

Konstrukční návrh vstřikovací formy pro výrobu ventilu topení

Michal Juráň

Bakalářská práce
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

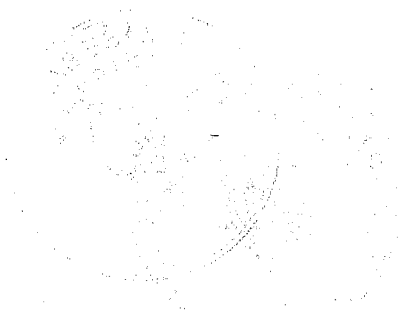
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michal Juráň**
Osobní číslo: **T13075**
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Konstrukční návrh vstřikovací formy pro výrobu ventilu topení**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární studii na dané téma
2. Provedte konstrukci 3D modelu zadaného plastového dílu
3. Provedte konstrukci 3D modelu vstřikovací formy
4. Nakreslete 2D sestavu formy s kusovníkem



Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

dle zadání vedoucího BP

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Michal Staněk, Ph.D.

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

8. ledna 2016

Termín odevzdání bakalářské práce:

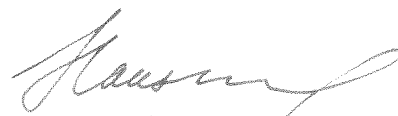
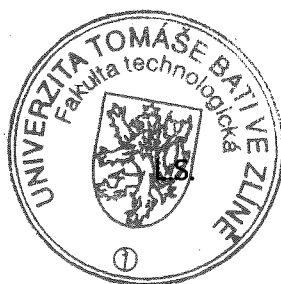
20. května 2016

Ve Zlíně dne 8. března 2016



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.

děkan



prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.


ředitel ústavu

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 užit 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 16.5.2016

.....


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

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

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

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

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

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

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

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

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

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce byl konstrukční návrh vstříkovací formy pro výrobu ventilu topení. Bakalářská práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části jsou uvedeny základní informace z oblasti technologie vstříkování, rozdělení plastů a vstříkovacích forem. V praktické části byl nakreslen 2D a 3D model zadaného výrobku a navrhnutá vstříkovací forma pro jeho výrobu v programu CATIA V5R19. Pro snadný návrh vstříkovací formy byly použity normalizované součásti od firmy HASCO.

Klíčová slova: Vstříkovací forma, výstřik, konstrukce, 3D model, CATIA

ABSTRACT

The aim of this bachelor's thesis was the design of injection mold for the heating valve production. The bachelor thesis is divided into theoretical and practical part. In theoretical part are stated basic information from the section of the injection technology, plastic materials and injection molds. In the practical part are created 2D and 3D model of product. Whole project has been drawn and designed in CATIA V5R19 software. Standard parts from HASCO company were used for design of injection mold.

Keywords: Injection mold, part, design, 3D model, CATIA

Poděkování

Poděkování plně náleží p. Ing. Michalu Staňkovi, Ph.D., za výbornou spolupráci a vedení mé „bakalářské práce“. Rád bych také poděkoval rodině za podporu a trpělivost.

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

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD..... | 8 |
| I TEORETICKÁ ČÁST..... | 9 |
| 1 TECHNOLOGIE VSTŘIKOVÁNÍ..... | 10 |
| 1.1 VSTŘIKOVACÍ CYKLUS..... | 10 |
| 1.2 VSTŘIKOVACÍ STROJ..... | 12 |
| 1.2.1 VSTŘIKOVACÍ JEDNOTKA..... | 13 |
| 1.2.2 UZAVÍRACÍ JEDNOTKA..... | 14 |
| 2 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ POLYMERŮ..... | 16 |
| 2.1 PLASTY..... | 16 |
| 2.1.1 TERMOPLASTY..... | 16 |
| 2.1.2 REAKTOPLASTY..... | 18 |
| 2.2 ELASTOMERY..... | 18 |
| 3 VSTŘIKOVACÍ FORMA..... | 19 |
| 3.1 KONSTRUKCE FORMY..... | 19 |
| 3.1.1 POSTUP PŘI KONSTRUKCI FORMY..... | 20 |
| 3.1.2 SMRŠTĚNÍ..... | 21 |
| 3.2 VTOKOVÉ SYSTÉMY..... | 21 |
| 3.2.1 STUDENÉ VTOKOVÉ SYSTÉMY..... | 22 |
| 3.2.2 VYHŘÍVANÉ VTOKOVÉ SYSTÉMY..... | 25 |
| 3.3 VYHAZOVACÍ SYSTÉMY..... | 26 |
| 3.3.1 HYDRAULICKÝ VYHAZOVACÍ SYSTÉM..... | 26 |
| 3.3.2 PNEUMATICKÝ VYHAZOVACÍ SYSTÉM..... | 27 |
| 3.3.3 MECHANICKÝ VYHAZOVACÍ SYSTÉM..... | 27 |
| 3.4 TEMPERAČNÍ SYSTÉM..... | 30 |
| 3.5 ODVZDUŠNĚNÍ FORMY..... | 31 |
| 3.6 MATERIÁLY FORMY..... | 32 |
| II PRAKTICKÁ ČÁST..... | 33 |
| 4 POUŽÍVANÉ PROGRAMY..... | 34 |
| 4.1 CATIA V5R19..... | 35 |
| 4.2 HASCO 3D UNIVERSAL MODUL..... | 35 |
| 5 SPECIFIKACE VÝROBKU..... | 36 |
| 5.1 MATERIÁL VÝROBKU..... | 36 |
| 5.2 FUNKČNÍ ČÁSTI VÝSTŘIKU..... | 36 |
| 6 VSTŘIKOVACÍ STROJ..... | 37 |
| 7 KONSTRUKCE FORMY..... | 38 |

| | | |
|------|--|-----------|
| 7.1 | NÁSOBNOJST FORMY | 38 |
| 7.2 | ZAFORMOVÁNÍ VÝSTŘIKU | 38 |
| 7.3 | ODFORMOVÁNÍ ZÁVITU | 39 |
| 7.4 | DÍLY PRO URČENÍ TVARU VÝSTŘIKU | 40 |
| 7.5 | TEMPERACE VSTŘIKOVACÍ FORMY | 41 |
| 7.6 | ODVZDUŠNĚNÍ VSTŘIKOVACÍ FORMY | 43 |
| 7.7 | VTOKOVÝ SYSTÉM | 43 |
| 7.8 | VYHAZOVACÍ SYSTÉM | 45 |
| 7.9 | NOSNÝ SYSTÉM | 46 |
| 7.10 | RÁM, VODÍCÍ A UPÍNACÍ PRVKY FORMY..... | 46 |
| | ZÁVĚR | 49 |
| | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY..... | 50 |
| | SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK..... | 52 |
| | SEZNAM OBRÁZKŮ | 53 |
| | SEZNAM TABULEK..... | 55 |
| | SEZNAM PŘÍLOH..... | 56 |

ÚVOD

V první polovině minulého století se začaly objevovat první plasty. Plasty zaznamenaly rychlý vývoj během několika desítek let, a díky svým vlastnostem jako je například nízká hustota, vysoká chemická odolnost, snadná tvarovatelnost atd. předčilo svými specifikacemi stávající materiály. V dnešní moderní době se plastové výrobky uplatňují v mnoha odvětvích jako je automobilový průmysl, elektrotechnika, ale i řada dalších průmyslových odvětví. Díky rychlému vývoji technologie se klade větší důraz na přesnost, kvalitu povrchu a dalších. Denně se dá setkat s plasty skoro všude. Postupem času začali

Současně s vývojem plastů se rozvíjel obor, který se zabývá zpracováním polymerů - technologie vstřikování. Je to velice progresivní metoda, protože umožňuje plně automatizovat chod výroby s vysokou produktivitou. Díky této metodě většinou odpadají dokončovací operace.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TECHNOLOGIE VSTŘIKOVÁNÍ

Technologie vstřikování je nejrozšířenějším způsobem výroby požadovaných dílů z plastů. V průběhu vstřikování je roztavený plast ve vstřikovacím stroji tlakem dopravovaný do dutiny formy a tam ochlazený v tvaru vyráběné součásti.

Vstřikování plastu je poměrně složitý tepelně-mechanický proces tváření, na kterém se podílí:

- výchozí materiál, z kterého se vyrábí požadovaná součástka,
- výrobní cyklus především se vstřikovacím strojem a ostatním zařízením, umožňujícím přípravu taveniny a její dopravu za určitých podmínek do formy,
- forma jako nástroj pro vlastní tváření taveniny na součástku.

Všechny uvedené faktory ovlivňují užité vlastnosti a kvalitu výstřiku (vyrobené součásti).

Vlastní výroba vstřikováním potom probíhá nadávkováním a plastikací polymeru ve vstřikovacím stroji, jeho dopravě za teploty a tlaku do dutiny formy. Po ochladnutí se už z formy vybere hotový výrobek. [1]

1.1 VSTŘIKOVACÍ CYKLUS

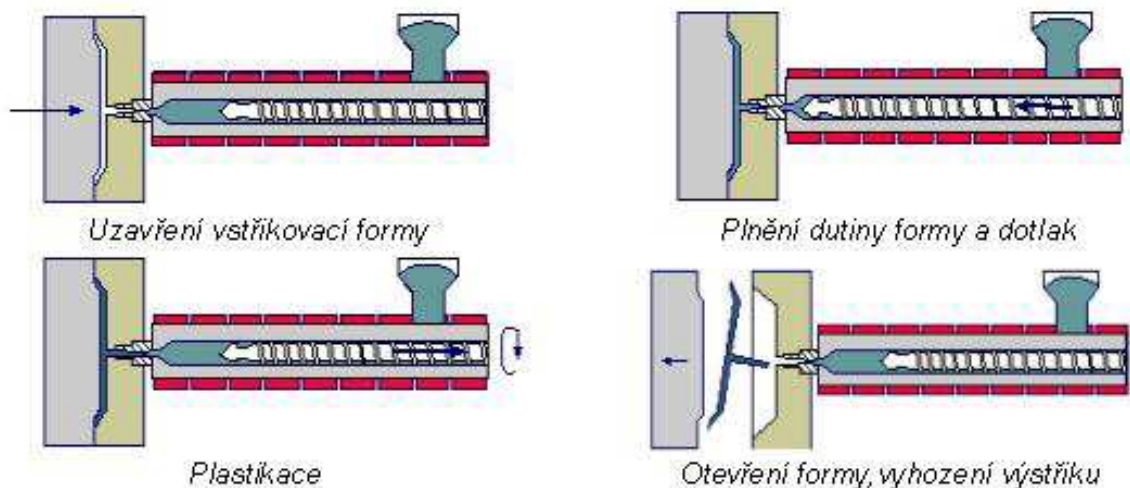
Vstřikovací cyklus se realizuje na vstřikovacím stroji. Před vstupem taveniny do formy se musí připravit (temperace, vložení záložek, závitových jader,...). Vytemperovaná a upnutá forma ve stroji je uzavřena uzavírací silou tak, aby dělicí rovina formy nezůstala při vstřiku pootevřená. Průběh uzavírání formy je rychlý, zpomaluje se těsně před stykem desek, aby nedošlo k jejich poškození. Po uzavření formy se k této přisune vstřikovací jednotka a tryska dosedá na vtokovou vložku formy. Následuje vstřik, při kterém do dutiny formy vniká tavenina. Následný dotlak kompenzuje smrštění materiálu při chladnutí přidáním potřebného množství materiálu. Potom se vstřikovací jednotka vrátí do původní polohy a pokračuje chladnutí výrobku. Po dostatečném ochlazení se forma otevírá, výrobek je vyha-zovacím systémem vyhozen z formy a cyklus začíná znova.

V průběhu vstřikování se uplatňuje mnoho technologických parametrů:

- velikost dávky je volena tak, aby naplnila dutinu rozvodné kanály a kompenzovala smrštění při dotlaku,

- teplota taveniny musí být volená tak, aby byla viskozita co nejlepší, ale aby zároveň nedošlo k degradaci materiálu či přílišnému prodlužování cyklu dobou chlazení,
- velikost a doba působení tlaku musí spolehlivě naplnit dutinu,
- vstřikovací rychlost musí být taková, aby nedošlo k předčasnému chlazení taveniny před naplněním dutiny,
- dotlaku zabráňuje vytékání materiálu z formy a umožňuje kompenzaci smrštění. Jeho doba je omezena zatuhnutím vtokové soustavy,
- chladicí doba je čas potřebný ke zchlazení výrobku bez působení tlaku. Závisí na teplotě formy, teplotě taveniny, tvaru výrobku atd. podstatně ovlivňuje celkový čas vstřikovacího cyklu.

Optimalizace produkce se dosahuje zejména násobností formy, neuváženým zkracováním vstřikovacího cyklu. Přesné nastavení potřebných zpracovatelských parametrů se většinou provádí ve zkušební výrobě nastavováním stroje podle pokusných výstřiků. [1]

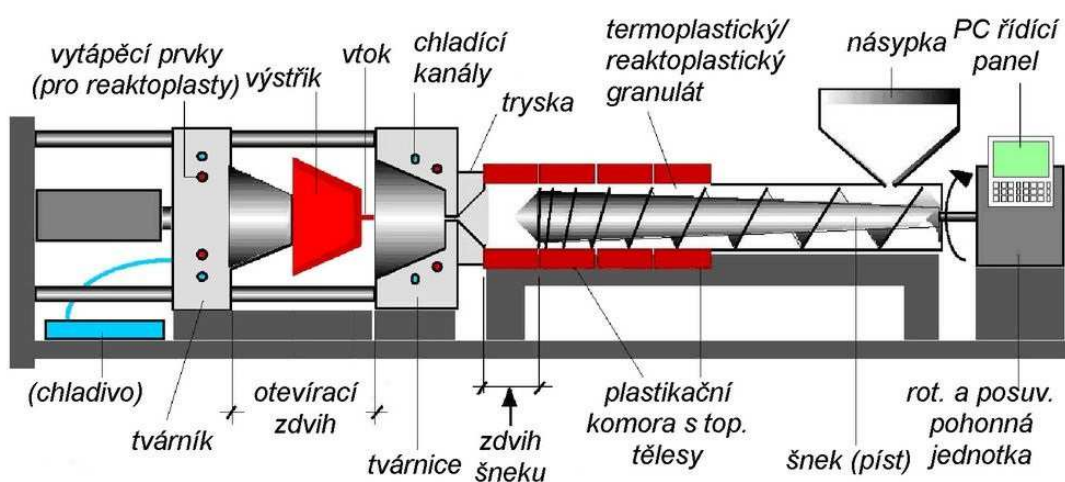


Obr. 1 Vstřikovací cyklus

1.2 VSTŘIKOVACÍ STROJ

Vstřikovací stroj je jedním z hlavních činitelů výroby. Vyžaduje se od něho, aby kvalitou svých parametrů a dokonalým řízením byla zajištěna výroba kvalitních výrobků. V současnosti existuje mnoho konstrukčně různě převedených strojů, lišících se od sebe provedením, stupněm říditelnosti, stálostí a reprodukovatelností parametrů, rychlostí výroby, cenou i náročností obsluhy. Každý stroj se však skládá ze základních částí:

- vstřikovací jednotka,
- uzavírací jednotka. [1]



Obr. 2 Schéma vstřikovacího stroje

V současnosti jsou stroje většinou hydraulické anebo hydraulicko-mechanické. Ovládací prvky bývají umístěné na samostatném panelu. Ke stroji bývá hala vybavena obvykle jeřábem, což usnadňuje manipulaci s formou i strojem samotným. Stavebnicový systém strojů také umožňuje přidávání různých specializovaných částí, jakými jsou dopravníky, roboty, pomocné vytáčeční zařízení apod. vstřikovací stroj musí pro přesnou výrobu splňovat následující parametry:

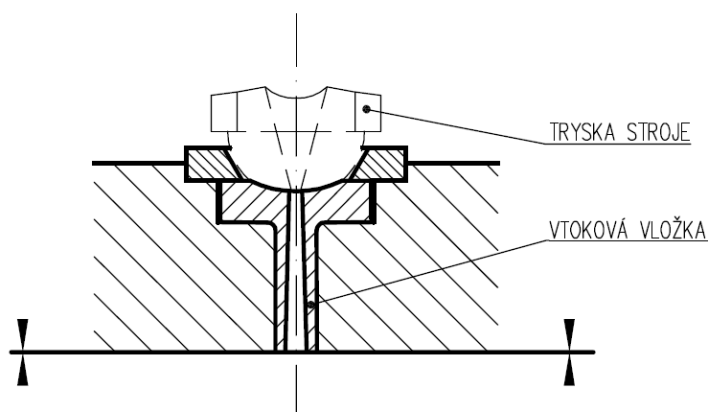
- tuhost a pevnost při vstřiku,
- konstantní tlak, rychlost, teplota, časování,
- přesná reprodukovatelnost všech parametrů. [1]



Obr. 3 Vstřikovací cyklus

1.2.1 VSTŘIKOVACÍ JEDNOTKA

Slouží na dopravu požadovaného množství taveniny s předepsanými parametry do formy. Do tavného válce je dopravovánými granulát z násypky (zásobníku) pohybem šneku, postupně se plastifikuje, homogenizuje a hromadí před jeho čelem. Tavný válec je vyhříváný topnými pásy, z nichž každý má jinou teplotu. Válec je zakončen tryskou, která má vlastní vyhřívání. Tato tryska také spojuje vstřikovací jednotku s formou. Její kulové zakončení zaručuje přesné dosednutí do sedla vtokové vložky formy. Jejich souosost je podmínkou správné funkce stroje. [1]

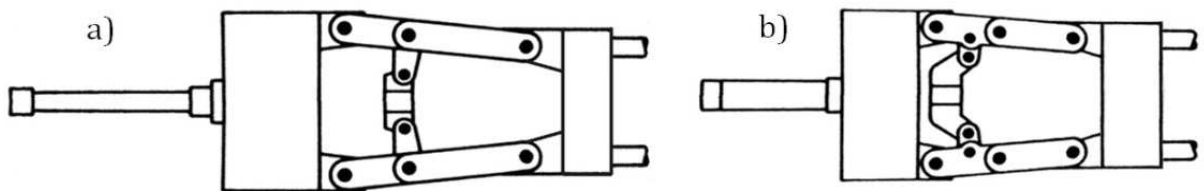


Obr. 4 Dosednutí trysky stroje na vtokovou vložku

1.2.2 UZAVÍRACÍ JEDNOTKA

Existují tři hlavní typy uzavíracích jednotek:

