

Návrh vstřikovací formy pro výrobu dílu z termoplastu

Marek Polášek

Bakalářská práce
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Marek Polášek**
Osobní číslo: **T14682**
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Návrh vstřikovací formy pro výrobu dílu z termoplastu**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární studii na dané téma.
2. Provedte konstrukci 3D modelu vstřikovaného dílu z termoplastu.
3. Navrhněte vstřikovací formu pro zadaný díl.
4. Nakreslete 2D řez vstřikovací formou včetně příslušných pohledů.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle zadání vedoucího BP

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Václav Janošík

Ústav výrobního inženýrství


Datum zadání bakalářské práce:

2. ledna 2017

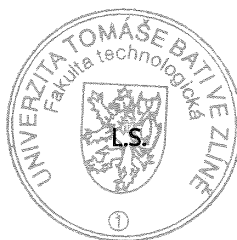
Termín odevzdání bakalářské práce:

19. května 2017

Ve Zlíně dne 31. ledna 2017



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 12.5.2017



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 nahlázení 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 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 přihlídí k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je návrh a konstrukce vstřikovací formy pro plastový díl z vysavače, který se skládá ze dvou dílů. Bakalářská práce je rozdělena do dvou částí.

Teoretická část se zabývá polymery, průběhem vstřikování a zásadami pro konstrukci výrobku a formy.

Praktická část se zabývá vytvořením 3D modelu vstřikovaného dílu a návrhu formy včetně výkresové dokumentace. Pro konstrukci byla použita školní verze softwaru CATIA V5R19 a normalizované díly od firmy HASCO.

Klíčová slova: vstřikování, vstřikovací forma, konstrukce forem, polymer

ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis is design and injection mold construction for plastic part from vacuum cleaner which consists of two parts. Bachelor thesis is divided into two parts.

The theoretical part deals with polymers, injection process, and principles for construction of product and mold.

The practical part deals with creating a 3D model injection part and mold design including drawings. For the construction were used school version of software CATIA V5R19 and standard parts from HASCO.

Keywords: injection, injection mold, mold design, polymer

Poděkování:

Rád bych poděkoval svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Václavovi Janoščíkovi za čas, který mi věnoval a za rady spojené s konstrukcí jak formy, tak výrobku. Také bych rád poděkoval rodičům, díky kterým mi bylo umožněno studium na vysoké škole.

Čestně prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvolněno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

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

Ve Zlíně dne.....

.....

Podpis autora

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 ÚVOD DO VSTŘIKOVÁNÍ	12
1.1 VSTŘIKOVÁNÍ TERMOPLASTŮ	12
1.2 VSTŘIKOVÁNÍ REAKTOPLASTŮ	12
2 ROZDĚLENÍ POLYMERŮ	13
2.1 TERMOPLASTY	13
2.2 REAKTOPLASTY.....	13
2.3 ELASTOMERY	13
3 OPERACE PŘED VSTŘIKOVÁNÍM	14
3.1 VSTUPNÍ KONTROLA MATERIÁLŮ	14
3.2 SUŠENÍ TERMOPLASTŮ	14
3.3 RECYKLACE TERMOPLASTŮ	14
4 TECHNOLOGIE VSTŘIKOVÁNÍ	15
4.1 PRŮBĚH VSTŘIKOVACÍHO CYKLU	15
4.1.1 Cyklus vstřikovací jednotky.....	15
4.1.2 Cyklus vstřikovací formy.....	15
4.1.3 Popis částí vstřikovacího cyklu.....	16
4.2 VSTŘIKOVACÍ STROJ.....	17
4.2.1 Vstřikovací jednotka	18
4.2.2 Uzavírací jednotka	19
5 KONSTRUKCE VÝROBKU A FORMY	20
5.1 KONSTRUKCE VÝROBKŮ Z PLASTŮ	20
5.1.1 Tloušťka stěny.....	20
5.1.2 Žebrování	20
5.1.3 Komínky a jejich výztuhy	21
5.1.4 Ostré rohy.....	22
5.1.5 Úkosoý	22
5.2 KONSTRUKCE FORMY	22
5.2.1 Konstruování formy	22
5.2.2 Odvzdušnění formy.....	23
5.2.3 Vtokový systém.....	23
5.2.4 Studený vtokový systém	24
5.2.5 Vyhříváný vtokový systém	27
5.2.6 Vyhazovací systém.....	29
5.2.7 Temperační systém.....	31
5.3 VADY VÝROBKŮ.....	33
5.3.1 Nedostříknutý díl.....	33
5.3.2 Přetoky	33
5.3.3 Propadliny	33
5.3.4 Deformace výlisku vyhazovačem	34
5.3.5 Deformace výlisku	34
5.3.6 Spáleniny.....	34

5.3.7	Studené spoje	34
5.3.8	Tryskový tok	34
5.3.9	Vzduchové bubliny ve výrobku	34
II PRAKTICKÁ ČÁST		35
6	STANOVENÍ CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	36
7	VSTŘIKOVANÝ VÝROBEK.....	37
7.1	VÝROBEK.....	37
7.2	VOLBA MATERIÁLU	38
7.3	VOLBA VSTŘIKOVACÍHO STROJE	38
8	KONSTRUKCE VSTŘIKOVACÍ FORMY.....	40
8.1	NÁSOBNOST FORMY A VTOKOVÝ SYSTÉM	40
8.2	DĚLÍCÍ ROVINA	43
8.3	PRAVÁ STRANA VSTŘIKOVACÍ FORMY	44
8.4	LEVÁ STRANA VSTŘIKOVACÍ FORMY	45
8.5	RÁM VSTŘIKOVACÍ FORMY	46
8.6	TEMPERACE TVÁRNÍKU A TVÁRNICE	47
8.7	POSUVNÉ ČELISTI	48
8.8	VYHAZOVACÍ SYSTÉM.....	50
8.9	ODVZDUŠNĚNÍ FORMY.....	50
8.10	TRANSPORTNÍ SYSTÉM	51
ZÁVĚR		52
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		53
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		54
SEZNAM OBRÁZKŮ		55
SEZNAM TABULEK.....		57
SEZNAM PŘÍLOH.....		58

ÚVOD

Plasty se staly nedílnou součástí života každého člověka. Škála jejich využití je obrovská díky jejich vlastnostem a ty jsou chemická odolnost, dlouhá životnost, malá hmotnost, snadná vyrobiteľnost, jsou levnější, využití v mnoha různých aplikacích, recyklovateľnost. Plasty v dnešní době nahrazují materiály jako je sklo, dřevo a ocel. Plast zaujímá využití dále v leteckém průmyslu, ve zdravotnictví a převážně v elektrotechnickém průmyslu.

Nejčastější technologií pro zpracování plastů je vstřikování. Velkou výhodou při vstřikování plastů hraje i možnost výroby velkého množství jednodušších výstřiků při jednom pracovním cyklu stroje což výrazně urychluje produkci.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ÚVOD DO VSTŘIKOVÁNÍ

Vstřikování plastů je technologie vhodná pro výrobu tvarově různě složitých výrobků bez potřeby dalších dokončovacích úprav. Během vstřikování probíhají ve formě složité tepelně-mechanické procesy tváření. Hlavní roli má především vstřikovaný materiál, vstřikovací forma a vstřikovací stroj. [1] [3]

Principem vstřikování je plastikace polymeru v plastikací jednotce kde se kontinuálně dodává materiál, který zahříváme a dopravujeme pod tlakem do dutiny formy. Forma obvykle bývá z oceli s temperančními rozvody a s vlastním vyhazovacím systémem. [1] [3]

1.1 Vstřikování termoplastů

Při vstřikování termoplastů musí být výrobek ochlazen na požadovanou vyhazovací teplotu, a proto musí být dutina intenzivně chlazená, jelikož zahřáním termoplastu s přímými řetězci nebo řetězci s bočními větvemi se uvolňuje soudržnost těchto řetězců a polymerní hmota se dostává do viskózního stavu. Zchlazením polymeru v dutině formy se tvar zafixuje a polymer se stane opět pevným. [1] [3]

Vstřikování termoplastů je nejrozšířenější a nejlevnější technologii pro velkosériovou výrobu díky rychlému vstřikovacímu cyklu, který trvá jen několik sekund a násobnosti formy, kdy na jeden vstřik můžeme vyrábět desítky menších výstřiků. [1] [3]

1.2 Vstřikování reaktoplastů

Při vstřikování reaktoplastů jsou stroj i forma zcela stejné jako při vstřikování termoplastů. Rozdíl je v teplotách forem, kdy při vstřikování musí být forma zahřívána, aby došlo k zesíťování reaktoplastu. [3]

2 ROZDĚLENÍ POLYMERŮ

Plasty se dělí do mnoha skupin, které se vyznačují svými specifickými vlastnostmi, jako je například mechanická pevnost, elektrické a optické vlastnosti nebo chemické odolnost. [1]

Mezi hlavní výhody plastů se řadí výborná zpracovatelnost, korozní odolnost, elektrická nevodivost a dobře pohltivost rázů. Mezi nevýhody se řadí slabší mechanické vlastnosti než u kovů a ekologické zatížení prostředí při těžbě potřebných surovin. [4]

2.1 Termoplasty

Tvoří nejvýznamnější skupinu plastů pro plastikářský průmysl.

Dělí se na:

- Amorfni (neuspořádané řetězce v podobě klubek)
Zde patří např. PS, ABS, SAN, PMMA, PC
Oblast použití je před teplotou skelného přechodu. [1]
- Semikrystalické (většina řetězců se uspořádává do krystalických útvarů)
Zde patří např. PE, PP, EVA, PA6
Oblast použití je za teplotou skelného přechodu. [1]

2.2 Reaktoplasty

Reaktoplasty jsou polymerní materiály, které při působení tepelné energie mění svou chemickou strukturu a dochází k vytvrzování. Dojde k zesíťování. Tento proces je nevratný. Reaktoplasty se vyznačují větší tvrdostí než termoplasty a celkově jsou odolnější vůči teplotám a korozím. [4]

2.3 Elastomery

Elastomery jsou vysoce elastické polymerní materiály, které při působení tepelné energie mění svou chemickou strukturu a dochází k vulkanizaci. Tento proces je nevratný. Elastomery můžeme deformovat různými silami. Po odlehčení se vrátí do původního stavu. Výborně tlumí rázy. [4]

3 OPERACE PŘED VSTŘIKOVÁNÍM

Jsou nedílnou součástí vstřikování a mají velký vliv na výsledný výrobek.

3.1 Vstupní kontrola materiálů

Při vstřikování plastů je uvažováno s určitými mechanickými a reologickými vlastnostmi daného plastu, proto jsou prováděny vstupní kontroly, aby se zabezpečilo, že zpracovávaný materiál má požadované vlastnosti. Vstupní kontrolou se zjistí složení materiálu, mechanické a fyzikální vlastnosti. [1]

3.2 Sušení termoplastů

Před zpracování je nutné, aby byl granulát zbaven vlhkosti. Je možné takto vysušený granulát již zakoupit ve vzduchotěsných pytlích nebo jej sušit přímo na místě. Takto vysušené polymery se musí zpracovat do 30 minut nebo se do nich začne opět z okolního vzduchu nabírat vlhkost. Některé polymery se nemusí vysušovat. [1]

Sušení probíhá v komorových pecích, kde se materiál suší na paletách nebo vysokokapacitních sušárnách, které jsou vhodné pro kontinuální sušení. [1]

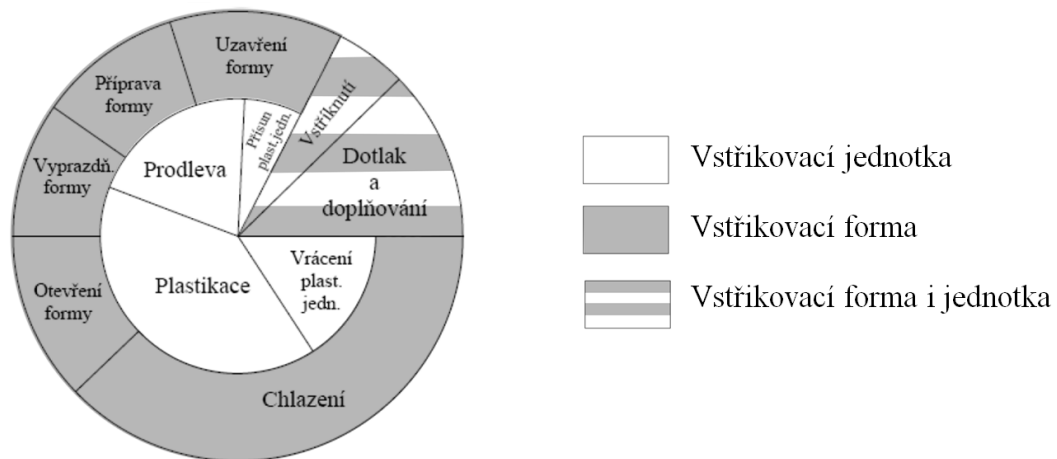
3.3 Recyklace termoplastů

Při samotném vstřikování většinou zůstává mnoho odpadu (vtokové systémy, vadné výrobky). Tento odpad se může znova použít a přidat do granulátu, ale pouze tam, kde tolik nezáleží na mechanických vlastnostech vyráběného dílu. Přidáním recyklátu se snižují mechanické vlastnosti, a proto je nutno dbát na to, kolik jej bude přidáno do granulátu. U velice namáhaných součástí nesmí být recyklát přidáván vůbec.

