Obr. 70. Vizualizace kroku č. 5</i>	69
<i>Obr. 71. Náhled na pootevřenou formu</i>	70
<i>Obr. 72. Leva strana formy</i>	71
<i>Obr. 73. Chladicí systém vyfukovací formy</i>	71
<i>Obr. 74. Pravý a levý okruh chlazení</i>	72
<i>Obr. 75. Odvzdušnění formy</i>	73
<i>Obr. 76. Řez vytlačovací hlavou</i>	75
<i>Obr. 77. Řez vyfukovacím trnem</i>	76
<i>Obr. 78. Vyfukovací stroj</i>	78

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Poměr L/D šneku	18
Tab. 2. Poloha chladících kanálů ve vyfukovací formě.....	43
Tab. 3. Typické vlastnosti materiálu LITEN BB 29 H [11]	61
Tab. 4. Technické informace stroje GM 250 [12]	77
Tab. 5. Rozměry stroje GM 250 [12].....	77
Tab. 6. Rozměry výrobku [12].....	78

SEZNAM PŘÍLOH

- P I VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE „KUŽELKA“
- P II VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE „POSTAVA“
- P III VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE JEDNOCESTNÉ HLAVY
- P IV VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE VYFUKOVACÍHO TRNU

CD-ROM obsahuje:

- Modely návrhů,
- modely forem a jejich kompletní výrobní dokumentaci,
- textovou část diplomové práce

PŘÍLOHA P I: VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE „KUŽELKA“

Obsah:

- 00 – 000 SESTAVA
- 01 – 000 SESTAVA PRAVE STRANY FORMY
- 01 – 001 RAMENO PRAVE
- 01 – 002 PRAVE TĚLO FORMY
- 01 – 003 SEKACÍ DESKA PRAVÁ
- 01 – 004 PRAVÉ DNO FORMY
- 01 – 005 RAZNÍK PRAVÝ
- 01 – 006 VODICI KOLÉK
- 01 – 007 UCPÁVKY, TĚSNĚNÍ
- 01 – 000 KUSOVNÍK
- 02 – 000 SESTAVA PRAVE STRANY FORMY
- 02 – 001 RAMENO LEVE
- 02 – 002 LEVE TĚLO FORMY
- 02 – 003 SEKACÍ DESKA LEVÁ
- 02 – 004 LEVÉ DNO FORMY
- 02 – 005 RAZNÍK LEVÝ
- 02 – 006 KRYT DĚLÍCÍ ROVINY
- 02 – 007 VODICI POUZDRO
- 02 – 008 UCPÁVKA, TĚSNĚNÍ
- 02 – 000 KUSOVNÍK

4

3

2

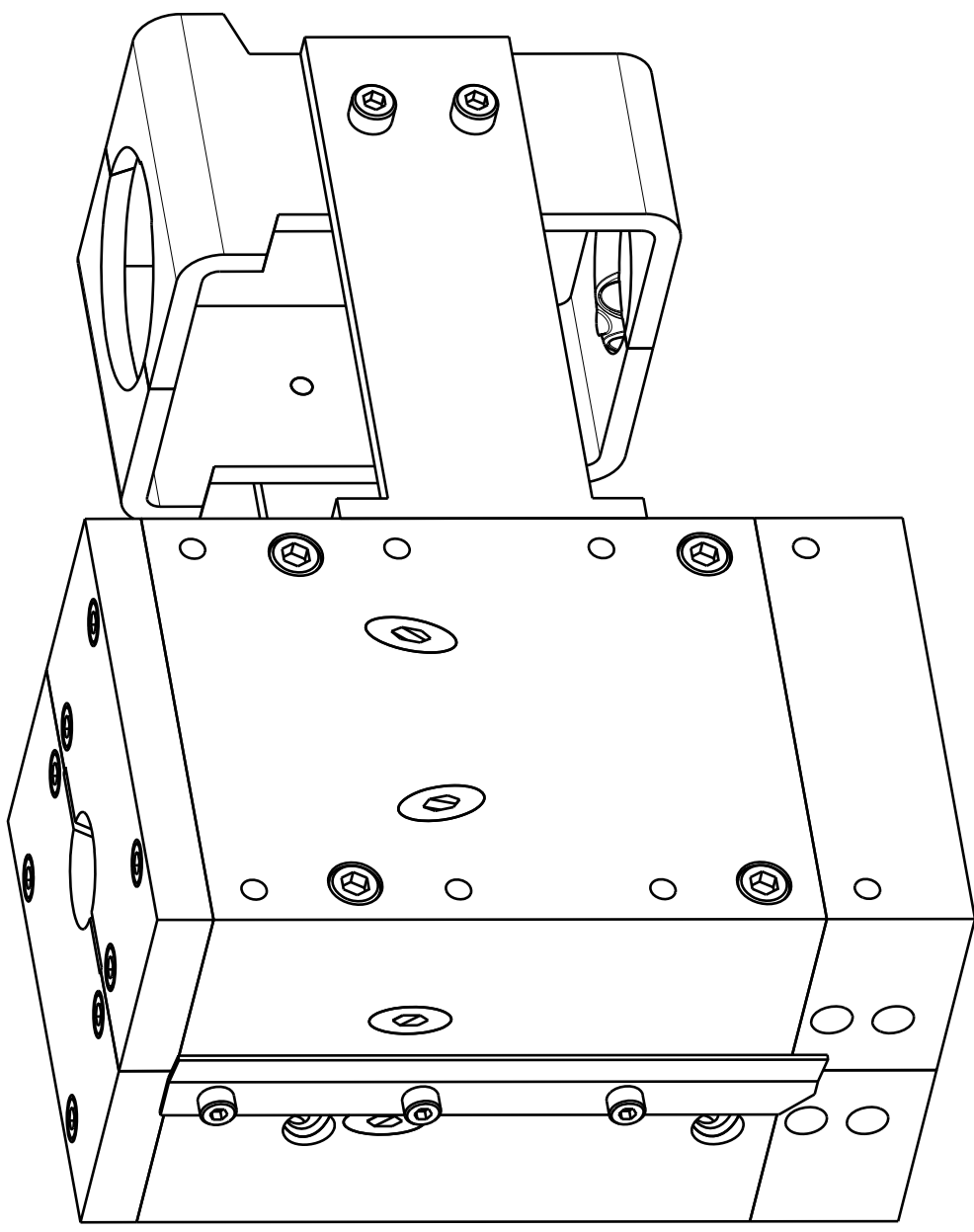
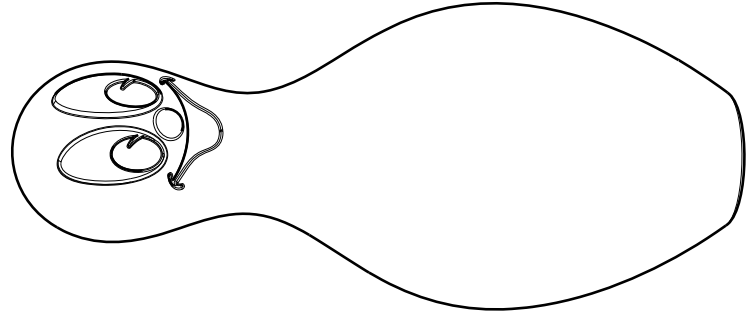
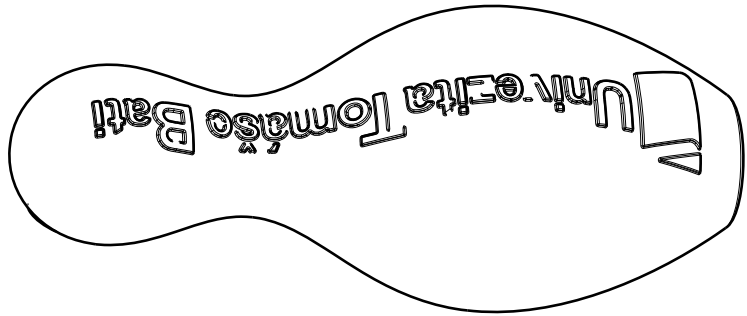
1

4

3

2

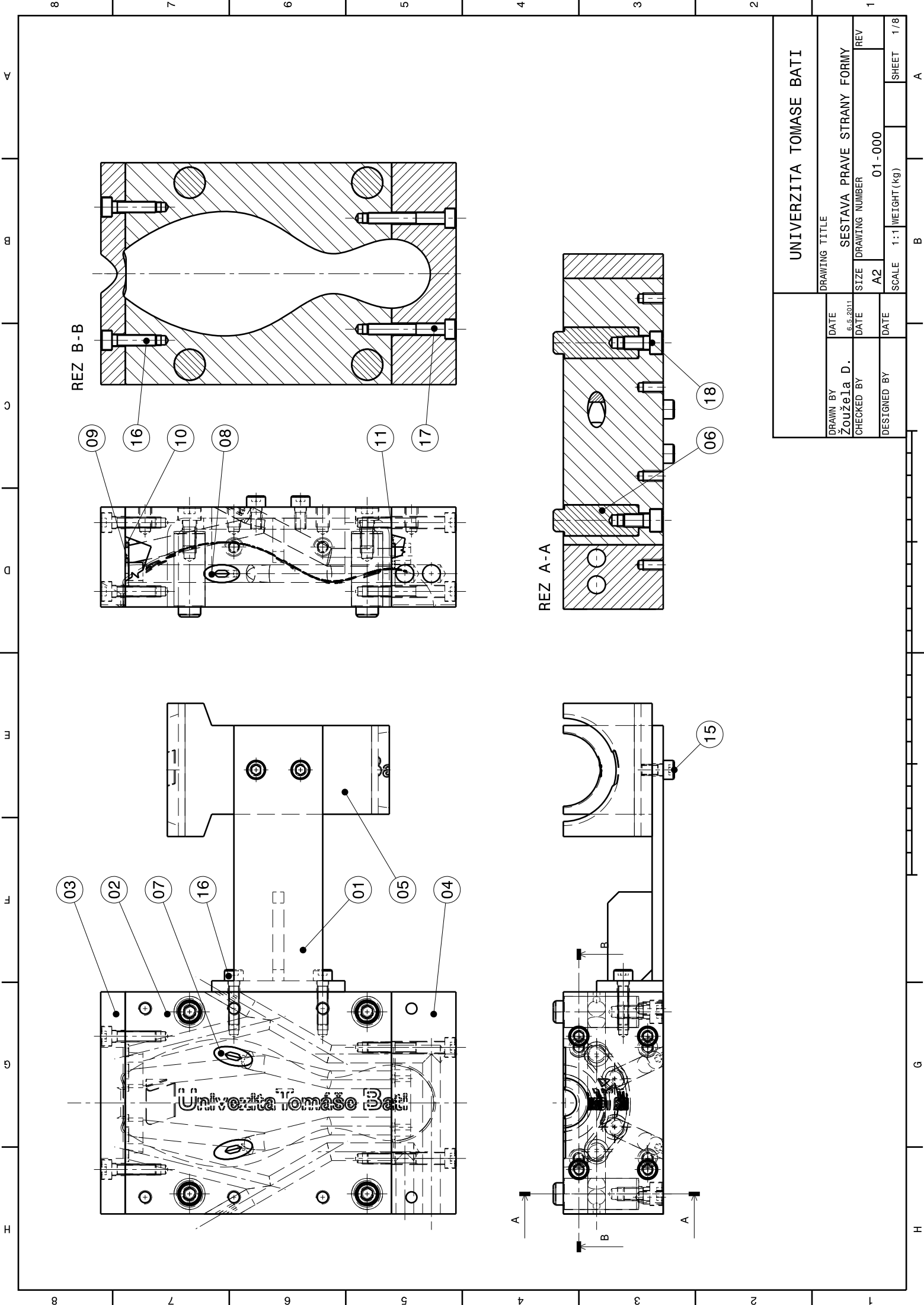
1



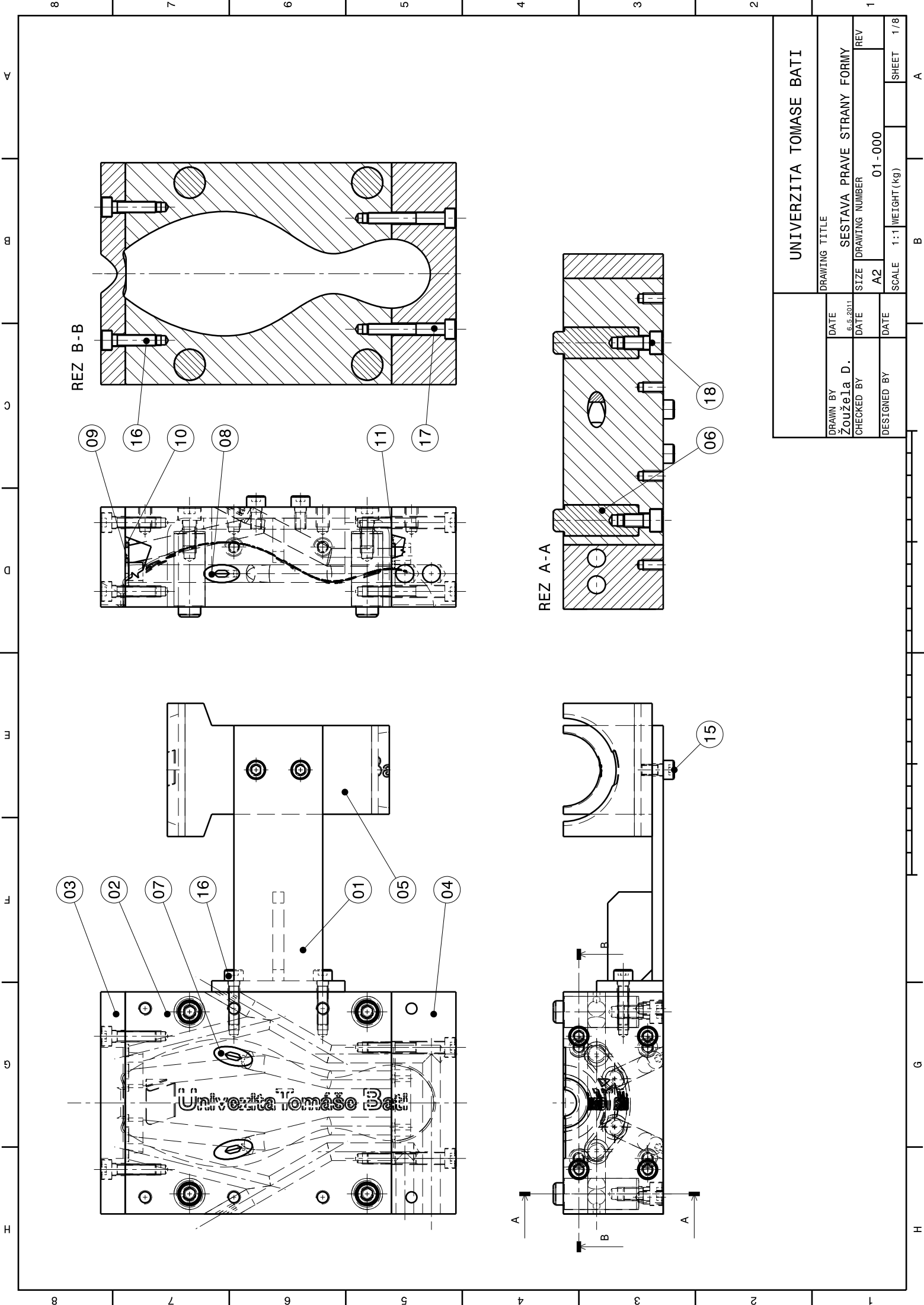
DRAWING TITLE		UNIVERZITA TOMASE BATI	
DRAWN BY	DATE	DRAWING NUMBER	
Žoužela D.	6.5.2011	SESTAVA	
CHECKED BY	DATE	SIZE	REV
DESIGNED BY	DATE	A3	00-000
SCALE		1:1	WEIGHT (kg)
			SHEET 1/1

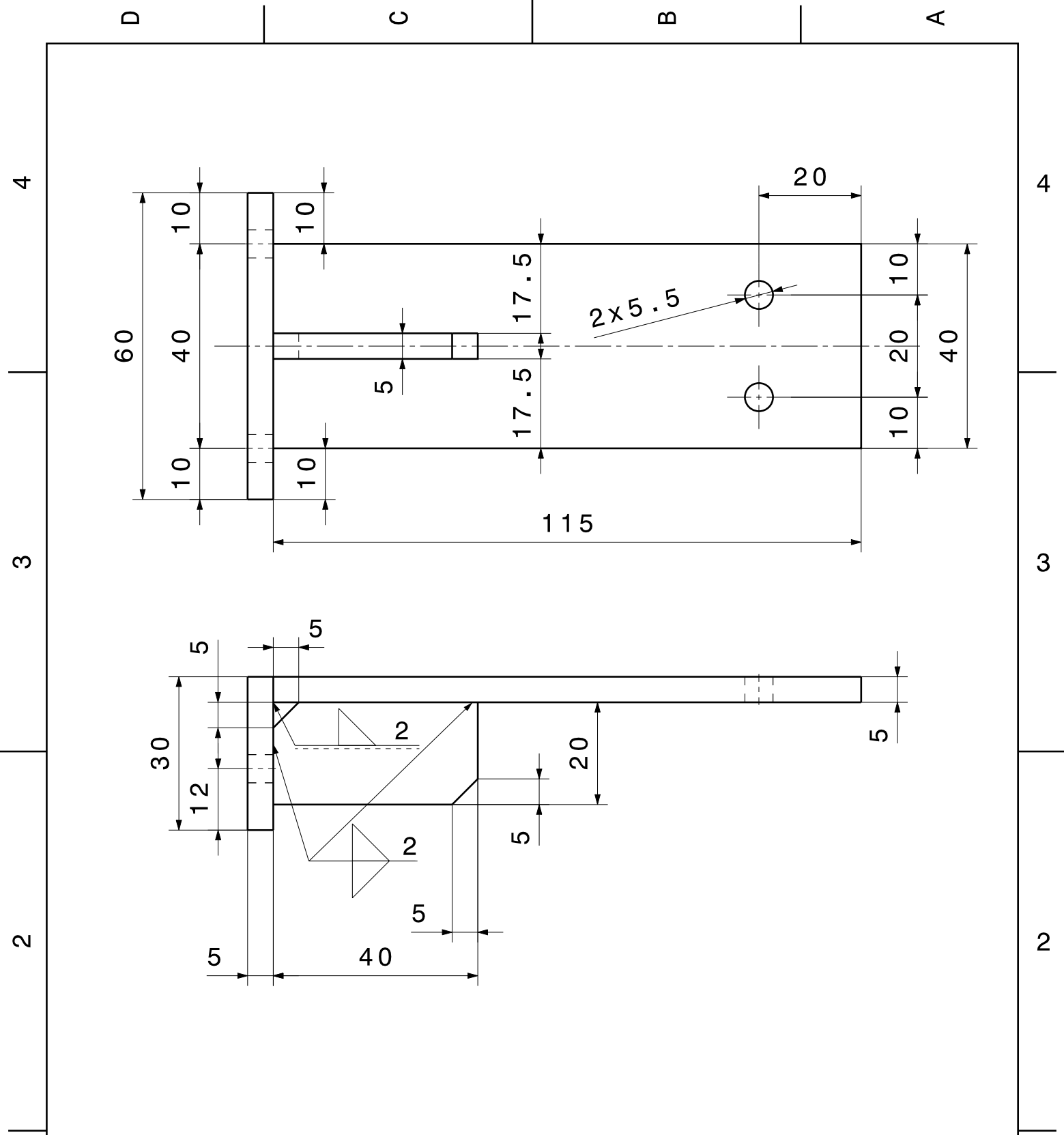
A B C D E F G H

A B C D E F G H



UNIVERZITA TOMASE BATI		DRAWING TITLE	
DRAWN BY Žoužela D.	DATE 8.5.2011	SESTAVA PRAVE STRANY FORMY	
CHECKED BY	DATE	SIZE A2	DRAWING NUMBER 01-000
DESIGNED BY	DATE	SCALE 1:1	WEIGHT (kg) 1/8
		SHEET	1/8





UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

RAMENO PRAVE-SVARENEC

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
6.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
01-001

REV
1

DESIGNED BY

DATE

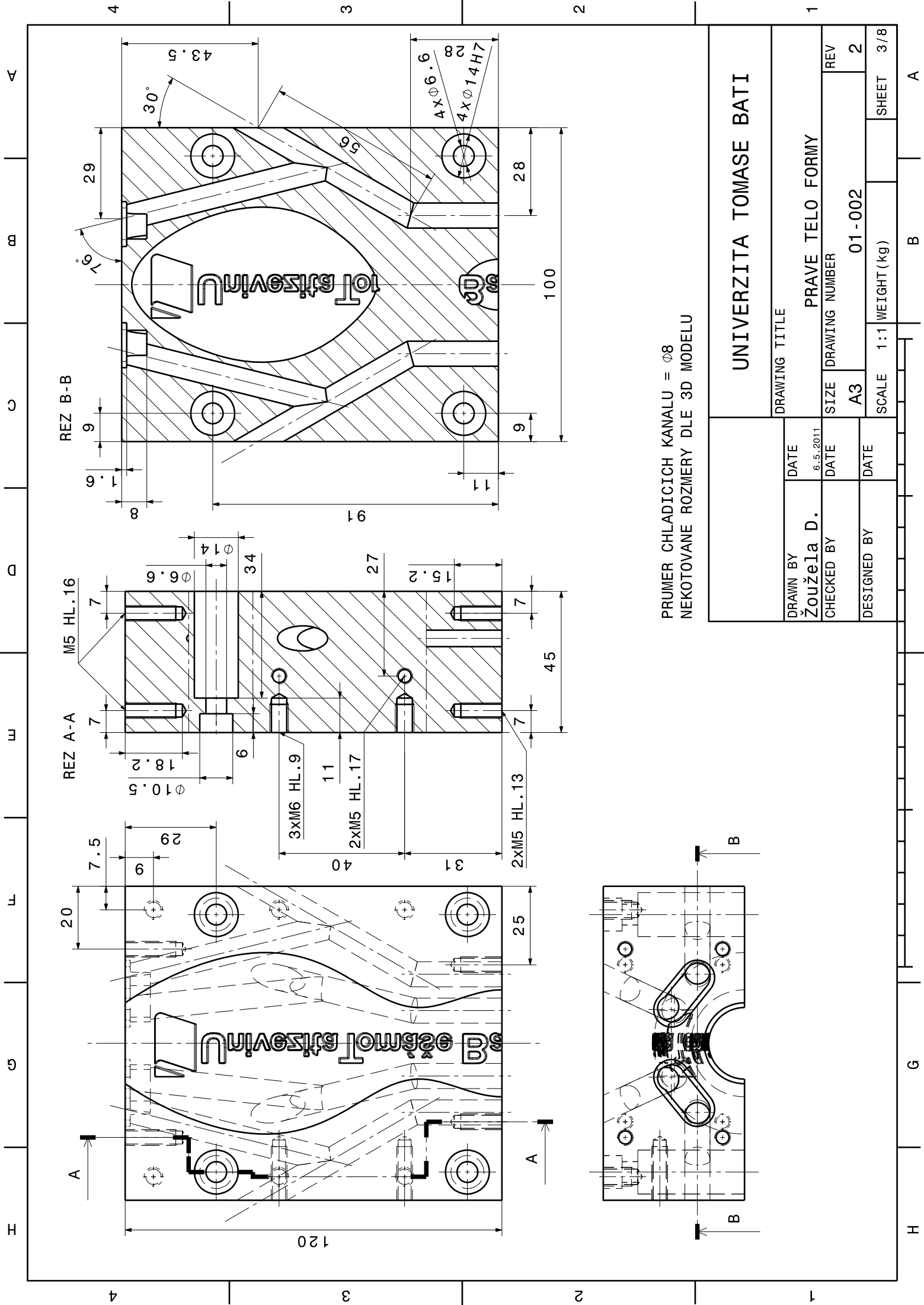
SCALE **1:1**

WEIGHT (kg)

SHEET **2/8**

D

A



REZ B-B

REZ A-A

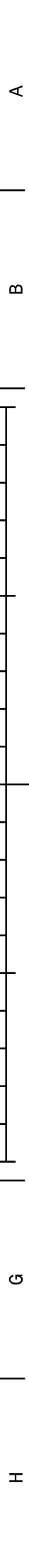
M5 HL.16

UNIVERZITA TOMASE BATI

PRUMER CHLADICICH KANALU = Ø8
NEKOTOVANE ROZMERY DLE 3D MODELU

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE		DRAWING NUMBER		REV
UNIVERZITA TOMASE BATI		PRAVE TELO FORMY		2
DRAWN BY	DATE	SIZE	A3	SCALE
Žoužela D.	6.5.2011	DRAWING NUMBER	01-002	1:1 WEIGHT (kg)
CHECKED BY	DATE	SCALE	1:1	SHEET
DESIGNED BY	DATE	SCALE	1:1	3/8

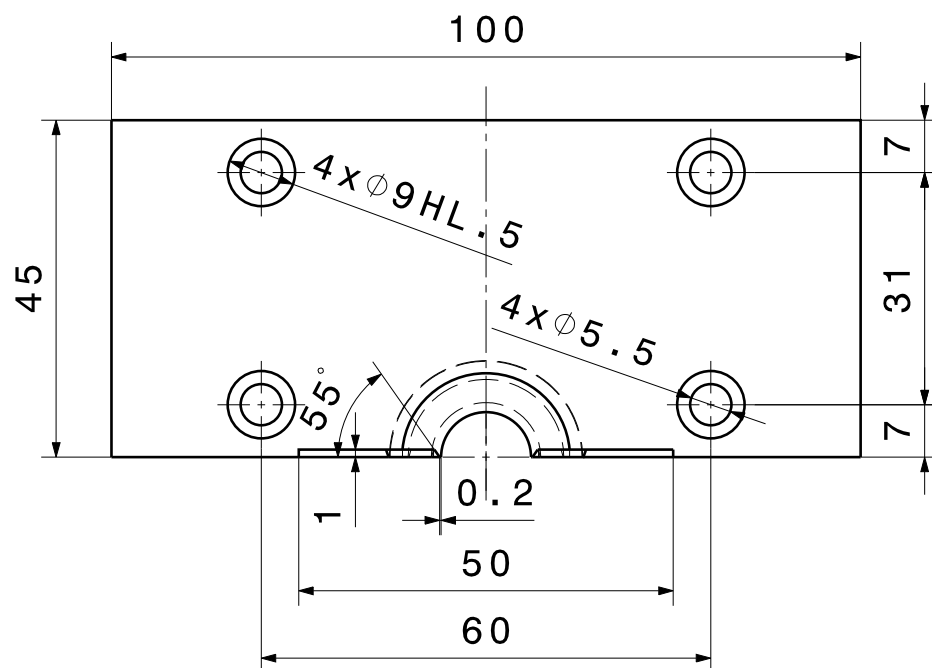
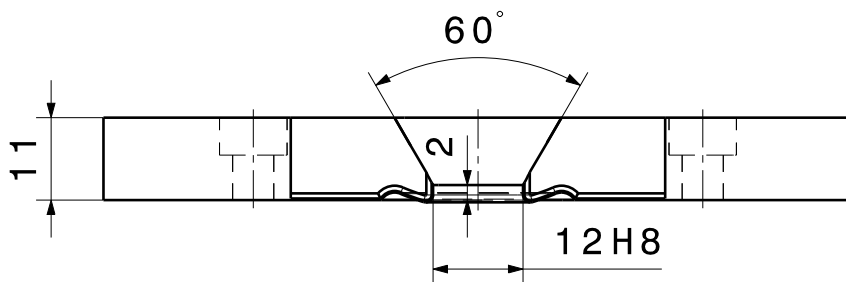


D

C

B

A



NEKOTOVANE ROZMERY DLE 3D MODELU

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

SEKACI DESKA PRAVA

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
7.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE

DRAWING NUMBER

REV

A4

01-003

3

DESIGNED BY

DATE

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

SHEET

4/8

D

A

4

4

3

3

2

2

1

1

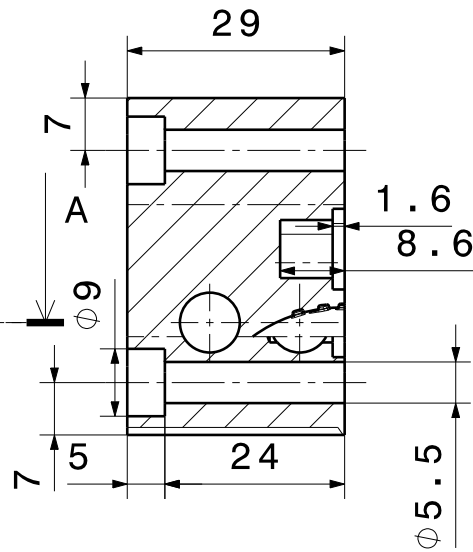
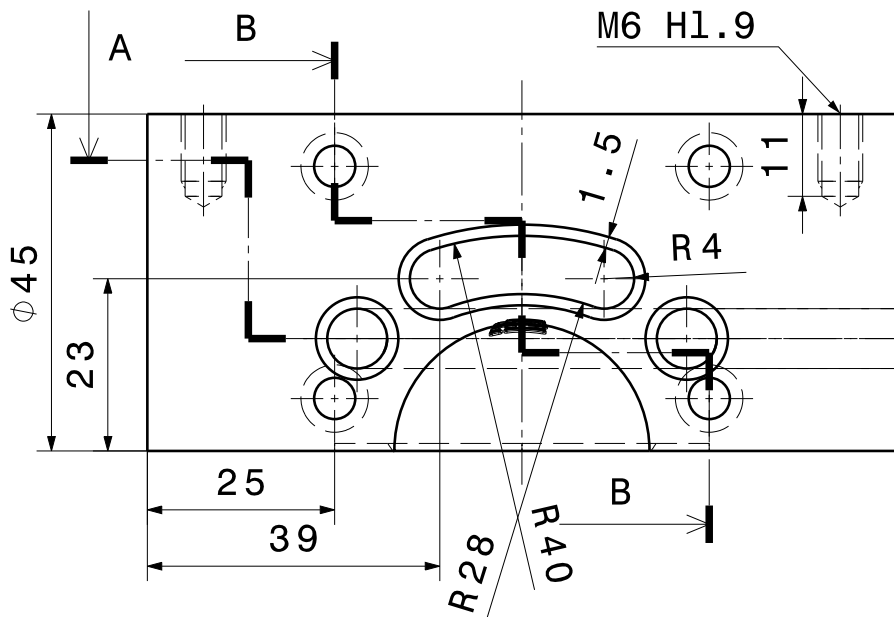
D

C

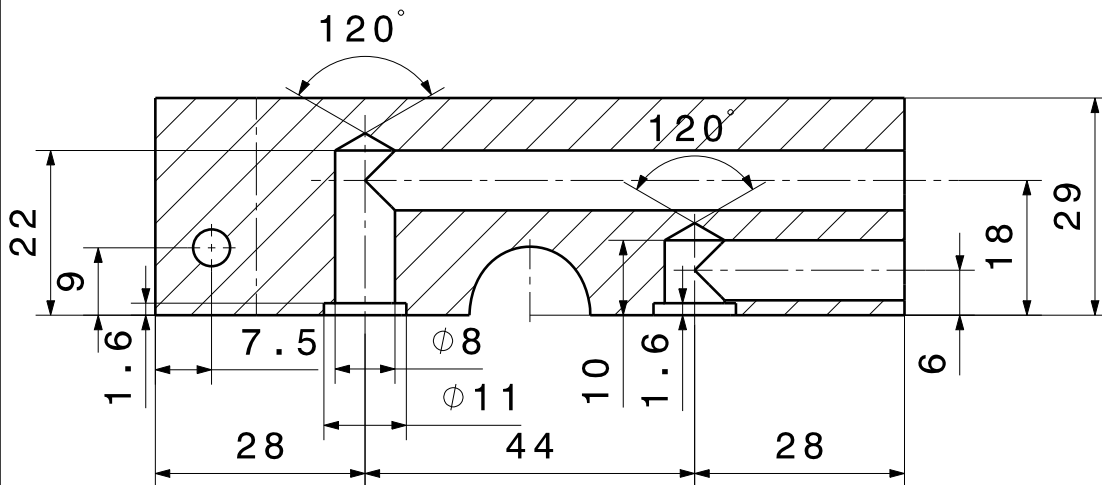
B

A

REZ B-B



REZ A-A



NEKOTOVANE ROZMERY DLE 3D MODELU

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

PRAVE DNO FORMY

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
7.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE

DRAWING NUMBER

REV

A4

01-004

4

DESIGNED BY

DATE

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

SHEET

5/8

D

A

4

4

3

3

2

2

1

1

D

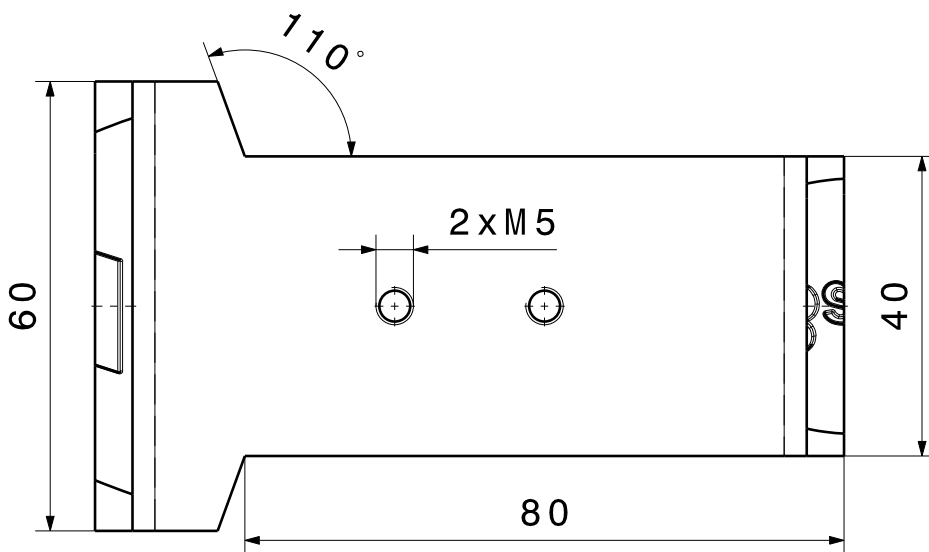
C

B

A

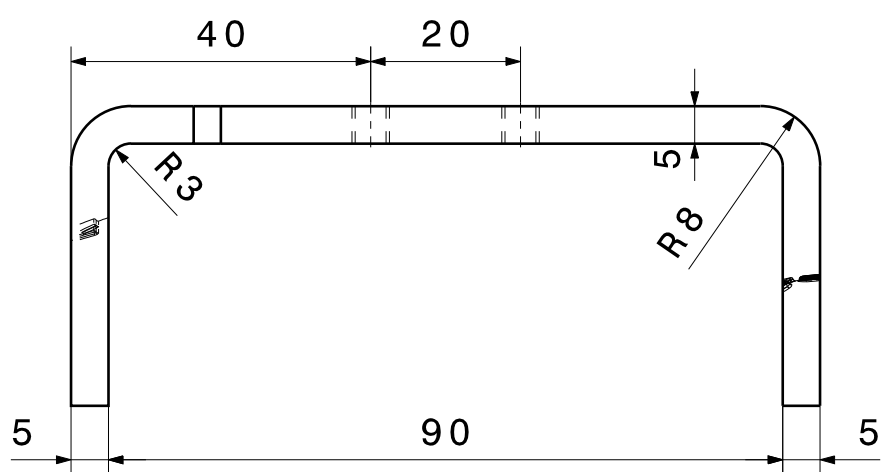
4

4



3

3



2

2

NEKOTOVANE ROZMERY DLE 3D MODELU

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

RAZNIK PRAVY

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
7.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE

DRAWING NUMBER

REV

A4

01-005

5

DESIGNED BY

DATE

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

SHEET

6/8

D

A

1

1

D

C

B

A

4

4

3

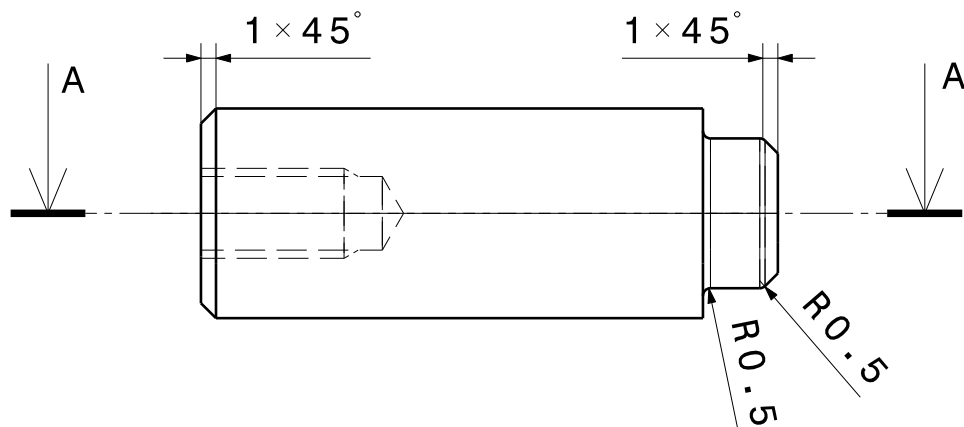
3

2

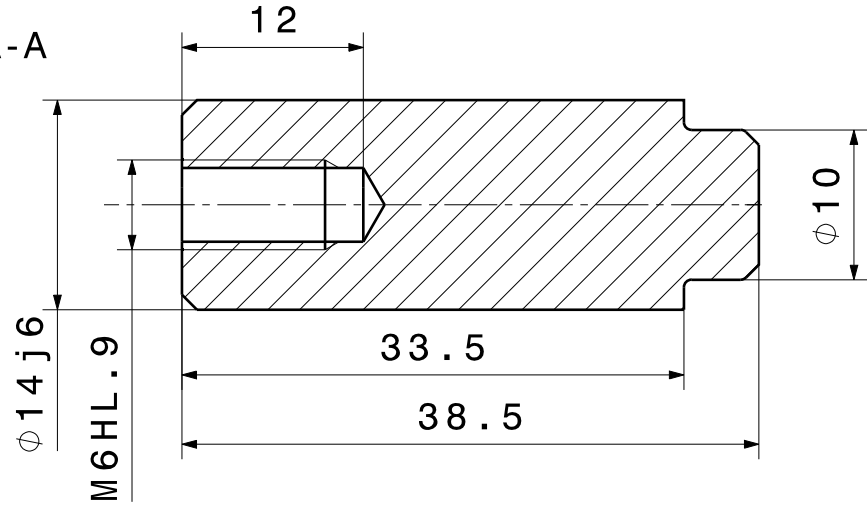
2

1

1



REZ A-A



UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

VODICI KOLIK

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
7.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE

DRAWING NUMBER

REV

A4

01-006

6

DESIGNED BY

DATE

SCALE 2:1

WEIGHT (kg)