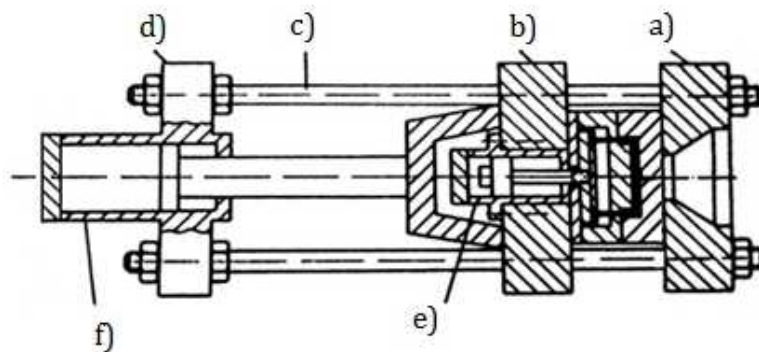
- Mechanické – mechanické uzavírání je často tvořeno kloubovým systémem s hydraulickým ovládním na otevírání a zavírání. Jednoduchý kloubový systém se většinou používá při menších vstřikovacích strojích s uzavírací silou do 50t. Dvojitý kloubový systém se používá u strojů s uzavírací silou mezi 250 až 1000T. Kloubový uzavírací systém ve srovnání s hydraulickým umožňuje rychlejší otevírání a zavírání formy, je levnější, ale má kratší zdvih a větší opotřebení součástí. Podle způsobu návrhu se může také jednat o samo-uzamykatelný systém. [1]



Obr. 5 Více-kloubové mechanismy

a) 4-kloubový, b) 5-kloubový

- Hydraulické – u hydraulického systému slouží pro otevírání a uzavírání formy hydraulický válec a píst. Tento systém je používán u většiny vstřikovacích strojů, umožňuje sledování zavírací síly a rychlost pohybu pístu stejně jako rychlé nastavení formy. Zdvih pístu může být jednoduše přizpůsoben, systém je nenáročný na údržbu. Mezi nevýhody patří hlavně vyšší nákupní a provozní náklady a možnost úniku oleje. [1]



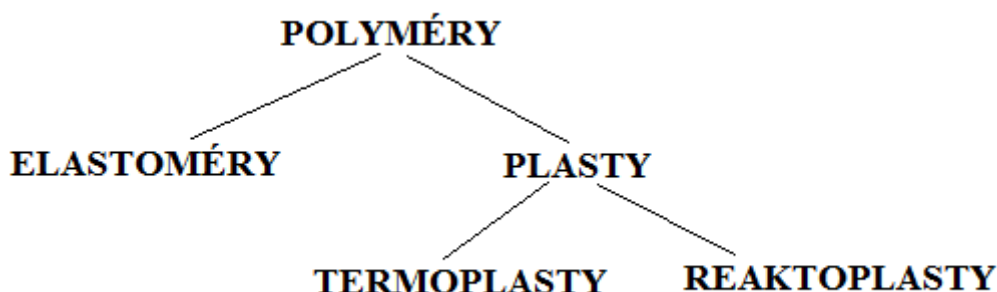
Obr. 6 Hydraulická uzavírací jednotka

a)pevná část formy, b)pohyblivá část formy, c)vodící tyče, d)rám stroje, e)hydraulický vyhazovač, f)hydraulický válec pro ovládní pohyblivé části formy

- Hydraulicko – mechanické – tento systém uzavírání využívá kombinaci kloubního a hydraulického systému, což spojuje některé výhody obou systémů jako rychlé otevírání a zavírání formy a přesnou kontrolu uzavírací síly. U hydraulicko - mechanického systému píst nebo jiné zařízení provádí rychlé počáteční zavírání formy, zatímco hydraulický systém je využit až při konečném uzavření formy. [1]

2 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ POLYMERŮ

Polymery jsou makromolekulární látky tvořené makromolekulárními řetězci. Tyto řetězce jsou tvořeny pravidelně se opakující základní jednotkou monomeru. [1,5]



Obr. 7 Základní rozdělení polymerů

2.1 PLASTY

Jsou za běžných podmínek tvrdé, často křehké. Za zvýšených teplot se stávají plastickými a tvarovatelnými. [1] Pokud je změna z plastického do tuhého stavu opakovatelně vratná, tyto polymery se nazývají termoplasty. Pokud jde o změnu nevratnou (trvalou), protože výsledkem je chemická reakce mezi molekulami většinou za zvýšené teploty, mluví se o reaktoplastech. [3]

2.1.1 TERMOPLASTY

Termoplasty jsou materiály, které mají přímé řetězce (lineární polymery) anebo řetězce s bočními větvemi (rozvětvené polymery). Po ohřevu se hmota stává viskózní a můžeme ji tvářet. Po ochlazení se dostanou do pevného stavu. Termoplasty jsou znovu tavitelné. Termoplasty tvoří okolo 94% objemu materiálů používaných v plastikářském průmyslu a nejčastější jsou zpracovávány vstřikováním. Z hlediska vnitřní struktury se termoplasty dělí na amorfní a semikrystalické. [1,3]

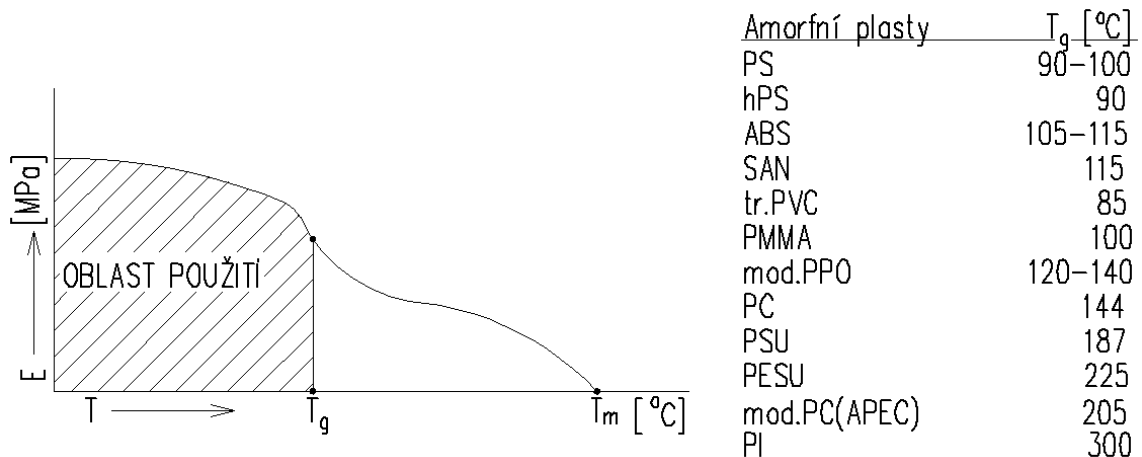
AMORFNÍ TERMOPLASTY

Využitelnost amorfních termoplastů je pod teplotou skelného přechodu (T_g). Polymer je v tomto stavu pevný. Zvyšováním teploty nad T_g polymer přechází do plastické oblasti, ve které se zpracovává. Se zvyšováním teploty současně roste i objem polymeru. [1]

Amorfní termoplasty mají prostorově nepravidelně uspořádané polymerní řetězce a v přirození formě jsou obvykle transparentní. Jsou tvrdé, křehké a mají vysokou pevnost. Opro-

ti semikrystalickým termoplastům mají menší chemickou odolnost a hustota materiálu není ovlivňována rychlostí chlazení. [1]

Do skupiny amorfních termoplastů patří například polystyrén (PS), kopolymerstyrenakrylonitril (SAN), polykarbonát (PC), polyvinylchlorid (PVC) anebo polymethylmetakrylát (PMMA). [5]



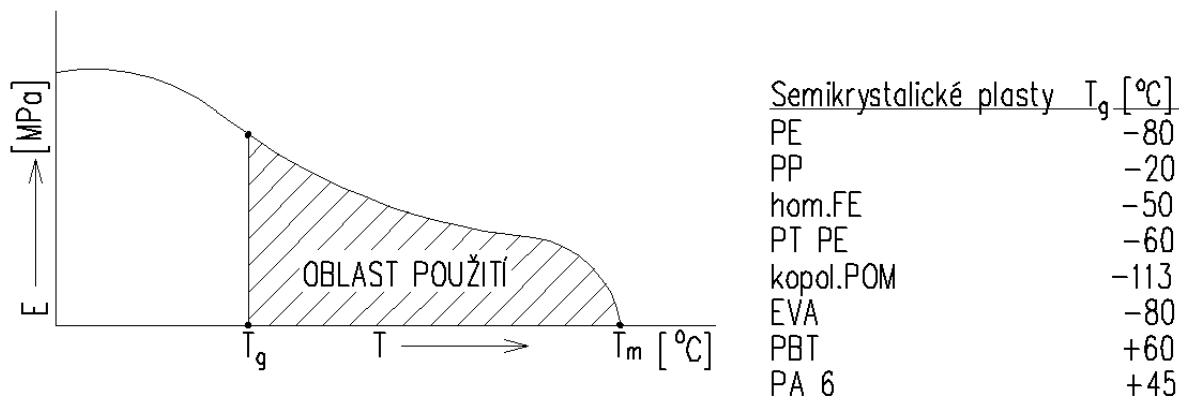
Obr. 8 Oblast využití amorfních plastů

SEMIKRISTALICKÉ TERMOPLASTY

Používají se v oblasti nad teplotou T_g , protože mají výhodnou kombinaci pevnosti a houževnatosti nad touto teplotou. [1]

Semikrystalické termoplasty se skládají z dvou částí. Podstatná část řetězců má pravidelné a těsné uspořádání a tvoří krystalické útvary, zbytek má amorfní uspořádání. Obvykle jsou nepřehledné, hustota je ovlivněna rychlostí ochlazování (rychlé ochlazování zbrzdí růst krystalů a tím snižuje hustotu). [1,8]

Do skupiny semikrystalických termoplastů patří například polyetylen (PE), polypropylen (PP), polyoxymethylen (POM) nebo polyamid 6 (PA6). [5]



Obr. 9 Oblast využití semikrystalických plastů

2.1.2 REAKTOPLASTY

Reaktoplasty a nebo termoplasty jsou plasty, které během ohřevu procházejí chemickou reakcí a vytvářejí prostorovou síť. Během vytvrzování procházejí chemickou reakcí a jsou tvořené velmi silnými kovalentními vazbami. Po vytvrzení je není možné opakovaně roz-tavit a tvářet jako termoplasty. Mají velmi vysokou pevnost v tlaku a další výhodné vlast-nosti, zejména z hlediska využití v roli konstrukčních materiálů. Reaktoplasty jsou obtížně recyklovatelné. Mezi reaktoplasty patří například syntetické polyesterové, formaldehydové a melaminové živice. [8]

2.2 ELASTOMERY

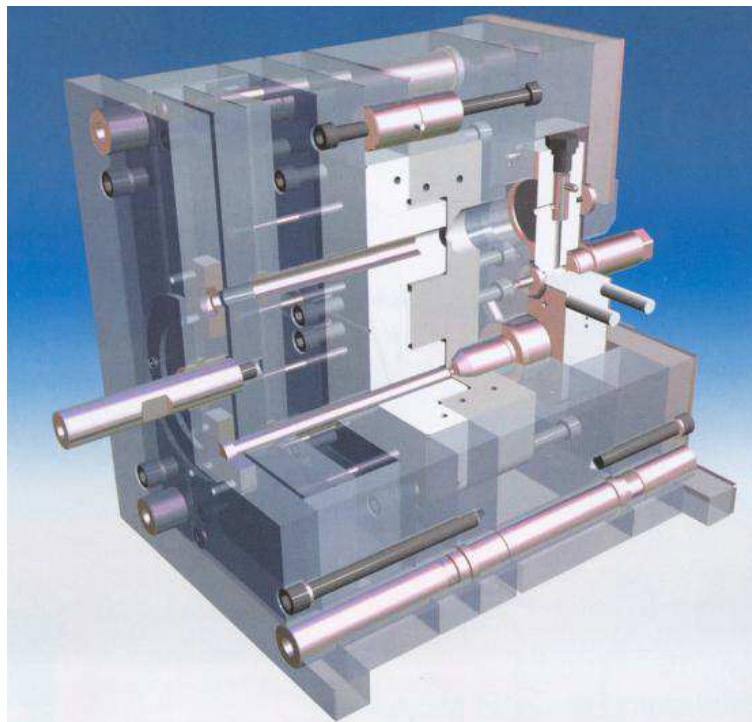
Elastomery nebo kaučuky jsou materiály vyznačující se velkou pružností. Mají řídkou strukturální síť tvořenou lineárními makromolekulami propojenými mostky. Jsou schopné výrazně se deformovat a vrátit do původního stavu bez porušení. Elastomery jsou tvořené volně zesíťovanými makromolekulami. U elastomerů nastává zesíťování při vulkanizaci. Vulkanizace probíhá za pomoci vulkanizačních činidel a po jejím ukončení je elastomer převedený na pryž. Po ukončení tohoto procesu další tváření už není možné. [1,8]

Kaučuky podle původu rozdělujeme na přírodní a syntetické. Přírodní kaučuk se vyrábí z kaučukového mléka (latexu), které se vyskytuje v mléčných buňkách některých tropic-kých stromů. Podstatou je polyisoprene, doprovázený malým množstvím nekaučukovitých látek. Syntetické kaučuky se vyrábějí ve větším počtu druhů, z nichž každý vyniká speci-fickými vlastnostmi. Podobné jako přírodní kaučuk je možné syntetické kaučuky vulkani-zovat. [8]

3 VSTŘIKOVACÍ FORMA

Forma dává tavenině po ochladnutí výsledný tvar a rozměry výrobku při zachování požadovaných fyzikálních a mechanických vlastností. Kvalita formy plní požadavky technické (správná funkce formy), ekonomické (nízká nákupní cena, vysoká produktivita) a společensko-estetické (dodržení bezpečnostních zásad). [1]

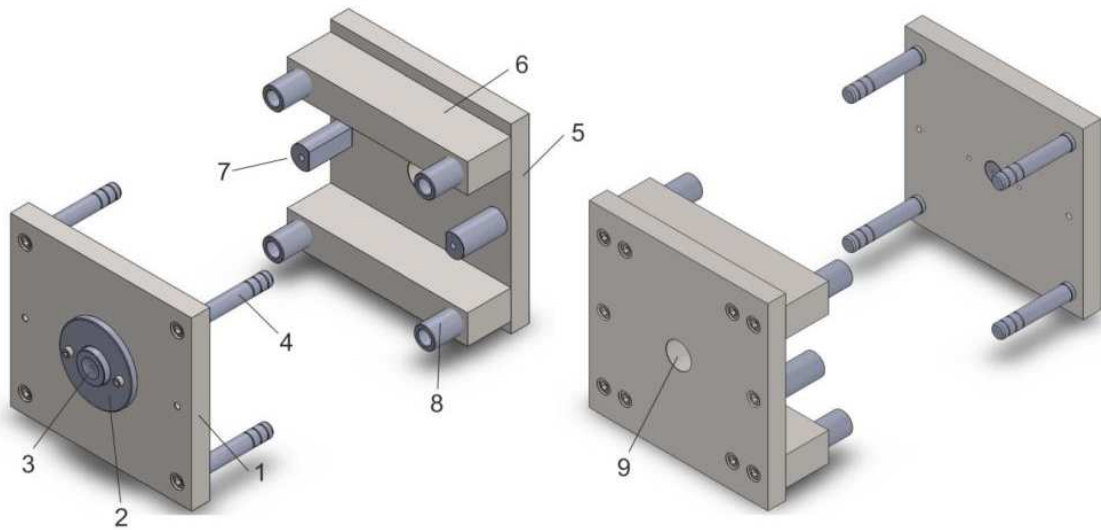
Konstrukce a výroba formy je náročná a speciální činnost, kterou si obvykle vstříkovna nezajišťuje sama. Každý výrobek se vstříkuje ve vlastní vstříkovací formě. Existují formy, v kterých můžeme po výměně tvarových částí vstříkovat jiné díly, ale běžně platí, že pro vstříkovaný díl se musí zhotovit vlastní vstříkovací forma. [1,3]



Obr. 10 Řez vstříkovací formou

3.1 KONSTRUKCE FORMY

Vstříkovací formy jsou speciálně konstrukční zařízení používané při vstříkování plastu. Jejich konstrukce a výroba je náročná na odborné znalosti a finanční prostředky. Vstříkovací formy musí odolávat vysokým tlakům a musí poskytovat výlisky přesných rozměrů. [1]



Obr. 11 Univerzální rám

1 – Kotevní deska, 2 – Středící kroužek, 3 – Vtok, 4 – Vodící kolíky, 5 – Kotevní deska (pohyblivá), 6 – Podkladnice, 7 – Sloupky pro šrouby výměnných kompletů, 8 – Pouzdra vodících sloupků, 9 – Otvor pro vyrážecí systém

Vstříkovací forma musí splňovat následující požadavky:

- vysoká přesnost a požadovaná kvalita povrchu funkčních ploch dutiny formy a ostatních funkčních částí,
- tuhost a pevnost formy pro zachycení potřebných tlaků vzniklých při vstříkování,
- správná funkce formy, vhodný vtokový systém, vyhazování, odvzdušnění, teploty apod.,
- optimální životnost zaručená konstrukcí, materiálem a výrobou. [1]

3.1.1 POSTUP PŘI KONSTRUKCI FORMY

Pro konstrukce forem, slouží jako hlavní podklad výkres výrobku, spolu s jinými doplňujícími údaji, jako je typ stroje, materiál, rozsah produkce atd. Postup konstruktéra potom zahrnuje:

- technologičnost konstrukce- přehodnocení tvaru výrobku s ohledem na tloušťku stěn, tvar, tolerance rozměrů, zaoblení ostrých hran apod.,
- volba vhodného plastu na zabezpečení požadovaných vlastností výstřiku,
- zaformování výrobku s určením dělicí roviny. Je třeba respektovat funkci a vzhled výrobku (stopa po dělicí rovině), úkosity pro snadné vyhození výrobku z formy,
- stanovení násobnosti formy,