Recyklát má také nepříznivý vliv na vzhled výrobku. Vyrábí se drcením v mlýnech. Nevýhodou je, že částice nemají stejný tvar a velikost. [1] [4]

4 TECHNOLOGIE VSTŘIKOVÁNÍ

4.1 Průběh vstřikovacího cyklu



Obr. 1 Vstřikovací cyklus [5]

4.1.1 Cyklus vstřikovací jednotky

Ve chvíli, kdy dojde k uzavření formy, je tavenina vstříknuta do formy pomocí šneku a po vstříknutí probíhá dotlak. Ten je potřeba pro zachování rozměrů a doplnění materiálu při chladnutí výrobku, ale ne vždy je třeba ho použít.

Po vstříknutí plastikační jednotka odjíždí od formy. Šnek se začne posunovat dozadu a před sebou si začne tvořit novou dávku roztaveného materiálu. Po nějaké prodlevě plastikační jednotka opět přijede k formě a cyklus se opakuje. [5]

4.1.2 Cyklus vstřikovací formy

Forma se uzavře a zajistí proti pootevření, které hrozí kvůli tlakům při vstřikování. Forma je temperována na určitou teplotu, která je menší než teplota taveniny tak, aby v co nejkratším čase došlo k ochlazení výrobku na vyhazovací teplotu. Proces chlazení je nejdélsím procesem při vstřikování plastů a zde by se měla dělat největší opatření pro zkrácení celého cyklu.

Po zchlazení výrobku na vyhazovací teplotu je forma otevřena, vyhazovací systém vyhodí výrobky ven z formy do předem připravené nádoby. Dutina formy je zkontrolována dělníkem, který ji poté připraví na další vstřikování. Příprava může zahrnovat čištění formy od zbytků nebo mazání pro snadnější vyhození výrobku. [5]

4.1.3 Popis částí vstřikovacího cyklu

Strojní doby

Strojní doby jsou doby při otevírání a zavírání formy. Jejich čas závisí na délce dráhy, kterou musí část formy urazit a rychlosti jejího otevírání. Délka dráhy formy by měla být co nejkratší s ohledem na prostor pro manipulaci s vnitřkem formy a s ohledem na vyhazovaný výrobek, který by měl hladce vypadnout z formy. Rychlost při otevírání a zavírání formy je vysoká a trvá jen několik sekund. Pouze při dovírání je rychlost zpomalena pro hladké dosednutí obou polovin k sobě a při otevírání naopak zpomaluje před dorazem, aby vyhazování výrobku proběhlo pomalu. [4]

Vstřikovací doba

Vstřikovací doba závisí na rychlosti pohybu šneku, teplotě taveniny a vstřikovacím tlaku. Také záleží na teplotě formy, objemu dutiny ve formě, složitosti výrobku a jeho vtokové soustavy. Čím větší vstřikovací rychlost, tím kratší vstřikovací doba, ale příliš velké vstřikovací rychlosti mohou způsobit vady na výrobku. Doba vstřikování musí být co nejkratší, jelikož v okamžiku, kdy se tavenina setká s formou, dochází k tuhnutí a tavenina by se nedostala do všech míst dutiny. Doba plnění dutiny formy u malých výrobků je ve zlomkách sekundy a několik sekund u větších a složitějších výrobků. [4]

Doba dotlaku

Po vstříknutí taveniny do formy začne tavenina chladnout a tím se zmenšuje její objem. Toto smrštění způsobuje propadliny a staženiny. Toto smrštění se kompenzuje dotlakem. Doba dotlaku je v porovnání s vstřikovací dobou mnohem větší. Dotlak probíhá, dokud nezatuhne vtokový systém. [4] [5]

Doba plastikace

Při plastikaci je granulát dopravován šnekem, je zahříván a promícháván. Tavení granulátu je zajištěno ze dvou třetin třením granulí mezi šnekem a válcem. Zbytek tepelné energie je zajištěn topnými tělesy. Zhomogenizovaný a roztavený granulát je hromaděn před čelem šneku, které se posouvá pomalu dozadu, aby vytvořilo místo pro taveninu. [4] [5]

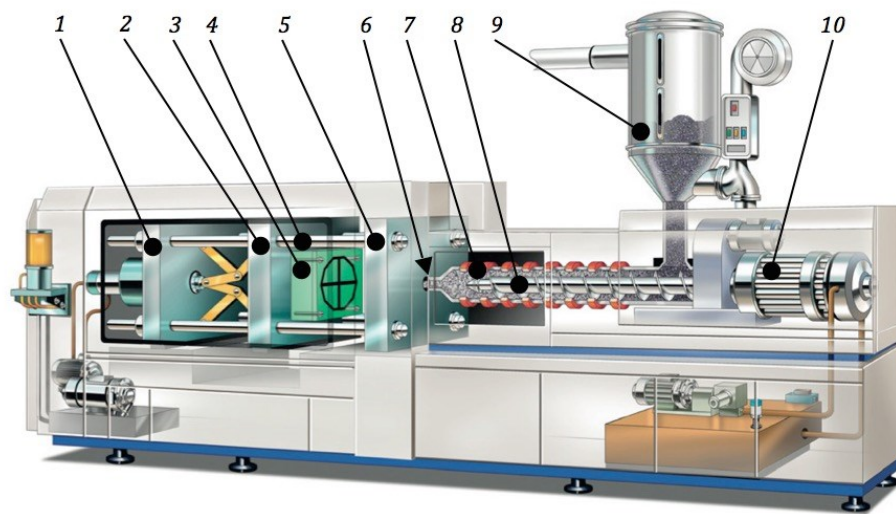
Doba chlazení

Doba chlazení zabírá největší dobu při vstřikovacím cyklu a to až několik minut při velkých výrobcích. Závisí na velikosti výrobku, jeho tloušťce stěn, na druhu plastu a teplotách taveniny a formy. Chlazení probíhá už během vstřikování. Chlazení nám ovlivňuje strukturu výrobku a pnutí, které vznikne ochlazením. Má vliv na kvalitu povrchu. [4]

4.2 Vstřikovací stroj

Technologii vstřikování se používá hlavně pro velkosériovou výrobu z důvodu velké pořizovací ceny formy, proto je tak moc kladený důraz na rychlost výroby jednotlivých dílů. V dnešní době jsou tyto stroje již plně automatické s různými přídatnými částmi pro zrychlení výroby a tím zvýšení produkce. [5]

Skládá se ze tří hlavních částí a to vstřikovací jednotka, uzavírací jednotka a ovládací zařízení stroje. [1]



Obr. 2 Schéma vstřikovacího stroje se šnekem [8]

(1 – uzavírací jednotka, 2 – pohyblivá upínací deska vstřikolisu, 3 – pohyblivá část vstřikovací formy, 4 – vodící sloupky vstřikolisu, 5 – pevná upínací deska vstřikolisu, 6 – čelo špičky vstřikovací trysky vstřikolisu, 7 – tavící komora, 8 – šnek, 9 – násypka pro plastový polotovar, 10 – pohonná jednotka šneku)

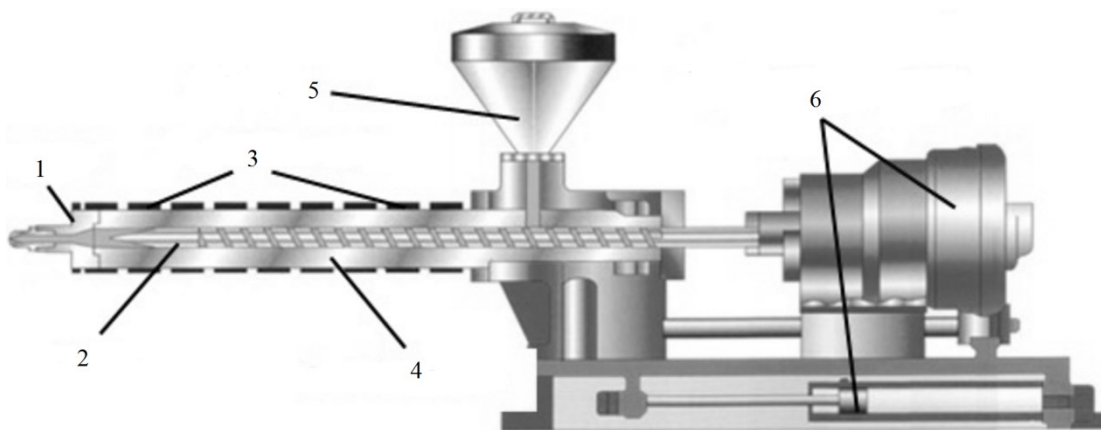
Požadavky na vstřikovací stroj

Jako u většiny přesných strojů potřebujeme, aby byl stroj pevný a tuhý při vstřikování. Musí vyrábět stále stejné výrobky (zachování šaržovitosti). Tlak při vstřikování musí být konstantní bez náhlých změn stejně tak rychlost a teplota. [1]

4.2.1 Vstřikovací jednotka

Hlavním úkolem vstřikovací jednotky je převedení tuhého granulátu do vysoce viskózního stavu a následná doprava požadovaného množství taveniny do tvarové dutiny formy. Vstřikovací jednotkou by neměl být vstříknut celý její objem naráz, měla by být ponechána rezerva pro dotlak. Zároveň by této rezervy nemělo být moc, jelikož by se tam mohla tavenina zdržet příliš dlouho a vlivem tepla by mohla začít degradovat. [1] [6]

V dnešní době jsou nejvíce používány vstřikovací jednotky se šnekem. Jejich největší výhodou je spolehlivá plastikace a homogenizace roztaveného plastu. Dále to jsou nepřehřívání taveniny v tavicí komoře, vysoký plastikační výkon, přesné dávkování, malé ztráty tlaku, větší účinnost. [4]



Obr. 3 Vstřikovací jednotka [6]

(1 – tryska, 2 – šnek, 3 – topné elementy, 4 – tavicí komora, 5 – násypka,
6 – hydraulické pohony)

Pohyb šneku zajišťuje hydraulický pohon, který také ovládá přisunutí a odsunutí jednotky od formy. Do násypky přivádíme granulát, který je šnekem nabírán do tavicí komory, kde materiál taje a je hromaděn před čelem šneku. [4]

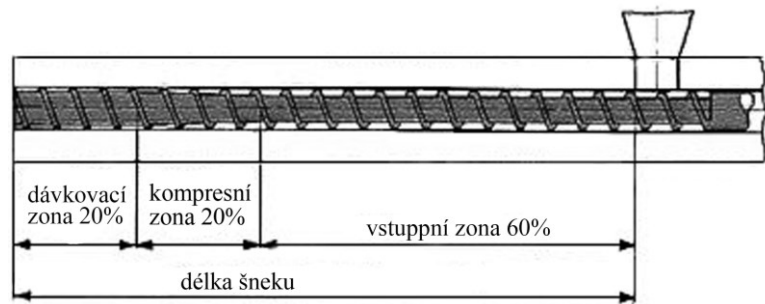
Vstřikovací jednotka má tyto charakteristické parametry:

- Průměr **D** (mm)

- Délka L (mm)
- Vstřikovací kapacita Q_v (cm^3)
- Plastikační kapacita Q_p ($kg \cdot h^{-1}$)
- Vstřikovací tlak $p_{vstř}$ (MPa)

Vstřikovací kapacita nám udává maximální objem, jaký stroj dokáže vstříknout a plastikační kapacita nám udává množství materiálu převedené na taveninu. [4]

Ve vstřikovací jednotce rozlišujeme tři pásma. Vstupní pásmo je část šnekového ustojí, kde je sypan granulát, je zahříván a posunován do dalšího pásma. Pásmo přechodové, které má za úkol zvýšit tlak ve směsi taveniny s granulátem a více ho přitlačit ke stěnám vyhřívaného válce, aby se zbytek granulátu mohl roztavit. Poslední výstupní pásmo má za úkol už jen dobře homogenizovat taveninu před vstříknutím do formy. [5]



Obr. 4 Diferenciální šnek [4]

4.2.2 Uzavírací jednotka

Uzavírací jednotka slouží k plynulému pohybu vstřikovací formy a k jejímu otevření a uzavření. Velikost uzavíracího tlaku se přímo odvíjí od tlaku vstřikovacího. Vstřikovací tlak nám vyhodnocují různé simulační programy, musí být menší než tlak uzavírací. [1]

Hlavní součásti jsou pevná a pohyblivá upínací deska, vodící sloupky a uzavírací mechanismus. Uzavírací mechanismy mohou být hydraulické nebo elektrické. [1] [6]