SHEET 7/8

D

A

D

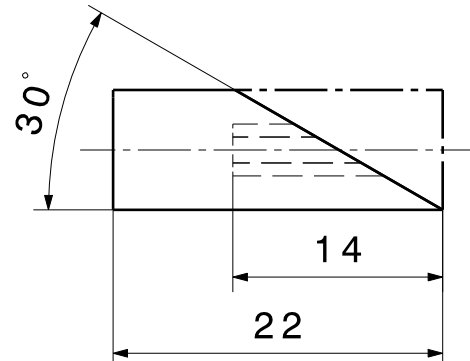
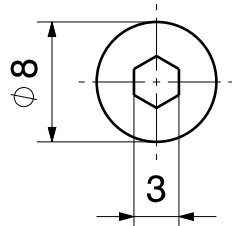
C

B

A

4

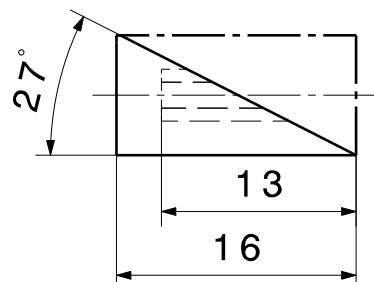
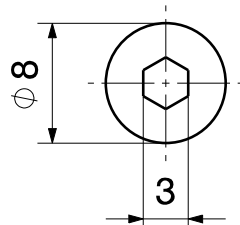
4



08

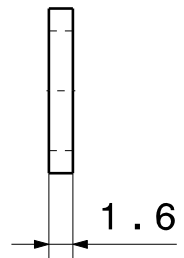
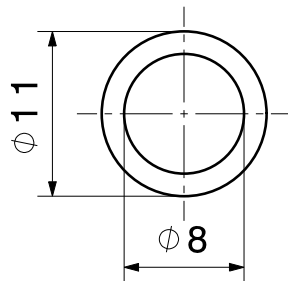
3

3



07

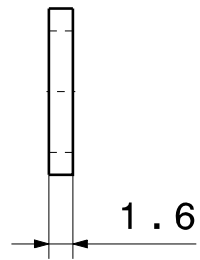
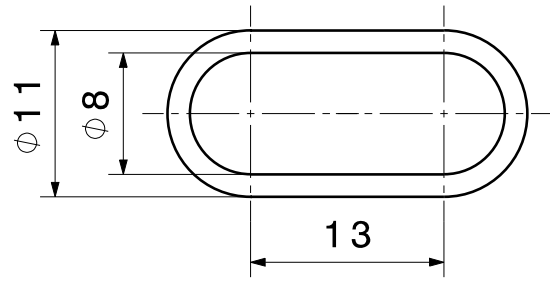
11



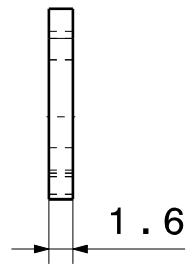
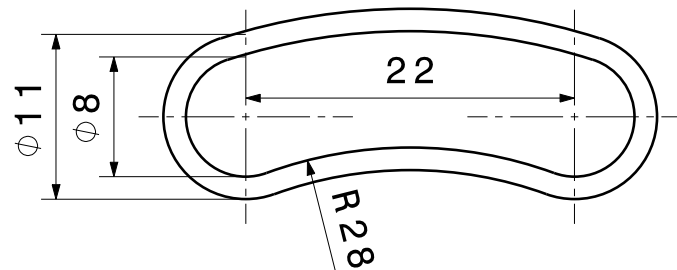
2

2

10



09



UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

UCPAVKY, TESNENI

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
7.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE

DRAWING NUMBER

REV

A4

01-007

DESIGNED BY

DATE

SCALE 2:1

WEIGHT (kg)

SHEET 8/8

D

A

1

1

D

C

B

A

POZICE	NAZEV	NORMA	MATERIAL	POZNAMKA	Ks
01	RAMENO PRAVE	01-001	11 373	CERNENO	1
02	PRAVE TELO FORMY	01-002	12 050.70	ZUSLECHTENO 750 MPa	1
03	SEKACI DESKA PRAVA	01-003	19 312.4	KALENO 58-60 HRC	1
04	PRAVE DNO FORMY	01-004	12 050.80	ZUSLECHTENO 850 MPa	1
05	RAZNIK PRAVY	01-005	11 600		1
06	VODICI POUZDRO	01-006	19 312.4	KALENO 58 HRC	4
07	UCPAVKA	01-007	42 3223		2
08	UCPAVKA	01-007	42 3223		2
09	TESNENI	01-007	PRYZ		2
10	TESNENI	01-007	PRYZ		2
11	TESNENI	01-007	PRYZ		1
12					
13					
14					
15	SROUB M5x10	HASCO, Z30			2
16	SROUB M5x20	HASCO, Z30			6
17	SROUB M5x35	HASCO, Z30			4
18	SROUB M6x12	HASCO, Z30			4

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

KUSOVNIK-KUZELKA

DRAWN BY
Žoulžela D.DATE
9.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE

DRAWING NUMBER

REV

A4

01-000

DESIGNED BY

DATE

SCALE

1:1

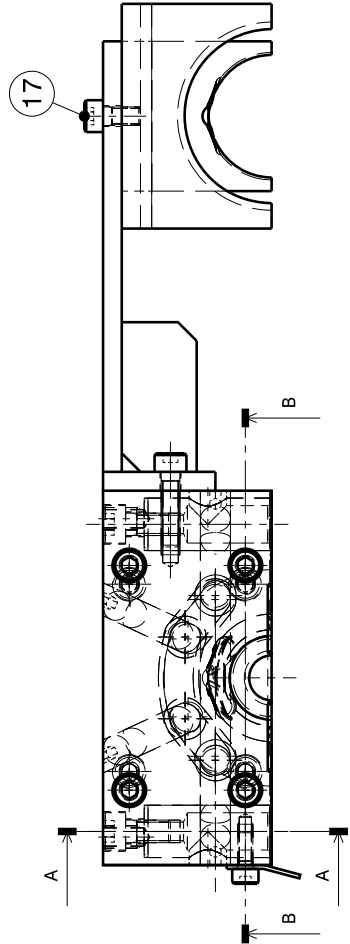
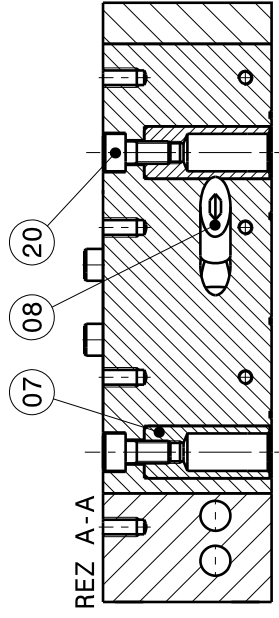
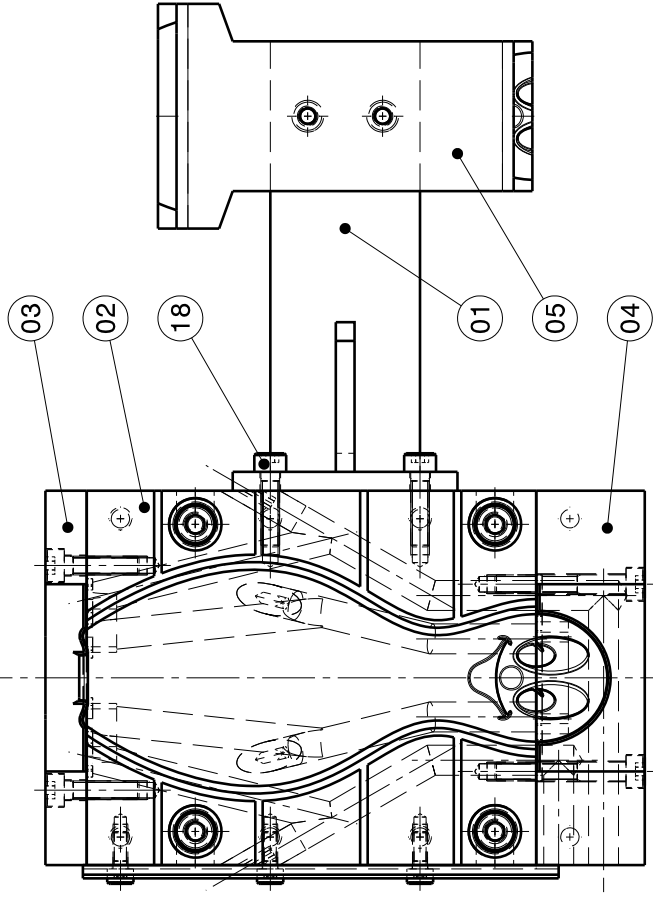
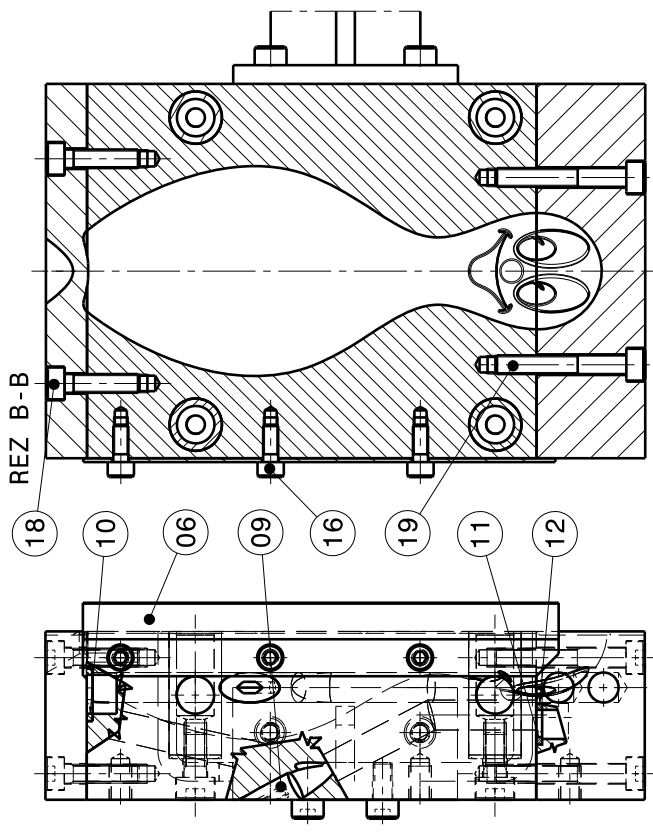
WEIGHT (kg)

SHEET

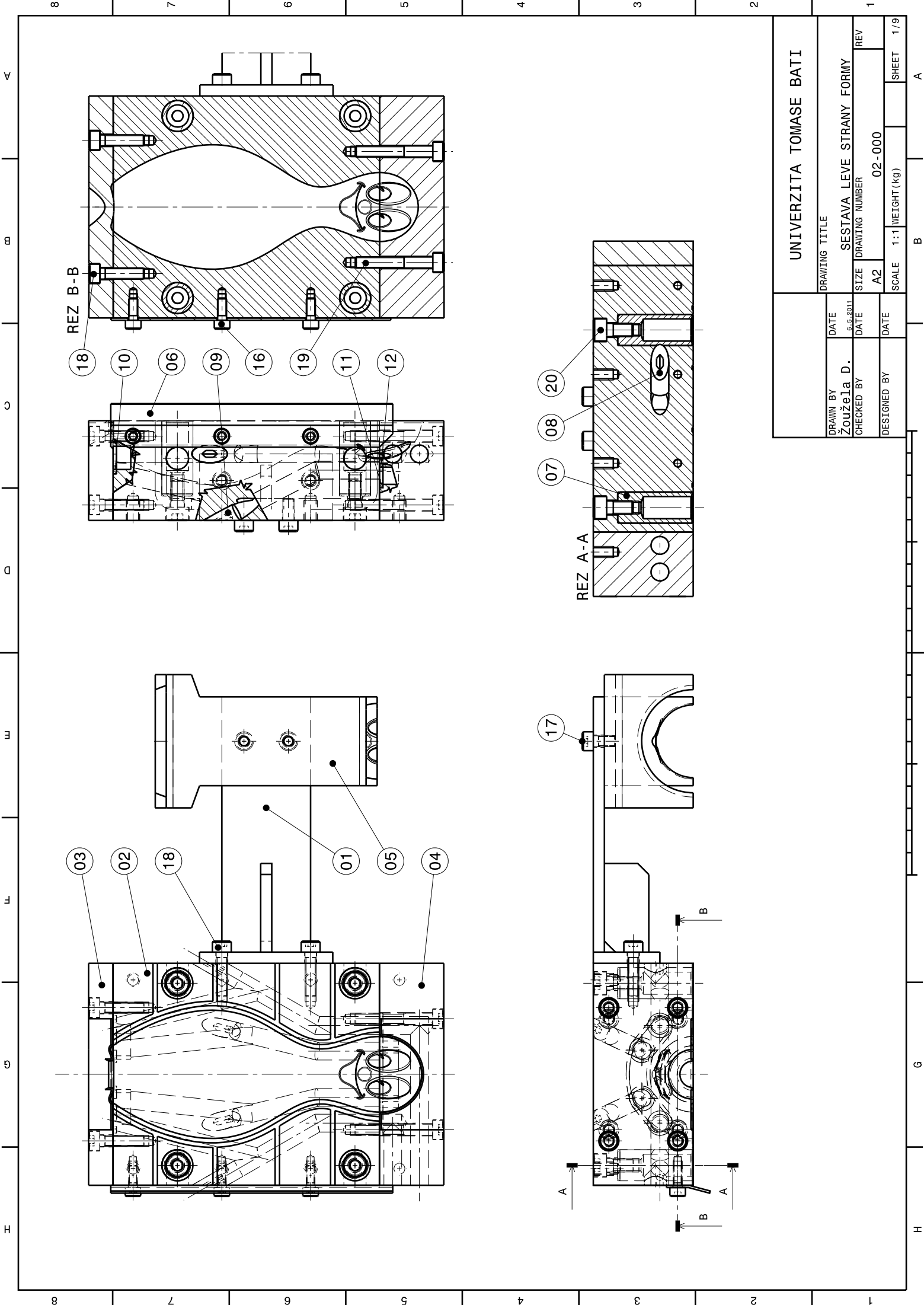
1/1

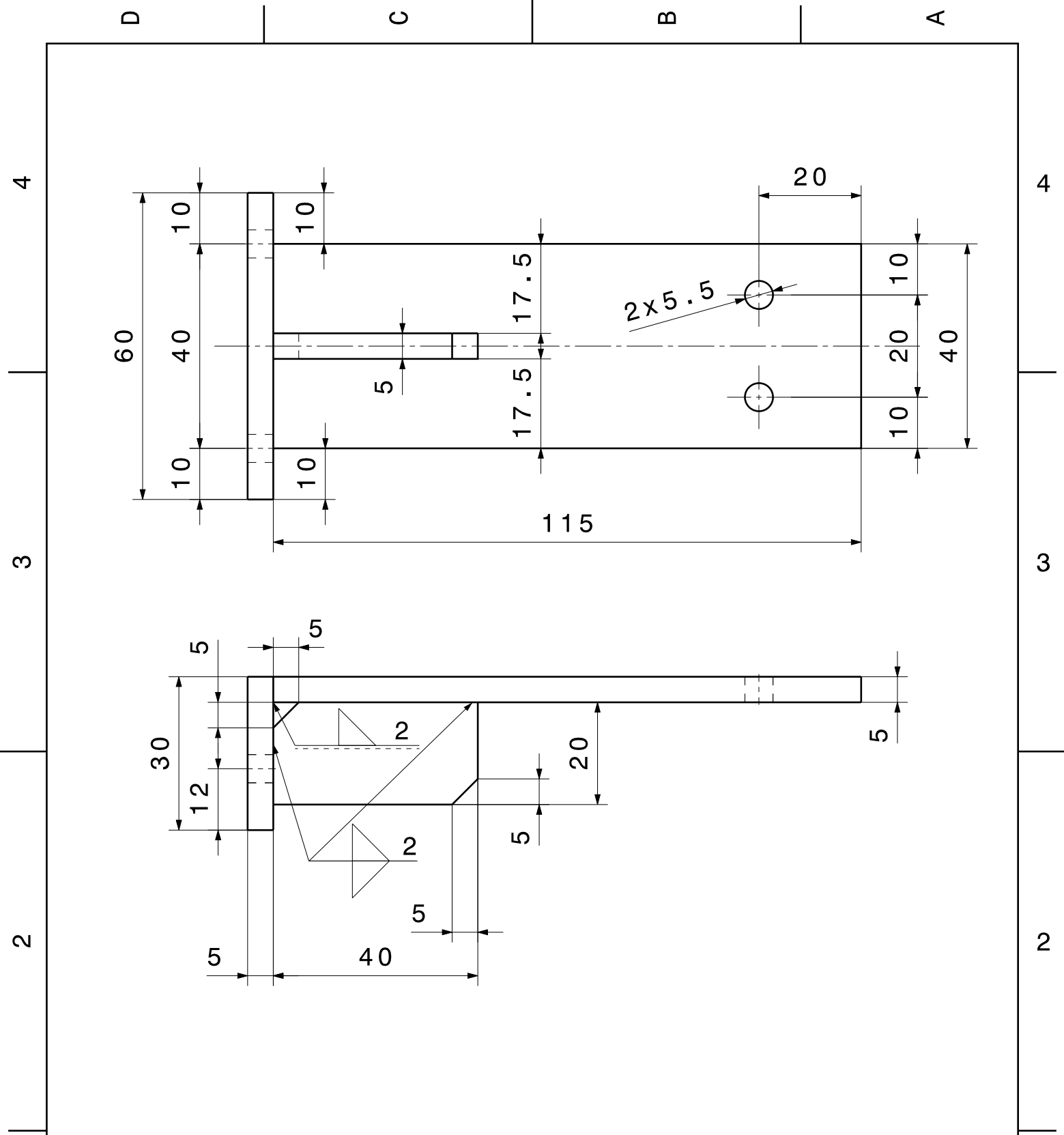
D

A



DRAWING TITLE		UNIVERZITA TOMASE BATI	
DRAWN BY	DATE	SIZE	SCALE
Žoužela D.	8.5.2011	A2	1:1
CHECKED BY	DATE	DRAWING NUMBER	WEIGHT (kg)
		02-000	1/9
DESIGNED BY	DATE		





UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

RAMENO LEVE-SVARENEC

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
6.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE

DRAWING NUMBER

REV

A4

02-001

1

DESIGNED BY

DATE

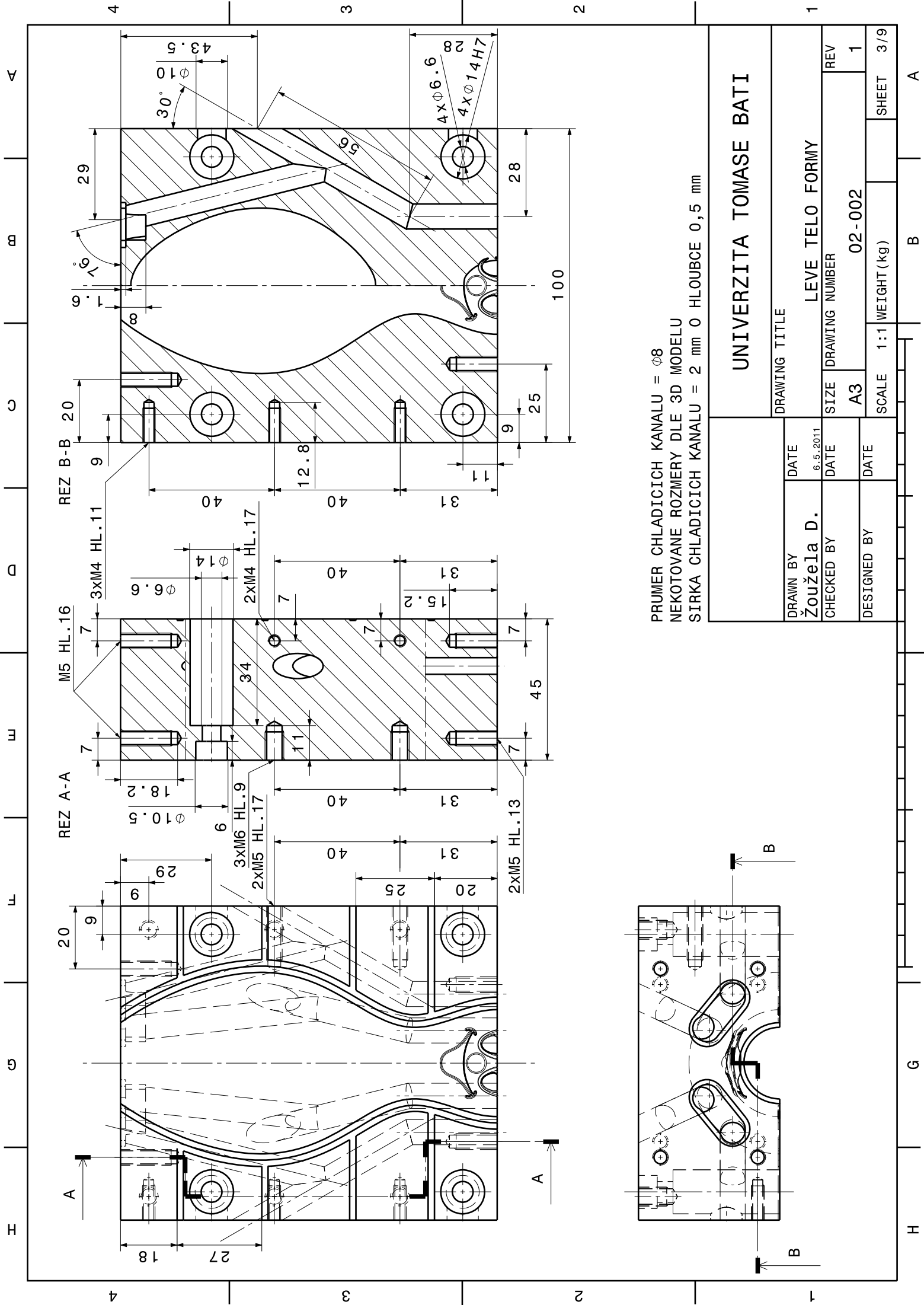
SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

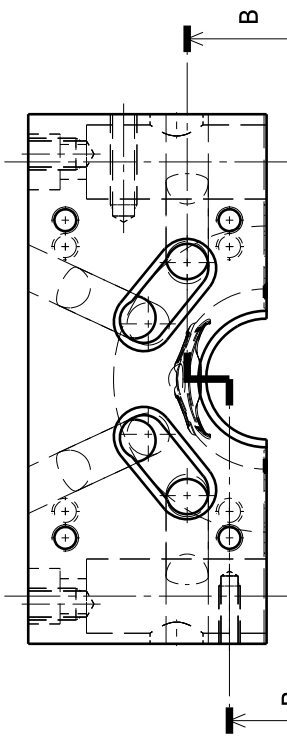
SHEET

2/9



PRUMER CHLADICICH KANALU = $\varnothing 8$
 NEKOTOVANE ROZMERY DLE 3D MODELU
 SIRKA CHLADICICH KANALU = 2 mm O HLOUBCE 0,5 mm

UNIVERZITA TOMASE BATI		DRAWING TITLE	
		DRAWN BY	DATE
ŽOUŽELA D.		6.5.2011	
CHECKED BY	DATE	SIZE	DRAWING NUMBER
DESIGNED BY	DATE	A3	02-002
SCALE	1:1	WEIGHT (kg)	SHEET 3/9



D

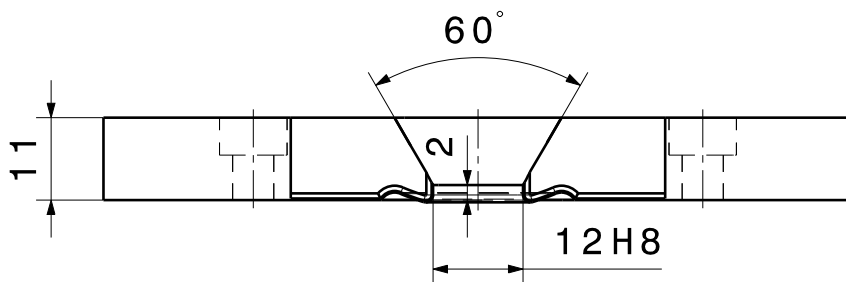
C

B

A

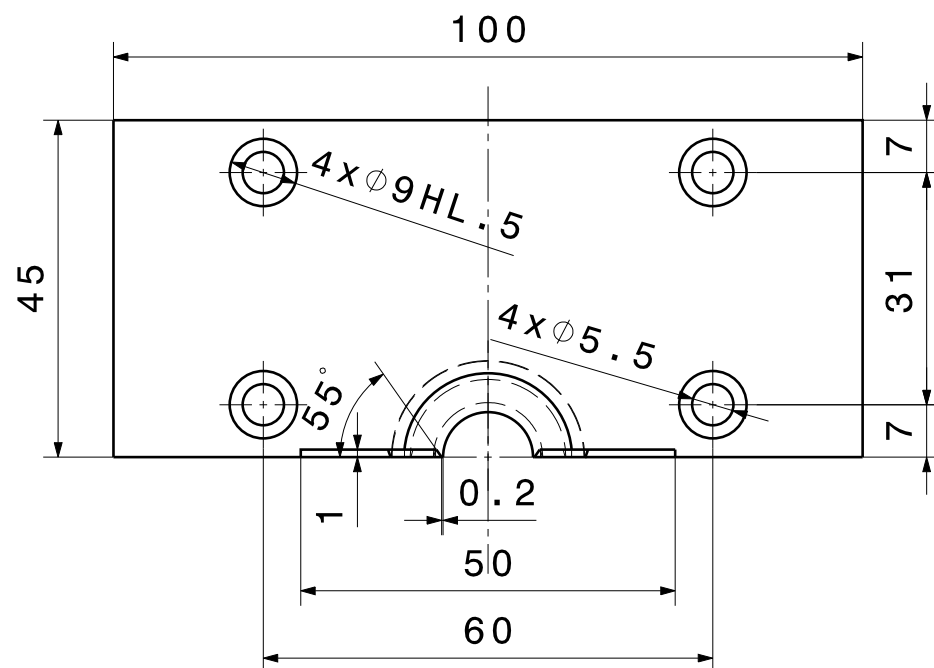
4

4



3

3



2

2

NEKOTOVANE ROZMERY DLE 3D MODELU

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

SEKACI DESKA LEVA

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
7.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE

DRAWING NUMBER

REV

A4

02-003

3

DESIGNED BY

DATE

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

SHEET

4/9

1

1

D

A

D

C

B

A

4

4

3

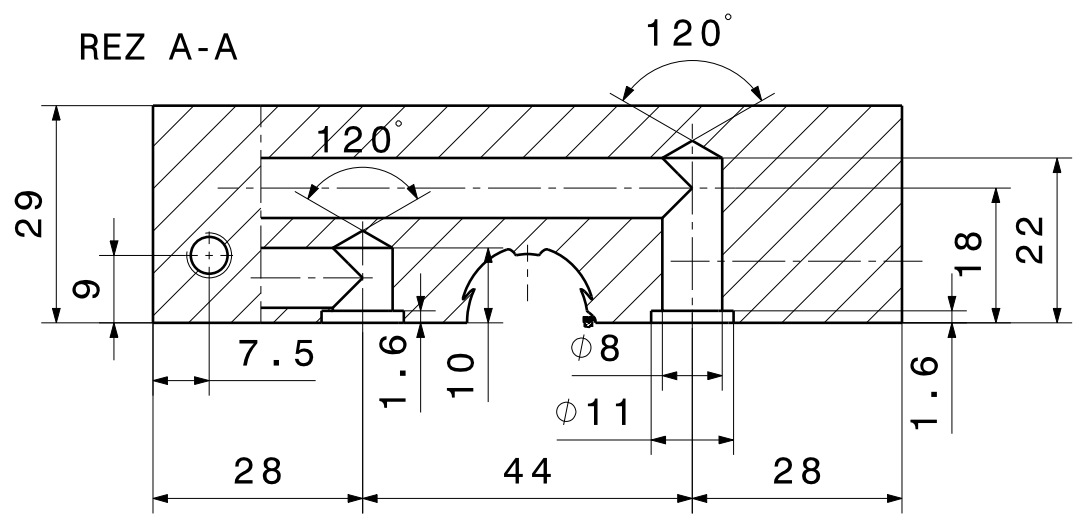
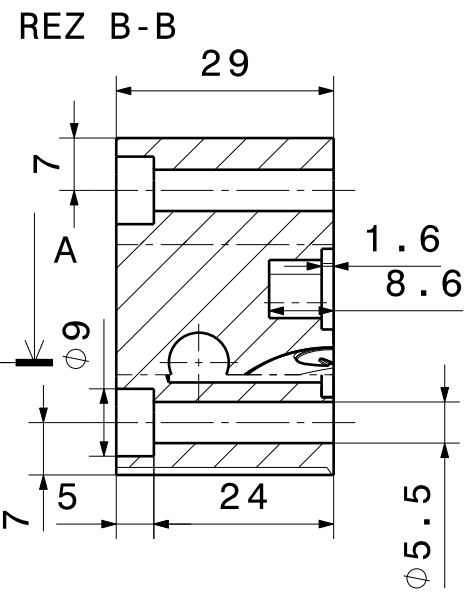
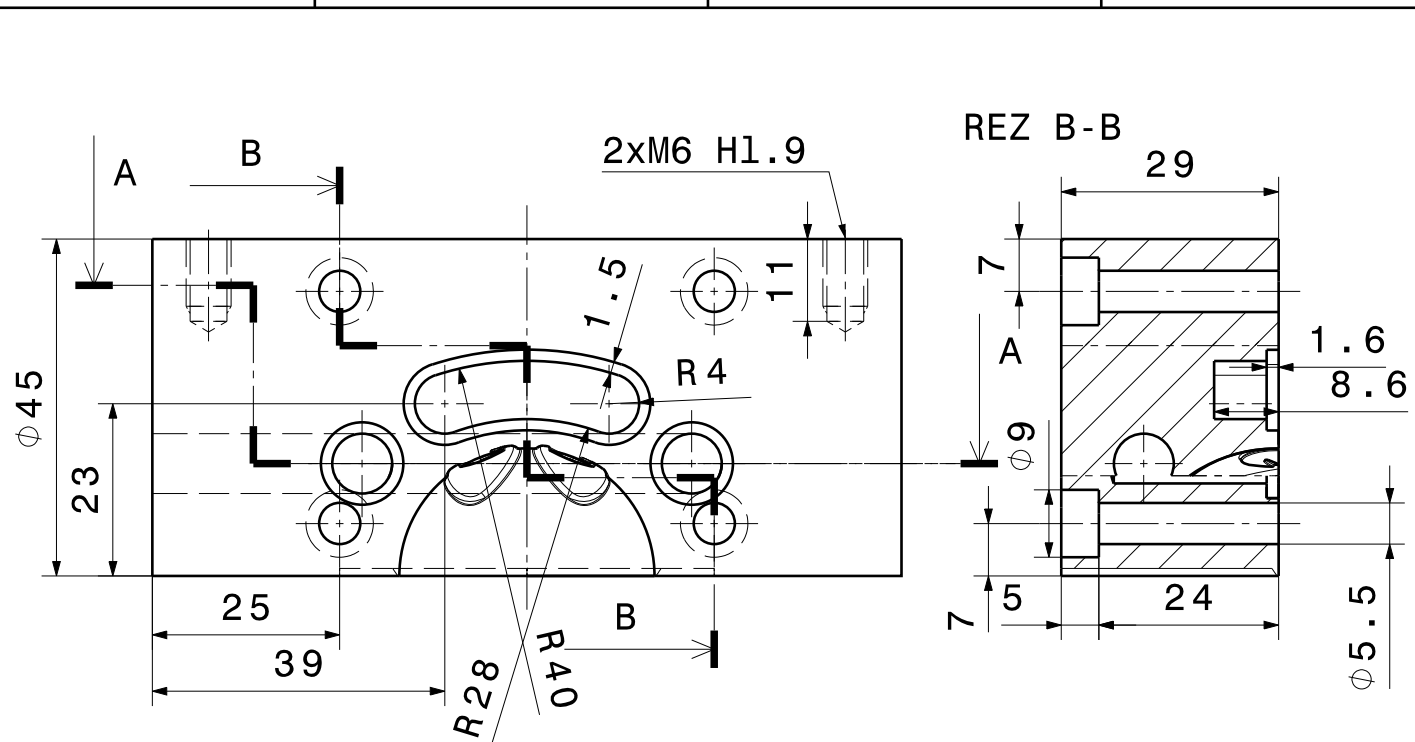
3

2

2

1

1



NEKOTOVANE ROZMERY DLE 3D MODELU

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

LEVE DNO FORMY

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
7.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
02-004

REV
4

DESIGNED BY

DATE

SCALE
1:1

WEIGHT (kg)

SHEET

5/9

D

A

D

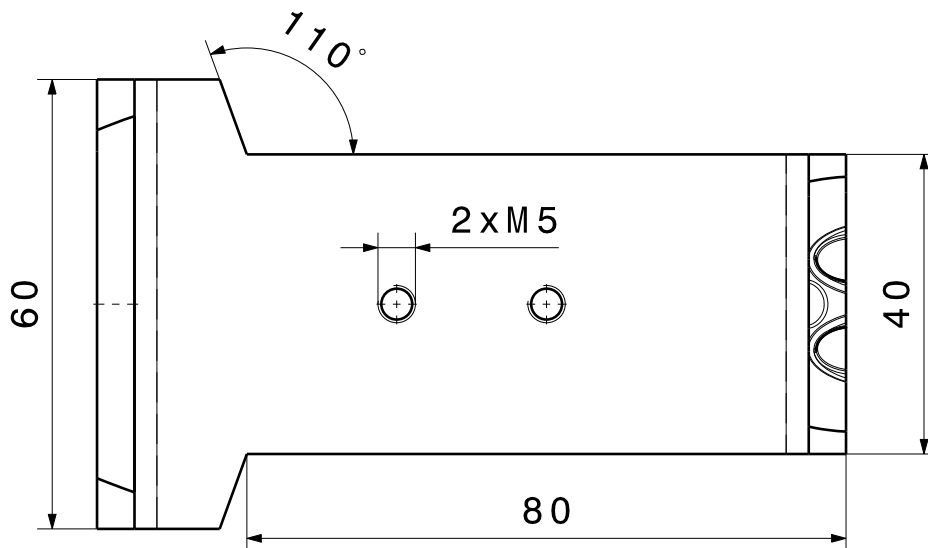
C

B

A

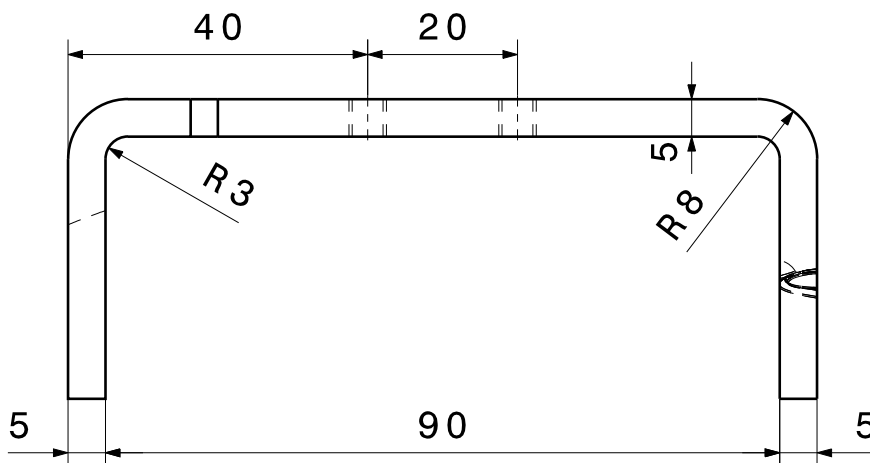
4

4



3

3



2

2

NEKOTOVANE ROZMERY DLE 3D MODELU

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

RAZNIK LEVY

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
7.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE

DRAWING NUMBER

REV

A4

02-005

5

DESIGNED BY

DATE

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

SHEET

6/9

D

A

1

1

D

C

B

A

4

4

3

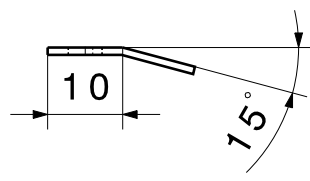
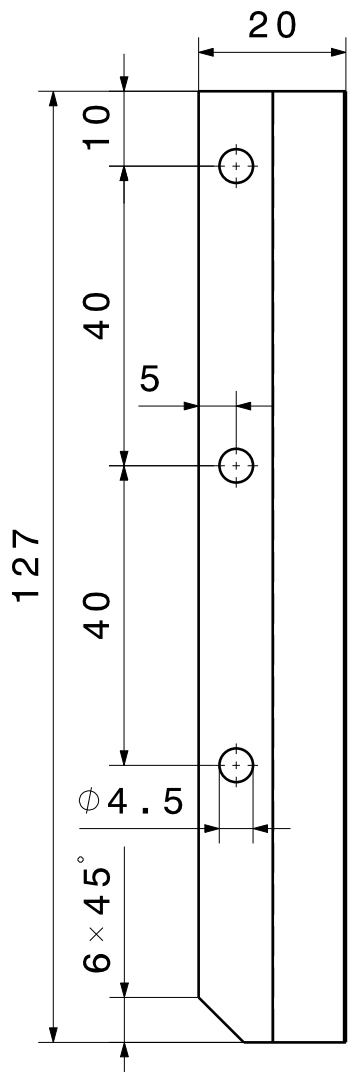
3

2

2

1

1



UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

KRYT DELICI ROVINY

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
7.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE

DRAWING NUMBER

REV

A4

02-006

6

DESIGNED BY

DATE

SCALE 1:1

WEIGHT (kg)