- výpočet smrštění výstřiku,
- návrh vtokové soustavy,
- volba vyhazovacího systému formy,
- volba temperačního systému,
- volba správného vstřikovacího stroje. [1]

3.1.2 SMRŠTĚNÍ

Velikost smrštění, je rozdíl mezi rozměrem dutiny formy a skutečným rozměrem výstřiku vlivem roztažnosti plastu. Udává se v %. Jeho velikost závisí na určitých faktorech. Smrštění se rozděluje do dvou časových etap. Velikost provozního smrštění se stanoví na 24 hodin po výrobě součástky a představuje až 90% z jeho doby. Zbytek je dodatečné smrštění, které probíhá poměrně dlouho v závislosti na typu polymeru. Smrštění lze urychlit temperací. Velikost smrštění nemusí být ve všech směrech stejná. Asymetrické plnivo (skleněná vlákna), směr proudění taveniny, orientace makromolekul u plastu způsobuje anizotropní definovanou jako rozdíl smrštění ve směru podélném a příčném na tok taveniny. Je vyjádřen v %. Velikost smrštění je ovlivněna vlastnostmi plastu, tvarem výstřiku, technologií vstřikování, ale také vstřikovací formou (vtoková soustavou a teplotou chlazení). Správný výpočet hodnot smrštění, případně jejich korekce pro přesnost výstřiku je náročný úkol. Pro běžné rozměry výstřiku hodnoty smrštění je počítáno podle vzorce:

$$Z' = \frac{Z \cdot (K + 100)}{100} \quad [mm]$$

kde Z – skutečný rozměr [mm]

Z' – rozměr s přírůstkem o smrštění [mm]

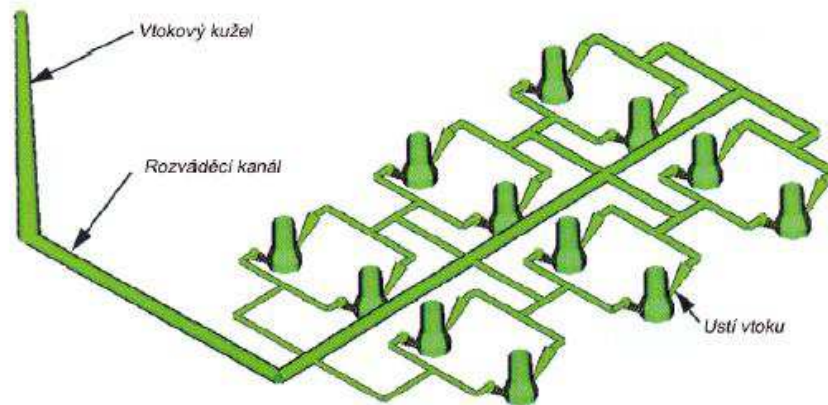
K – koeficient smrštění [-] [1]

3.2 VTOKOVÉ SYSTÉMY

Vtoková soustava zabezpečuje spojení mezi dutinou formy a vstřikovací tryskou. Skládá se z pravidla z vtokového kanálu, rozváděcího kanálu a ústí vtoku.

Požadavky:

- co nejkratší rozváděcí kanály,
- vhodný tvar kanálů,
- velikost průřezů tak, aby tavenina nezamrzla před ukončením dotlaku.



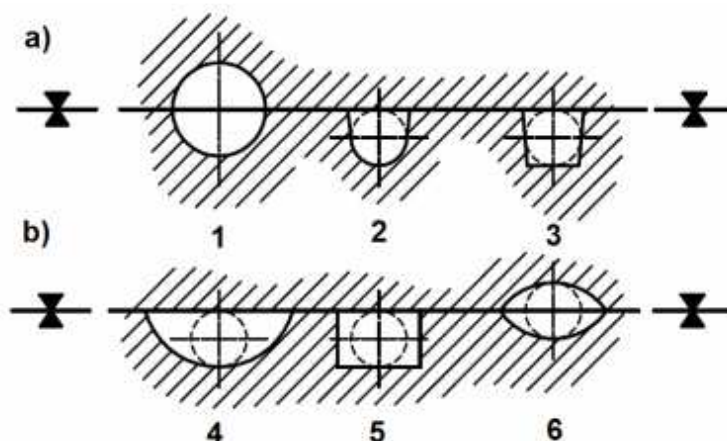
Obr. 12 Vtokový systém vícenásobné vstřikovací formy

3.2.1 STUDENÉ VTOKOVÉ SYSTÉMY

Pro používání termoplastických materiálů je studený vtokový systém umístěn ve formě, kde je po vstřiknutí materiálu ochlazen a vyhozen s výrobkem během každého vstřikovacího cyklu. [1]

VTOKOVÝ KANÁL

Vtokový kanál je tvořený vtokovou vložkou a ústí do rozváděcího kanálu případně přímo do výstřiku. Vtoková vložka může mít sedlo kulové, kuželové nebo ploché, podle tvaru použité vstřikovací trysky. Průměr vtoku „d“ závisí na hmotnosti vstřiku. Vtokový kanál se doporučuje vyrábět z kuželovitostí 3° . Vhodnými materiály pro vtokovou vložku jsou nástrojové oceli třídy 19 (19 435, 19 581, 19 572, ...) [1]

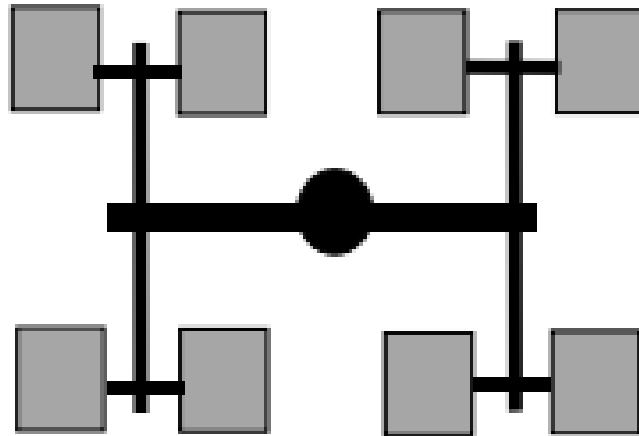


Obr. 13 Průřez vtokových kanálů

a) funkčně vhodné, b) funkčně nevhodné, 1,6 – funkčně nevýhodné, 2,3,4,5 – funkčně výhodné

ROZVADĚCÍ KANÁL

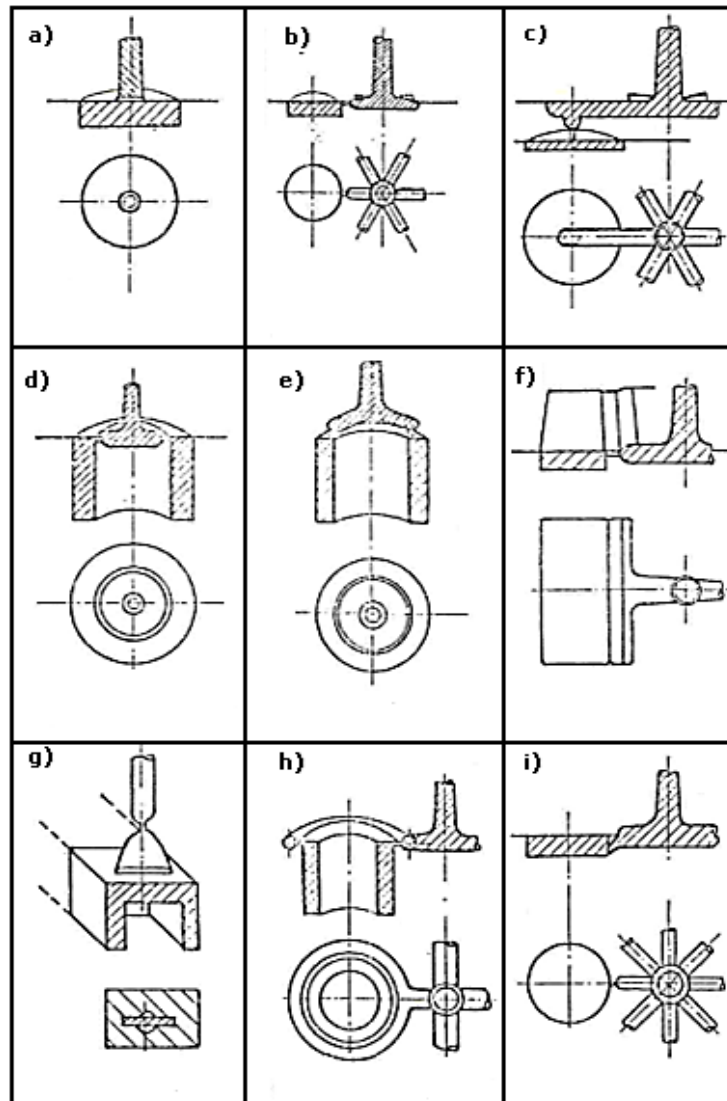
Rozváděcí kanál spojuje vtokový s ústím vtoku. Rozváděcí kanály mají být co nejkratší a všechny musí mít stejnou délku. Povrch průřezu kanálu má být co nejmenší, aby se dosáhlo co nejmenšího odporu při tečení taveniny. Velikost rozváděcích kanálů závisí na tloušťce stěny výstřiky, hmotnosti vstřiku a druhu vstřikovaného materiálu. [1]



Obr. 14 Řešení rozváděcího kanálu

VTOKOVÉ ÚSTÍ

Ústí vtoku umožňuje oddělení vstřiku od vtokového systému, přičemž musí zabezpečit co nejmenší ztrátu tlaku. Výrobně nejjednodušší je boční štěrbinové ústí, ale výstřiky zůstávají po vyjmutí z formy spojené s vtokem. Boční tunelové ústí umožňuje oddělit výstřik od vtoku již v průběhu vyhazování. Přímé bodové ústí se užívá u forem se dvěma dělicími rovinami a s automatizovaným pracovním cyklem. [1]



Obr. 15 Základní typy vtokových ústí

a) Plně kuželový, b) boční, c) bodový, d) talířový, e) Deštníkový, f) Filmový, g) mečový, h) prstencový, i) tunelový

Vliv na vzhled a kvalitu výrobku závisí i na umístění vtokového ústí. Dutina se plní pouze jedním vtokem, aby se předešlo vzniku tzv. studeným spojům. Tento spoj má výrazně nižší mechanickou pevnost. Umístění vtokového ústí bývá:

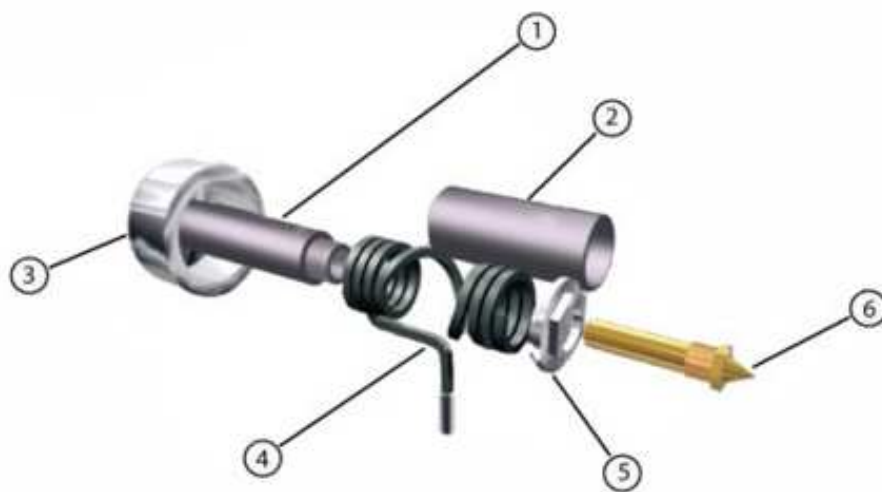
- do středu dutiny, aby tavenina zatekla na všechny místa rovnoměrně,
- do nejtlustšího místa výstřiku, protože tavenina by měla téct z tlustšího místa výstřiku do tenčího místa výstřiku kvůli tuhnutí,
- u výstřiků, které mají žebra, tavenina proudí ve směru jejich orientace.

3.2.2 VYHŘÍVANÉ VTOKOVÉ SYSTÉMY

Výhodou vyhřívaných vtokových systémů je, že při jejich použití nezůstává vtokový zbytek, čímž se snižuje spotřeba materiálu a také nároky na opracování výrobku. Současným vyhřívaným vtokovým systémům předcházeli různě zjednodušené systémy (např. zesílené vtoky, izolované vtokové soustavy s předkomůrkami). Nyní se používají vyhřívané vtokové trysky nebo vyhřívané rozvodné bloky. [1]

VYHŘÍVANÉ VTOKOVÉ TRYSKY

Jsou cenově náročnější než živé vtoky, ale za to snižují spotřebu polymeru. [1]



Obr. 16 Rozstřelená sestava trysky

1) snadno vyměnitelné termočidlo, 2) kryt topení z nerez oceli, 3) H13 kalená hlava, 4) odolné, vyměnitelné topení, 5) vyměnitelný uzavírací kroužek. 6) vyměnitelný beriliový hrot

VYHŘÍVANÉ ROZVODNÉ BLOKY

Slouží k rozvodu taveniny do tvarových dutin vícenásobných forem. Hlavní funkcí rozvodných bloků je rovnoměrné vyhřívání. Rozvodné bloky jsou z oceli a vyrábějí se ve tvarech X, Y, H, I atd. Jsou uloženy mezi upínací a tvarovou deskou v pravé části formy (v pevné části formy). Musí být tepelně izolované od okolí formy, často vzduchovou mezerou. [1]



Obr. 17 Příklady rozvodných bloků

3.3 VYHAZOVACÍ SYSTÉMY

Vyhazování výrobků z formy je činnost, kdy se z tvarové dutiny nebo z tvárníku vytlačí zhotovený výrobek. Vyhazování následuje po ochlazení výrobku a otevření formy. Při výrobě prototypu se výrobek často vybírá z formy manuálně z důvodů finanční stránky. [2,4]

Vyhazovací mechanismus doplňuje formu a zajišťuje automatický cyklus. Vyhazování má dvě fáze:

- dopředný pohyb (vlastní vyhazování),
- zpětný pohyb (návrat formy do původní polohy). [2]

3.3.1 HYDRAULICKÝ VYHAZOVACÍ SYSTÉM

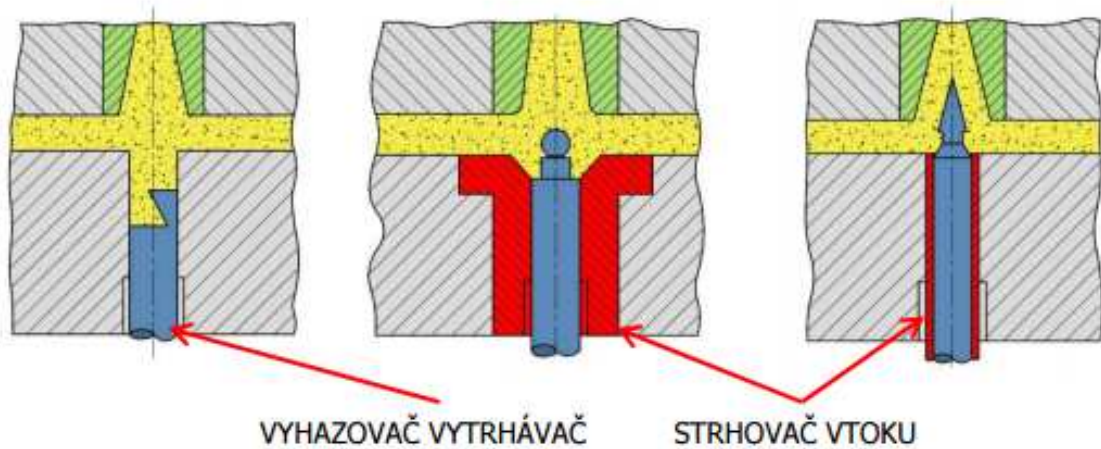
Hydraulický vyhazovací systém bývá součástí vstřikovacího stroje a používá se jako ovládní u mechanických vyhazovačů (nahrazen pružnějším pohybem, větší flexibilita). Mívá přímo zabudované hydraulické jednotky ve formě, které nahrazují funkci vyhazovače, se kterými se setkáváme velmi zřídka. Více se používají k ovládní bočních čelistí.