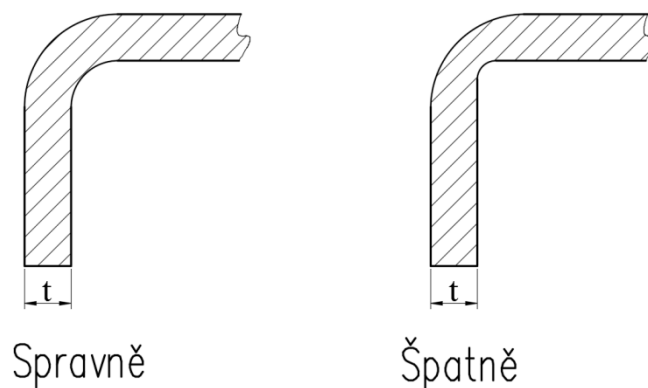
5 KONSTRUKCE VÝROBKU A FORMY

5.1 Konstrukce výrobků z plastů

Přesnosti plastový výrobků jsou v porovnání s výrobky z kovů méně přesné. Ty ale na rozdíl od kovových součástí nepracují v tak náročných aplikacích, a proto nám na přesnosti nezáleží tak moc jako u kovů. S rostoucí přesností rostou také náklady, a proto se součásti vyrábí tak přesné, jak je potřeba a ne více. [1]

5.1.1 Tloušťka stěny

Tloušťka stěny by měla být na celém výrobku podobná a náhlé přechody by měli být opatřeny rádiusem. Výrobek nesmí mít velmi tlusté stěny, protože by zde pak nastal problém při chladnutí. Vznikali by příliš velké deformace a doba chladnutí při vstřikovacím cyklu by se výrazně zvýšila. Tloušťka stěny se volí s přihlédnutím její zatížení. Výrobek by měl být dostatečně tlustý, tím pádem pevný, a zároveň by měl být lehký. Zde se pak volí kompromis mezi pevností a hmotností. [1] [6]



Obr. 5 Tloušťka stěny [6]

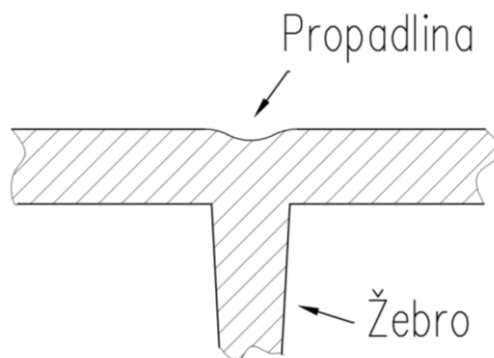
Tloušťka v rádiusech by měla zůstat zachovaná. Takové místo je potom oslabené, neboť při větší tloušťce, než je tloušťka stěny, dochází k pomalému chlazení a k deformaci.

5.1.2 Žebrování

Žebra přidáváme na místa, kde je potřeba zvýšit pevnost a tuhost aniž bychom zvětšovali tloušťku stěny. Výrobek tak zůstane lehký a jeho mechanické vlastnosti se zlepší. Jejich tloušťka ovlivňuje rychlost plnění a chlazení.[6]

Při použití žeber se nám na protějším povrchu stěny tvoří propadliny. Na velikost propadliny má vliv hlavně materiál a tloušťka žebra. Žebra se vždy vyrábí s malým úkosem kvůli odformovatelnosti. [6]

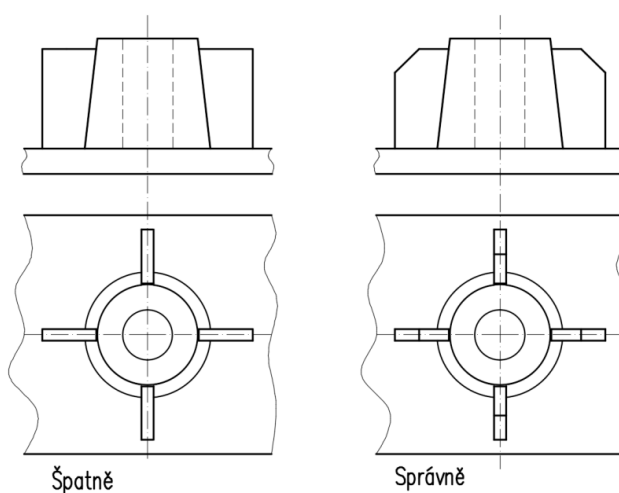
Při volbě počtu a tloušťce žeber musíme brát v úvahu všechny druhy namáhání, kterým bude výrobek vystaven. Například že více žeber sice zvětší tuhost, ale sníží odolnost vůči rázům. [6]



Obr. 6 Propadlina [6]

5.1.3 Komínky a jejich výztuhy

Komínky slouží ke spojování. Uvnitř komínku může být díra se závitem pro sešroubování dvou částí dohromady. Komínky mohou mít opěrná žebra, nebo mohou být připojeny přímo ke stěně výrobku. Žebra nesmí být zakončena ostrým rohem, protože by se zde mohl hromadit vzduch a zůstali by zde nedotečená místa. [8]



Obr. 7 Komínky s výztuží [8]

5.1.4 Ostré rohy

Ostré rohy by se na plastových dílech skoro neměli objevovat. Zaoblením se usnadňuje tok taveniny. Ostrým rohem se snižují mechanické vlastnosti takového dílu. Vyrobit ostrý roh je technologicky náročné a tavenina do takových míst špatně dotéká. Proto je většina dílu opatřena rádiusy. Hrany vznikají převážně v dělicí rovině na okrajích výrobku, které často navazují na další díl a ostré hrany nám zde nevadí. Přidáním malého rádiusu do namáhaného rohu výrazně zvýšíme pevnost namáhaného místa. [1] [8]

5.1.5 Úkosy

Jednou z nejdůležitějších věcí při navrhování výstřiku jsou úkosy. Umožňují nám snadné vyjmutí výrobku z formy. Úhly úkosů jsou velmi malé v řádech několika stupňů. Pro většinu prvků na výrobku máme doporučené velikosti úkosů. Ty se řídí především velikostí dané části nebo umístěním (vevnitř, vně). [1] [8]

5.2 Konstrukce formy

Před samotnou konstrukcí formy je potřeba si zjistit údaje o výrobku. Například jeho složitost, stupně přesnosti a úchyly, kterých je potřeba dosáhnout. Dále potřebujeme znát násobnost formy, podle které se pak také odvíjí volba vstřikovacího stoje. [1]

Forma by měla být bezporuchová a nadimenzována tak, aby vydržela takový počet cyklů, na jaký ji potřebujeme. Forma by se neměla zbytečně předimenzovávat, jelikož pak roste její cena. Po celou dobu, kdy forma pracuje, by měla splňovat určité požadavky a to hlavně ten, že by měli být všechny vyrobené kusy stejné v určitých tolerancích. Neměla by se výrazně snížit kvalita výrobku. [5]

5.2.1 Konstruování formy

Konstruktér za pomoci výkresu dílu navrhne formu. Musí si zkontrolovat vyrobitelnost součástí a její rozměry, tolerance a tloušťky stěn, kde by mohlo docházet k vadám. Dále si zkontroluje, jestli jsou na dílu potřebné úkosy a sražené hrany. [1]

Poté si podle různých kritérií určí, kde bude dělicí rovina. Konstruktér musí být obeznámen s funkčními a pohledovými částmi výrobku a tak správně určit dělicí rovinu. Pokud je potřeba, musí být dělicích rovin více. [1]

Konstruktor musí vhodně zvolit umístění a rozměry vtokového, vyhazovacího a temperančního systému. Dále odvzdušnění formy pokud by bylo potřeba. Většinou ale stačí vzduch uniknout skrze dělicí rovinu a další pohyblivé části, které jsou ve formě, jako například vyhazovače. [1] [5]

Po dokončení návrhu je forma vyrobena a pošle se na otestování, zda výrobky vyhovují požadavkům. Test má za cíl zjistit celkovou funkčnost formy a podle potřeby doladit drobné problémy, které se většinou při testování vyskytnou. Poté se kontrolují výrobky, zda dosahují požadovaných vlastností a přesností daných zákazníkem. Někdy se při testování odhalí chyby, které nelze opravit a celý projekt musí být upraven a forma znovu vyrobena. [8]

5.2.2 Odvzdušnění formy

Při vstřikování dochází ke stlačování vzduchu v dutině formy. Tento stlačený vzduch může způsobit různé vady výrobku. Odvzdušnění formy není většinou potřeba tolik řešit, jelikož většina vzduchu unikne skrze dělicí rovinu a další mezery v dutině formy. Na nedostatečné odvzdušnění se většinou přijde až při testování formy. U nových forem je největší problém, jelikož jsou díly hodně přesně vyrobené, a tak dobře těsní veškeré skuliny ve formě. Tyto mezery se postupem času zvětšují s tím, jak forma pracuje. [5] [8]

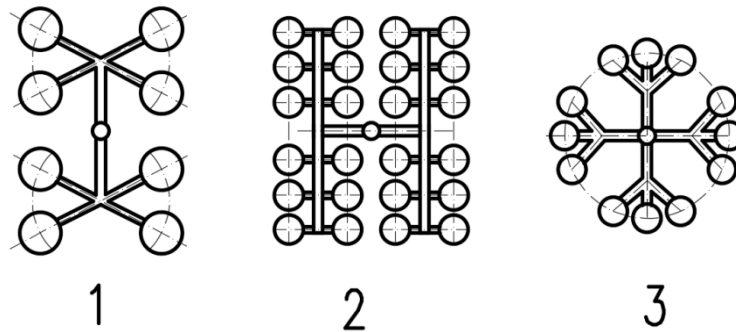
Jestliže je forma nedostatečně odvzdušněna musíme zasáhnout do vstřikovacího cyklu, kdy změnou rychlosti vstřikování, nebo jinými parametry, můžeme dát vzduchu čas uniknout, ale i to může znamenat, že plastikační jednotka bude potřebovat vyvinout větší tlak, aby vytlačila vzduch z dutiny. [8]

Odvzdušňovací kanály se vyrábí na nejvzdálenějších místech od vtoků v místech, kde by docházelo k uzamknutí vzduchu. [5]

5.2.3 Vtokový systém

Zajišťuje vedení roztaveného plastu a správné naplnění dutiny formy. Pro co nejrychlejší naplnění formy musí být vtokový systém co nejhladší, aby nebrzdil taveninu při toku. Výstřik by se měl dát lehce oddělit od vtokového systému. Rozdělujeme dva hlavní typy vtokových systémů a to jsou studené vtokové systémy, které jsou určeny primárně pro výrobu v menších sériích, protože mají velký odpad vzniklý zatuhnutím vtokového systému a jsou levnější. Jako další jsou vyhřívané vtokové systémy. Ty se používají pro velkosériovou výrobu. Jejich pořizovací cena je větší než u studených vtokových systémů. Navíc

zde musíme počítat i s energiemi potřebnými pro vyhřívání těchto systémů. To vše se promítne v ceně výrobku, a proto jsou vyhřívané vtokové systémy používané pouze pro velké série, kde se tato cena rozdělí mezi velký počet výrobků. [1] [5]



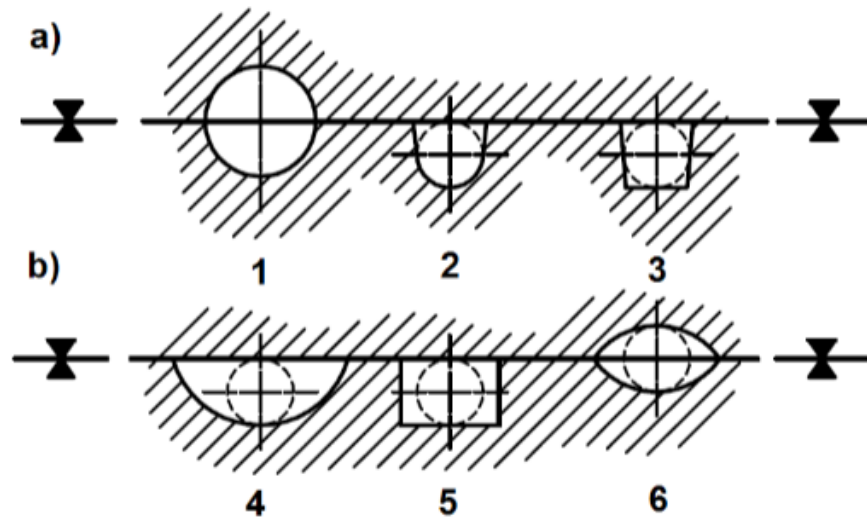
Obr. 8 Uspořádání vtokových systémů [7]

(1 – se stejnou délkou toku taveniny, 2 – s různou délkou toku taveniny (nevhodné bez korekce ústí), 3 – symetricky uspořádané vtokové ústí)

5.2.4 Studený vtokový systém

Při vstřikování plastu tavenina tuhne na okrajích a tvoří tak izolační vrstvu. Tato vrstva brání dalšímu většímu ochlazení taveniny proudící středem kanálů. Ve chvíli kdy je dutina formy kompletně zaplněna, vzroste odpor a poklesne průtok, který zapříčiní ochlazení zbytku taveniny ve formě. [1] [7]

Dráha toku taveniny by měla být co nejkratší, aby nedocházelo k příliš velkým tepelným a tlakovým ztrátám. Vtokový systém by měl být dostatečně tlustý, aby nedošlo k jeho příliš rychlému ochlazení a tedy bylo zaručeno úplné naplnění formy. Forma by se měla naplnit ve stejný okamžik. [1] [5]