SHEET 7/9

D

A

D

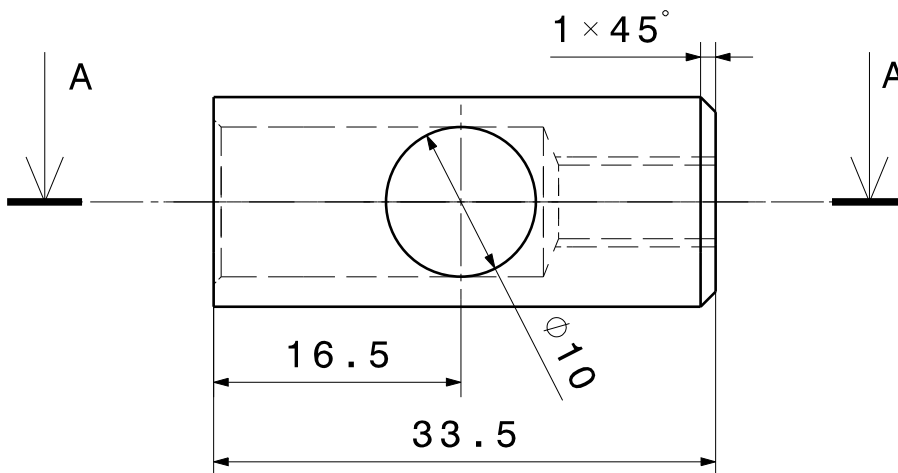
C

B

A

4

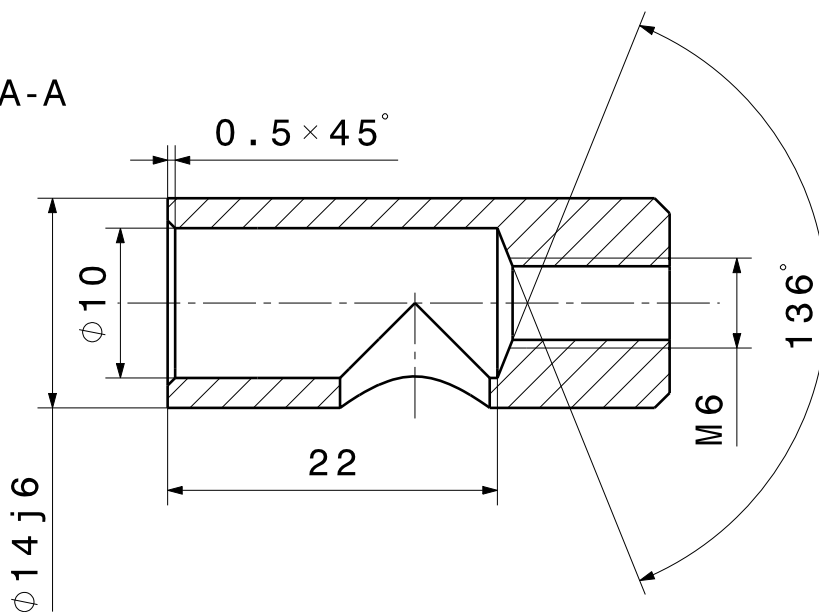
4



3

3

REZ A-A



2

2

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

VODICI POUZDRO

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
7.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE

DRAWING NUMBER

REV

A4

02-007

7

DESIGNED BY

DATE

SCALE 2:1

WEIGHT (kg)

SHEET 8/9

1

1

D

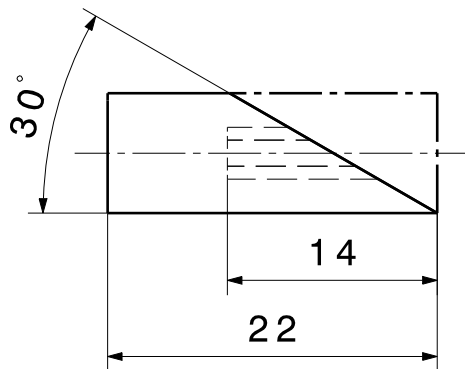
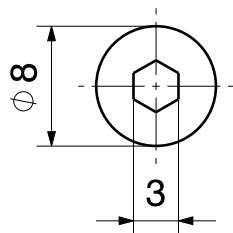
A

D

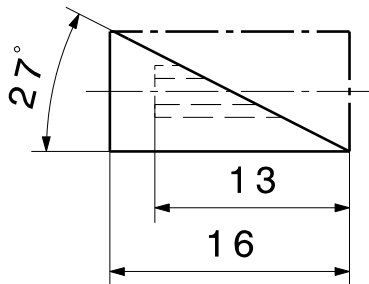
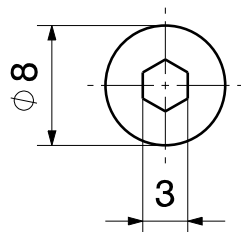
C

B

A

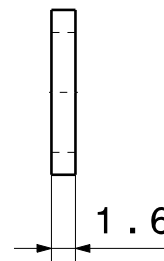
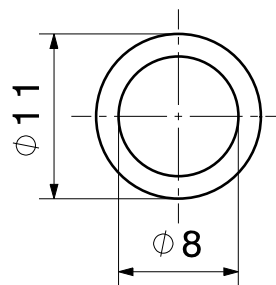


08

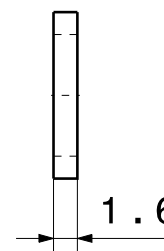
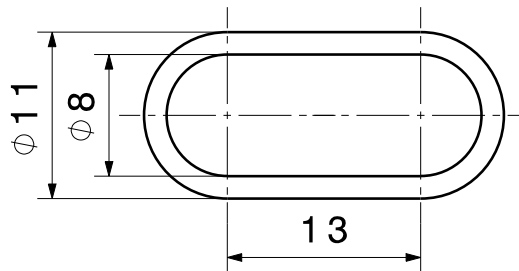


09

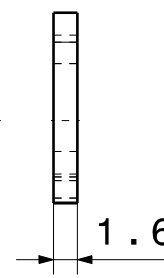
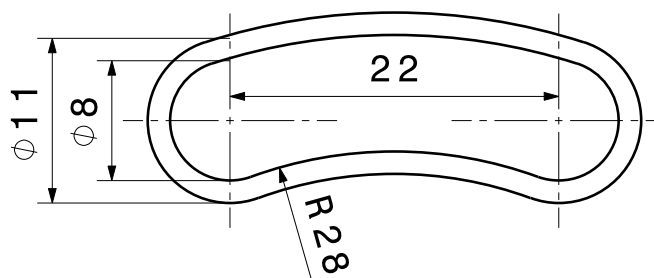
12



11



10



UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

UCPAVKY, TESNENI

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
7.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE

DRAWING NUMBER

REV

DESIGNED BY

DATE

A4

02-008

SCALE 2:1

WEIGHT (kg)

SHEET 9/9

D

A

D

C

B

A

POZICE	NAZEV	NORMA	MATERIAL	POZNAMKA	Ks
01	RAMENO LEVE	02-001	11 373	CERNENO	1
02	LEVE TELO FORMY	02-002	12 050.70	ZUSLECHTENO 750 MPa	1
03	SEKACI DESKA LEVA	02-003	19 312.4	KALENO 58-60 HRC	1
04	LEVE DNO FORMY	02-004	12 050.80	ZUSLECHTENO 850 MPa	1
05	RAZNIK LEVY	02-005	11 600		1
06	KRYT DELICI ROVINY	02-006	11 600		1
07	VODICI POUZDRO	02-007	19 312.4	KALENO 58 HRC	4
08	UCPAVKA	02-008	42 3223		2
09	UCPAVKA	02-008	42 3223		2
10	TESNENI	02-008	PRYZ		2
11	TESNENI	02-008	PRYZ		2
12	TESNENI	02-008	PRYZ		1
13					
14					
15					
16	SROUB M4x10	HASCO, Z30			3
17	SROUB M5x10	HASCO, Z30			2
18	SROUB M5x20	HASCO, Z30			6
19	SROUB M5x35	HASCO, Z30			4
20	SROUB M6x12	HASCO, Z30			4

4

4

3

3

2

2

1

1

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

KUSOVNIK-KUZELKA

DRAWN BY
Žoulžela D.DATE
9.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE

DRAWING NUMBER

REV

A4

02-000

DESIGNED BY

DATE

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

SHEET

1/1

D

A

PŘÍLOHA P II: VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE „POSTAVA“

Obsah:

- 00 – 000 SESTAVA
- 01 – 000 SESTAVA PRAVE STRANY FORMY
- 01 – 001 RAMENO PRAVE
- 01 – 002 PRAVE TĚLO FORMY
- 01 – 003 SEKACÍ DESKA PRAVÁ
- 01 – 004 PRAVÉ DNO FORMY
- 01 – 005 RAZNÍK PRAVÝ
- 01 – 006 VODICI KOLÉK
- 01 – 007 TĚSNĚNÍ
- 01 – 000 KUSOVNÍK
- 02 – 000 SESTAVA PRAVE STRANY FORMY
- 02 – 001 RAMENO LEVE
- 02 – 002 LEVE TĚLO FORMY
- 02 – 003 SEKACÍ DESKA LEVÁ
- 02 – 004 LEVÉ DNO FORMY
- 02 – 005 RAZNÍK LEVÝ
- 02 – 006 VODICI POUZDRO
- 02 – 007 KRYT DĚLÍCÍ ROVINY
- 02 – 008 UCPÁVKA, TĚSNĚNÍ
- 02 – 000 KUSOVNÍK

A

B

C

D

E

F

G

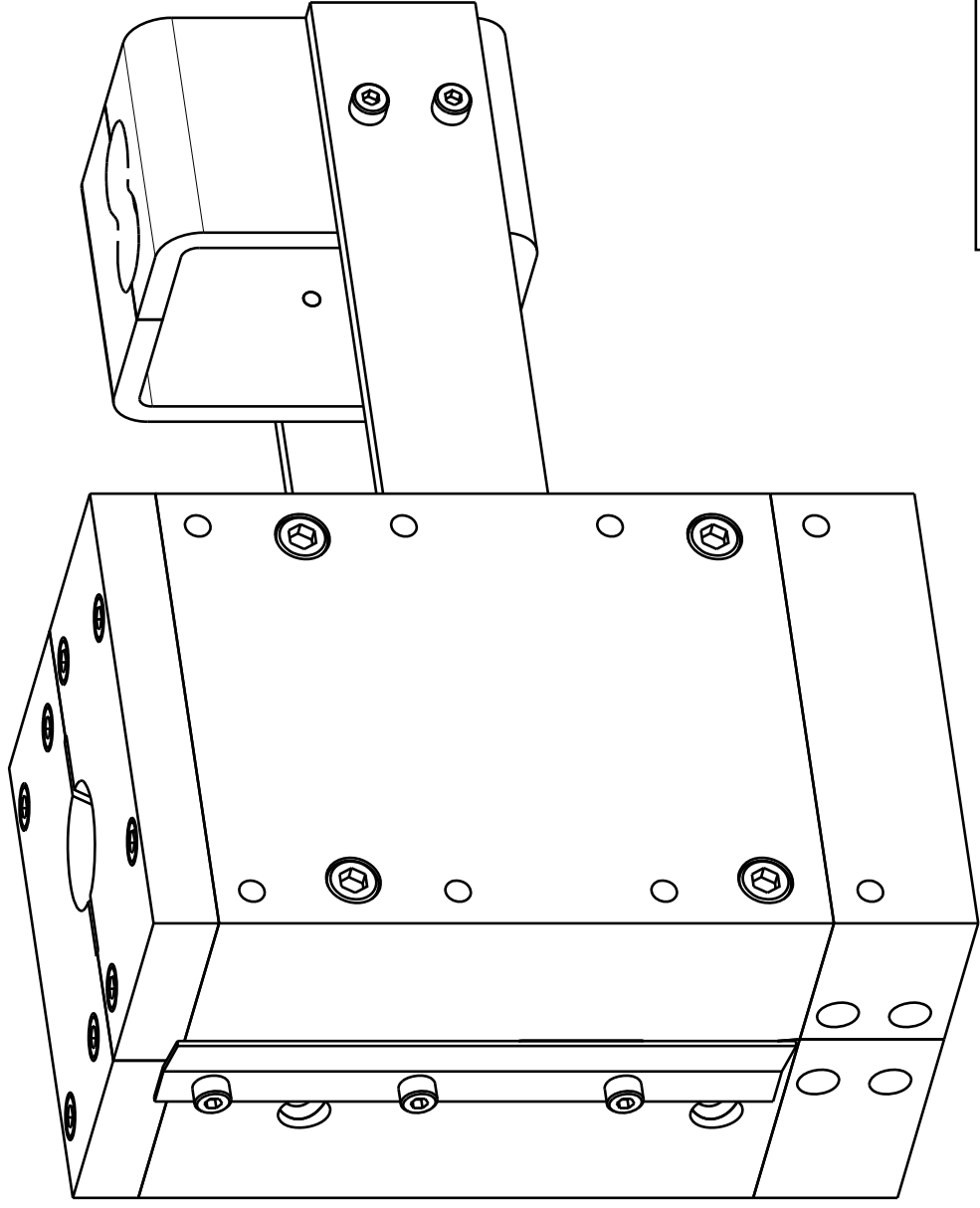
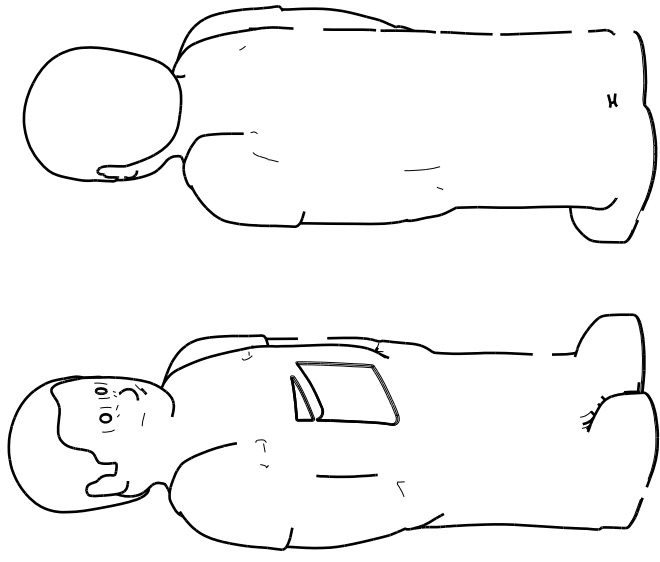
H

4

3

2

1



DRAWING TITLE		UNIVERZITA TOMASE BATI	
DRAWN BY	DATE	DRAWING NUMBER	
Žoužela D.	7.5.2011	SESTAVA	
CHECKED BY	DATE	SIZE	REV
DESIGNED BY	DATE	A3	00-000
SCALE		1:1	WEIGHT (kg)
			SHEET 1/1

A

B

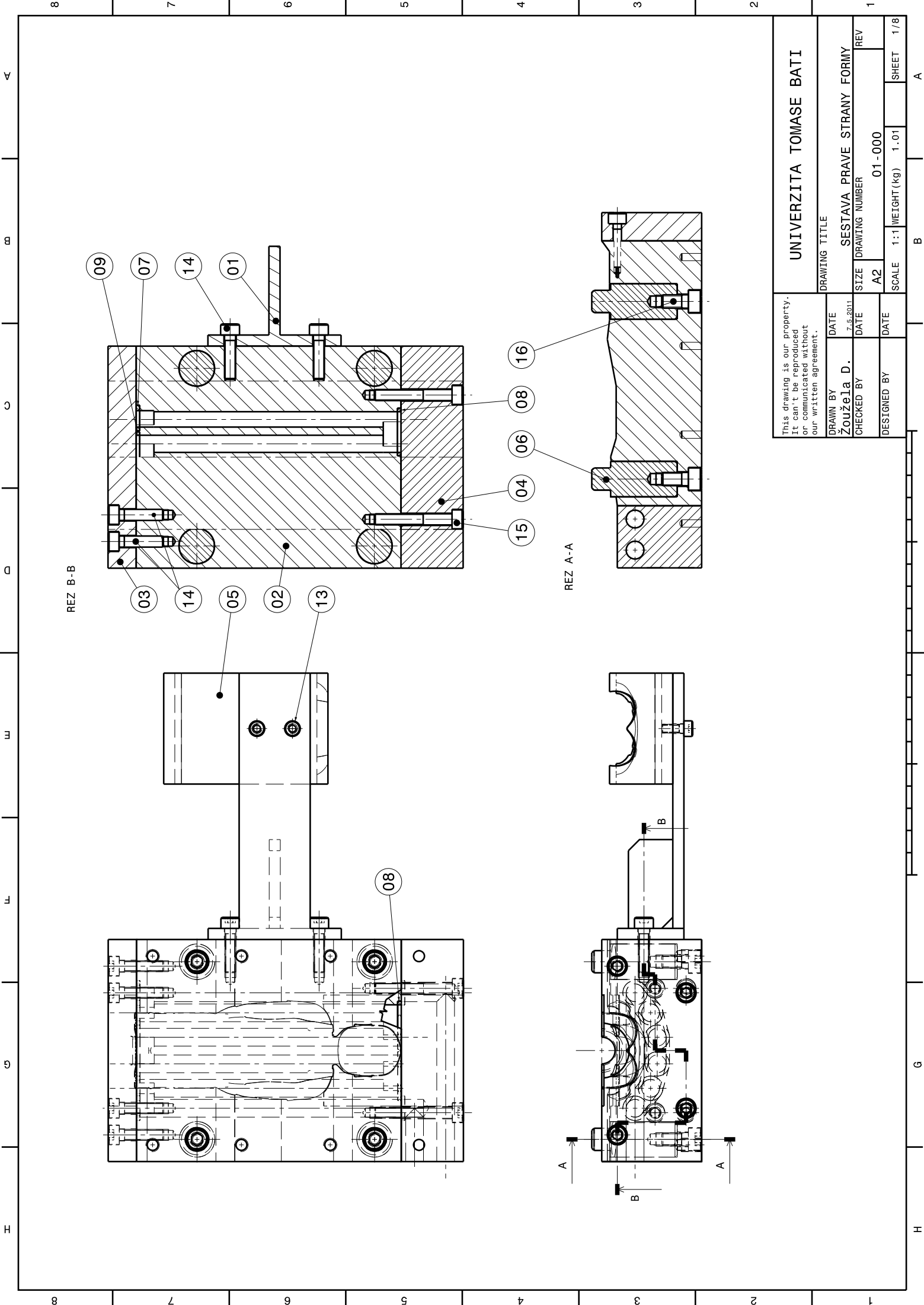
H

4

3

2

1



REZ B-B

REZ A-A

This drawing is our property.
It can't be reproduced
or communicated without
our written agreement.