Hydraulické vyhazovače se ve většině případů vyrábí jako uzavřená hydraulická jednotka, která je umístěna do předem vytvořeného místa ve formě. Díky tomu se ovládají stírací desky, vyhazovací kolíky apod. Tento systém se hlavně vyznačuje velkou vyhazovací silou a menším a pomalejším zdvihem. [2]

VYHAZOVÁNÍ VTOKOVÉHO ZBYTKU

Při otevření formy po vstříknutí roztaveného polymeru je potřeba vtokový zbytek podržet na správné straně, dokud není bezpečně vytáhnutý vtokový kužel z vtokové vložky. V pohyblivé části formy je různými způsoby provedený podkos, který nám přidrží vtokový

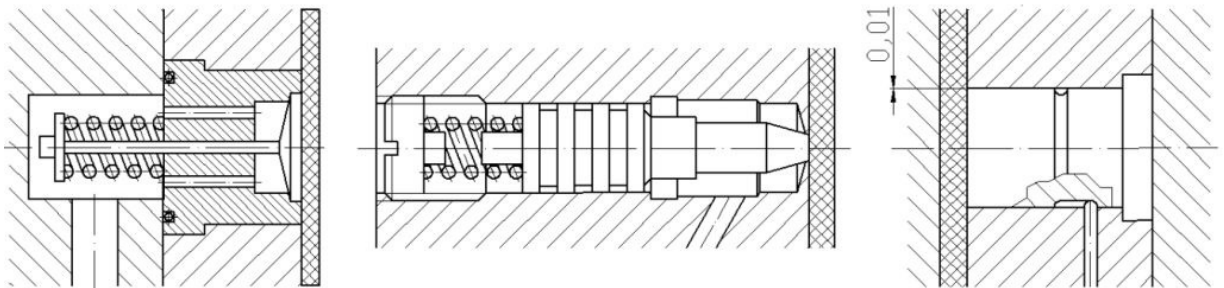
zbytek po dobu, dokud není vyhazovacím kolíkem společně s výstřikem vyhozen z dutiny formy. [2]



Obr. 18 Způsoby přidržení vtokového zbytku

3.3.2 PNEUMATICKÝ VYHAZOVACÍ SYSTÉM

Pneumatický vyhazovací systém přivádí stlačený vzduch mezi výrobek a líc formy, což umožňuje rovnoměrné oddělení výrobku od tvárníku. Tento vyhazovací systém se uplatňuje při vyhazování tenkostěnných výrobků velkých rozměrů. U těchto výrobků je důležité zavzdušnění, aby se nedeformovali. [2]



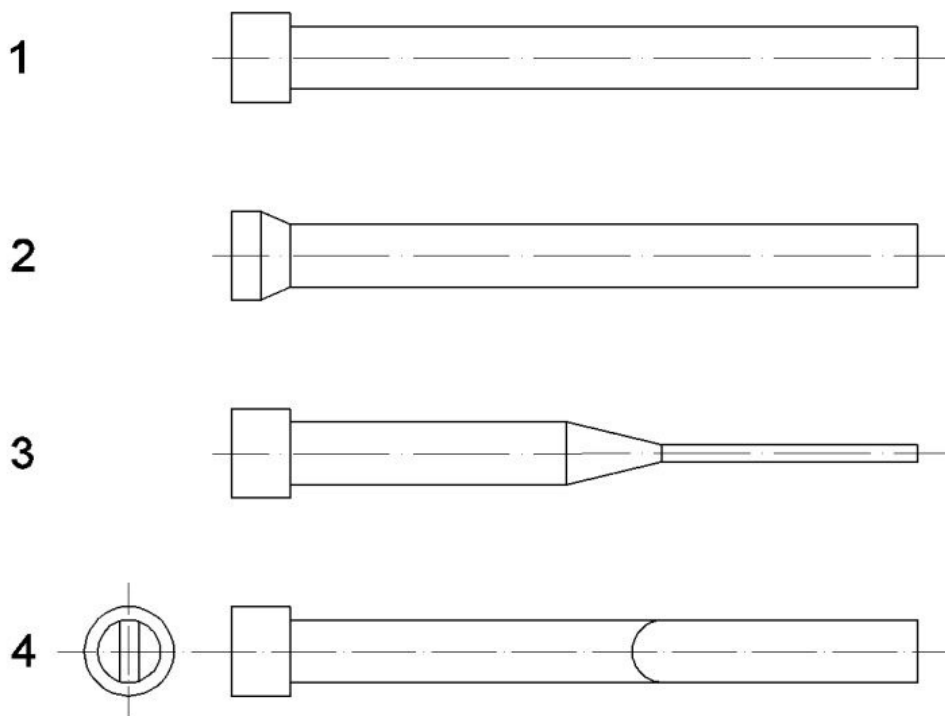
Obr. 19 Pneumatické ventily- talířový, jehlový, odvzdušňovací kolík

3.3.3 MECHANICKÝ VYHAZOVACÍ SYSTÉM

Mechanický vyhazovací systém je jedním z nejpoužívanějších systémů. Uplatňuje se všude tam, kde je to možné. [2]

VYHAZOVACÍ KOLÍKY

Vyhazovací kolíky jsou nejčastějším a nejlevnějším způsobem vyhazování výrobků. Používají se tam, kde je možnost umístění vyhazovačů proti ploše ve směru vyhození výrobku. Je to jednoduchý a účinný způsob vyhazování. Po do sedu vyhazovačů zůstávají po nich stopy. Z toho důvodu se vyhazovače umísťují na místa, které nejsou viditelné. [2]

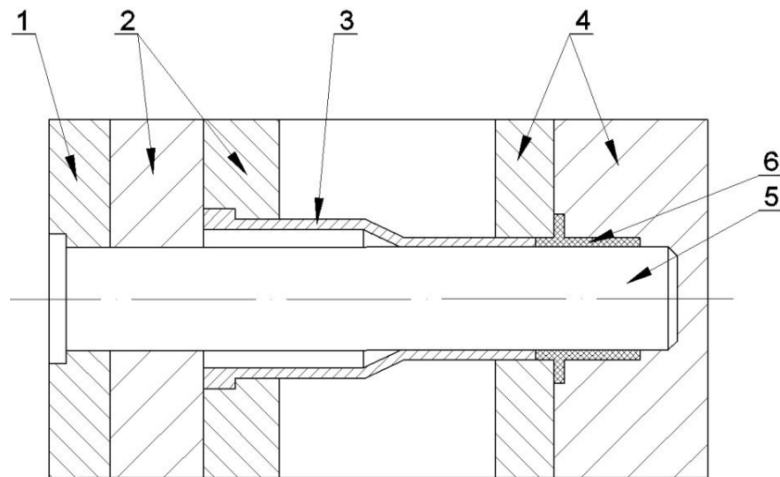


Obr. 20 Typy vyhazovacích kolíků

1 – vyhazovací kolík s válcovou hlavou, 2 – kruhový děrovač, 3 – prizmatický vyhazovač,
4 – plochý vyhazovač

TRUBKOVÉ VYHAZOVAČE

Je to speciální způsob vyhazování, u kterého se využívá stírání tlakem. Trubkový vyhazovač má stejnou funkci jako stírací deska, tím pádem na výrobek působí plošně nikoliv bodově jako vyhazovací kolík. Trubkový vyhazovač tvoří jádro a trubka, která je upevněna k vyhazovací desce a je pohyblivá. [2]

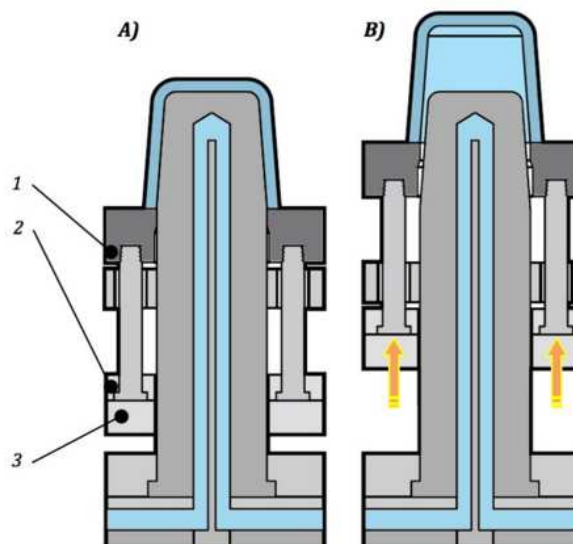


Obr. 21 Vyhazování trubkovým vyhazovačem

1 – opěrná deska, 2 – vyhazovací desky, 3 – trubkový vyhazovač, 4 – tvarové desky,
5 – jádro, 6 – vstříknutý materiál

STÍRACÍ DESKA

Je to způsob vyhazování výstřiku z tvárníku působícím tlakem po celém jeho obvodě. Jelikož je velká styková plocha, nezanechává na výrobku žádné nežádoucí stopy po vyhazování. Nejvíce se používá u tenkostěnných výrobků, vícenásobných forem, anebo u rozměrově velkých součástí, které je zapotřebí vyhodit velkou vyhazovací silou. [2]



Obr. 22 Princip funkce stírací desky

1- stírací deska, 2- přidržovací stírací desky, 3- hlavní vyhazovací deska,
2- A-vyhazovací systém v zadní pozici, B- vyhazovací systém v pohybu do přední pozice

3.4 TEMPERAČNÍ SYSTÉM

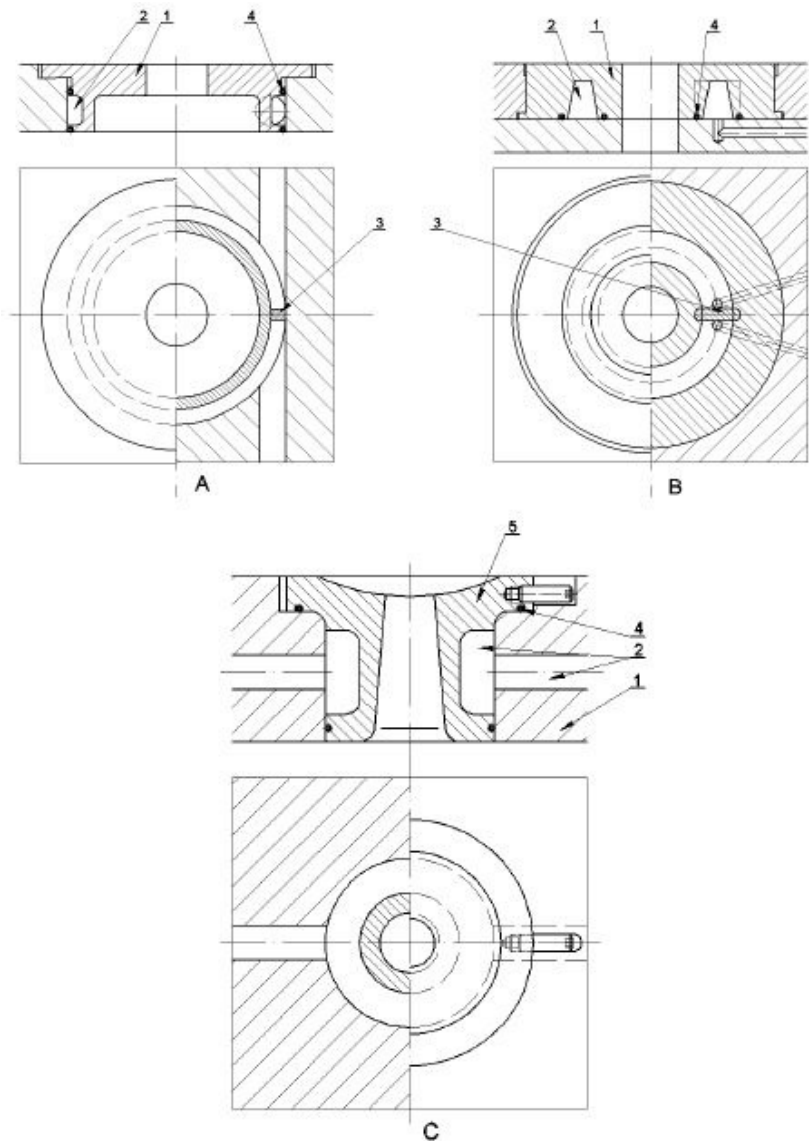
Temperační systém slouží k udržování stálého teplotního režimu formy. Vstřikovaná tavenina polymeru se v tvarové dutině formy ochladí a ztuhne. Temperace této dutiny zajišťuje chladnutí a optimální podmínky. Forma se ohřívá při každém výstřiku, což vyžaduje odvod tepla temperační soustavou, aby v dalším cyklu byly zaručeny stejné technologické podmínky (homogenita vlastností výrobků jedné série). Ve speciálních případech jsou části formy temperovány odlišně, čímž se eliminují tvarové deformace způsobené anizotropií smršnění plastu. Teplo se z formy přivádí nebo odvádí pomocí temperačního systému. Temperační systém tvoří soustava kanálů a dutin, kterými proudí vhodné temperační médium. Průtoková rychlost média se pohybuje mezi 0,5 až 4 m/s. Jako temperační médium se používá:

- Voda – výhodou vody je její nízká cena, viskozita, vysoký přestup tepla a ekologická likvidace,
- Olej – možnost temperování i nad 100 °C, mají ale vyšší viskozitu a horší přestup tepla. Můžou znečistit prostředí formy,
- Glykol – výhodou je že nezpůsobují korozi a ucpávání systému, nevýhodou je likvidace. [2]

USPOŘÁDÁNÍ TEMPERAČNÍCH KANÁLŮ

V dnešní době je celá řada strojů, které mají velmi krátké nebo dlouhé pracovní cykly, kterým se musí přizpůsobit právě temperační systém (rozvod kanálů, tloušťka kanálů, počet kanálů). Hlavním cílem konstruktéra je, aby teplo bylo mezi tvárnici a temperační kapalinou bylo rovnoměrné. V oblasti tvárnice by měli být rozdíly teplot co nejmenší.

Řešení temperačních kanálů u rotačních dílů, tudíž u tvárnice a tvárníku je vyfrézovanou drážkou po celém obvodu. Jako těsnění se používají těsnicí kroužky po stranách vyfrézované drážky. [2]



Obr. 23 Druhy temperace

a) Temperace tvárnic obvodovou drážkou, b) temperace tvárnice drážkou na dně, c) temperace vtokové vložky

1 – tvárnice, 2 – temperovací kanál, 3 – přepážka, 4 – těsnící kroužek, 5 – vtoková vložka

3.5 ODVZDUŠNĚNÍ FORMY

Dutina formy je před vystříknutím taveniny naplněna vzduchem. Při jejím plnění je třeba zajistit odvod tohoto vzduchu a případných zplodin. Odvzdušnění dutiny formy je velmi důležitým faktorem při výsledné kvalitě výstřiku. Důležitost odvzdušnění obvykle vyplývá až při zkušebním provozu formy, kdy jeho nekvalitní provedení bývá příčinou vadného vzhledu či nedostatečných mechanických vlastností výrobku. Nejčastější problémem při

rychlém plnění je stlačení vzduchu, tzv. Dieselův efekt. Je to spálené místo na výrobku, které vzniká důsledkem zvýšené teploty komprimovaného vzduchu. Protitlak stlačeného vzduchu také zvyšuje při plnění dutiny nároky na vstřikovací tlak, jehož zvyšováním se vnáší do výrobku zbytečné pnutí. Při nižších teplotách a tedy zvýšené viskozitě taveniny může zase dojít vlivem stlačeného vzduchu k nedostatečnému zatékání taveniny do dutiny a tudíž nedotečenému výstřiku. V neposlední řadě může tento vzduch způsobovat bubliny ve výrobku, což je opět nežádoucí. Rozměry odvzdušňovacích kanálů se volí s přihlédnutím k viskozitě použitého materiálu, použitý vstřikovací tlak, objem a tvar výrobku. Zpravidla se v praxi volí šířka odvzdušňovací mezery od 0,02 mm do 0,1 mm. Je důležité také brát v potaz na pravidelné čištění kanálů, které se vlivem zplodin snadno zanáší, čímž se snižuje efektivita odvzdušňování formy. [2]

3.6 MATERIÁLY FORMY

Formy jako komplikované a nákladné stroje pro vstřikování musí splňovat vysoké nároky na kvalitu, životnost a výrobní náklady. Významným činitelem pro splnění těchto podmínek je materiál, ze kterého je forma vyrobena. Je ovlivněn různými podmínkami výroby, jak druhem použitého plastu, požadavky na přesnost a jakost výrobku, podmínkami při vstřikování (tlak, teplota) či samostatným vstřikovaným vstřikovacím strojem. Pro výrobu forem se tedy používají materiály, které jsou schopny zaručit kvalitní a ekonomicky rentabilní výrobu. Jsou to zejména oceli vhodných vlastností, neželezné slitiny kovů a jiné materiály (izolační). Ocel je nejpoužívanějším materiálem při výrobě forem. Svými mechanickými vlastnostmi jsou téměř nepostradatelné. [2]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 STANOVENÍ CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

V bakalářské práci byly stanoveny cíle:

- vypracovat literární studii na dané téma,
- provést konstrukci 3D modelu zadaného plastového dílu,
- provést konstrukci 3D modelu vstřikovací formy,
- nakreslit 2D sestavu formy s kusovníkem.

Teoretická část bakalářské práce byla rozdělena do tří základních kapitol. V praktické části bylo cílem navrhnout vstřikovací formu pro výrobek, který slouží jako část termostatické hlavice topení. Dalším cílem bylo zhotovit 3D sestavu vstřikovací formy v programu CATIA V5R19 a 2D výkresy formy včetně kusovníku a výkresu výrobku.

5 POUŽÍVANÉ PROGRAMY

5.1 CATIA V5R19

Catia (Computer-Graphics Aided Three Dimensional Interactive Application) je moderní 3D program, který je vydáván ve třech různých kvalitativních variantách – platformách, které jsou určeny pro uživatele s různou úrovní využívání CAD/CAM/CAE technologií. Systém je schopen pokrýt kompletní životní cyklus výrobku tzn. od samotného návrhu, přes vlastní konstrukci, různé analýzy, simulace a optimalizace až po tvorbu dokumentace a NC programů k samotné výrobě. [13]

5.2 HASCO 3D UNIVERSAL MODUL

HASCO 3D – modul normálí R2/2016 je knihovna normálí v které najdeme veškeré díly na formu. Jednotlivé díly si můžeme z knihovny převést do různých programů jako je například CATIA V5R19. Z knihovny se dozvíme rozměry daného dílu, použití a funkci. [16]

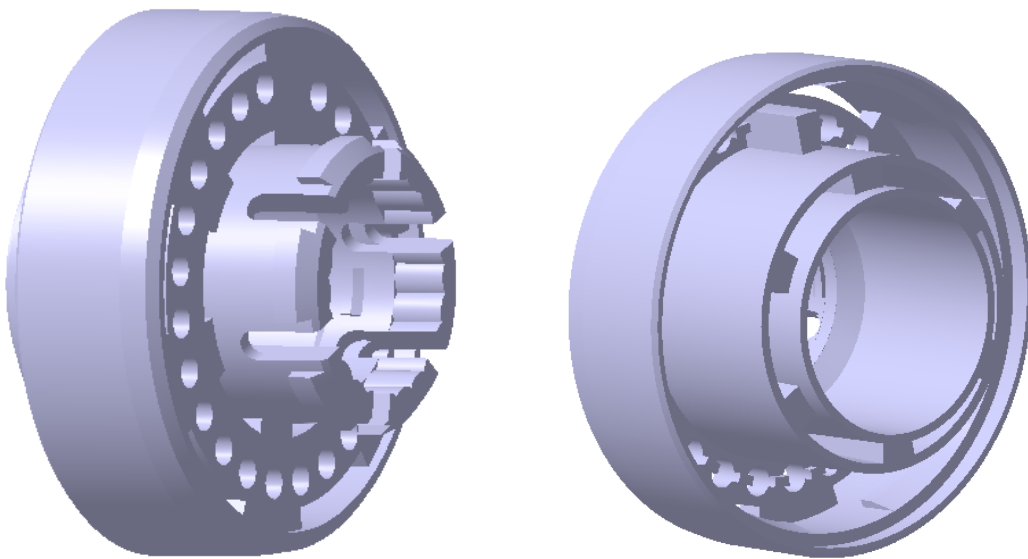
6 SPECIFIKACE VÝROBKU

Výrobek je část termostatické hlavice a slouží jako nosná část pro další komponenty.