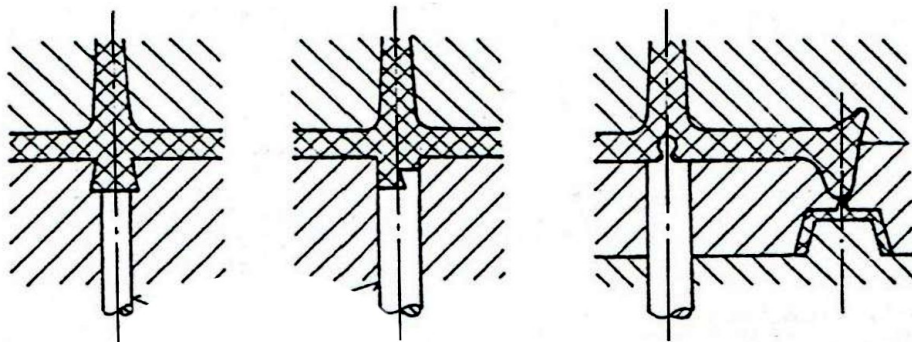


Obr. 9 Průřezy vtokových kanálů [7]

(Výrobně výhodné 1,6 a výrobně nevýhodné 2, 3, 4, 5)

Přidržovače vtoků

Slouží k přidržení zatuhlé vtokové soustavy a jejímu vytažení z vtokové vložky. Díky tomu v tok zůstane na levé části formy, které se otevírá. Vyhazovače vtoků poté zajistí oddělení vtoků od levé části formy. Povrch vtokového systému je leštěný, aby bylo usnadněno vyhazování a materiál se zbytečně nepřichytával na stěny. [1]

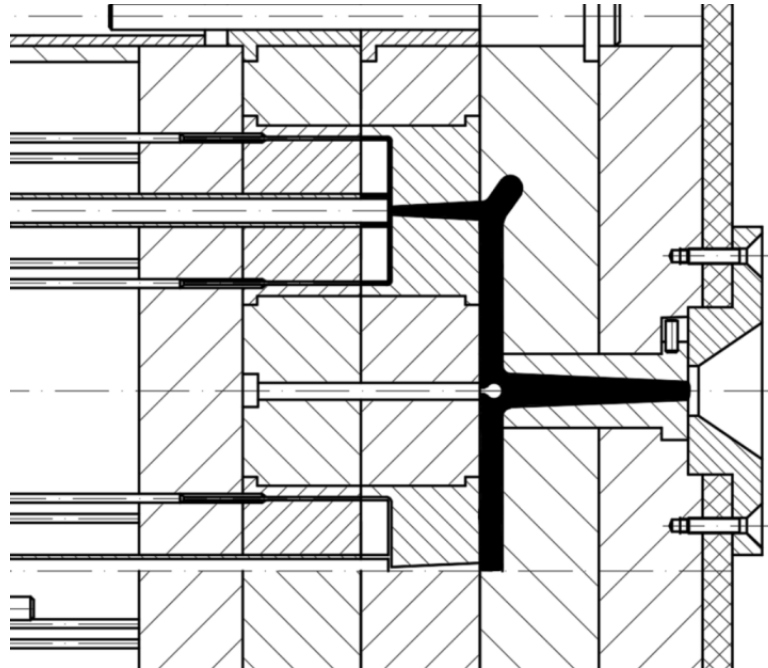


Obr. 10 Druhy přidržovačů vtoků [1]

Vtoková ústí

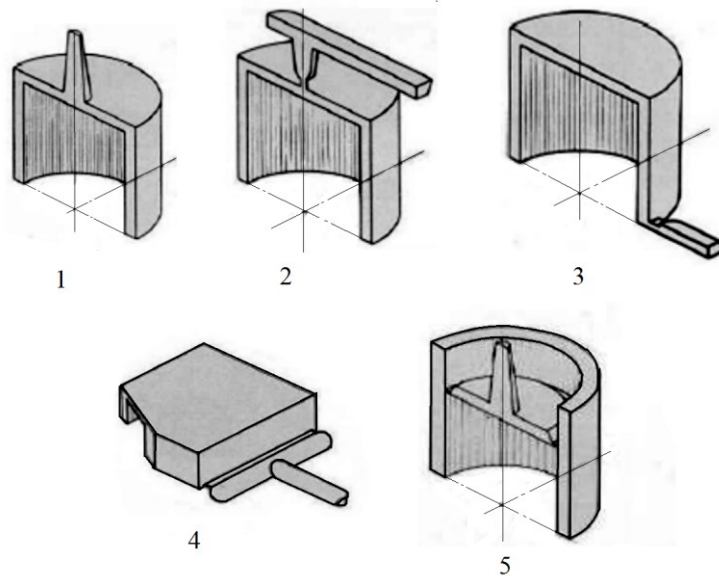
Vtokové ústí slouží ke zvýšení teploty taveniny, které proudí vtokovými kanály. Vtokové ústí má menší průměr než vtokový kanál, to způsobí zrychlení toku taveniny a její zahřátí. Díky tomu nemůže vtokové ústí předčasně zchladnout a ucpat tak přívod další taveniny. Vtokové ústí by také mělo zajistit dokonalé naplnění formy. [1]

- **Plný kuželový vtok** je nejčastěji používán u jednonásobných forem. Je velmi účinný při dotlaku díky své tloušťce, jelikož materiál zde zůstane déle tekutý. Je vhodnější pro tlustostěnné výrobky. Velkou nevýhodou je, že na výrobku zůstane zatuhlý vtok, který se hůře odděluje. [1] [7]



Obr. 11 Třideskový systém

- **Bodový vtok** je jedním z nejpoužívanějších druhů vtokových ústí. Odpadá zde problém s odstraněním vtokového ústí z výrobku, jelikož je odtrhnut při otevírání formy. Kvůli bodovému vtoku se celá forma stane složitější, protože je třeba použít třideskový systém. Není vhodné pro špatně tekuté materiály, které by mohli mít problém protéct ústím vtoku. [5] [7]
- **Tunelový vtok** je podobný bodovému vtoku. Jeho výhoda ale spočívá v tom, že může být umístěn v rovině tvarové dutiny, čímž je konstrukce formy zjednodušena. Není tedy potřeba třideskového systému jako u bodového vtoku. Vtokový systém je od výrobku oddělen při otevírání formy, nebo při jeho vyhození, kdy je vtokové ústí ustříženo o ostrou hranu. [7]
- **Boční vtok** zůstává po celou dobu odformování spojen s výstřikem. Odděluje se následně buď strojně, nebo ručně. Boční vtoky můžou být dále prstencové, deštníkové, diskové nebo filmové a používají se pro výrobu kvalitnějších výstřiků. Odstraňování těchto vtoků je však náročnější. [1] [7]



Obr. 12 Základní typy vtokových ústí a jejich použití [10]

(1 – plný kuželový vtok, 2 – bodový vtok, 3 – boční vtok, 4 filmový vtok,
5 – membránový vtok)

5.2.5 Vyhřívání vtokového systému

Při použití horkých vtokových systémů zůstane tavenina plastická v celé vtokové soustavě. [1]

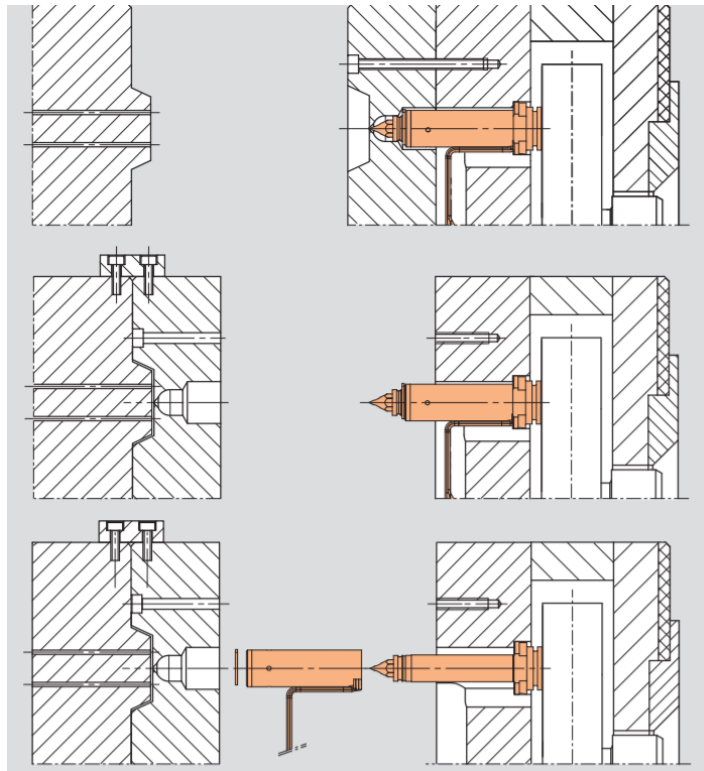
Hlavním důvodem, proč používáme horké vtokové systémy, je úspora materiálu, protože odpadají starosti s vstřikovacím systémem. Při výrobě se používají standardizované součásti nakupované od různých dodavatelů. Jsou snadno sestavitelné a v případě potřeby je můžeme snadno demontovat kvůli čištění nebo opravám. Dále se zvětší i rychlost výroby, jelikož odpadnou starosti s vtokovou soustavou. Tato metoda se používá pouze pro velkosériovou výrobu. [1] [5]

Nevýhodou jsou komplikace při navrhování formy a výběru vhodného vyhřívání vtokového systému, kdy máme na výběr z mnoha firem. Každá firma vyrábí systémy trochu odlišně, proto je potřeba dobře prokonzultovat jejich vhodnost na daný výrobek. Jsou také mnohem energeticky náročnější než studené vtokové systémy a je zde nebezpečí degradace materiálu při nedodržení správných teplot pro různé vstřikované materiály. Cena takového systému je v porovnání se studenými vtoky mnohonásobně vyšší. [5]

Vyhřívané trysky mají svůj vlastní topný článek a vlastní regulaci teploty, nebo jsou ohřívány jinak. Jejich použitím se výrazně vylepší technologické podmínky panující při vstřikování. [5]

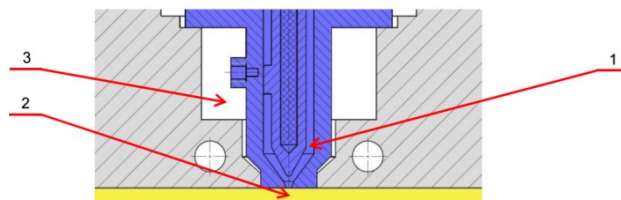
Přímo vyhřívané trysky

- **Trysky s vnějším topením**, kde roztavený materiál proudí středem trysky. Těleso trysky je z tepelně vodivého materiálu, na kterém je z vnějšku topné těleso.



Obr. 13 Tryska s vnějším topením [11]

- **Trysky s vnitřním topením**, kde tavenina proudí přímo kolem topné vložky zvané torpédo, které má také dobrou tepelnou vodivost. [1]

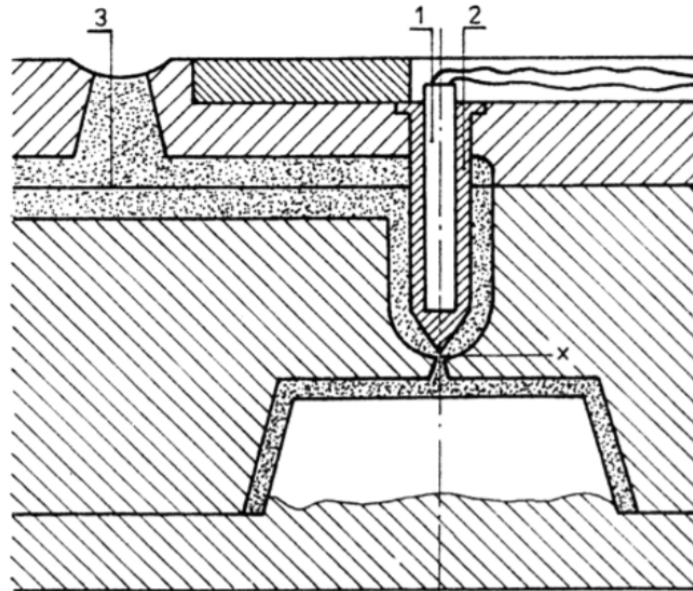


Obr. 14 Tryska s vnitřním topením [12]

(1 – torpédo, 2 – výrobek, 3 – vzduchová mezera)

Nepřímo vyhřívané trysky

- **Dotápěné trysky s vlastním zdrojem tepla** jsou trysky s vnitřním topením zabudovaným do ocelové konstrukce formy. Špička topení se nachází u vyústění vtoku. U tohoto způsobu vyhřívání je nutností, aby byl cyklus rychlý. [1]



Obr. 15 Dotápěná tryska s vlastním zdrojem [10]

(1 – topná patrona, 2 – předkomůrka topení, 3 – izolovaná rozváděcí kanál)

- **Dotápěné trysky rozvodovým blokem** se vyznačují přenosem tepla z roztaveného materiálu, který obklopí trysku a vytvoří tak izolační a tepelnou vrstvu. [1]

5.2.6 Vyhazovací systém

Zajišťuje vyhození výrobku z otevřené formy. Výrobek musí být zchlazen na vyhazovací teplotu, aby nedošlo k poničení výrobku nebo k jeho deformaci. Vyhazovací zařízení je vestavěno do formy a pracuje automaticky. Při dopředném pohybu se vyhazuje samotný výrobek a při zpětném se vrací do své původní polohy. [2]