DRAWN BY	DATE
Žoužela D.	2.5.2011
CHECKED BY	DATE
DESIGNED BY	DATE

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

SESTAVA PRAVE STRANY FORMY

SIZE A2

DRAWING NUMBER 01-000

SCALE 1:1

WEIGHT (kg) 1.01

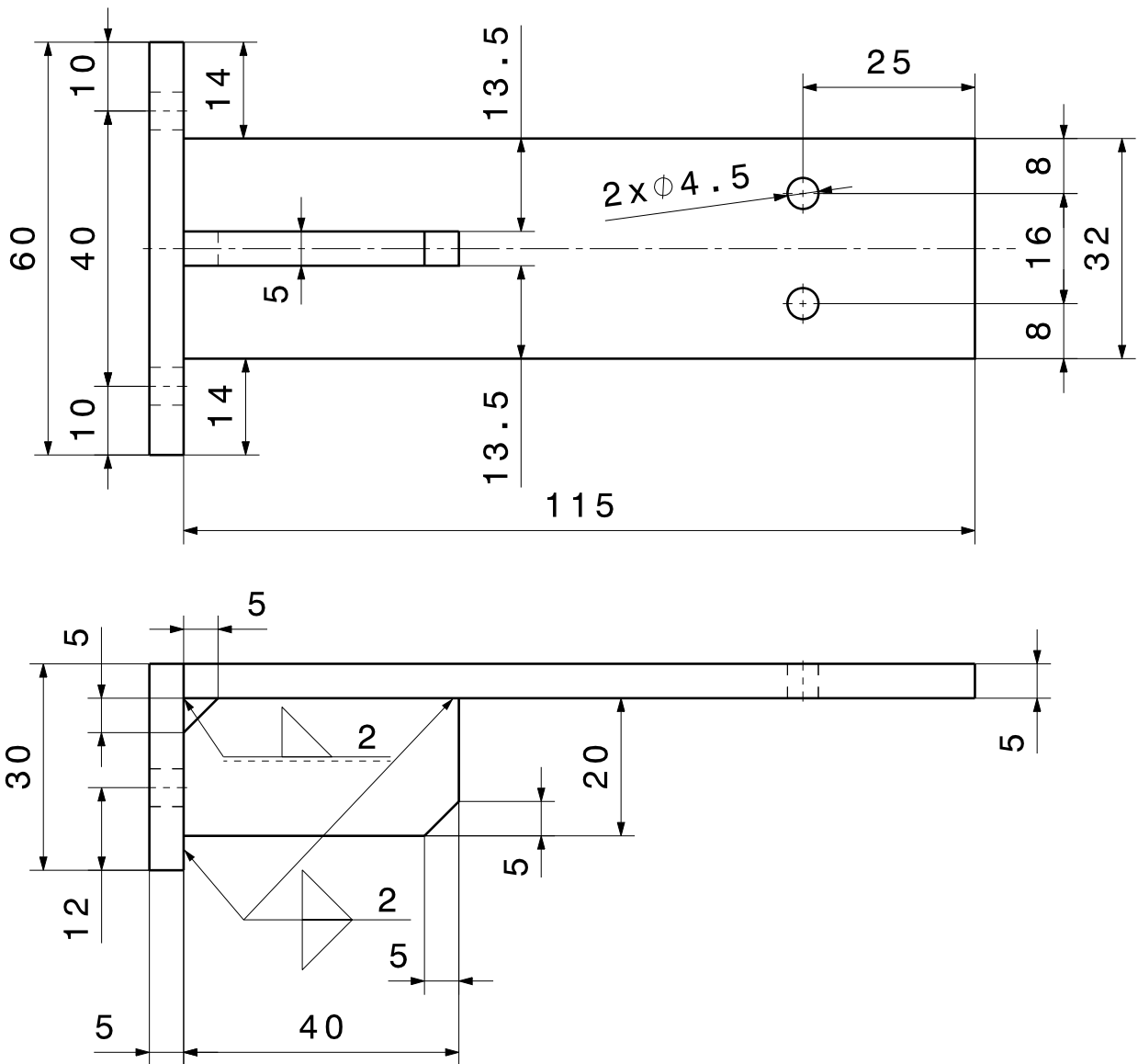
SHEET 1/8

D

C

B

A



4

4

3

3

2

2

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

RAMENO PRAVE-SVARENEC

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
7.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE

DRAWING NUMBER

REV

A4

01-001

1

DESIGNED BY

DATE

SCALE 1:1

WEIGHT (kg)

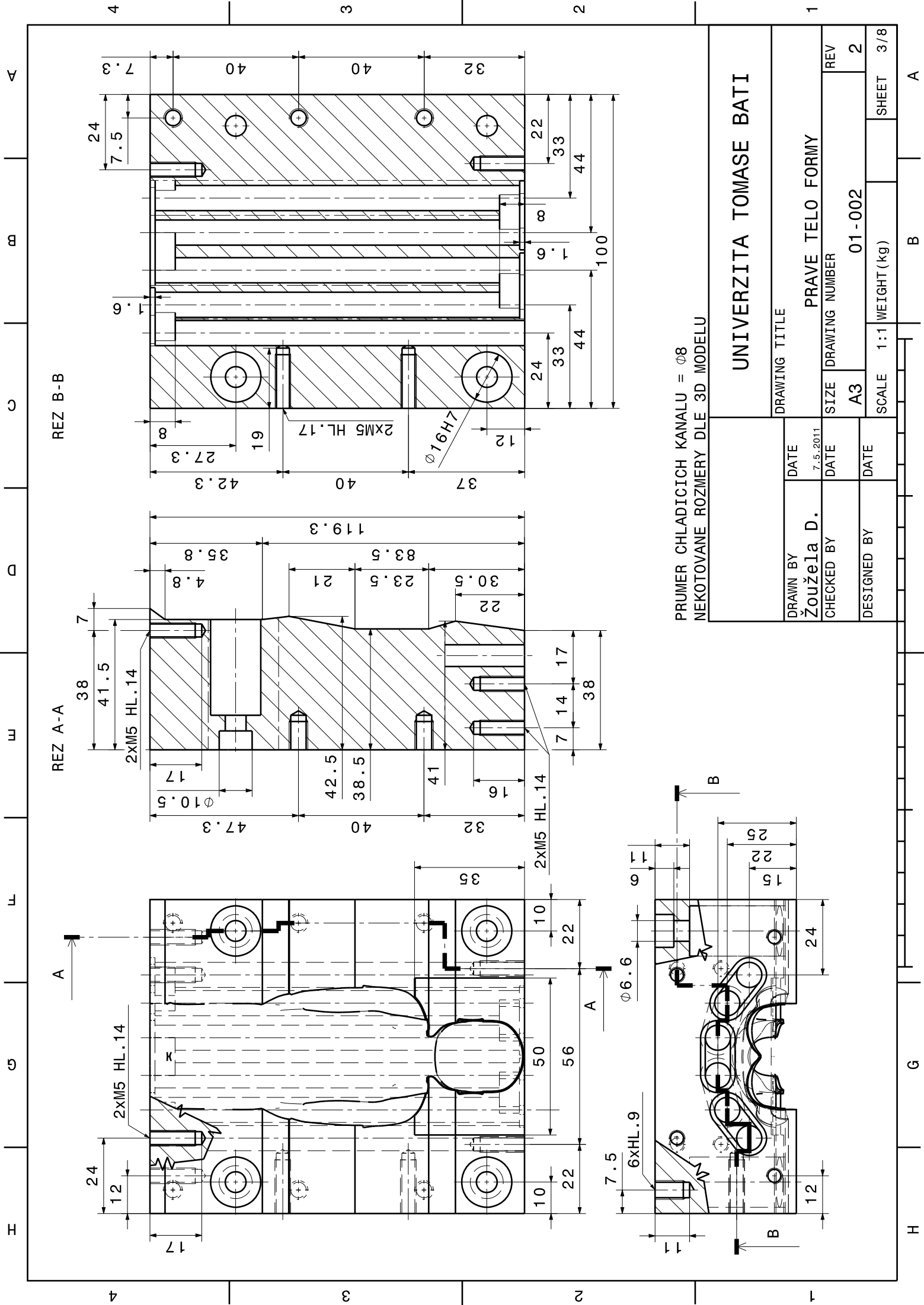
SHEET 2/8

D

A

1

1



REZ B-B

REZ A-A

PRUMER CHLADICICH KANALU = $\phi 8$
NEKOTOVANE ROZMERY DLE 3D MODELU

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE		UNIVERZITA TOMASE BATI	
DRAWN BY	DATE	DRAWING NUMBER	
Žoužela D.	7.5.2011	01-002	REV 2
CHECKED BY	DATE	SCALE	SHEET
DESIGNED BY	DATE	1:1 WEIGHT (kg)	3/8

A B C D E F G H 1 2 3 4

D

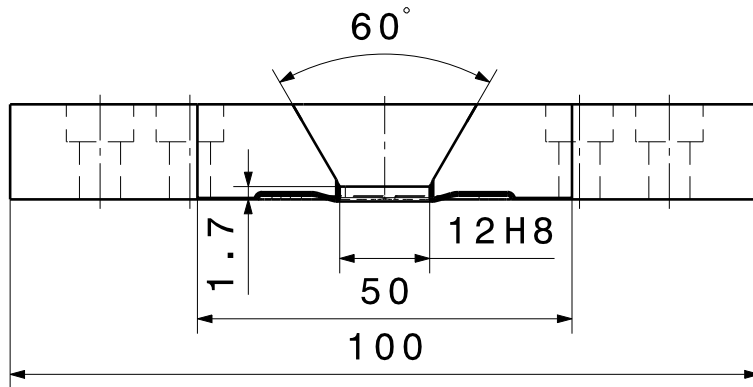
C

B

A

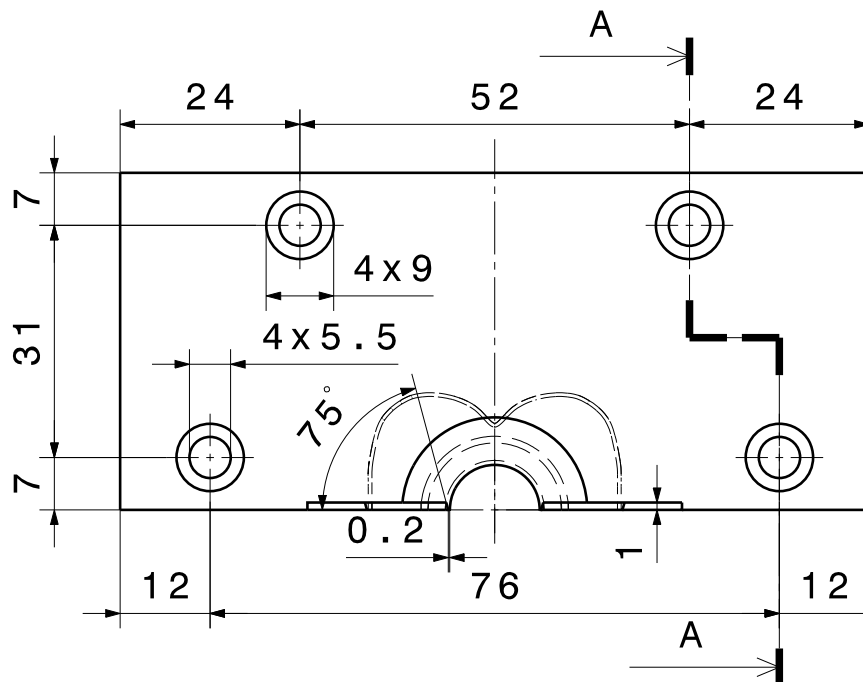
4

4

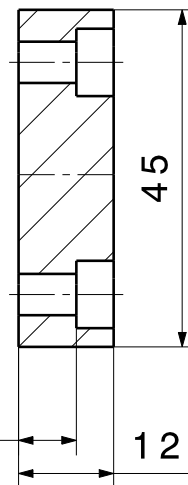


3

3



REZ A-A



2

2

NEKOTOVANE ROZMERY DLE 3D MODELU

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

SEKACI DESKA PRAVA

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
8.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE

DRAWING NUMBER

REV

A4

01-003

3

DESIGNED BY

DATE

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

SHEET

4/8

1

1

D

A

D

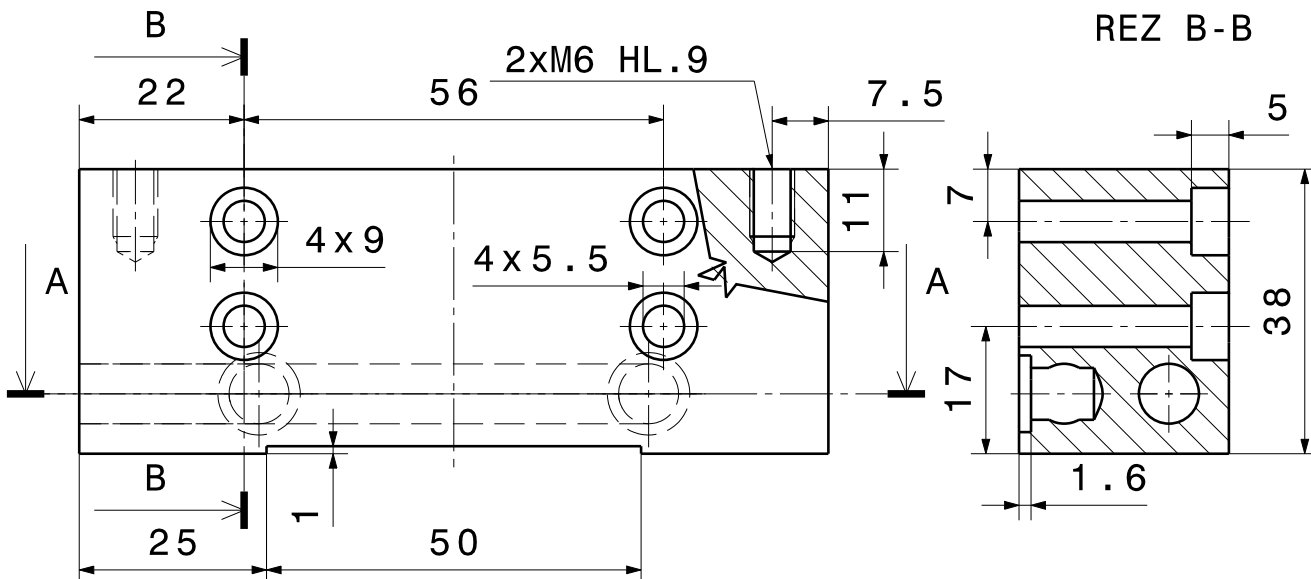
C

B

A

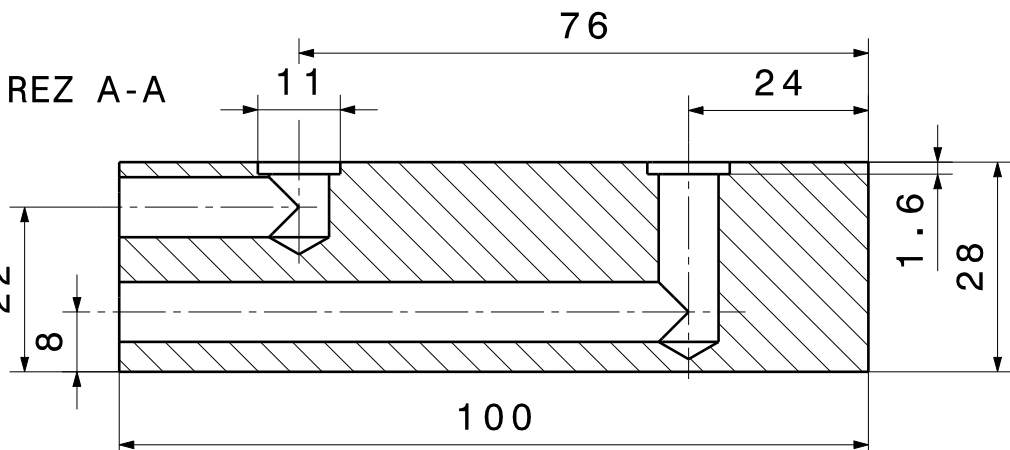
4

4



3

3



2

2

PRUMER CHLADICICH KANALU = $\varnothing 8$

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

PRAVE DNO FORMY

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
8.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE

DRAWING NUMBER

REV

A4

01-004

4

DESIGNED BY

DATE

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

SHEET

5/8

D

A

1

1

D

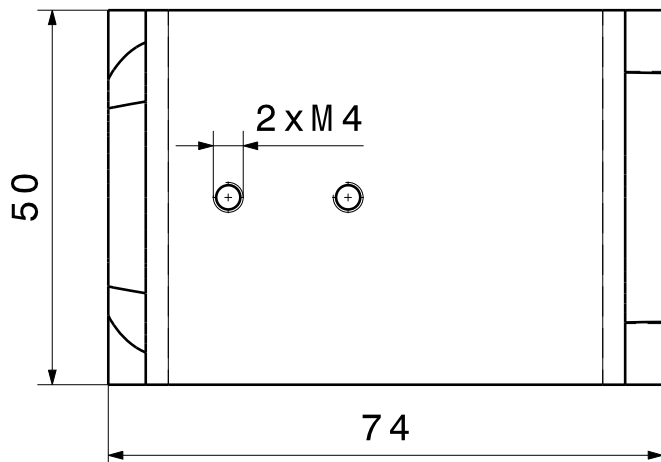
C

B

A

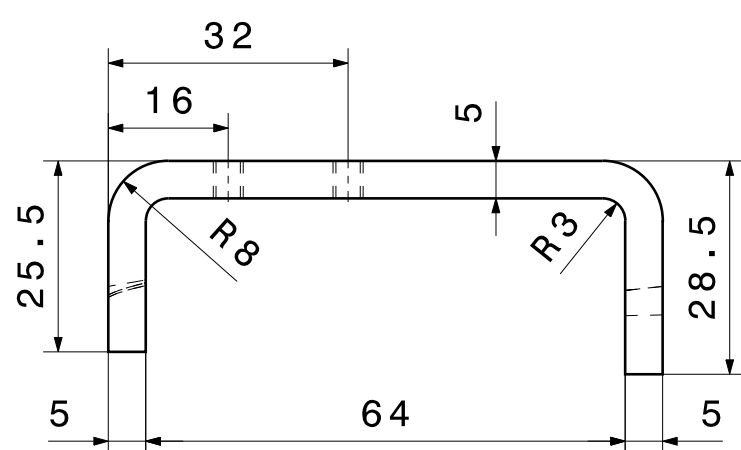
4

4



3

3



2

2

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

RAZNIK PRAVY

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
8.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE

DRAWING NUMBER

REV

A4

01-005

5

DESIGNED BY

DATE

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

SHEET

6/8

D

A

1

1

D

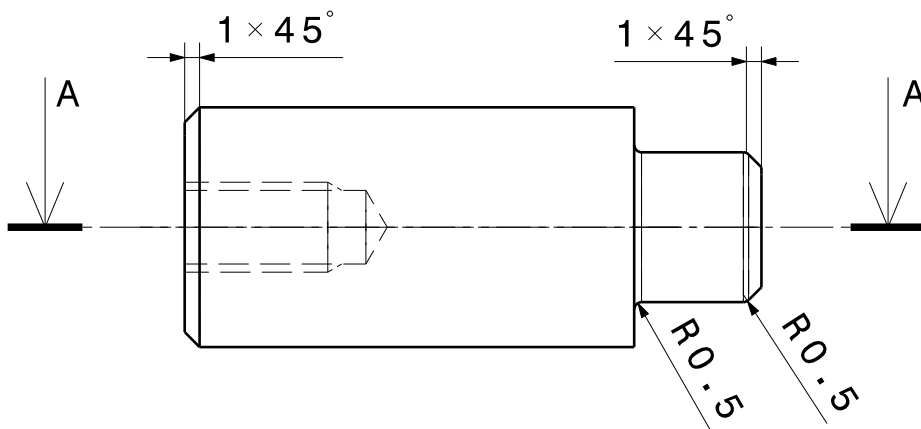
C

B

A

4

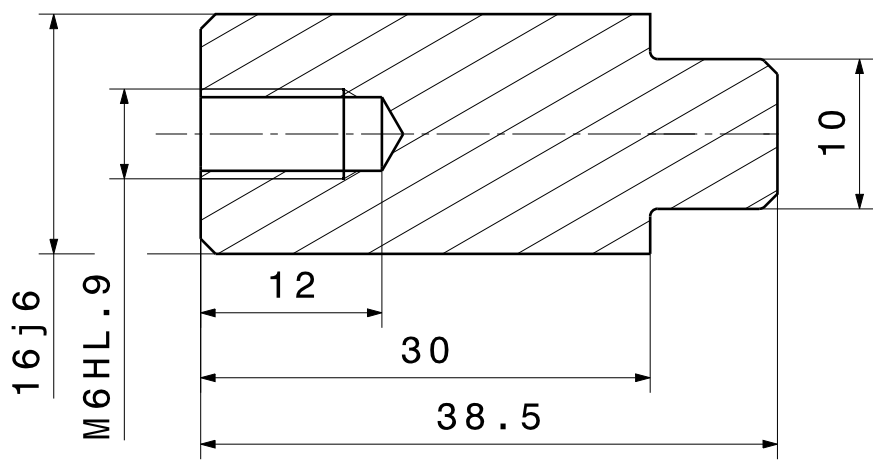
4



3

3

REZ A-A



2

2

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

VODICI KOLIK

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
8.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
01-006

REV
6

DESIGNED BY

DATE

SCALE 2:1

WEIGHT (kg)

SHEET 7/8

1

1

D

A

D

C

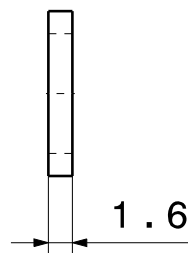
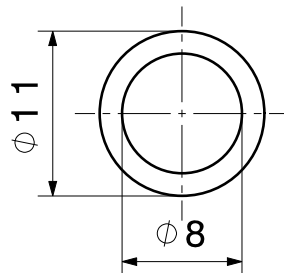
B