6.1 MATERIÁL VÝROBKU

Granulát použitý k výrobě ventilu je akrylonitril butadien styren – ABS. ABS je polymer akrylonitrilu, butadienu a styrenu. Obvykle se skládá z přibližně poloviny styrenu a druhé poloviny tvořené stejným dílem butadienu a akrylonitrilu. Akrylonitril a styren zajišťují chemickou odolnost, tvrdost a odolnost vůči teplu, butadien zajišťuje odolnost proti nárazu. [11]

6.2 FUNKČNÍ ČÁSTI VÝSTŘIKU



Obr. 24 Navržený výrobek v program CATIA

Součástka je rozdělena na dvě funkční části. Jedna výstupní část je profilovaná do šesti segmentů. Po vnější straně segmentů je výstupek, který slouží k zajištění polohy protikusů (matky). Druhá výstupní část je tvořena dvěma kroužky, mezi kterými je 6 zpevňujících žebér a na venkovní straně většího kroužku je umístěn výstupek pro doraz krytu hlavice. Na vnitřní části hlavního o-kroužku jsou zpětné zámky pro uchycení krytu termomechanismu. Součástí výstříku je na druhé výstupní straně vnitřním pravotočivý závit délky 19,25mm. Součástka má šířku 33,5 mm a největší průměr 50,53 mm.

7 VSTŘIKOVACÍ STROJ

Vzhledem k velikosti formy a její násobnosti byl zvolen stroj Krauss Maffei 80 – 380 CX od výrobce Krauss Maffei.



Obr. 25 Vstřikovací stroj Krauss Maffei 80 – 380 CX

Tab. 1 Hodnoty vstřikovacího stroje

| Uzavírací jednotka | | |
|----------------------------|----------|----------|
| | Hodnota | Jednotka |
| Uzavírací síla | 800 | kN |
| Otevírací síla | 55,3 | kN |
| Zdvih vyhazovače | 150 | mm |
| Síla vyhazování vpřed/zpět | 22,6/9,9 | kN |
| Světlá délka | 420x420 | mm |
| Upínací deska | 670x670 | mm |
| Vstřikovací jednotka | | |
| Průměr šneku | 28 | mm |
| Poměr šneku | 25 | L/D |
| Vstřikovací tlak | 2325 | bar |

8 KONSTRUKCE FORMY

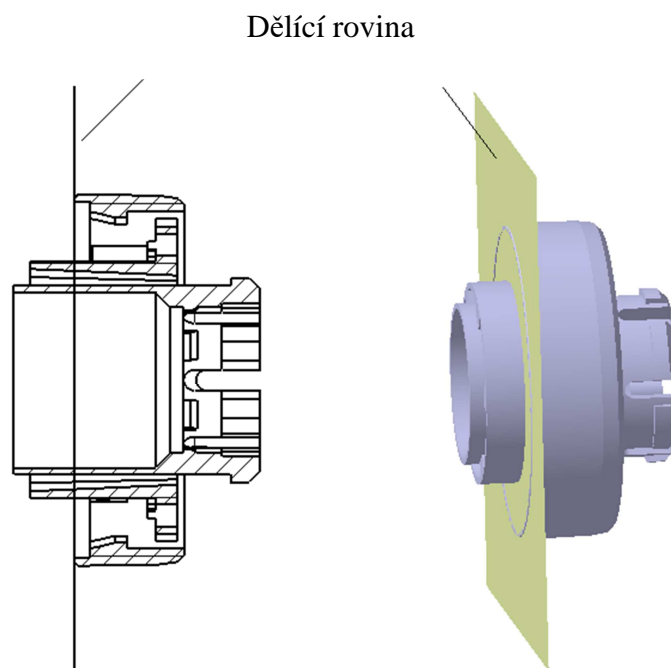
Při konstrukci formy pro daný vstřikovaný výrobek byla samotná forma vyrobena dle vlastních rozměrů. Snahou pro urychlení a zdokonalení konstrukce bylo použito co nejvíce normalizovaných dílů firmy HASCO v Mold Tooling Design, programu CATIA a z knihovny HASCO 3D. Díky vnitřnímu závitu na výrobku byl použit vyšroubovací systém.

8.1 NÁSOBNOJST FORMY

Násobnost formy závisí na složitosti výrobku, počtu kusů, které potřebujeme vyrobit (termín dodání), kapacita a velikost vstřikovacího stroje a ekonomie výroby. Z hlediska přesnosti a kvality výroby by byla nejlepší co nejmenší násobnost. Za to z hlediska ekonomie a termínu dodání by byla nejlepší co největší násobnost. Je tedy nutné uvážit všechny faktory a zvolit optimální násobnost. Pro tento případ byla zvolena čtyř-násobná forma z důvodů použití vyšroubovacího systému, u kterého musí být forma násobku čtyř.

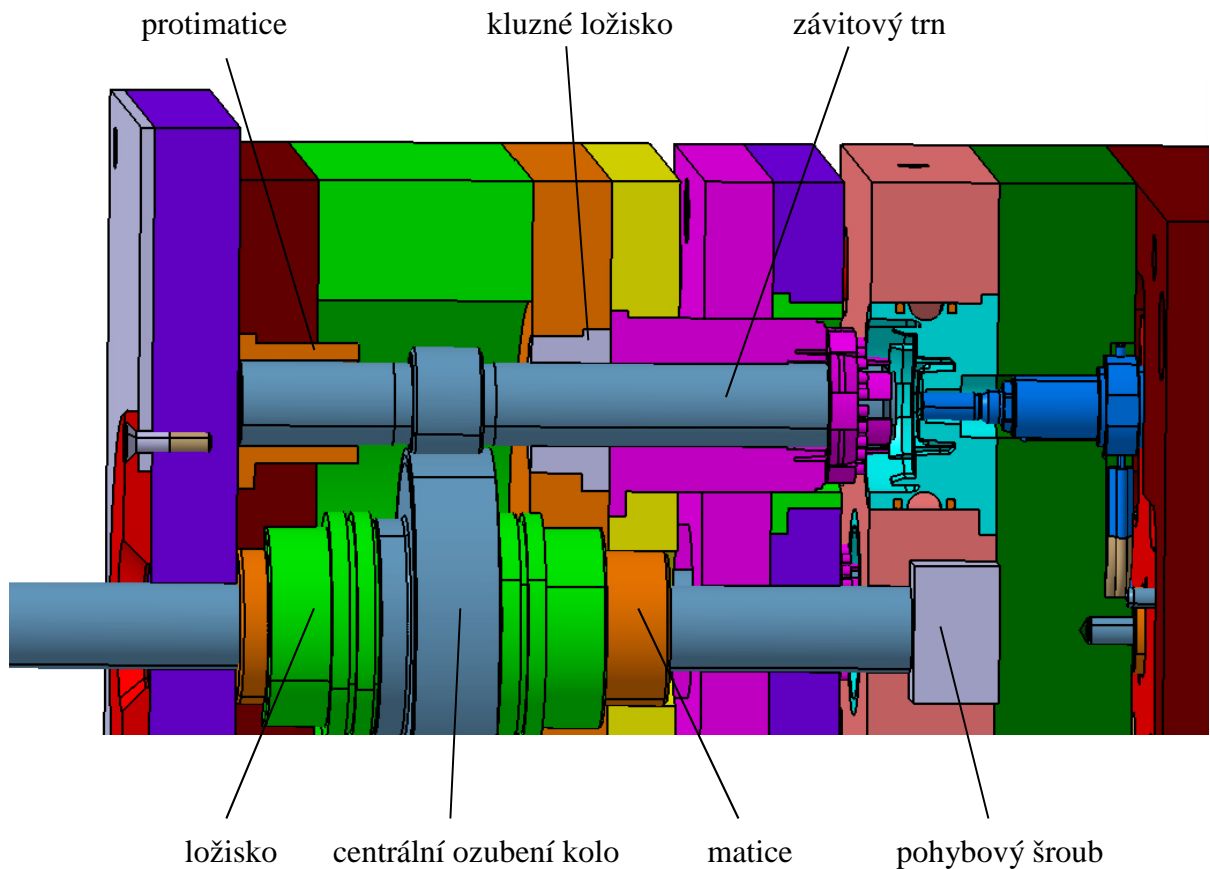
8.2 ZAFORMOVÁNÍ VÝSTŘIKU

Výstřik je zaformován v předem zadané dělicí rovině, kterou jsme museli určit. Dělicí rovina je rovnoběžná s upínáním formy. Je navrhnutá tak, aby po otevření formy byl výstřik setřen stíracím kroužkem z daného místa mimo formu.



Obr. 26 Dělicí rovina

8.3 ODFORMOVÁNÍ ZÁVITU



Obr. 27 Odformování závitu

POHYBOVÝ ŠROUB

Pohybový šroub jako jediný z těchto komponentů je umístěn v pravé části formy. Šroub musí být natolik dlouhý, aby byl zajištěn počet otočení závitového trnu.

MATICE

Matice je umístěna na pohybovém šroubu, a vnitřní straně centrálně ozubeného kola kde proti pootočení je zajištěno perem. Materiál se používá bronz a podobné kovy, u kterých je zapotřebí dostačující mazání. Matice je uložena z obou stran v kluzných ložiscích.

CENTRÁLNÍ OZUBENÉ KOLO

Je součástí matice a je zajištěno proti pootočení perem. Axiální ložiska nám jistí proti bočnímu pohybu.

ZÁVITOVÝ TRN

Skládá se ze tří funkčních částí. Je uložen v levé části formy a je opatřen kluzným ložiskem. Pravá část trnu tvoří negativ závitu a slouží k odformování. Střední část nám tvoří ozubené kolo k zajištění otáčení. Na třetí části je závit a jeho stoupání odpovídá závitu protimatice.

PROTIMATICE

Je uložena v levé části formy, kde je zajištěna proti pootočení kolíkem. Protimatice musí mít shodné stoupání se závitem výrobku.

8.4 DÍLY PRO URČENÍ TVARU VÝSTŘIKU

TVÁRNICE

Tvárnice kruhového tvaru je umístěna v pravé části formy, přesně v kotevní desce. Na vnější části tvárnice je vyfrézovaná drážka s rádiusem R5 pro temperaci a dvě drážky pro těsnící kroužky. V tvárnici se nachází dutina, která nám určuje vnější tvar výstřiku. Z druhé strany je vytvořená díra pro horkou vstříkovací trysku. K zajištění pootočení tvárnice slouží vyfrézovaná drážka na vnějším větším kroužku tvárnice, do kterých jsou vloženy pera.

TVÁRNÍK

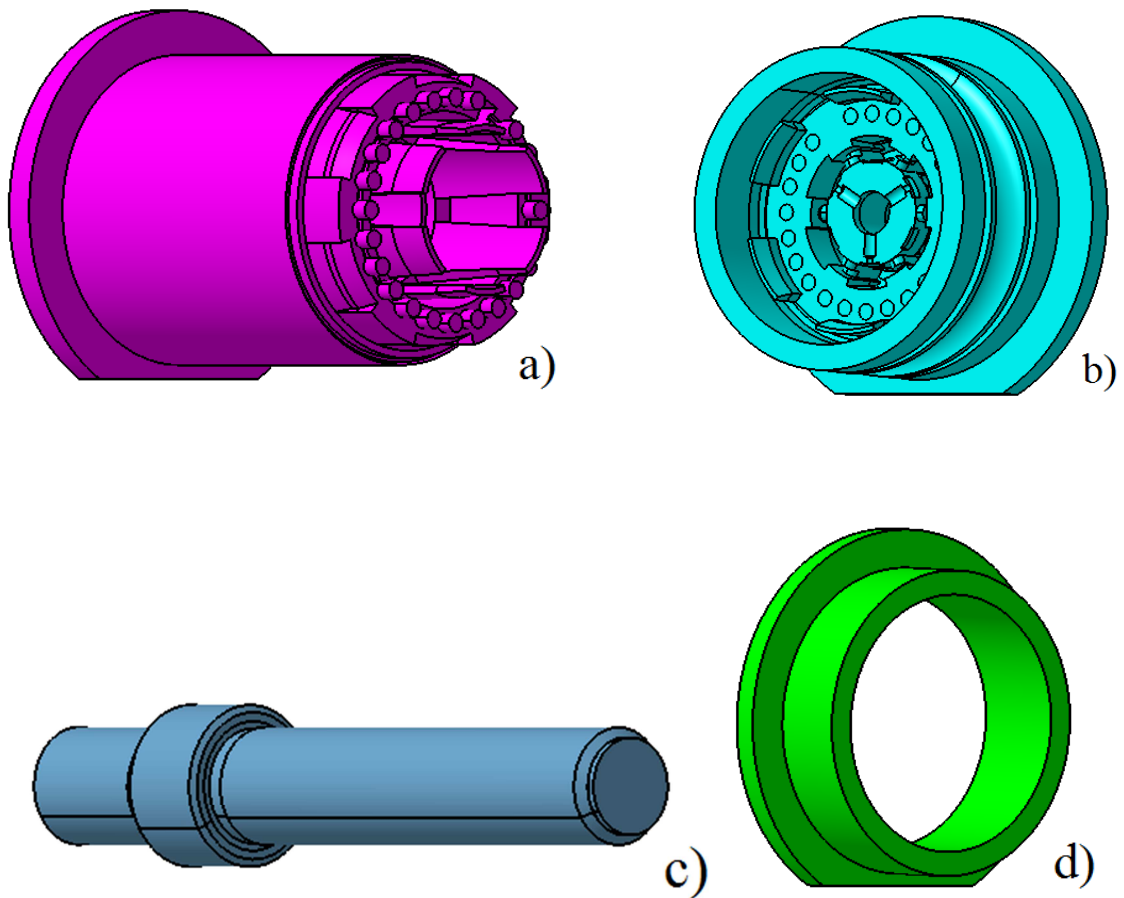
Tvárník kruhového tvaru je umístěn v levé části formy, přesně v desce na formování. Slouží jako protikus ke tvárnici a jeho tvar odpovídá dutinám na konečném výstřiku. K zajištění pootočení tvárníků slouží vyfrézovaná drážka na vnějším větším kroužku tvárníků, do kterých jsou vloženy pera.

STÍRACÍ KROUŽEK

Stírací kroužek je umístěn ve vyhazovacím systému formy, přesně ve stírací desce. Vnitřní dutinou kroužku prochází tvárník. Stírací kroužek slouží k setření výstřiku po úplném otevření z formy. K zajištění pootočení stíracích kroužků slouží vyfrézovaná drážka na vnějším větším průměru stíracích kroužků, do kterých jsou vloženy pera.

ZÁVITOVÝ TRN

Závitový trn je umístěn v levé části formy. Na konci pravé části se nachází protikus závitu výstřiku.

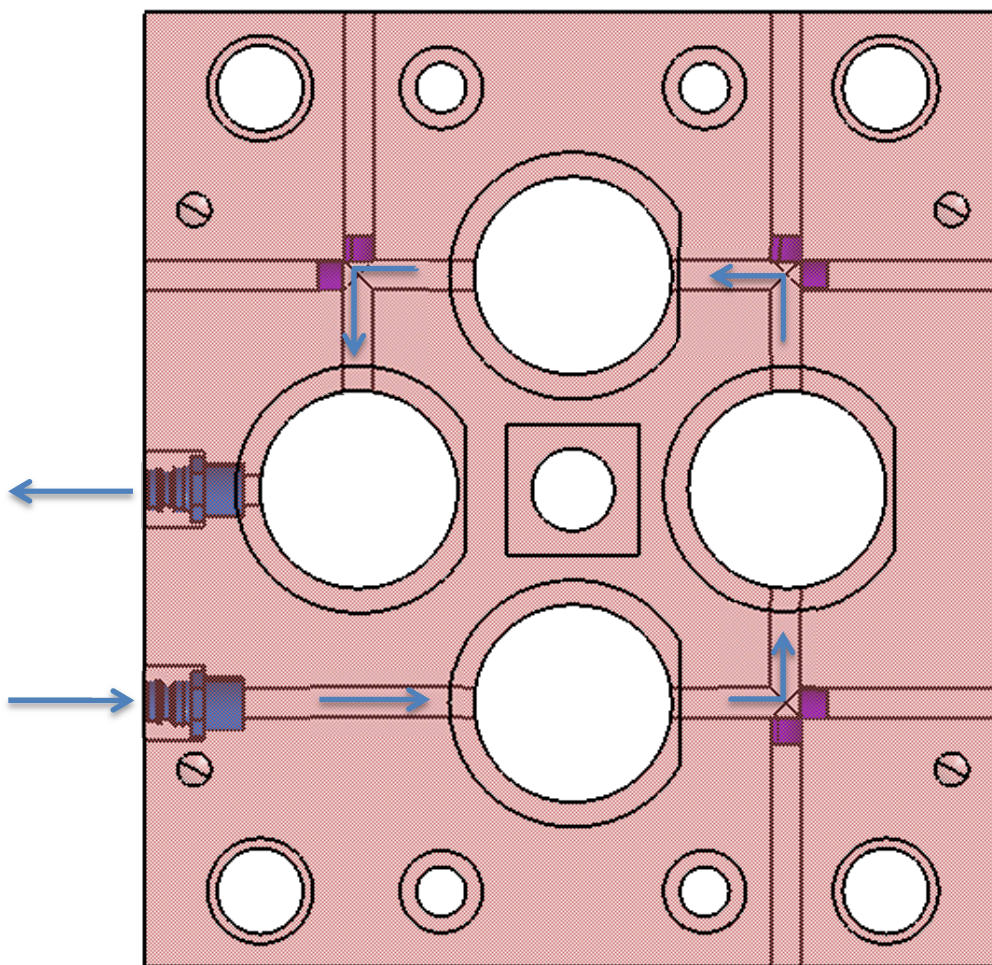


Obr. 28 Tvarové díly

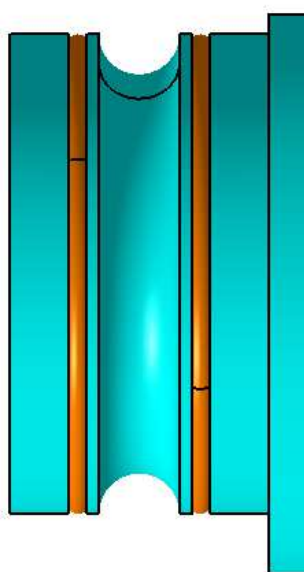
a) tvárník, b) tvárnice, c) závitový trn, d) stírací kroužek

8.5 TEMPERACE VSTŘIKOVACÍ FORMY

U tohoto typu formy se jedná o temperaci pravé části a závitového trnu. Pro velikou náročnost a velikost formy jsem ale zvolil jen temperaci pravé části formy. Temperace je provedena v kotevní desce, ve které jsou uloženy tvárnice. Po celém obvodu tvárnice je vyfrézovaná drážka s rádiusem R5. Temperace je realizována soustavou několika vzájemně propojených děr. K zamezení úniku média v tvárnících byly použity těsnící kroužky. Díry mají průměr 9 mm.