Hlavní prvky ovlivňující vyhození výrobku jsou úkosy a drsnost povrchu formy. Výrobek přesně kopíruje povrch formy a v případě nedostačující úpravy povrchu by se mohl výrobek příliš pevně uchytit na formě. Proto je potřeba, aby byl povrch hladký. Úkosy musí být větší než 30°. Aby nedošlo k porušení výrobku, nebo jeho vzpříčení při vyhazování, je nutné, aby vyhazovací systém vysunul výrobek rovnoměrně a ve stejnou chvíli. [2]

Existuje mnoho typů vyhazovačů různých délek, tvarů a profilů. Většinou jsou normalizované a zákazník si jen přímo objedná vyhazovač, jaký potřebuje. Při vyhazování

je teplota výrobku pořád vcelku vysoká, a tak je vyhazovači na výrobku většinou udělána nějaká deformace, proto se snažíme, aby byly vyhazovače na nepohledových stranách, nebo aby se opíraly o pevnější prvky na výrobku. Pokud není možno vyhazovače posunout a stopa je vytvořena někde, kde ji nechceme, tak se dá výrobek dodatečně upravit.[2] [5]

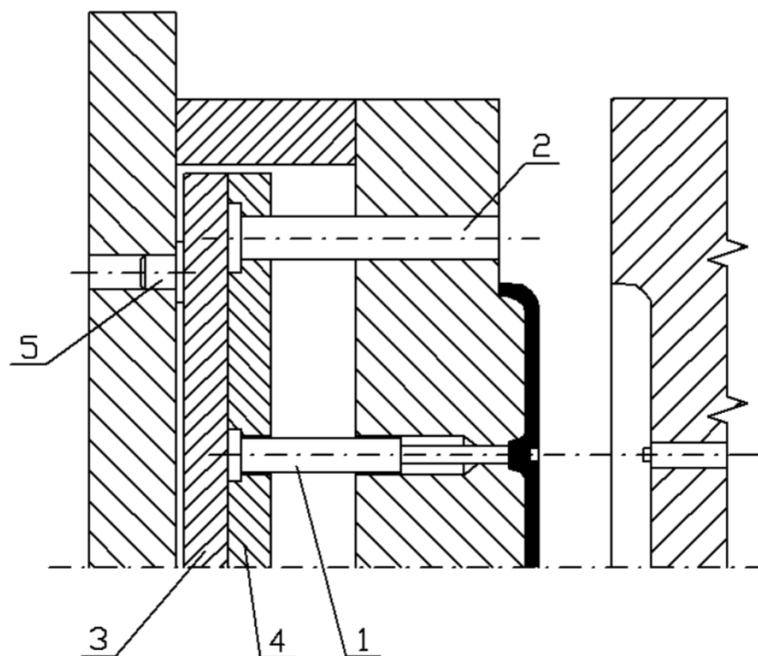
Při chlazení se výrobek ve formě smršťuje a to zapříčiní, že se přichytí na jedné z polovin formy. My potřebujeme, aby se výrobek přichytil na straně s vyhazovači. Velikost vyhazovací síly se odvíjí od velikosti výrobky, jeho členitosti, jakosti povrchu formy a na technologických podmínkách při vstřikování. Velikost vyhazovací síly je většinou hodně předimenzovaná, jelikož spočítat vyhazovací sílu je téměř nemožné a bylo by zapotřebí simulačního programu a mnoho proměnných. [2] [5]

Mechanické vyhazování

Mechanické vyhazování výrobků je nejrozšířenějším způsobem při vyhazování výrobků z formy. Máme velkou škálu možností použití těchto systémů. [2]

- **Vyhazovací kolíky**

Nejvíce používaný, nejlevnější a spolehlivý vyhazovací systém. Je jednoduchý na vyrobení



Obr. 16 Funkce vyhazovacích kolíků [7]

(1 – vyhazovací kolík, 2 – vratný kolík, 3 – vyhazovací deska opěrná,

4 – vyhazovací deska kotevní, 5 – dosedka)

Vyhazovací kolíky by měly být dostatečně tuhé a snadno vyrobitelné. Mívají různé tvary, ale většinou jsou válcové. Ve formě plní také funkci odvodu vzduchu. [2]

- **Stírací desky a trubkové vyhazovače**

Při vyhazování výrobku pomocí stírací desky dochází ke styku velké plochy výrobky s vyhazovací deskou. Síla působící při vyhazování je velká a na výrobku nezůstávají stopy po vyhazování. Používá se u tenkostěnných nebo rozměrných výrobků, kdy by mohlo snadno dojít k deformaci, anebo u kterých je potřeba vyvinout větší vyhazovací sílu. Stírací deska se také používá v mnohonásobných formách. [2]

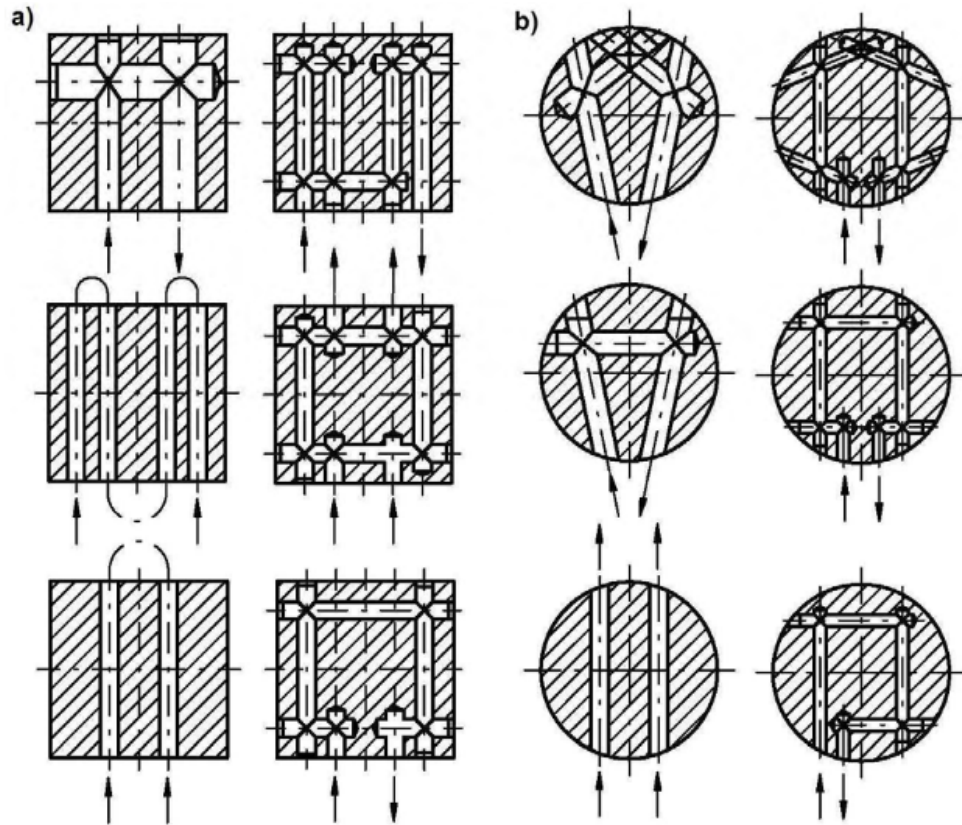
- **Šikmé, postupné a speciální vyhazování**

Vyhazovací kolíky jsou umístěny pod různými úhly a jsou používány místo složitých posuvných čelistí. Tím je zjednodušena forma a urychlí se i výrobní proces. Při vyhazování výrobků se zápichem vyhazovače uvolní odstupňovanou část výrobku a současně jej vyhodí. Takové systémy se dají navrhnout nejrůznějšími způsoby, ale je zde snaha volit co nejjednodušší a výrobně nejméně náročnou cestu. [2] [5]

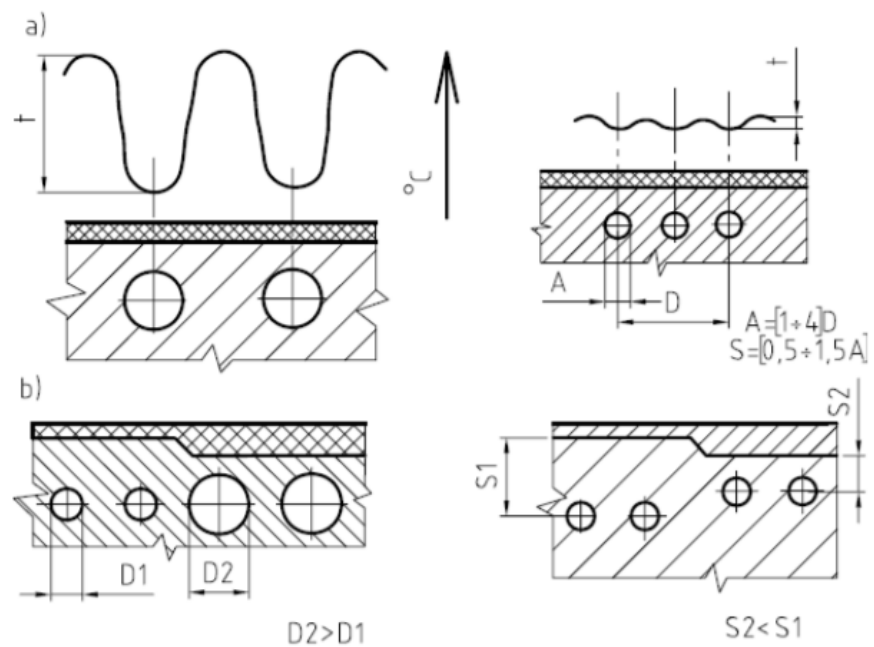
5.2.7 Temperační systém

Hlavním účelem temperačního systému formy je udržovat konstantní teplotu formy v celém povrchu její dutiny. Forma může být buď ochlazována při vstřikování termoplastů, nebo zahřívána při vstřikování reaktoplastů. Při vstříknutí roztaveného plastu vzroste teplota formy a úkolem temperačního systému je toto přebytečné teplo odvést. Tím se docílí stejných podmínek pro každý další vyráběný kus. [2]

Temperační systém je složen z kanálů a dutin, kterými proudí chladící medium a tím je teplo odváděno z nejvíce tepelně namáhaných částí formy. Kanály by měly být navrženy tak, aby se z každého místa v dutině formy odvádělo teplo stejně. Jinak hrozí velké vnitřní pnutí, které může způsobit trvalé deformace. Umístění a rozměry temperačních kanálů se volí s ohledem na funkčnost celé formy. [2] [5]



Obr. 17 Možné uspořádání temperačních kanálů [7]



Obr. 18 Vliv rozmístění temperačních kanálů [2]

Rozmístění a velikost temperačních kanálů je špatně v nesprávná v levé půlce

Při navrhování temperančního systému bychom měli dodržovat určitou vzdálenost kanálů od dutiny formy pro zachování její pevnosti. Kapalina by měla proudit od nejteplejšího místa formy k nejchladnějšímu pro zachování rovnoměrného chlazení. Rozmístění kanálů musíme dobře zvolit, aby byl temperační systém co nejúčinnější. V kanálech by neměly být mrtvé kouty. V takových místech se pak shromažďují nečistoty a vzniká zde koroze. Kanály by se neměly vyrábět v blízkosti hran výrobku a jeho průměr by měl být větší než 6 mm, protože pak je větší riziko ucpání kanálu nečistotami. Musíme také myslet na to, že teplo se neodevzdává jen do temperančního systému ale také jde skrze desky ven do okolí. [2]

5.3 Vady výrobků

Dokud se forma nedostane do provozu a neotestujeme ji, nemůžeme si být zcela jistí, že nevznikne žádný problém nebo vada. Výrobky bývají různých tvarů a velikostí a to nám znesnadňuje určování míst a typů vad, které by mohli nastat. Vada na výstřiku znamená, že výrobek neodpovídá stanoveným rozměrům, tvarům, vzhledu nebo vlastnostem, které od nás zákazník požadoval. Některé vady nám nemusí překážet nebo neovlivní výrobek na tolik, aby byla nutná jejich oprava. [5]

5.3.1 Nedostříknutý díl

Vzniká nedotečením materiálu do celého objemu formy. To je zapříčiněno například špatným odvzdušněním formy, příliš tenkými stěnami, příliš rychlé ochlazení taveniny nebo nedostatkem vstřikovacího tlaku. [9]

5.3.2 Přetoky

Tavenina vyteče z dutiny formy do dělicí roviny nebo do jiných míst formy, kde by neměla být. To je zapříčiněno příliš velkým vstřikovacím tlakem, nebo příliš malým tlakem uzavíracím, kdy si forma tzv. dýchne a pootevře se. Může to být také způsobeno nedostatečnou tuhostí formy nebo poškozenými těsnícími plochami. [9]

5.3.3 Propadliny

Vznikají na tlustostěnných výrobcích při nedostatečném dotlaku. Při chladnutí je smrštění materiálu natolik velké, že se místo propadne. Propadliny také vznikají na protilehlých stranách žeber, kde je také větší množství materiálu, které chladne jinou rychlostí a tím se tvoří propadlina. [9]

5.3.4 Deformace výlisku vyhazovačem

Když jsou vyhazovací kolíky špatně umístěny nebo výrobek nedosáhne požadované vyhazovací teploty, vyhazovače mohou zdeformovat výrobek a vytvořit do něj velké obtisky. [9]

5.3.5 Deformace výlisku

Když se nám po vyhození z formy začne výlisek deformovat, znamená to, že měl při vyhození vysokou teplotu a chladnutím se v něm začalo vytvářet velké vnitřní pnutí, v důsledku toho se začal výrobek kroutit. [9]

5.3.6 Spáleniny

Vznikají při příliš rychlém vstříkovaní, kdy je vzduch před čelem taveniny stlačen na tolik, že jeho teplota vzroste a spálí tak část výrobku. Poznáme to pak podle černých skvrn na výrobku. [5]

5.3.7 Studené spoje

Když se setkají dvě tekoucí čela, která obtékala nějakou překážku, vytvoří tzv. studený spoj, jelikož teplota čel je už nízká a materiál už se pořádně nespojí. Takový spoj snižuje pevnost výrobku. [5]

5.3.8 Tryskový tok

Je nežádoucí jev, který může vzniknout při vstříkovaní. Proud taveniny je vstříknut do dutiny a vytvoří hada. Místo toho, aby se dutina plnila od vtokového ústí, se dutina začne plnit od druhého konce. To má vliv na pevnost a vzhled výrobku. [5]

5.3.9 Vzduchové bubliny ve výrobku

Při nedostatečném vysušení granulátu nebo špatném odvzdušnění se může stát, že se nám ve výrobku uzavřou bublinky vzduchu. To snižuje pevnost výrobku a u průhledných výrobků optické vlastnosti. [9]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 STANOVENÍ CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Zásady pro vypracování bakalářské práce:

1. Vypracovat literární studii na dané téma.
2. Nakreslit model plastového dílu ve 3D.
3. Navrhnout vstřikovací formu pro daný platový díl.
4. Nakreslit 2D řez vstřikovací formou.