A

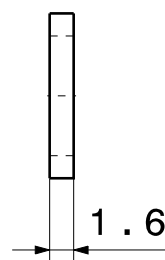
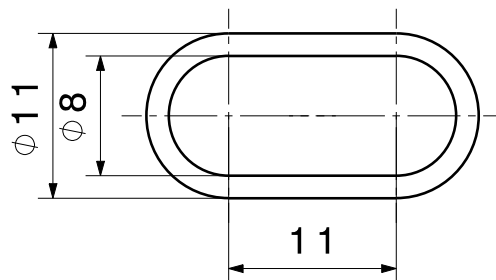
4

4

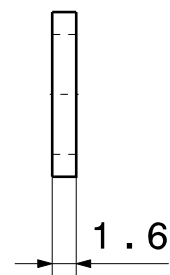
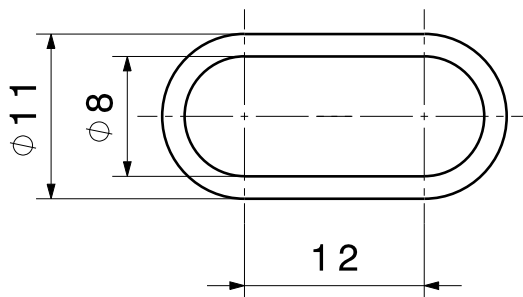
07



08



09



3

3

2

2

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

TESNENI

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
8.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE
A4

DRAWING NUMBER

01-007

REV

DESIGNED BY

DATE

SCALE 2:1

WEIGHT (kg)

SHEET 8/8

D

A

1

1

D

C

B

A

POZICE	NAZEV	NORMA	MATERIAL	POZNAMKA	Ks
01	RAMENO PRAVE	01-001	11 373	CERNENO	1
02	PRAVE TELO FORMY	01-002	12 050.70	ZUSLECHTENO 750 MPa	1
03	SEKACI DESKA PRAVA	01-003	19 312.4	KALENO 58-60 HRC	1
04	PRAVE DNO FORMY	01-004	12 050.80	ZUSLECHTENO 850 MPa	1
05	RAZNIK PRAVY	01-005	11 600		1
06	VODICI POUZDRO	01-006	19 312.4	KALENO 58 HRC	4
07	TESNENI	01-007	PRYZ		2
08	TESNENI	01-007	PRYZ		4
09	TESNENI	01-007	PRYZ		1
10					
11					
12					
13	SROUB M5x10	HASCO, Z30			2
14	SROUB M5x20	HASCO, Z30			6
15	SROUB M5x35	HASCO, Z30			4
16	SROUB M6x12	HASCO, Z30			4

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

KUSOVNIK-POSTAVA

DRAWN BY
Žoulžela D.DATE
9.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE

DRAWING NUMBER

REV

A4

01-000

DESIGNED BY

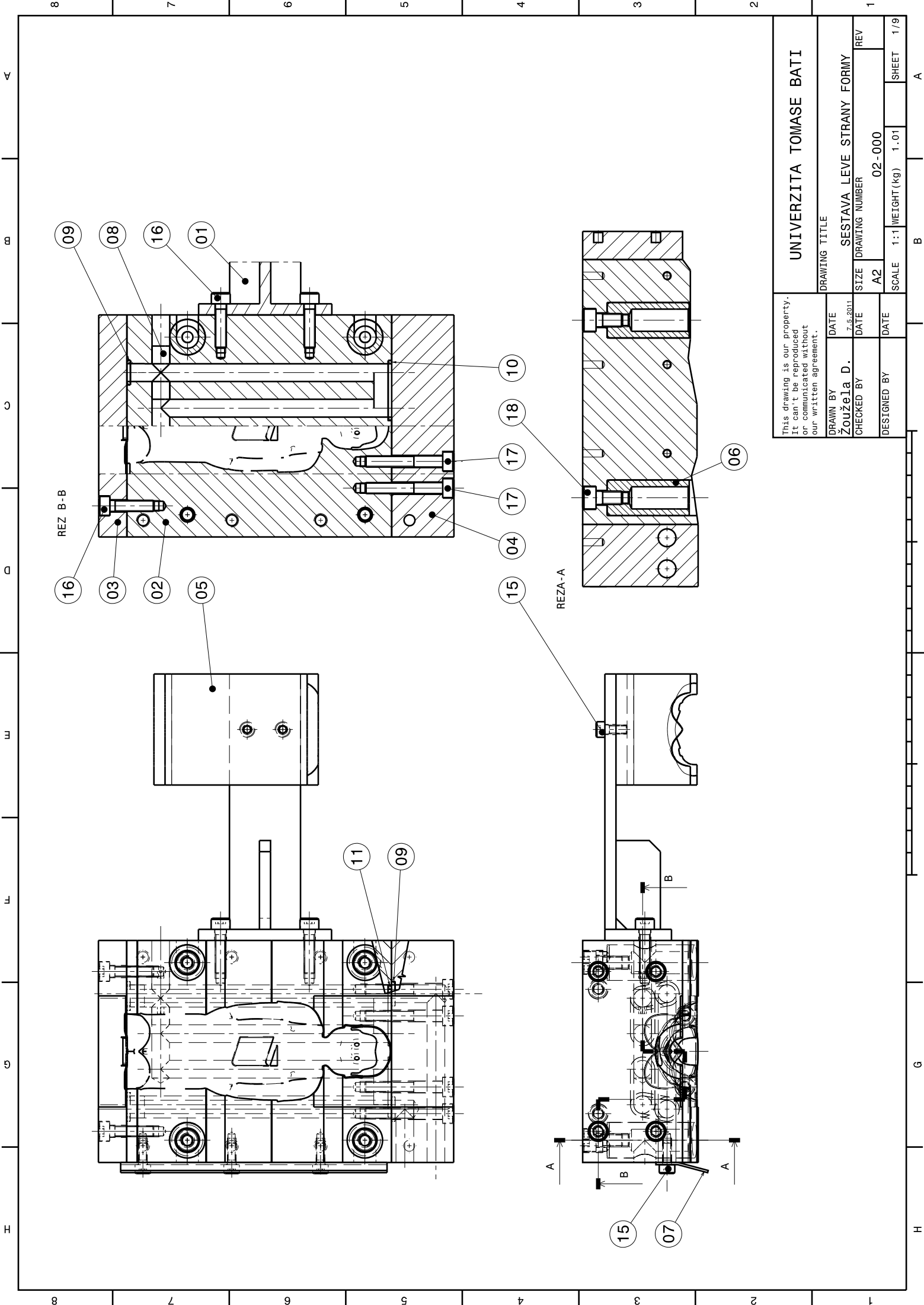
DATE

SCALE 1:1 WEIGHT (kg)

SHEET 1/1

D

A



This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.

DRAWN BY	DATE
Žoužela D.	2.5.2011
CHECKED BY	DATE
DESIGNED BY	DATE

DRAWING TITLE	
SESTAVA LEVE STRANY FORMY	
SIZE	REV
A2	
SCALE	1:1 WEIGHT (kg)
1.01	1/9

UNIVERZITA TOMASE BATI

8 7 6 5 4 3 2 1

8 7 6 5 4 3 2 1

A B C D E F G H

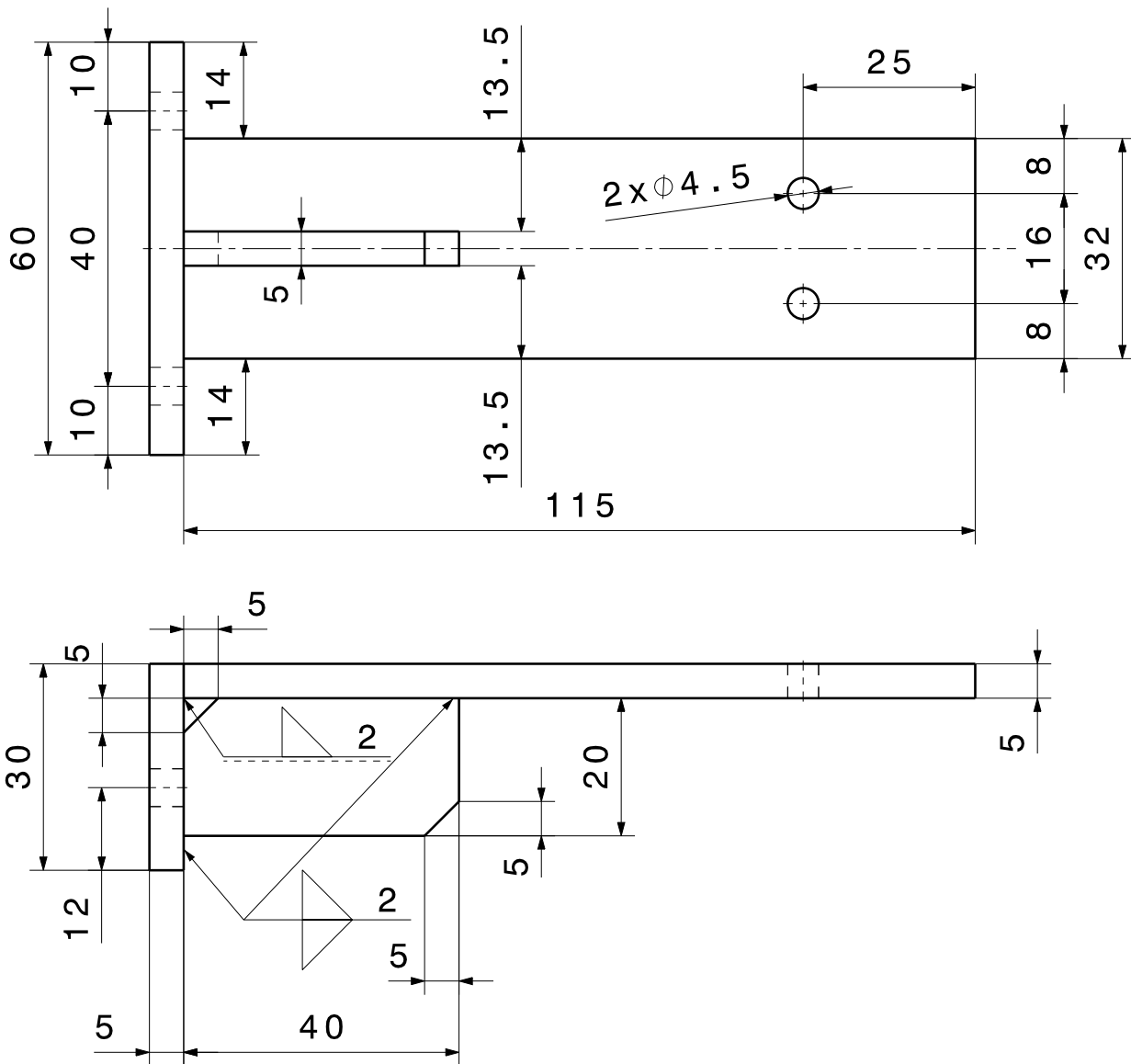
A B C D E F G H

D

C

B

A



4

4

3

3

2

2

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

RAMENO LEVE-SVARENEC

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
7.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE

DRAWING NUMBER

REV

A4

02-001

1

DESIGNED BY

DATE

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

SHEET

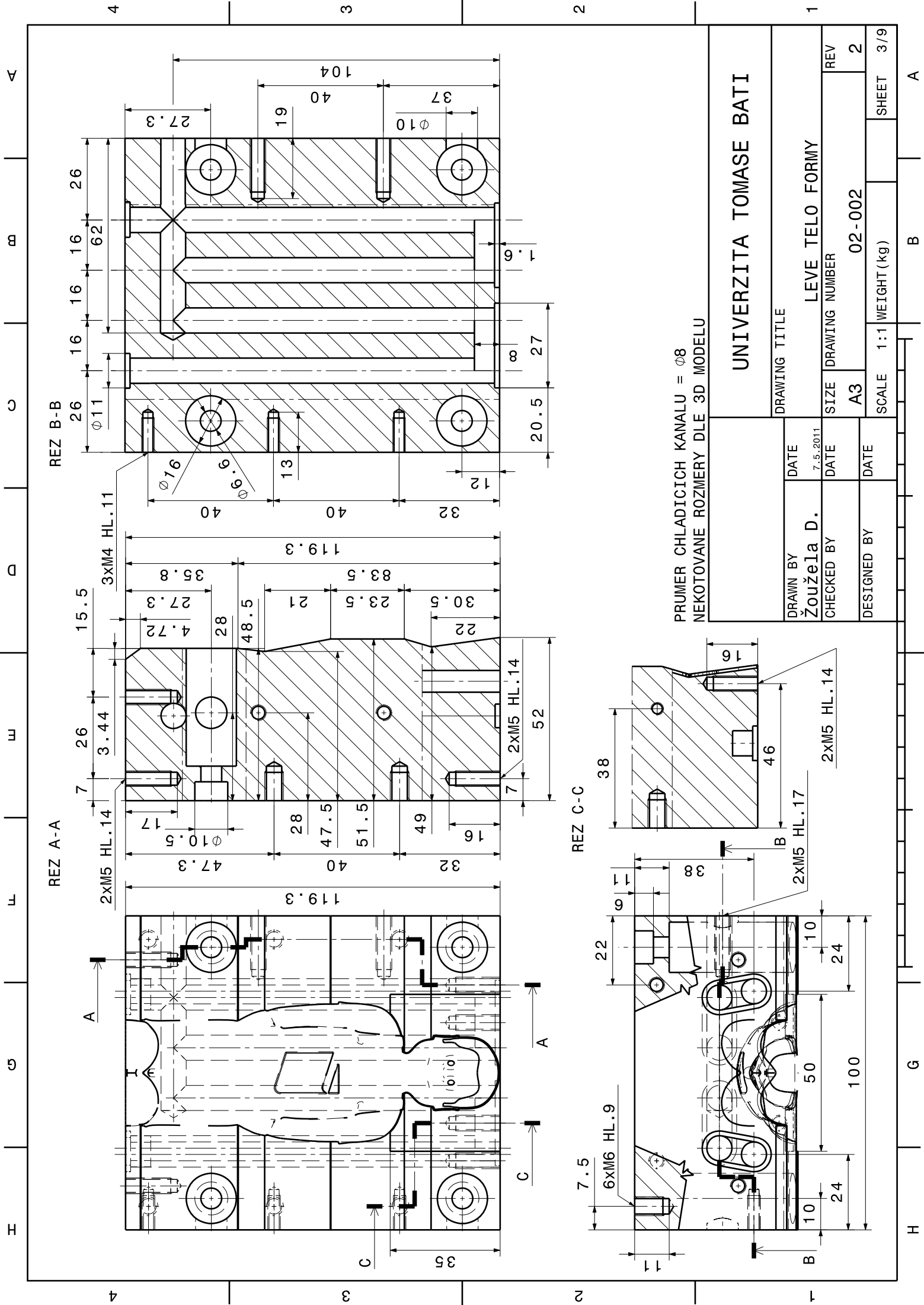
2/9

D

A

1

1



D

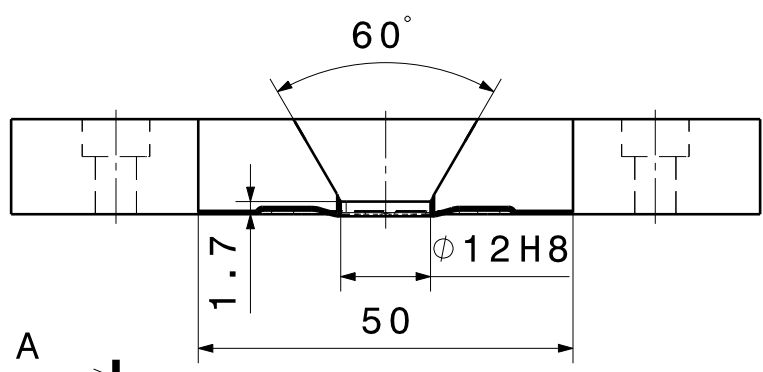
C

B

A

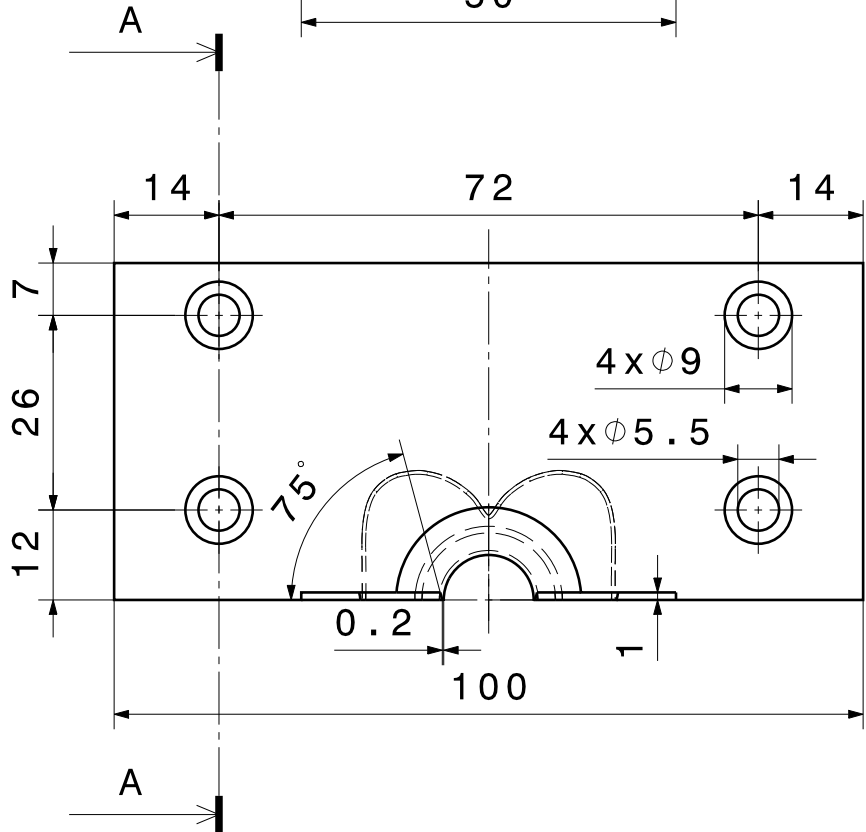
4

4

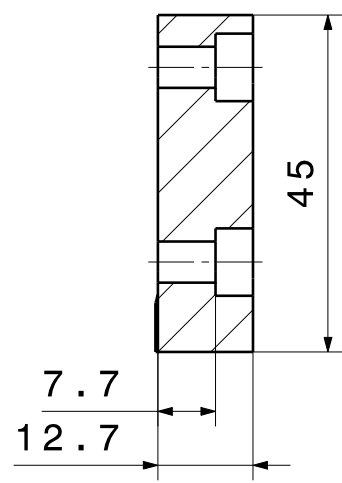


3

3



REZ A-A



2

2

NEKOTOVANE ROZMERY DLE 3D MODELU

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

SEKACI DESKA LEVA

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
8.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE

DRAWING NUMBER

REV

A4

02-003

3

DESIGNED BY

DATE

SCALE 1:1

WEIGHT (kg)