Obr. 29 Temperační kanály



Obr. 30 Chlazení tvárnice

8.6 ODVZDUŠNĚNÍ VSTŘIKOVACÍ FORMY

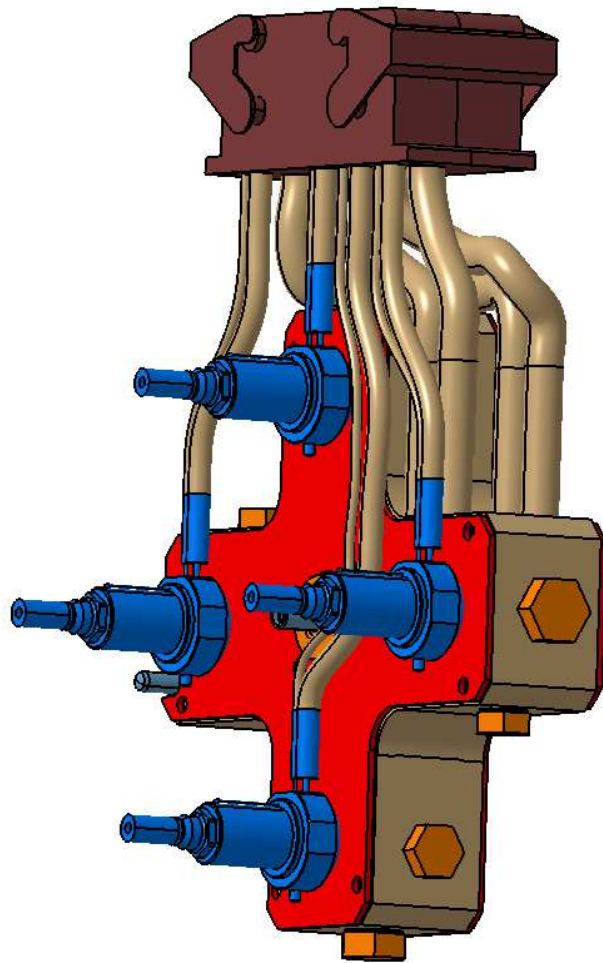
Vzduch tlačенý roztaveným plastem do dutin má velkou teplotu. Teplota vzduchu po dosažení určitých hodnot může plast znehodnotit spálením. Pro odstranění vzduchu z dutiny se vyrábějí odvzdušňovací kanálky mezi dělicí rovinou. V tomto případě odvzdušnění nebylo použito, protože vzduch stačí unikat přes stírací kroužek, závitový trn, tvárník a přes dělicí rovinu.

8.7 VTOKOVÝ SYSTÉM

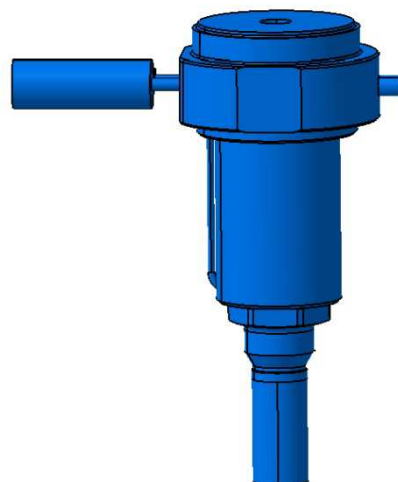
Vtokový systém pro danou čtyřnásobnou formu je řešen kombinací studeného a horkého vtoku. Rozvodný blok je zvolen pro čtyři vyhřívané trysky, tvaru X. Slouží nám k rozvedení horkého polymeru do míst, kde se nachází vyhřívané trysky, ze kterých se polymer dostane přímo do tvárnice. Ve vnitřní straně tvárnice je použit trojnásobný studený vtokový systém.

Rozvodný blok pro čtyři vyhřívané trysky, tvaru X je umístěn mezi upínací deskou a opěrnou deskou na vtoky. Pro přesné umístění vyhřívaného bloku byl vyfrézován otvor do roztečné desky a proti pootočení zajištěn kolíky. Vyhřívání je zajištěno topnými hady, které jsou vyústěny na vnější stranu formy, kde je umístěna zásuvka.

Vyhřívané trysky jsou umístěny z jedné strany ve vyhřívaném bloku a ze strany druhé přímo ve tvárnici. Elektrické napájení horkých trysek je vedeno předem vyfrézovanými drážkami v opěrné desce vyústěno do zásuvky vnější strany formy.



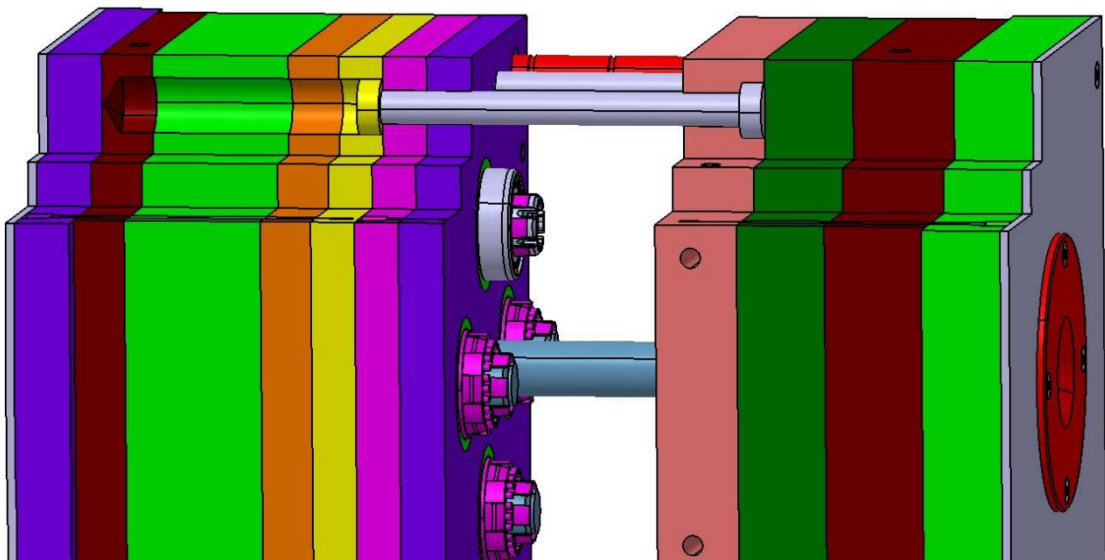
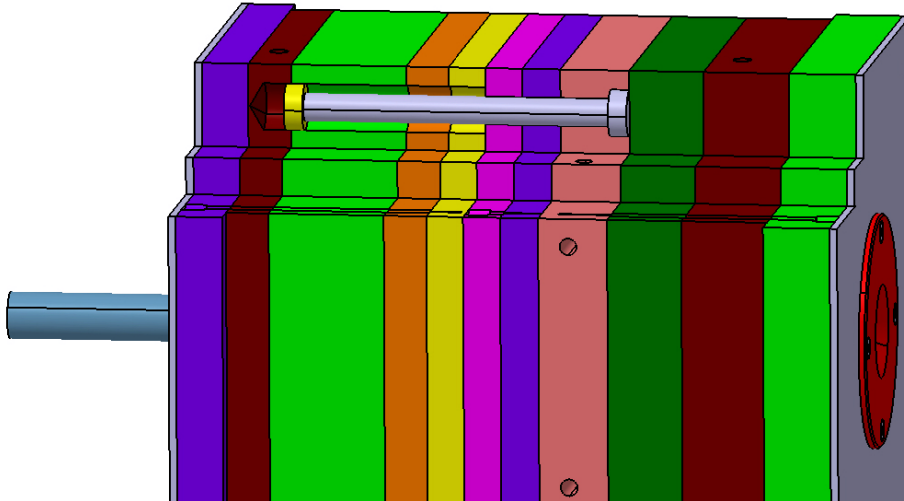
Obr. 31 Vyhříváný vtokový systém HASCO

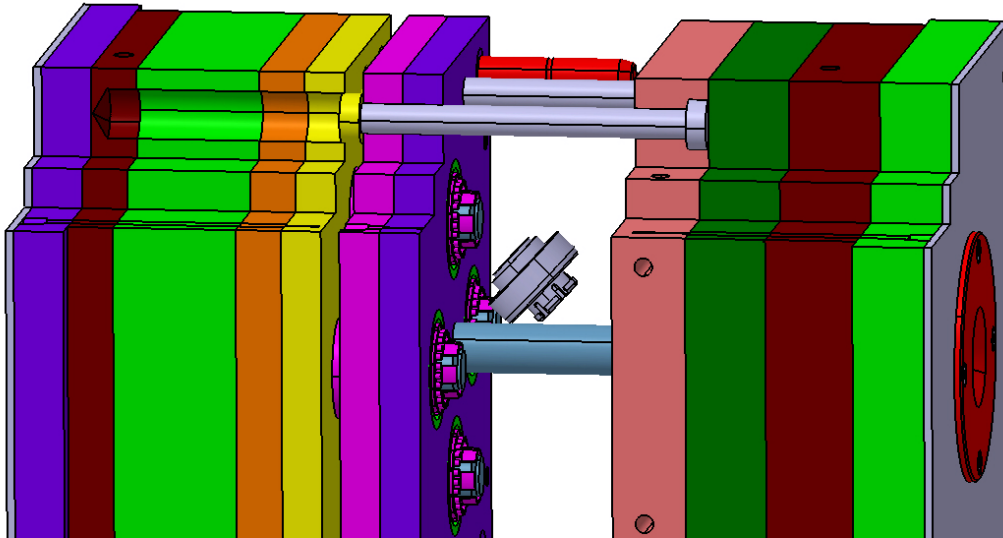


Obr. 32 Vyhříváná tryska HASCO

8.8 VYHAZOVACÍ SYSTÉM

K tomu, aby vyhadzovací systém správně fungoval je zapotřebí uvolnit výstřik ze závitového trnu. Po otevření formy se závitový trn začne vytáčet pomocí skupiny ozubených kol, matice a pohybového šroubu. Tento proces probíhá v první části. V druhé části dochází k vyhození výstřiku. Délka táhla musí být natolik dostatečná, aby se závitový trn stihl vyšroubovat.

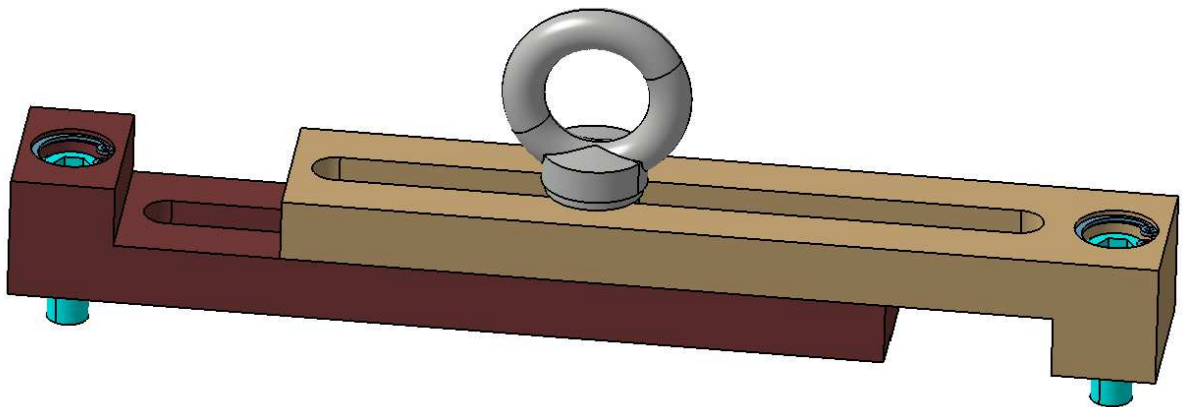




Obr. 33 Vyhazovací systém

8.9 NOSNÝ SYSTÉM

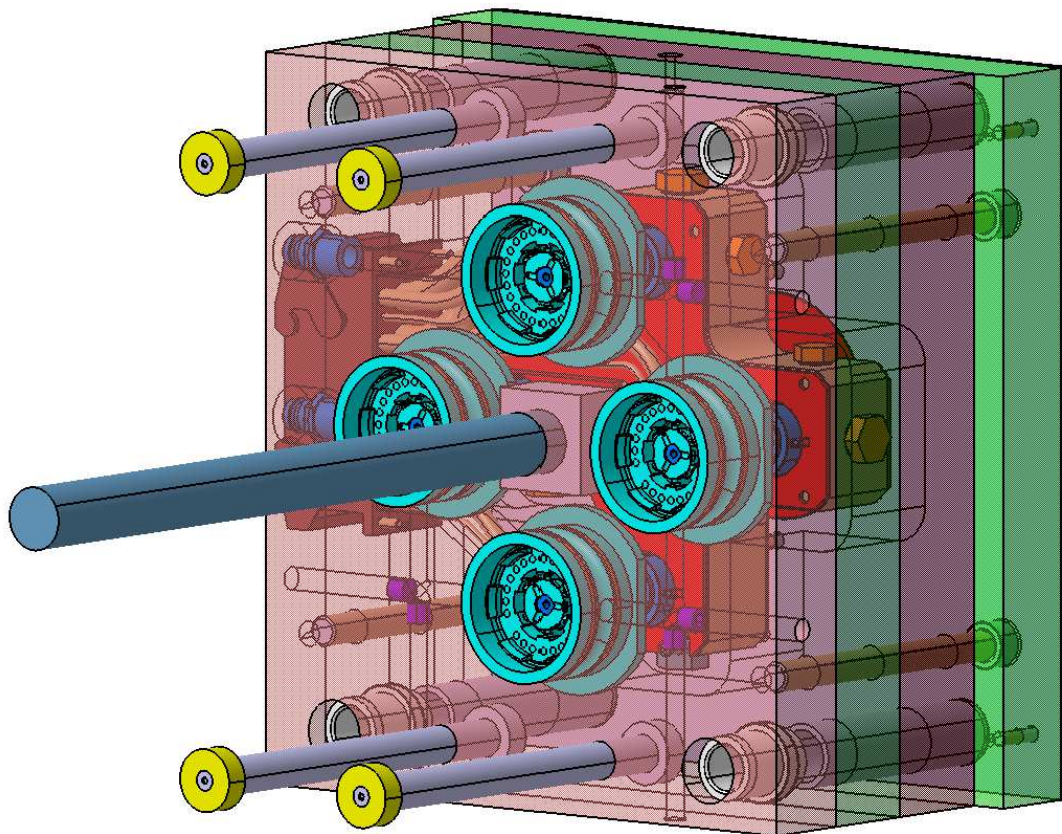
Nosný systém slouží k snadnější a rychlejší manipulaci formy a osazování do stroje.



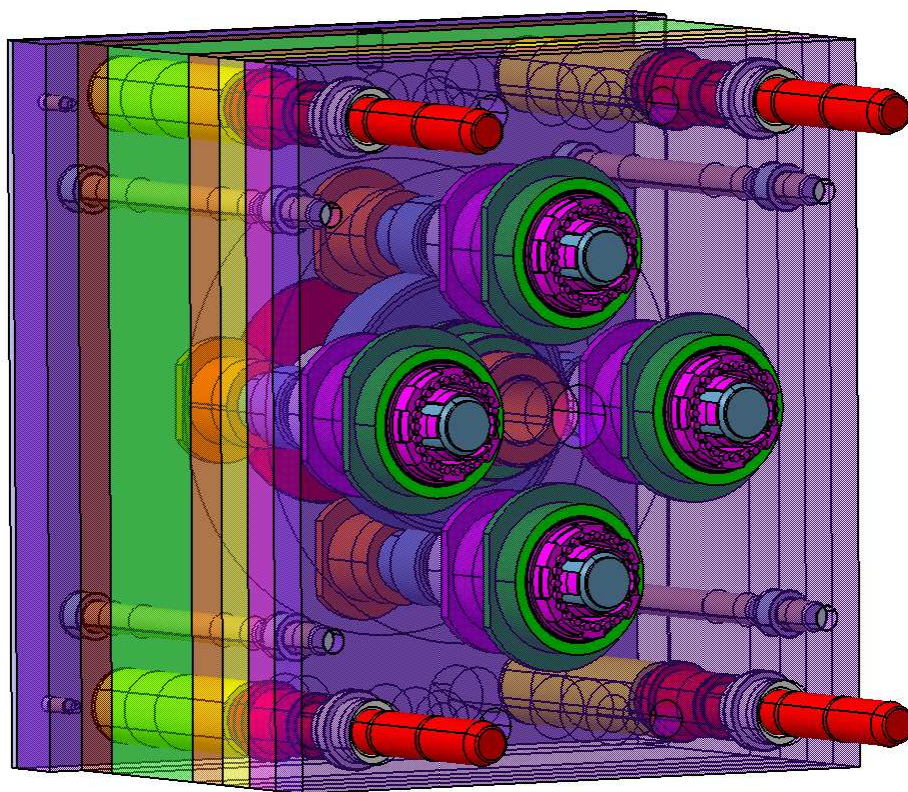
Obr. 34 Nosič formy

8.10 RÁM, VODÍCÍ A UPÍNACÍ PRVKY FORMY

Samotná forma byla navržena dle vlastních rozměrů. Rozměry desek byly navrženy dle násobnosti a velikosti výrobku. S ohledem na složitost chodu formy bylo použito maximální množství normalizovaných dílů firmy HASCO.