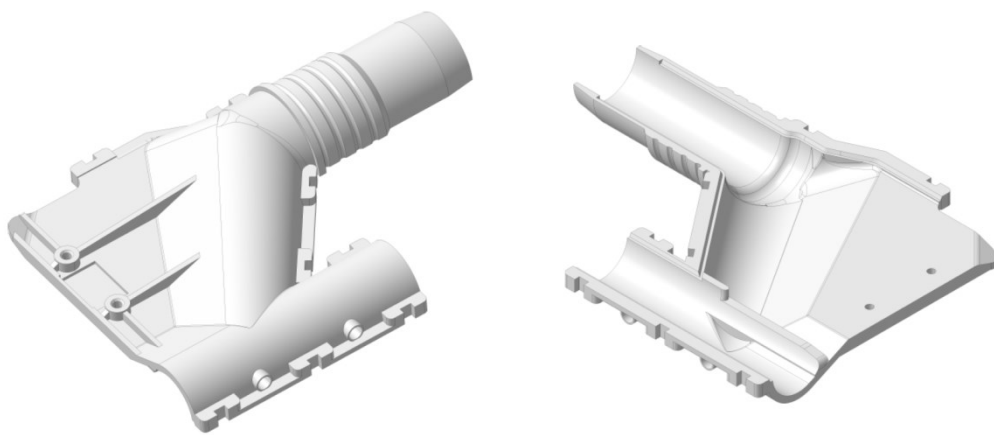
Ve druhé části této bakalářské práce bylo cílem navrhnout formu pro daný výrobek. Předlohu pro návrh 3D modelu byl plastový komponent ze vzduchotechniky.

Při tvorbě 3D modelu výrobku, 3D návrhu formy a 2D nákresu sestavy formy byl použit program CATIA V5R19. Normalizované součásti jsou čerpány z normálíí HASCO.

7 VSTŘIKOVANÝ VÝROBEK

Výrobek je součást ve vzduchotechnice a slouží k rozvodu vzduchu. Skládá se ze dvou částí, které tvoří jeden celek. Spojení dílů je řešeno přes pružné prvky, které jsou jeho součástí. Obě poloviny jsou z velké části symetrické, ale aby bylo možno je spojit bez jakýchkoliv přídavných součástí, tak jedna polovina má pružné háčky, které zapadají do poloviny druhé. Jeho základní rozměry jsou 120x90x13.

7.1 Výrobek



Obr. 19 3D model výrobku



Obr. 20 Reálný model výrobku

7.2 Volba materiálu

Vstřikovaný výrobek je z PA6 zpevněný 30% skelnými vlákny. Polyamidy jsou částečně krystalické termoplasty. Mají dobré mechanické vlastnosti, vysokou tuhost, jsou rozměrově stálé a mají dobrou obrobiteľnost.

Dutina formy byla zvětšena o 0,4% kvůli smrštění.

Tab. 1 Materiálové vlastnosti PA6 GF30

VLASTNOSTI	HODNOTA	JEDNOTKA
Fyzikální		
Hustota	1,36	g/cm ³
Mechanické		
Pevnost v tahu	175/110	MPa
Modul pružnosti v tahu	9000/6000	MPa
Tvrdość podle Brinella	220/150	MPa
Elektrické		
Průrazová pevnost	25	kV/mm
Teplotní		
Teplná vodivost	0,24	W/K.m
Max. teplota krátkodobá	200	°C
Max. teplota dlouhodobá	130	°C
Min. teplota použití	-40	°C
Jiné		
Nasákavost při norm. podmínkách	2,1	%
Nasákavost při vlhkosti	6,6	%
Smrštění	0,3-0,5	%

7.3 Volba vstřikovacího stroje

Vstřikovací stoj byl zvolen podle celkových rozměrů formy a vstřikovaném objemu. Zbývající parametry jako délka při otevření formy, uzavírací síla a průměr středících kroužků už seděly pro daný stroj.

Rozměry formy jsou 496x396x249 a proto byl zvolen stoj Arburg allrounder 520 s, který má vzdálenost mezi vodící sloupy 520mm s uzavírací silou 1,300-1,600kN a vstřikovací jednotku dle EROMAP 290. Hmotnost vstřikované dávky je 85g.

Vzdálenosti mezi vodícími sloupy [mm]										Uzavírací sily [kN]	Vstřikovací jednotky dle EUROMAP																
920 x 920	820 x 820	720 x 720	630 x 630	570 x 570	520 x 520	470 x 470	420 x 420	370 x 370	320 x 320		270 x 270	170 x 170	30	70	100	170	290	400	800	1300	2100	3200	4600				
												Hmotnost vstřikovací dávky v [g PS]															
												9,5 - 14	21 - 40	29 - 65	54 - 105	97 - 172	141 - 232	291 - 434	510 - 826	723 - 1286	1125 - 1860	1653 - 2583					
												125 - 180															
												250 - 400															
												500															
												500 - 700															
												1.000															
												800 - 1.500															
												1.300 - 1.600															
												1.600 - 2.200															
												2.500															
												3.200															
												4.000															
												5.000															

ALLROUNDER S
 GOLDEN EDITION

 ALLROUNDER S a GOLDEN EDITION

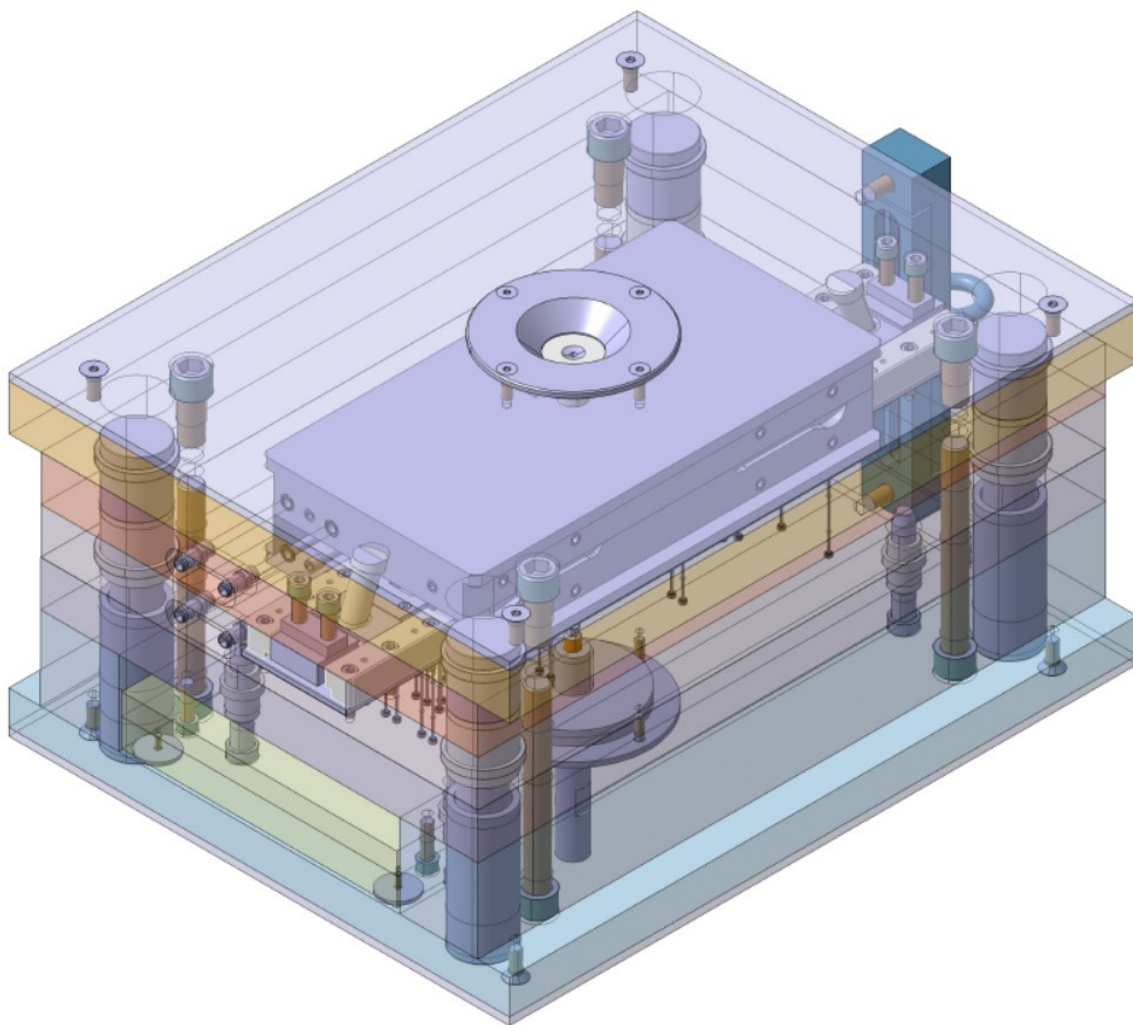
Obr. 21 Parametry stroje



Obr. 22 Arburg allrounder 520 s [13]

8 KONSTRUKCE VSTŘIKOVACÍ FORMY

Při návrhu vstřikovací formy byl kladen důraz na ekonomičnost. Forma je složená z normalizovaných dílů od firmy HASCO. Důvodem volby těchto dílů bylo zjednodušení a urychlení návrhu celé formy. Tím se snižují náklady na výrobu formy a zkracuje se i doba její montáže a sestavení.