SHEET 4/9

1

1

D

A

D

C

B

A

4

4

3

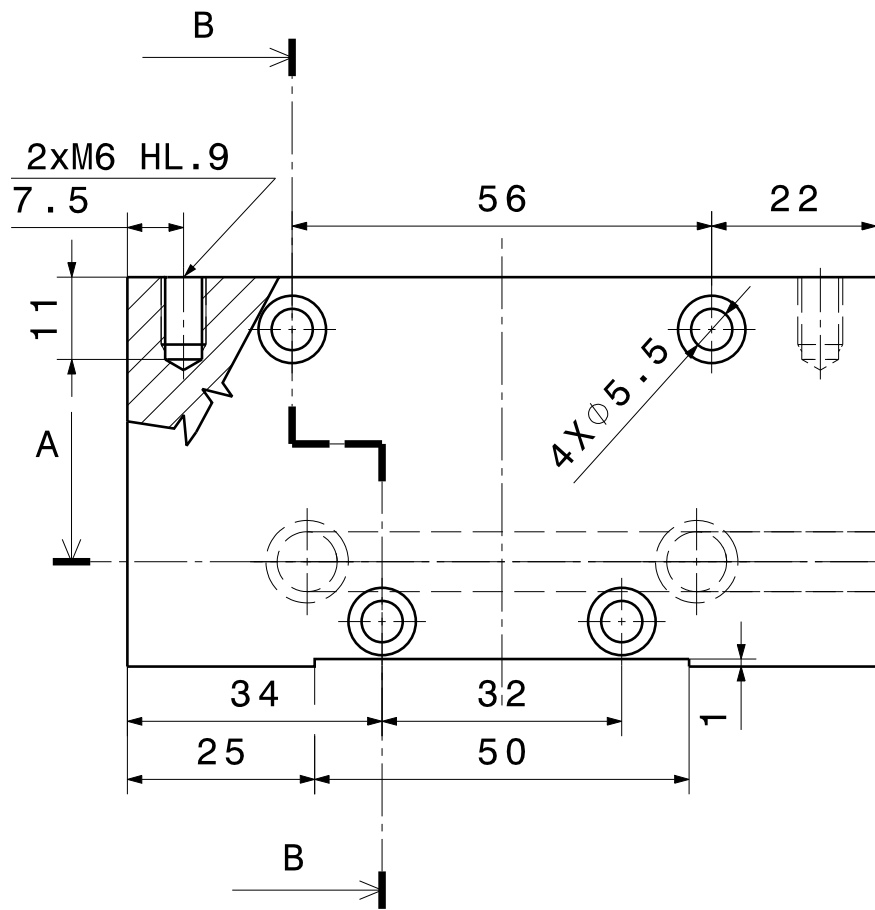
3

2

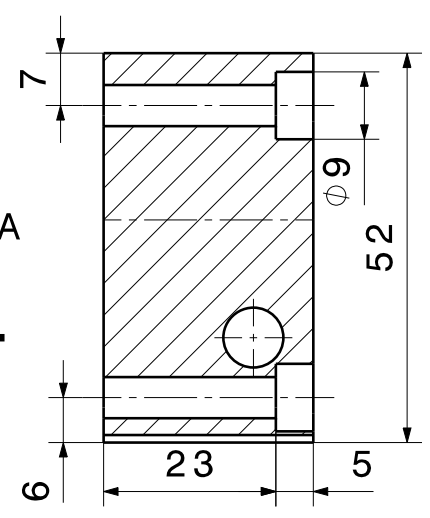
2

1

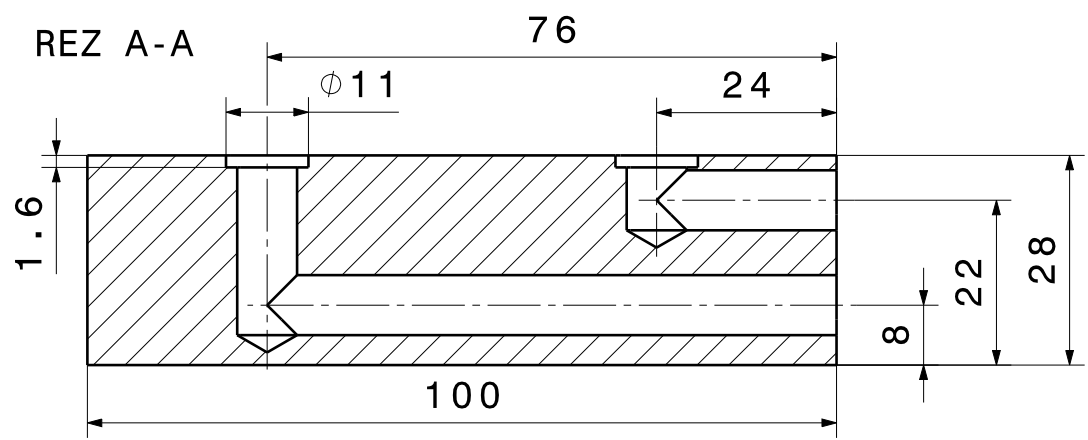
1



REZ B-B



REZ A-A



PRUMER CHLADICICH KANALU = $\phi 8$

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

LEVE DNO FORMY

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
8.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
02-004

REV
4

DESIGNED BY

DATE

SCALE
1:1

WEIGHT (kg)

SHEET
5/9

D

A

D

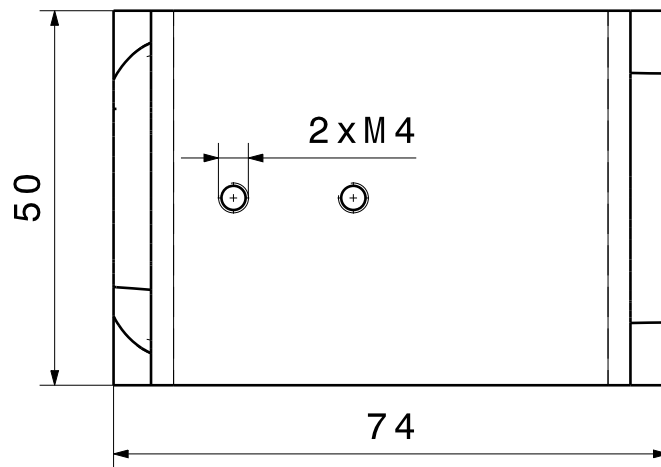
C

B

A

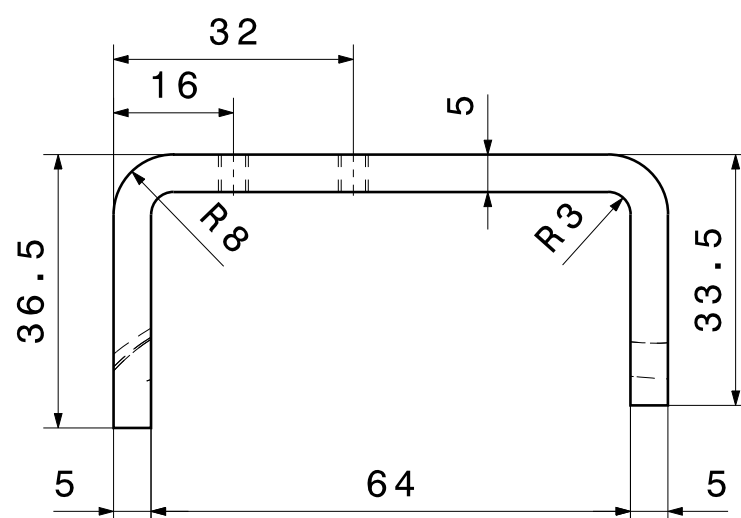
4

4



3

3



2

2

NEKOTOVANE ROZMERY DLE 3D MODELU

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

RAZNIK LEVY

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
8.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE
A4

DRAWING NUMBER

02-005

REV

5

DESIGNED BY

DATE

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

SHEET

6/9

D

A

1

1

D

C

B

A

4

4

3

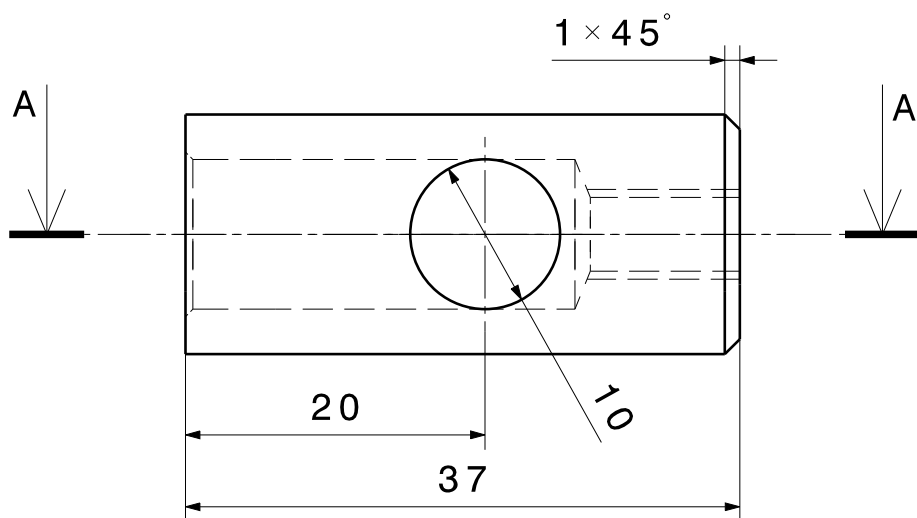
3

2

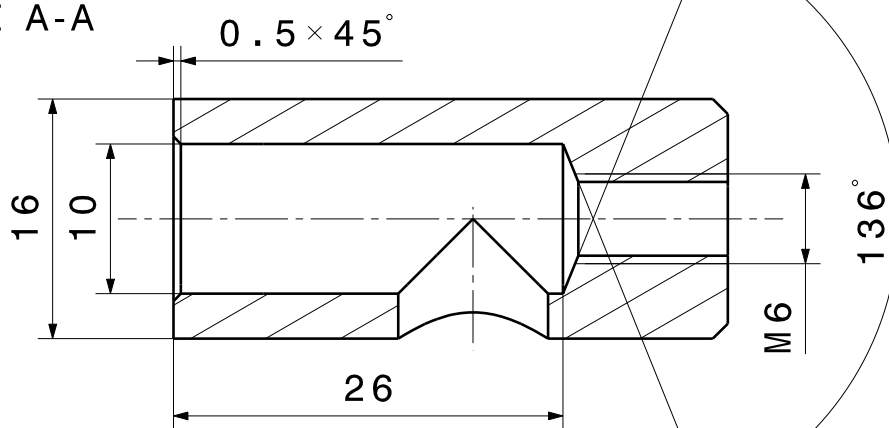
2

1

1



REZ A-A



UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

VODICI POUZDRO

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
8.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE

DRAWING NUMBER

REV

A4

02-006

6

DESIGNED BY

DATE

SCALE

2:1

WEIGHT (kg)

SHEET

7/9

D

A

D

C

B

A

4

4

3

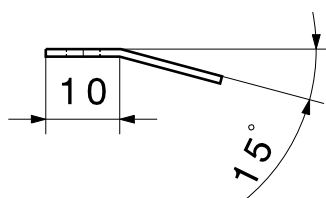
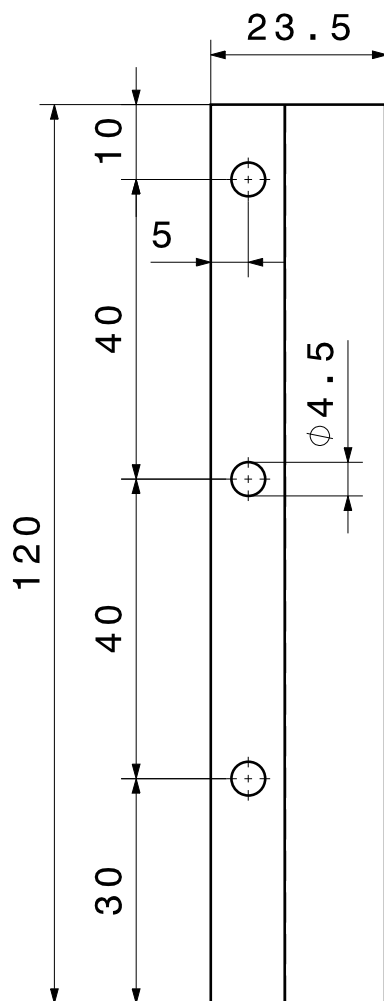
3

2

2

1

1



UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

KRYT DELICI ROVINY

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
8.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE
A4

DRAWING NUMBER

02-007

REV
7

DESIGNED BY

DATE

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

SHEET

8/9

D

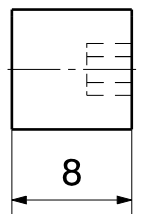
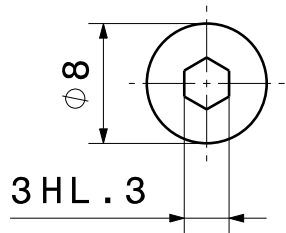
A

D

C

B

A

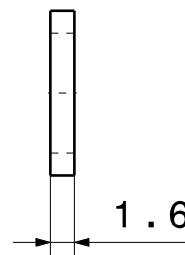
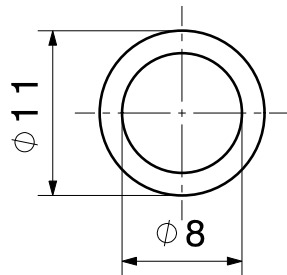


08

4

4

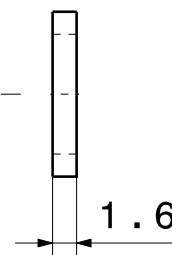
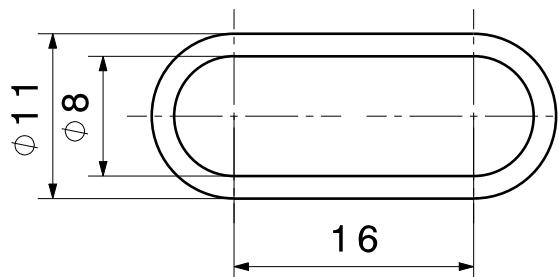
09



3

3

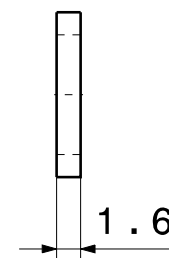
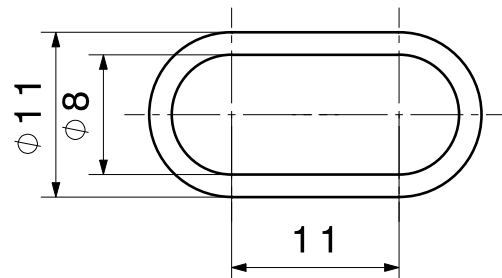
10



2

2

11



UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

UCPAVKA, TESNENI

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
8.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE
A4

DRAWING NUMBER

02-008

REV

DESIGNED BY

DATE

SCALE 2:1

WEIGHT (kg)

SHEET 9/9

D

A

1

1

D

C

B

A

POZICE	NAZEV	NORMA	MATERIAL	POZNAMKA	Ks
01	RAMENO LEVE	02-001	11 373	CERNENO	1
02	LEVE TELO FORMY	02-002	12 050.70	ZUSLECHTENO 750 MPa	1
03	SEKACI DESKA LEVA	02-003	19 312.4	KALENO 58-60 HRC	1
04	LEVE DNO FORMY	02-004	12 050.80	ZUSLECHTENO 850 MPa	1
05	RAZNIK LEVY	02-005	11 600		1
06	VODICI POUZDRO	02-006	19 312.4	KALENO 58 HRC	4
07	KRYT DELICI ROVINY	02-007	11 600		1
08	UCPAVKA	02-008	42 3223		1
09	TESNENI	02-008	PRYZ		2
10	TESNENI	02-008	PRYZ		2
11	TESNENI	02-008	PRYZ		2
12					
13					
14					
15	SROUB M4x10	HASCO, Z30			5
16	SROUB M5x20	HASCO, Z30			6
17	SROUB M5x35	HASCO, Z30			4
18	SROUB M6x12	HASCO, Z30			4

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

KUSOVNIK-POSTAVA

DRAWN BY
Žoulžela D.DATE
9.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE

DRAWING NUMBER

REV

A4

02-000

DESIGNED BY

DATE

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

SHEET

1/1

D

A

**PŘÍLOHA P III: VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE JEDNOCESTNÉ
HLAVY**

**PŘÍLOHA P IV: VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE VYFUKOVACÍHO
TRNU**

D

C

B

A

4

3

2

1

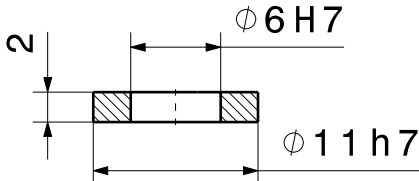
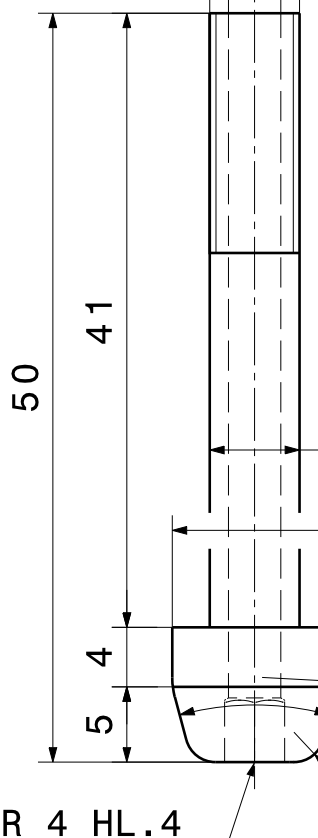
4

3

2

1

M6
Ø4



OSEKAVACI KROUZEK
19 312.40
1ks
KALENO 55-58 HRC
004-03

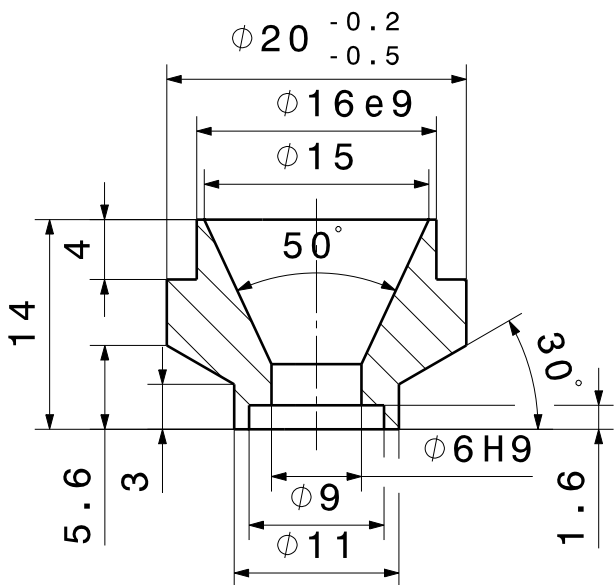
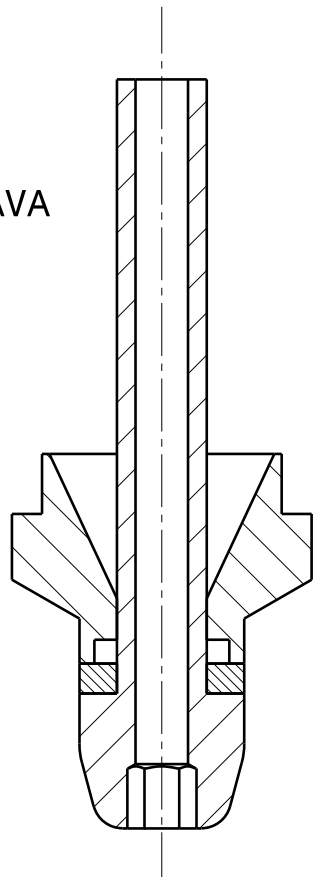
KALIBRACE
11600
1ks
004-02

Ø6 f7
Ø11 h9

R5
30°
R2

6HR 4 HL.4

SESTAVA



NASTAVEC TRNU
BRONZ
1ks
004-01

UNIVERZITA TOMASE BATI

DRAWING TITLE

VYFUKOVACI TRN

DRAWN BY
Žoužela D.

DATE
9.5.2011

CHECKED BY

DATE

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
04-000

REV

DESIGNED BY

DATE

SCALE

2:1

WEIGHT (kg)

SHEET

1/1

D

A