Obr. 35 Pravá strana formy



Obr. 36 Levá strana formy

9 DISKUZE VÝSLEDKU

Při navrhování formy pro část termostatické hlavice byla brána v potaz složitost výrobku, proto byla zvolena čtyř-násobná forma z důvodů použití vyšroubovacího systému nutného pro jeho odformování. Normalizované díly byly použity z katalogu od firmy HASCO, která má celou řadu normalizovaných dílů na sestavení formy. Díly byly převáděny pomocí programu Hasco Dako Modul. Pro vytvoření co nejpřesnějšího 3D modelu byl k dispozici reálný výrobek. Kompletní návrh vstříkovací formy byl proveden v programu CATIA V5R19 v několika podprogramech (Part Design, Assembly Design, Mold Tooling Design, Core and Cavity Design). Vtokový systém pro danou formu je řešen kombinací studeného a horkého vtoku. Rozvodný blok je zvolen pro čtyři vyhřívané trysky, tvaru X. Materiál použitý k výrobě ventilu je akrylonitril butadien styren (ABS). Temperace je provedena v pravé části formy. Je realizována v kotevní desce a ve tvárnících. Kotevní deska je řešena soustavou několika vzájemně propojených děr a tvárnice mají po obvodu vyfrézovanou drážku. Odvzdušnění formy v tomto případě nebylo použito, protože se předpokládá, že vzduch stačí unikat přes stírací kroužek, závitový trn, tvárník a přes dělicí rovinu.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo navržení a konstrukce formy pro část termostatické hlavičky, která slouží jako nosná část pro další komponenty. Celá konstrukční práce tzn. (3D model výstřiku, 3D model kompletní formy a 2D sestava formy) byla provedena v programu CATIA V5R19. Je to velmi vyspělý 3D software, díky jeho snadné obsluze a přídatné knihovně, v které se nachází celá řada normalizovaných dílů, jsem si ho vybral pro konstrukci vstřikovací formy. Dalším přídatným prvkem je HMN 3D Universal module v9.0. Jedná se o 3D knihovnu, která obsahuje normalizované díly a informace o nich, případné převedení do námi zadaného programu CATIA.

Hlavním úkolem bylo vytvořit formu pro skořepinový výrobek s vnitřním závitem. Na výběr bylo ze dvou typů forem. Osobně nejvhodnějším typem formy byla s vyšroubovacím mechanismem, díky kterému není potřeba dalších přídatných zařízení na vyšroubování výrobku. Vyšroubovací mechanismus funguje na základě pohybového šroubu, který se začne vytáčet pomocí skupiny ozubených kol, matice a pohybového šroubu a tím dojde k odformování závitu. Při otevření formy se výstřík setře pomocí stíracího kroužku a táhla, které narazí na vyhazovací desky. Násobnost formy byla navržena tak, aby byla kompromisem pro následující požadavky, jakými jsou přesnost, kvalita výroby, ekonomie a termín dodání. Pro tento případ byla zvolena čtyř-násobná forma z důvodů použití vyšroubovacího systému, u kterého musí být forma násobku čtyř. Vtokový systém pro danou čtyřnásobnou formu je řešen kombinací studeného a horkého vtoku. Ve vnitřní straně tvárnice je použit trojnásobný studený vtokový systém. V tomto případě odvzdušnění nebylo použito, protože vzduch stačí unikat přes stírací kroužek, závitový trn, tvárník a přes dělicí rovinu. Temperace je realizována soustavou několika vzájemně propojených děr, které vedou přes tvárnice, ve kterých jsou vyfrézované drážky. K zamezení úniku média v tvárnících byly použity těsnící kroužky.

Konstrukce formy pro daný výrobek byla samotná forma vyrobena dle vlastních rozměrů. Snahou pro urychlení a zdokonalení konstrukce bylo použito co nejvíce normalizovaných dílů firmy HASCO.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BOBČÍK, L. *Formy pro zpracování plastů I. díl - vstřikování termoplastů*. 2. vyd. Brno: UNIPLAST, 1999. 134s
- [2] BOBČÍK, L. a kol. *Formy pro zpracování plastů, II díl-Vstřikování termoplastů*. 1. vydání Brno: UNIPLAST, 1999. 214s
- [3] MAŇAS, M., HELŠTÝN, J. *Výrobní stroje a zařízení – Gumárenské a plastikářské stroje II*. 1. vyd. VUT Brno 1990. 199 s.
- [4] TOMIS, F., HELŠTÝN, J. *Formy a přípravky*. 2. vyd. Praha: SNTL, 1985. 374s. ISBN 414-33580.
- [5] VESELÝ, K. *Polymery – struktura, syntézy, vlastnosti, zpracování*. 1 vyd. Brno: Česká společnost průmyslové chemie, 1992, 177s, ISBN 80-02-00951-7.
- [6] HLUCHÝ, M. a kol. *Strojírenská technologie 2 – Polotovary a jejich technologičnost základy obrábění*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1979. 408 s.
- [7] KOLOUCH, J. a kol. *Strojírenské výrobky z plastů vyráběné vstřikováním*. 1.vyd. SNTL Praha, 1986, 229s.
- [8] ŠTĚPÁNEK, J., ZEIGLER, J., KUTA, A. *Technologie zpracování a vlastnosti plastů*. 1. Vyd. SNTL Praha, 1989, 638s.
- [9] Vávra, Pavel a Kol. *Strojnické tabulky*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1984. 671s.
- [10] LINDER E., UNGER O. *Injection molds*. 3rd rd. Munich: Hanser Publishers, 2002. ISBN 3-446-21658-6.
- [11] MENGES G., MICHAELLI W., MOHREN P. *How to make injection Molds*. 3rd ed. Munich: Hanser Publisher, 2001. 612 s. ISBN 3 – 446 – 21256 – 6.
- [12] BEAUMONT J. P., NAGEL R. a SHERMAN R. *Successful injection molding*. Munich: Hanser Publishers, 2002. ISBN 34-461-9433-9.
- [13] CATIA [online]. Dostupné z WWW:
<http://www.3ds.com>
- [14] TECHNICKA UNIVERZITA V LIBERCI [online]. Dostupné z WWW:
<http://www.ksp.tul.cz/>
- [15] KRAUSS MAFFEI [online]. Dostupné z WWW:
<http://www.kraussmaffei.de>

[16] HASCO [online]. Dostupné z WWW:

<https://www.hasco.de>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

| | |
|----------------|---|
| PS | Polystyrén |
| SAN | Kopolymerstyrenakrylonitril |
| PC | Polykarbonát |
| PVC | Polyvinylchlorid |
| PMMA | Polymethylmetakrylát |
| PE | Polyethylen |
| PP | Polypropylen |
| POM | Polyoxymethylen |
| PA6 | Polyamid 6 |
| ABS | Akrylonitrilbutadeinstyren |
| 3D | Třírozměrný prostor |
| 2D | Dvourozměrný prostor |
| NC | Číslicové řízení |
| CAD | Počítačem podporované navrhování (Computer Aided Design) |
| CAM | Počítačem podporovaná výroba (Computer Aided Manufacturing) |
| CAE | Počítačem podporované konstruování (Computer Aided Engineering) |
| T _g | Teplota ohraničující oblast amorfního stavu |
| R | Poloměr zaoblení |
| d | Průměr |

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| <i>Obr. 1 Vstřikovací cyklus</i> | 11 |
| <i>Obr. 2 Schéma vstřikovacího stroje</i> | 12 |
| <i>Obr. 3 Vstřikovací cyklus</i> | 13 |
| <i>Obr. 4 Dosednutí trysky stroje na vtokovou vložku</i> | 13 |
| <i>Obr. 5 Více-kloubové mechanismy</i> | 14 |
| <i>Obr. 6 Hydraulická uzavírací jednotka</i> | 14 |
| <i>Obr. 7 Základní rozdělení polymerů</i> | 16 |
| <i>Obr. 8 Oblast využití amorfních plastů</i> | 17 |
| <i>Obr. 9 Oblast využití semikrystalických plastů</i> | 18 |
| <i>Obr. 10 Řez vstřikovací formou</i> | 19 |
| <i>Obr. 11 Univerzální rám</i> | 20 |
| <i>Obr. 12 Vtokový systém vícenásobné vstřikovací formy</i> | 22 |
| <i>Obr. 13 Průřez vtokových kanálů</i> | 22 |
| <i>Obr. 14 Řešení rozváděcího kanálu</i> | 23 |
| <i>Obr. 15 Základní typy vtokových ústí</i> | 24 |
| <i>Obr. 16 Rozstřelená sestava trysky</i> | 25 |
| <i>Obr. 17 Příklady rozvodných bloků</i> | 26 |
| <i>Obr. 18 Způsoby přidržení vtokového zbytku</i> | 27 |
| <i>Obr. 19 Pneumatické ventily- talířový, jehlový, odvzdušňovací kolík</i> | 27 |
| <i>Obr. 20 Typy vyhazovacích kolíků</i> | 28 |
| <i>Obr. 21 Vyhazování trubkovým vyhazovačem</i> | 29 |
| <i>Obr. 22 Princip funkce stírací desky</i> | 29 |
| <i>Obr. 23 Druhy temperace</i> | 31 |
| <i>Obr. 24 Navržený výrobek v program CATIA</i> | 36 |
| <i>Obr. 25 Vstřikovací stroj Krauss Maffei 80 – 380 CX</i> | 37 |
| <i>Obr. 26 Dělicí rovina</i> | 38 |
| <i>Obr. 27 Odformování závitů</i> | 39 |
| <i>Obr. 28 Tvarové díly</i> | 41 |
| <i>Obr. 29 Temperační kanály</i> | 42 |
| <i>Obr. 30 Chlazení tvárnice</i> | 42 |
| <i>Obr. 31 Vyhřívání vtokový systém HASCO</i> | 44 |
| <i>Obr. 32 Vyhřívání tryska HASCO</i> | 44 |

| | |
|---|----|
| <i>Obr. 33 Vyhazovací system</i> | 46 |
| <i>Obr. 34 Nosič formy</i> | 46 |
| <i>Obr. 35 Pravá strana formy</i> | 47 |
| <i>Obr. 36 Levá strana formy</i> | 47 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|--|----|
| Tab. 1 Hodnoty vstříkovacího stroje..... | 37 |
|--|----|

SEZNAM PŘÍLOH

P I Sestava formy

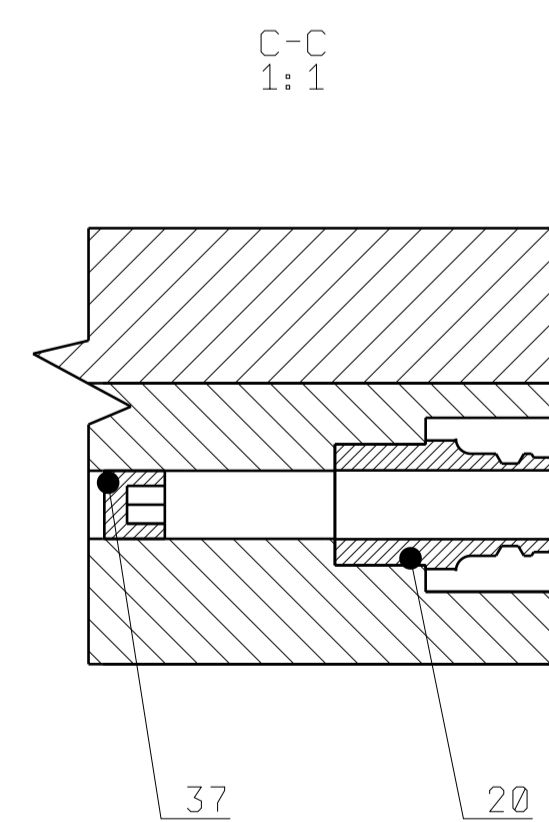
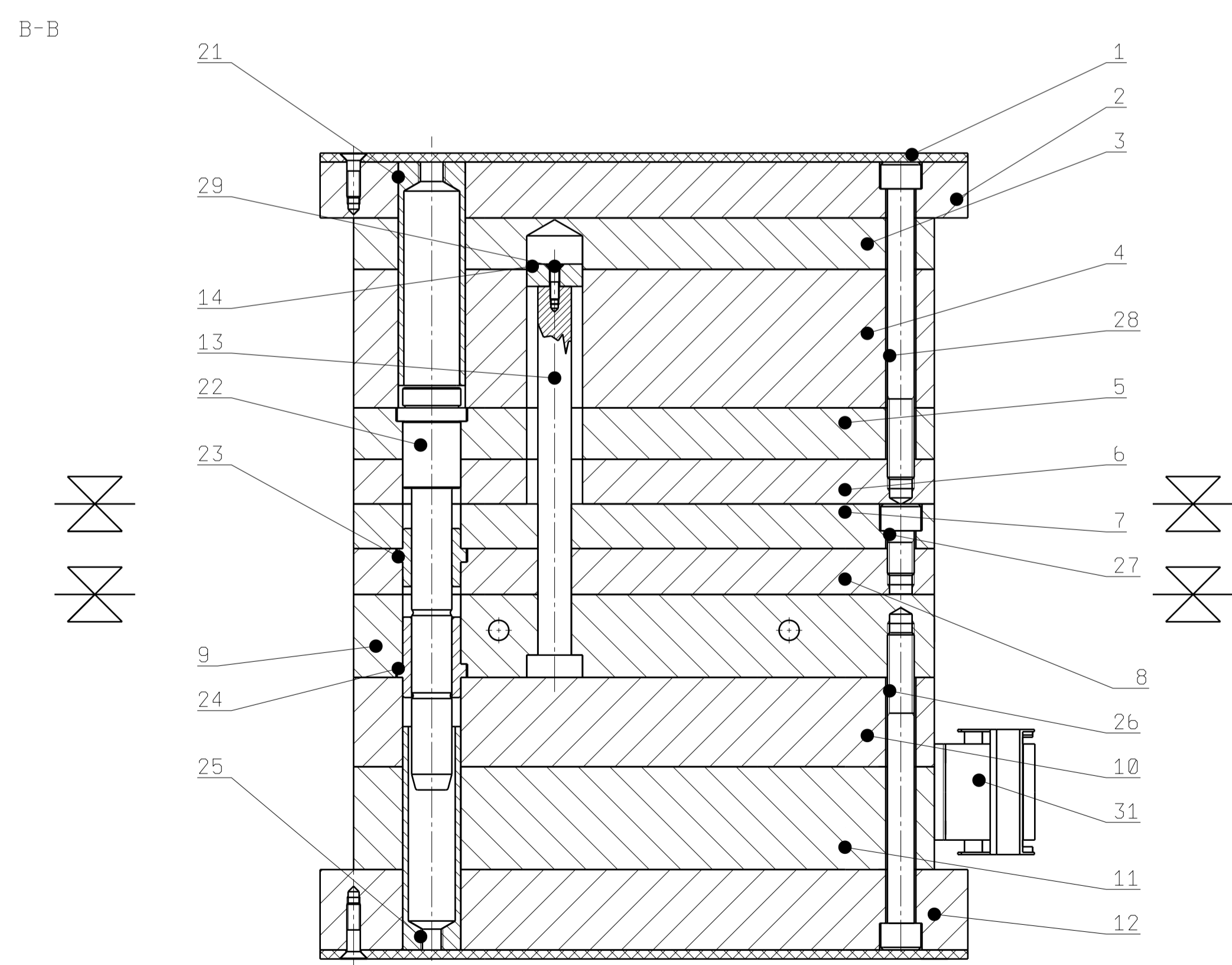
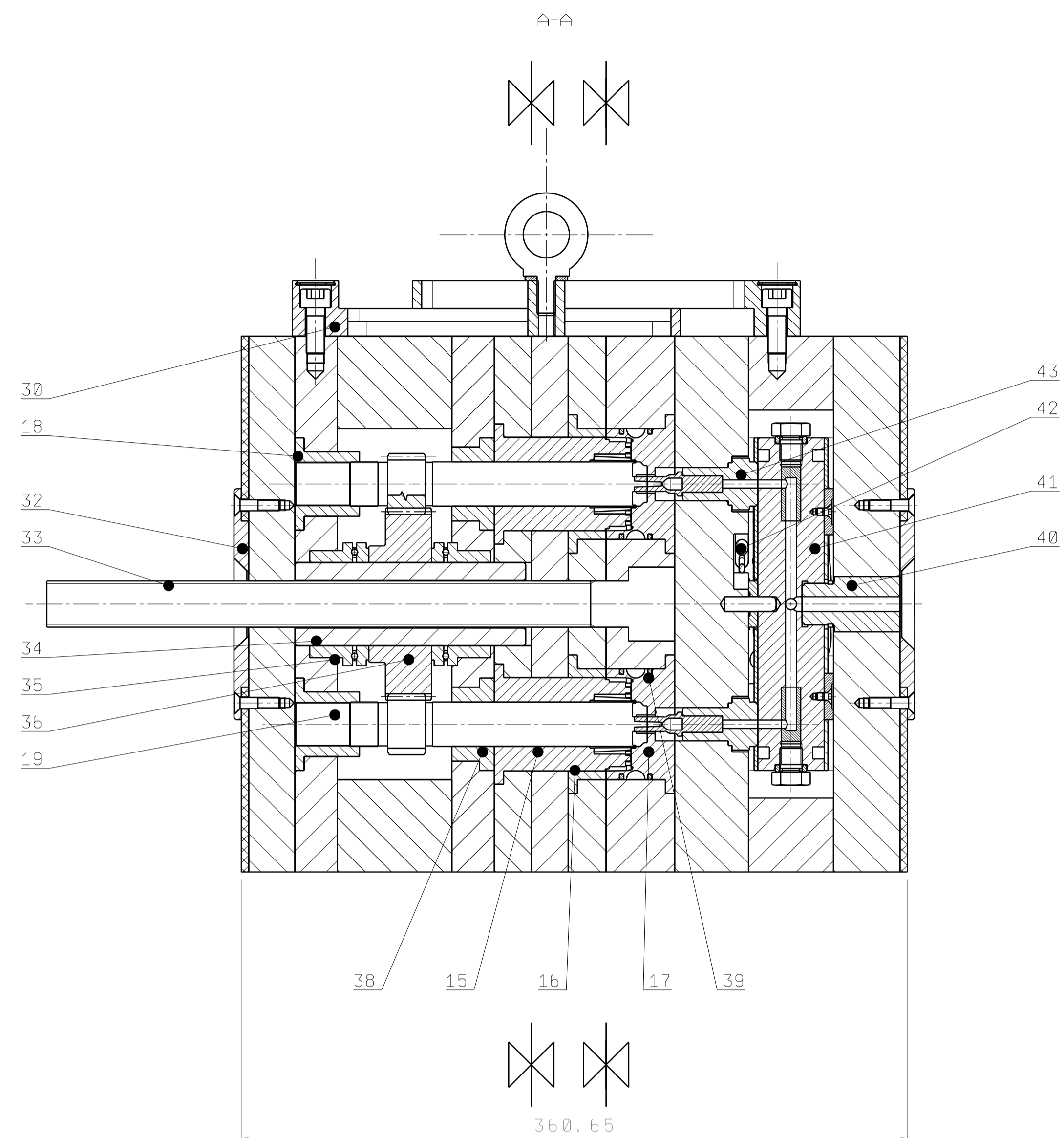
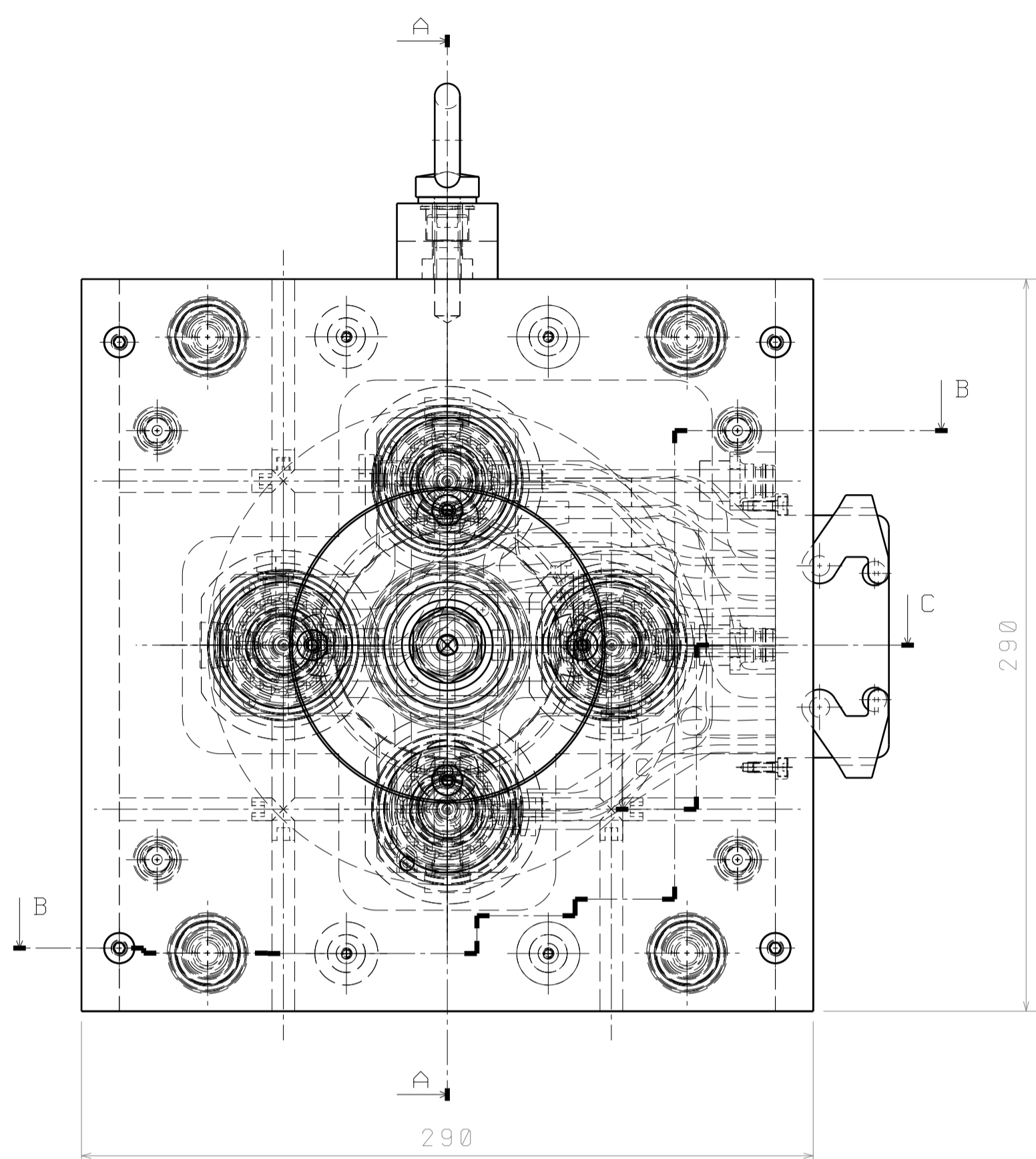
P II Detail levá strana