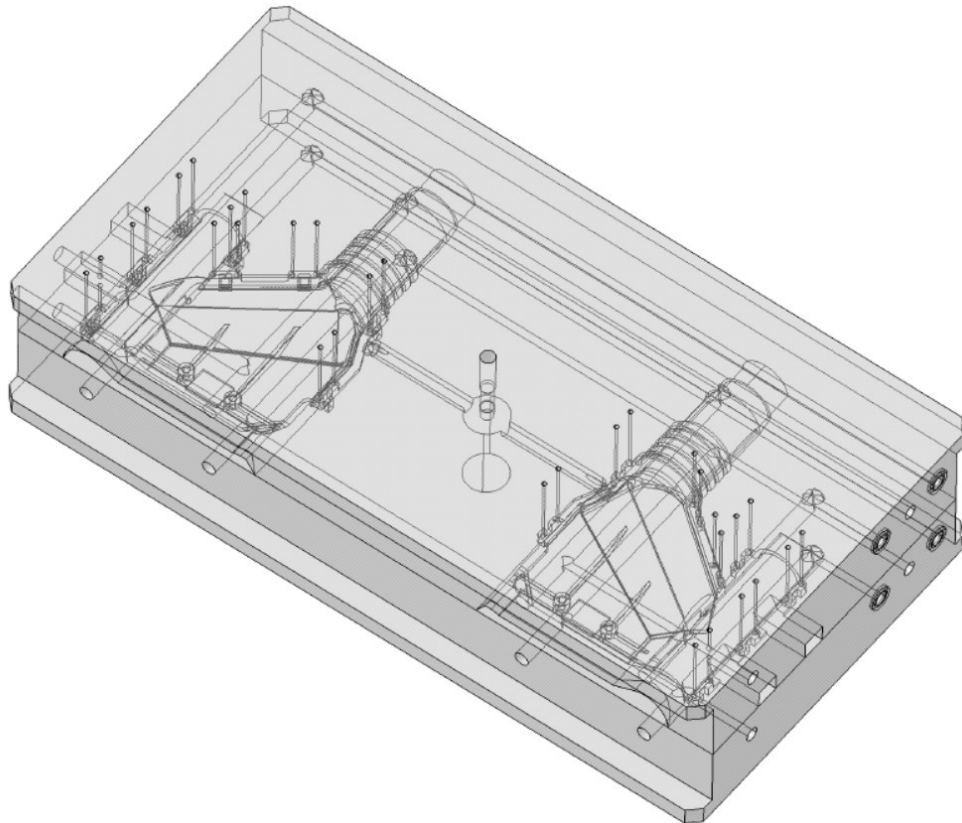


Obr. 23 Vstřikovací forma

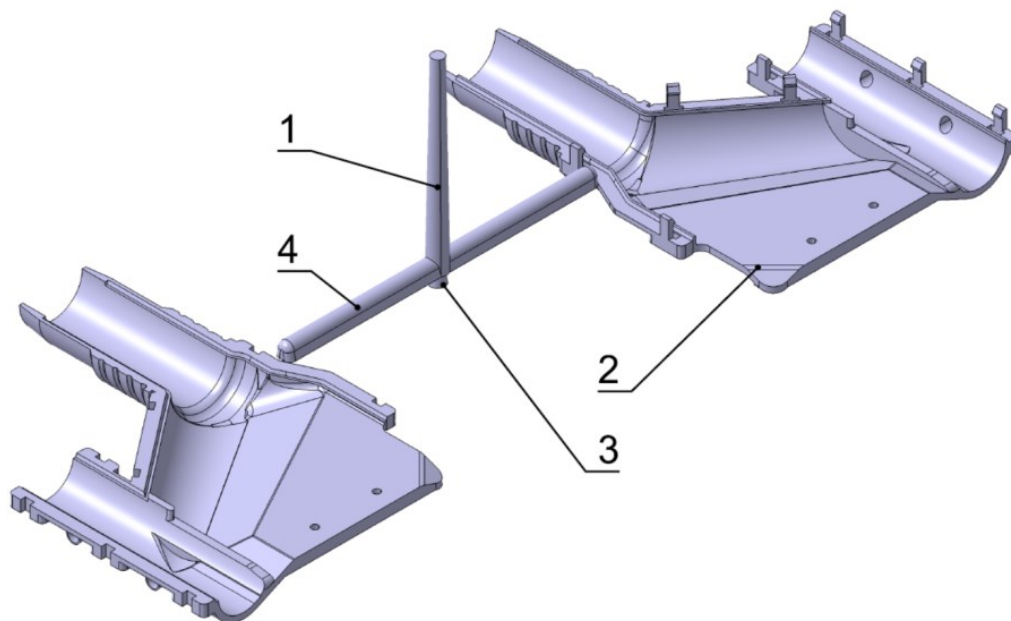
8.1 Násobnost formy a vtokový systém

Z ekonomického hlediska byla zvolena dvojnásobná forma. Vstřikovaný díl se skládá ze dvou dílů, které jsou z velké části zrcadlové. Forma byla navržena tak, aby se na jeden pracovní cyklus vyrobily obě tyto poloviny, ze kterých je možno složit výsledný díl. Při volení násobnosti se musí zohlednit i množství jaké může stroj vstříknout při jednom cyklu a počet potřebných kusů v závislosti na termínu jeho dodání.

Ve vstřikovací formě byl zvolen vtokový systém s tunelovým ústím vtoku. Jeho výhoda spočívá v oddělení vtokového systému od výrobku při otevření formy pomocí ostré hrany. Díky tomu odpadnou problémy s oddělováním vtoku. Nevýhodou je náročná výroba. U ústí vtoku je komora pro zachycení chladného čela vtoku. Přidržovač vtoku zajistí vytažení ztuhlého vtoku z vtokové vložky a následně je vyhozen vyhazovačem spolu s výrobkem.

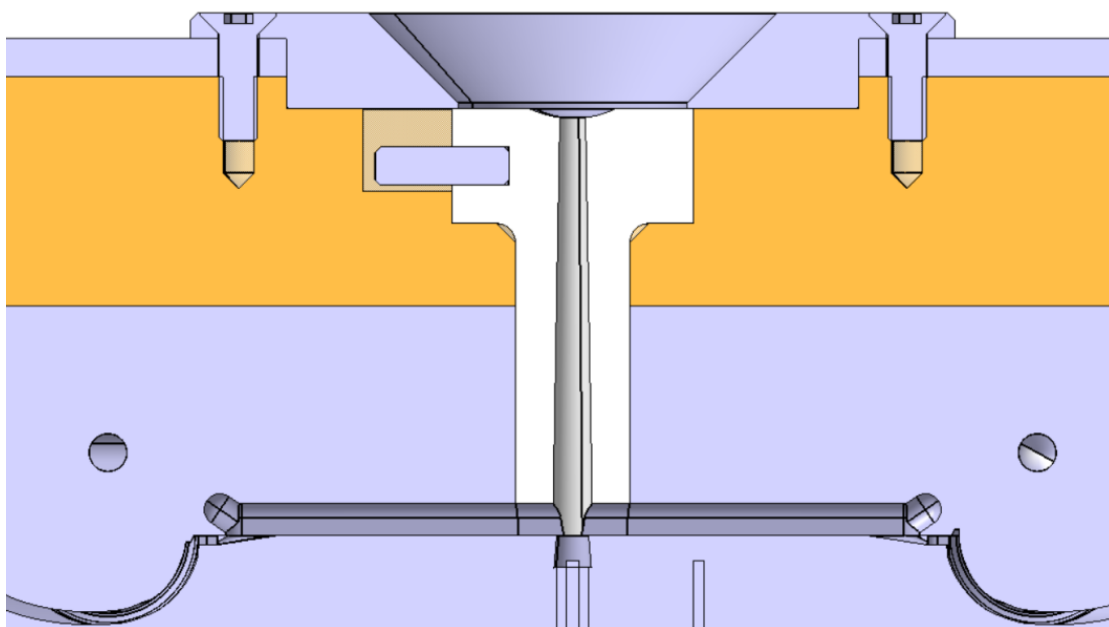


Obr. 24 Násobnost formy



Obr. 25 Vtokový systém a výrobky

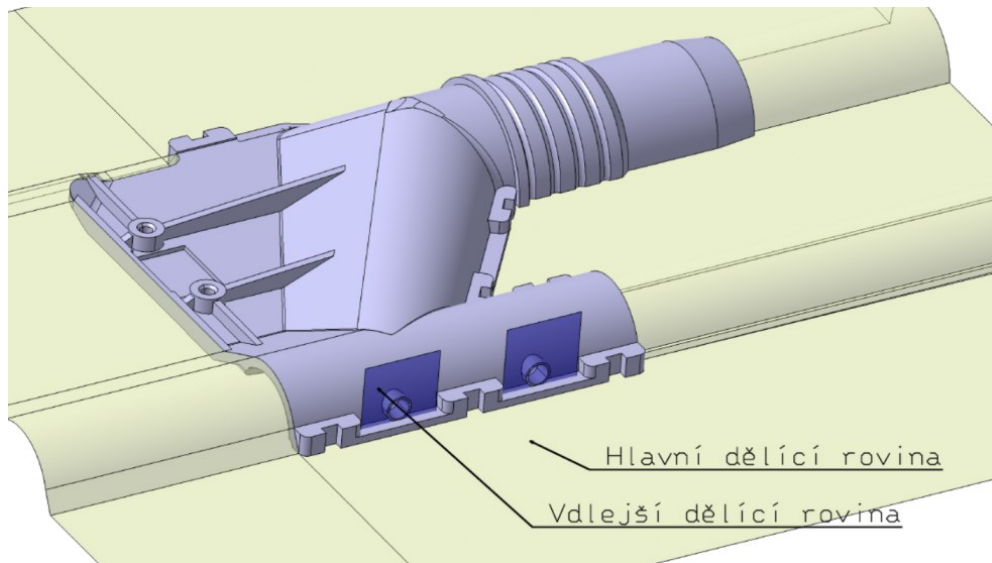
(1 – vtok, 2 – výrobek, 3 – přidržovač vtoku, 4 – vtokový kanál)



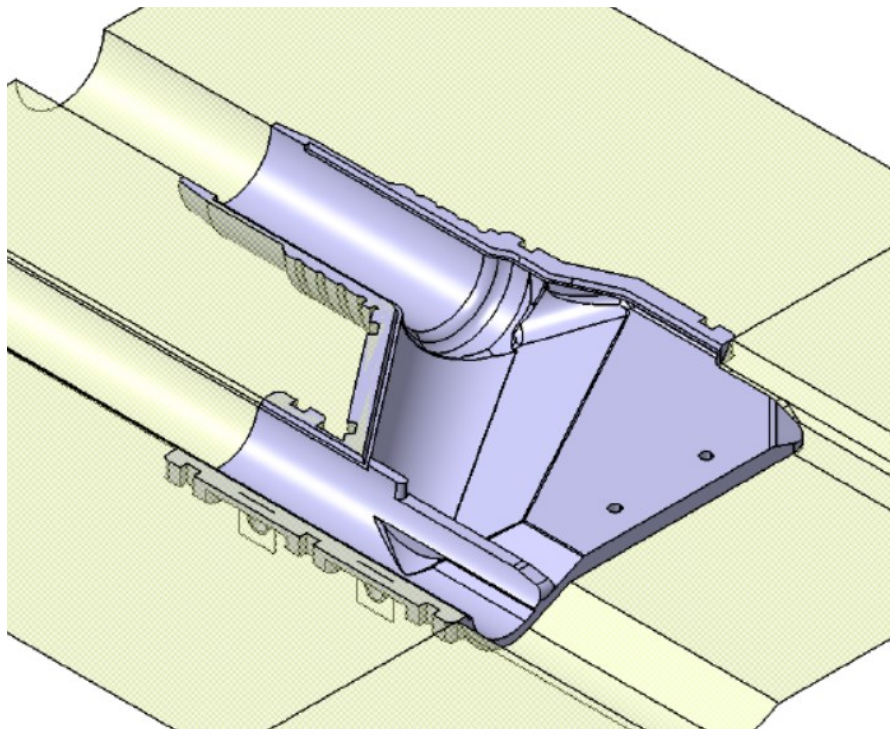
Obr. 26 Vtokový systém

8.2 Dělicí rovina

Dělicí rovina u tohoto výrobku je složitější, aby bylo zajištěno snadné uzavření formy a aby byl dodržený tvar výrobku. Pro odformování výrobku bylo nutno použít boční čelisti a proto zde máme hlavní dělicí rovinu mezi tvárníkem a tvárnicí a vedlejší dělicí rovinu. Dělicí rovina je navržena tak aby při otevření formy výrobek zůstal v levé pohyblivé části formy spolu s vyhazovacím systémem.



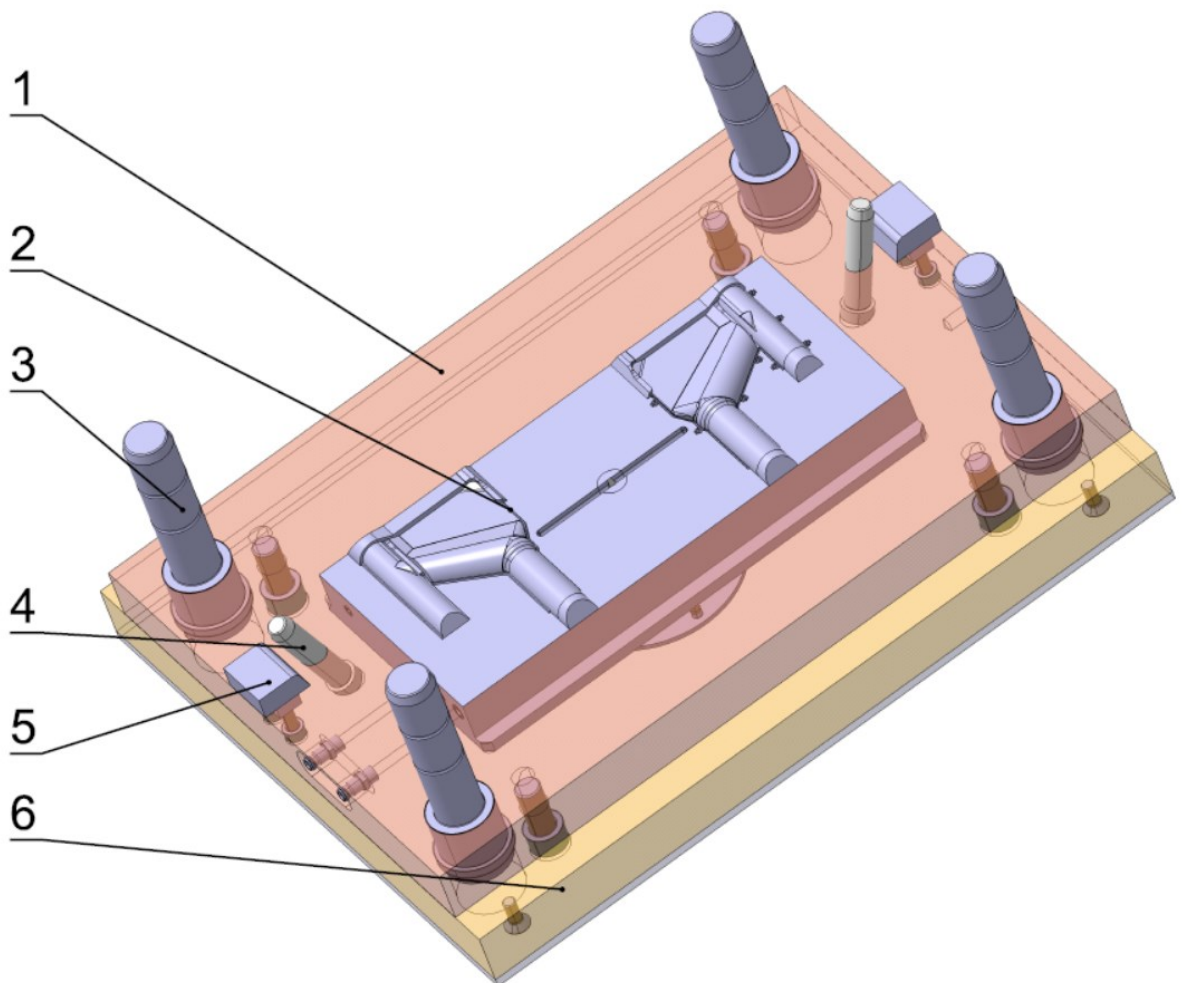
Obr. 27 Rozvržení dělicích rovin



Obr. 28 Rozvržení dělicích rovin

8.3 Pravá strana vstřikovací formy

Pravá strana formy, do které ústí vtoková vložka je nepohyblivá. Je vystředěna pomocí středícího kroužku a pevně uchycena na stroji upínkami za upínací desku. Přes vtokovou vložku se do formy vstříkuje roztavený polymer. Pravá a levá strana jsou mezi sebou vystředěny pomocí vodících čepů, které zapadají do vodících pouzder v levé polovině formy.