P III Detail pravá strana

P IV Kusovník

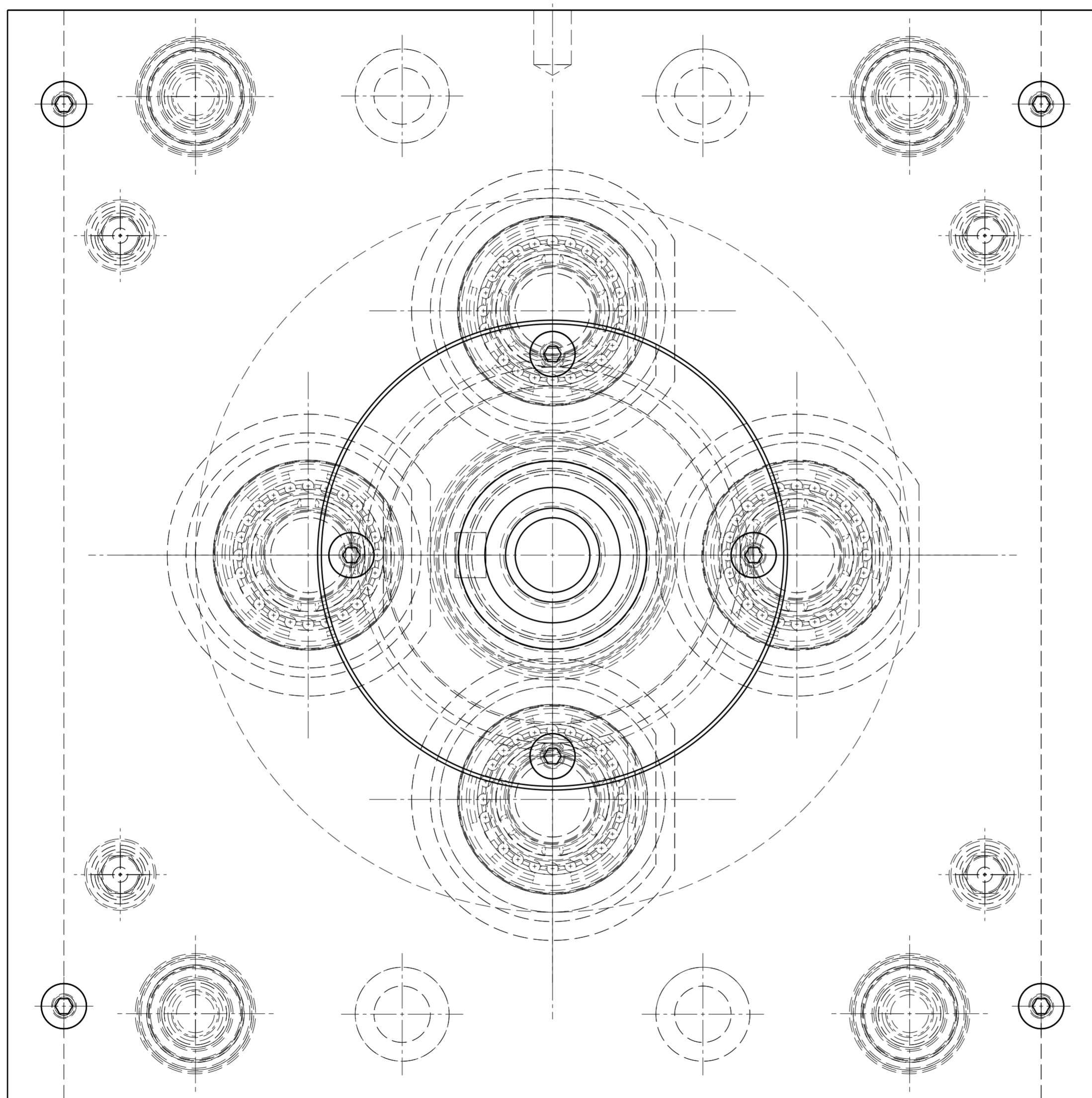
P V CD Obsahující:

- model formy a výkresovou dokumentaci v programu CATIA,
- textovou část bakalářské práce.



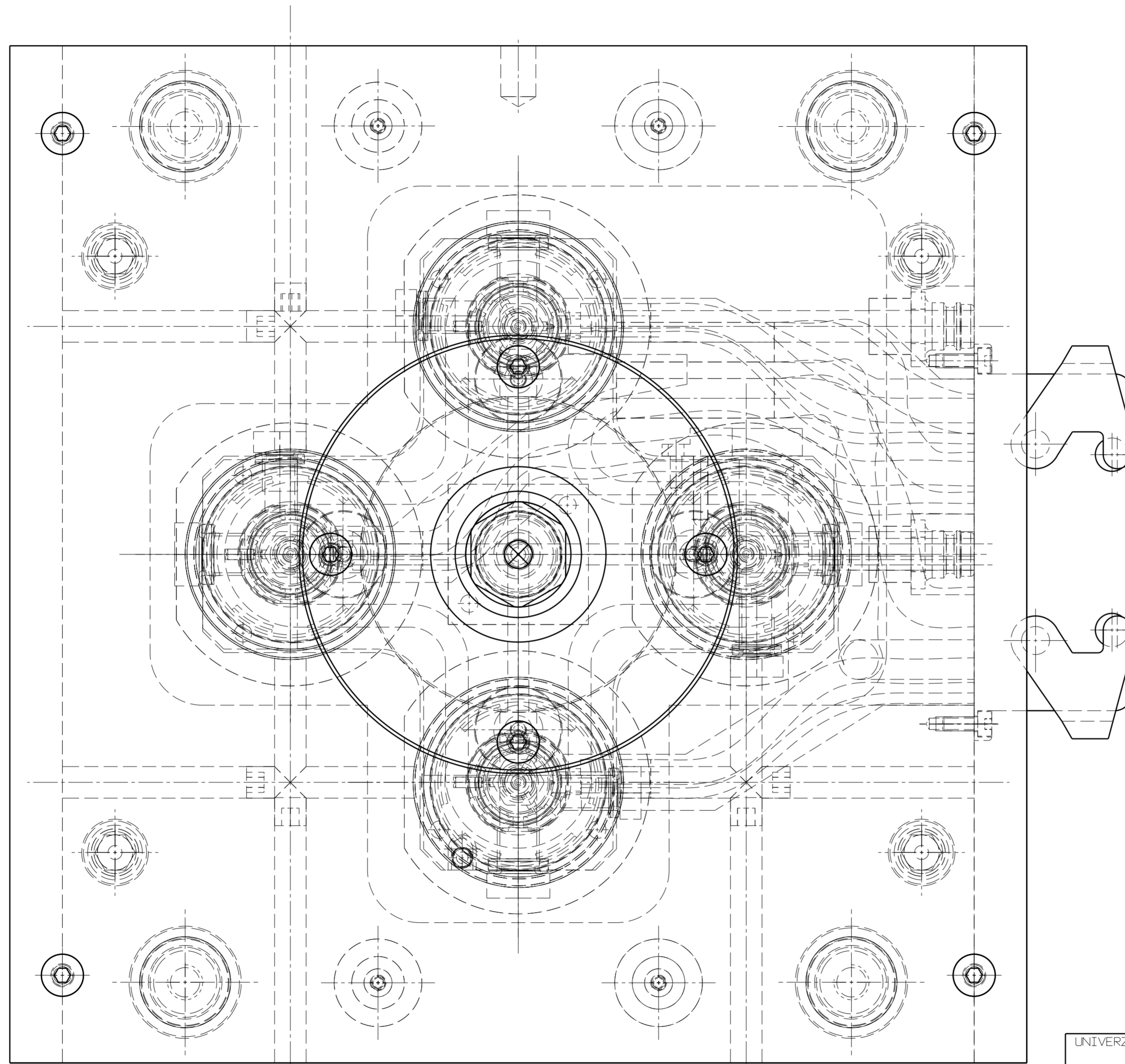
| | | | |
|--|----------------------|--------------------------------|-----------------------|
| UNIVERZITA TOMASE BATI VE ZLINE FAKULTA TECHNOLOGICKA ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ | | SESTAVA FORMY | |
| KRESLIL: Michal Jurák | DATAUM: 11.5.2015 | ČÍSLO VÝKRESU: FT-UTB-MJ-01 | |
| KONTROLOVAL: | DATAUM: | FORMAT: A1 | |
| NAVRHL: | DATAUM: | MĚRITKO 1:2 | HMOTNOST (kg): 36,181 |
| | | LIST | 1/1 |

LEVÁ STRANA



| | | | |
|--|-----------------------|--------------------------------|---------------|
| UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ FAKULTA TECHNOLOGICKÁ ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ | | LEVÁ STRANA | |
| KRESLIL: Michal Juráň | DATUM: 15. 5. 2016 | ČÍSLO VÝKRESU: FT-UTB-MJ-02 | |
| KONTROLOVAL: | DATUM: | FORMÁT: A2 | |
| NAVRHL: | DATUM: | MĚŘÍTKO 1:1 | HMOTNOST (kg) |
| | | | LIST 1/1 |

PRAVÁ STRANA



| | | | |
|--|---------------------|--------------------------------|---------------|
| UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ FAKULTA TECHNOLOGICKÁ ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ | | PRAVÁ STRANA | |
| KRESLIL: Michal Juráň | DATUM: 15.5.2016 | ČÍSLO VÝKRESU: FT-UTB-MJ-03 | |
| KONTROLOVAL: | DATUM: | FORMÁT: A2 | |
| NAVRHL: | DATUM: | MĚŘÍTKO 1:1 | HMOTNOST (kg) |
| | | | LIST 1/1 |

| Poz. | Název součásti - rozměr | Výkres - Norma | Materiál | Ks |
|------|----------------------------|--------------------|--------------------------|----|
| 1 | Izolační deska | FT-UTB-MJ-05 | Přyz | 2 |
| 2 | Levá upínací deska | FT-UTB-MJ-06 | 11 600 | 1 |
| 3 | Levá deska pro závity | FT-UTB-MJ-07 | 11 600 | 1 |
| 4 | Levá mezideska | FT-UTB-MJ-08 | 11 600 | 1 |
| 5 | Levá úložná deska | FT-UTB-MJ-09 | 11 600 | 1 |
| 6 | Levá deska na formování | FT-UTB-MJ-10 | 11 600 | 1 |
| 7 | Stahovací deska opěrná | FT-UTB-MJ-11 | 11 600 | 1 |
| 8 | Stírací deska kotevní | FT-UTB-MJ-12 | 11 600 | 1 |
| 9 | Pravá kotevní deska | FT-UTB-MJ-13 | 11 600 | 1 |
| 10 | Pravá opěrá deska | FT-UTB-MJ-14 | 11 600 | 1 |
| 11 | Pravá roztečná deska pravá | FT-UTB-MJ-15 | 11 600 | 1 |
| 12 | Pravá upínací deska | FT-UTB-MJ-16 | 11 600 | 1 |
| 13 | Táhlo | FT-UTB-MJ-17 | 14 220 | 4 |
| 14 | Doraz | FT-UTB-MJ-18 | 14 220 | 4 |
| 15 | Tvárník | FT-UTB-MJ-19 | 19552 - KALENO NA 45 HRC | 4 |
| 16 | Stírací kroužek | FT-UTB-MJ-20 | 19552 - KALENO NA 45 HRC | 4 |
| 17 | Tvárnice | FT-UTB-MJ-21 | 19552 - KALENO NA 45 HRC | 4 |
| 18 | Protimatice | FT-UTB-MJ-22 | 14 220 | 4 |
| 19 | Závitový trn | FT-UTB-MJ-23 | 19552 - KALENO NA 45 HRC | 4 |
| 20 | Přípojka | HASCO | | 2 |
| 21 | Středící trubka levá | HASCO | | 4 |
| 22 | Vodící čep | HASCO | | 4 |
| 23 | Vodící pouzdro | HASCO | | 4 |
| 24 | Vodící pouzdro A | HASCO | | 4 |
| 25 | Středící trubka pravá | HASCO | | 4 |
| 26 | Šroub M12X130 | HASCO | | 4 |
| 27 | Šroub M12x20 | HASCO | | 4 |
| 28 | Šroub M6x25 | HASCO | | 16 |
| 29 | Šroub M4x16 | HASCO | | 4 |
| 30 | Nosný systém | HASCO | | 1 |
| 31 | Zásuvka | HASCO | | 1 |
| 32 | Středící kroužek | HASCO | | 2 |
| 33 | Pohybový šroub | HASCO | | 1 |
| 34 | Pohybová matice | HASCO | | 4 |
| 35 | Ložisko | HASCO | | 2 |
| 36 | Ozubené kolo | HASCO | | 1 |
| 37 | Ucpávka | HASCO | | 6 |
| 38 | Kluzné ložisko | HASCO | | 4 |
| 39 | O-kroužek | HASCO | | 8 |
| 40 | Vtoková vložka | HASCO | | 1 |
| 41 | Horký blok | HASCO | | 1 |
| 42 | Kabeláž | ČSN 33 20000-5-523 | | 1 |
| 43 | Vstřikovací tryska | HASCO | | 4 |

| | | | |
|--|-------------|----------------|----------------|
| UNIVERZITA TOMÁŠE BATI VE ZLÍNĚ FAKULTA TECHNOLOGICKÁ ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ | | KUSOVNÍK | |
| KRESLIL: | DATUM: | ČÍSLO VÝKRESU: | |
| Michal Juráš | 16. 5. 2016 | FT-UTB-MJ-04 | |
| KONTROLOVAL: | DATUM: | FORMÁT: | |
| | | A4 | |
| NAVRHL: | DATUM: | MĚŘÍTKO 1: 1 | HMOTNOST (kg): |
| | | | LIST 1/1 |