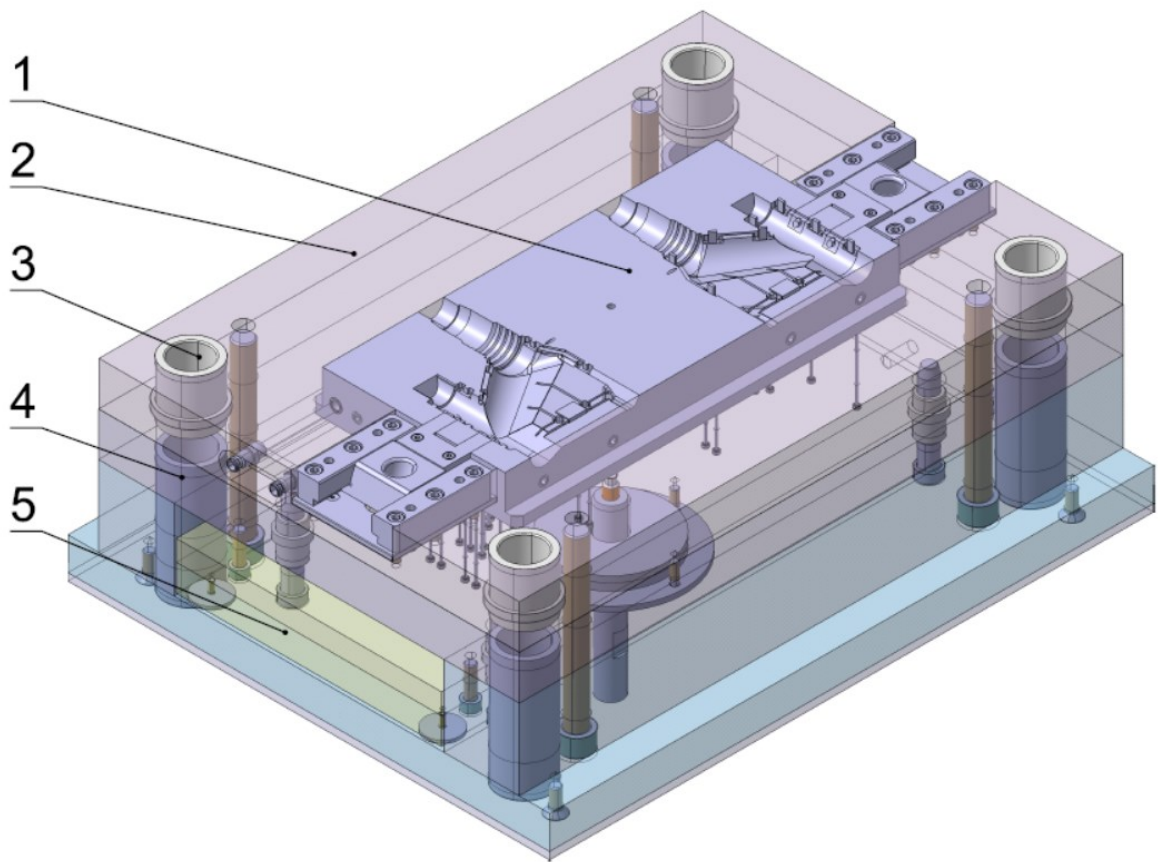
Obr. 29 Pravá strana vstřikovací formy

(1 – kotevní deska pravá, 2 – tvárnice, 3 – vodící čep, 4 – šikmí čep,

5 – zámek, 6 – upínací deska pravá)

8.4 Levá strana vstříkovací formy

Je pohyblivá část formy, které odjíždí a dělá prostor pro vyhození výrobku. Je vycentrována pomocí středícího kroužku a vodících pouzder, do kterých zapadne vodící čep z pravé poloviny formy. Rám formy byl uchycen přes upínky za upínací desku. Je zde vyhazovací systém, který vyhodí výrobek po otevření formy. Boční posuvné čelisti slouží k vytvoření otvorů ve výrobku a umožňují odformování.

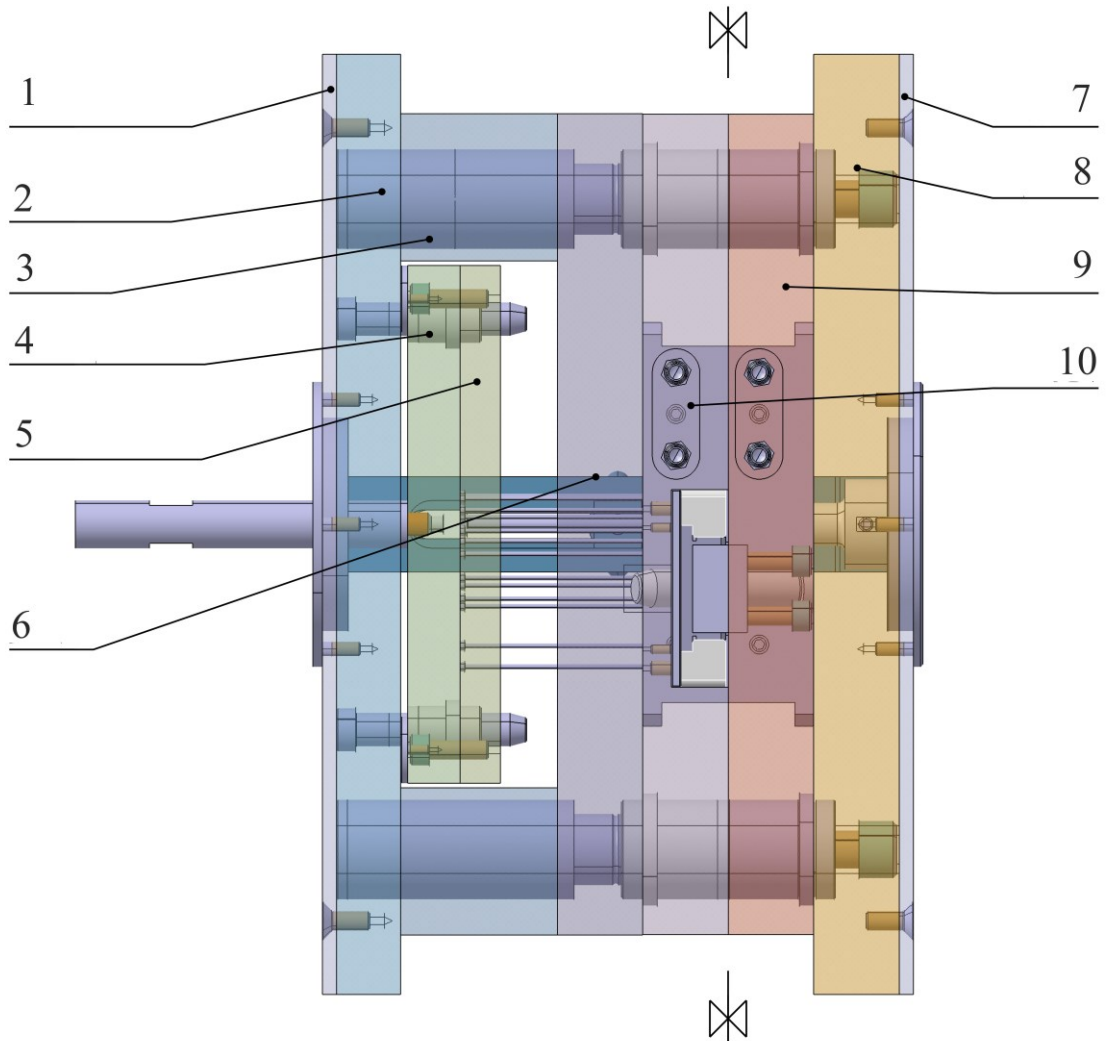


Obr. 30 Levá strana vstříkovací formy

*(1 – tvárník, 2 – kotevní deska levá, 3 – vodící pouzdro, 4 – středící trubka,
5 – vyhazovací systém)*

8.5 Rám vstříkovací formy

Rám vstříkovací formy tvoří skupina navzájem vystředěných desek. Ty jsou vůči sobě vystředěny středícími trubkami, vodícími čepy a vodícími pouzdry. Desky jsou k sobě připevněny šrouby, tak aby se forma dala otevřít v dělicí rovině.



Obr. 31 Rám formy

(1 – izolační deska levá, 2 – upínací deska levá, 3 – rozpěrná deska, 4 – vyhazovací deska opěrná, 5 – vyhazovací deska kotevní, 6 – opěrná deska, 7 – izolační deska pravá, 8 – upínací deska pravá, 9 – kotevní deska pravá, 10 – kotevní deska levá)

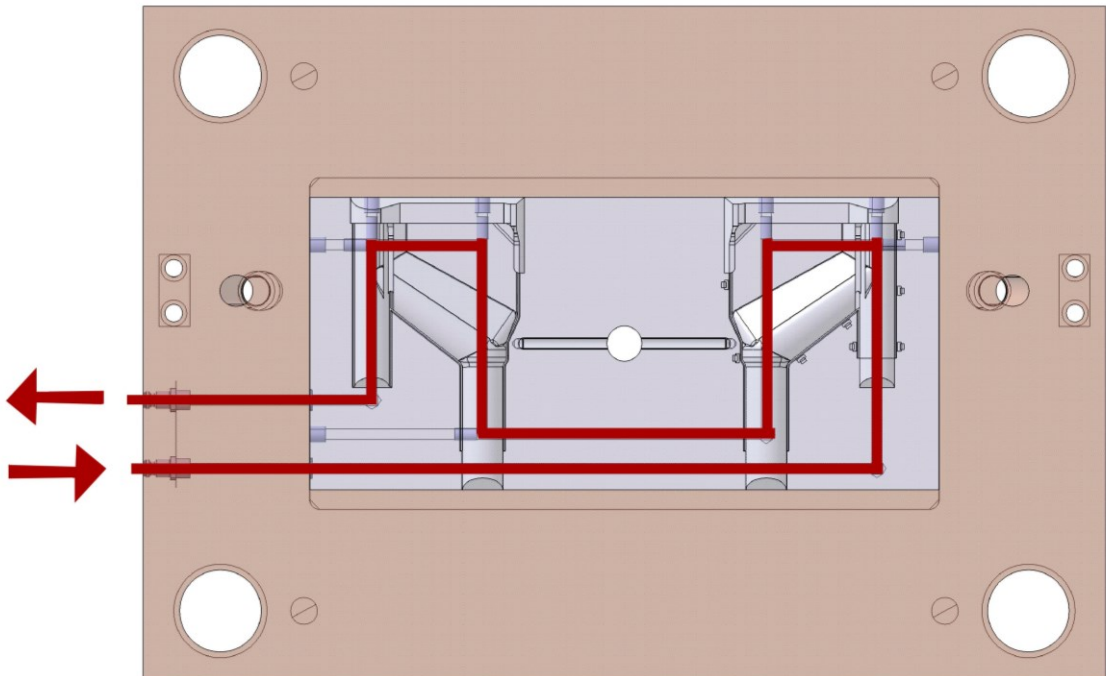
8.6 Temperace tvárníku a tvárnice

Tvárník a tvárnice jsou téměř shodné a proto jsem v obou případech zvolil stejný okruh temperace. Velikost temperačních kanálů závisí na velikosti formy. Temperační kanály musí být umístěny ve správné vzdálenosti od okrajů a nesmí ovlivnit tuhost a pevnost celé soustavy. Průměr temperačních kanálů byl volen s ohledem na hmotnost vstřikovaného plastu a rozměrů rámu formy. Temperační kanály jsou vrtány a potřebná místa jsou ucpána tak, aby vznik požadovaný temperační okruh.

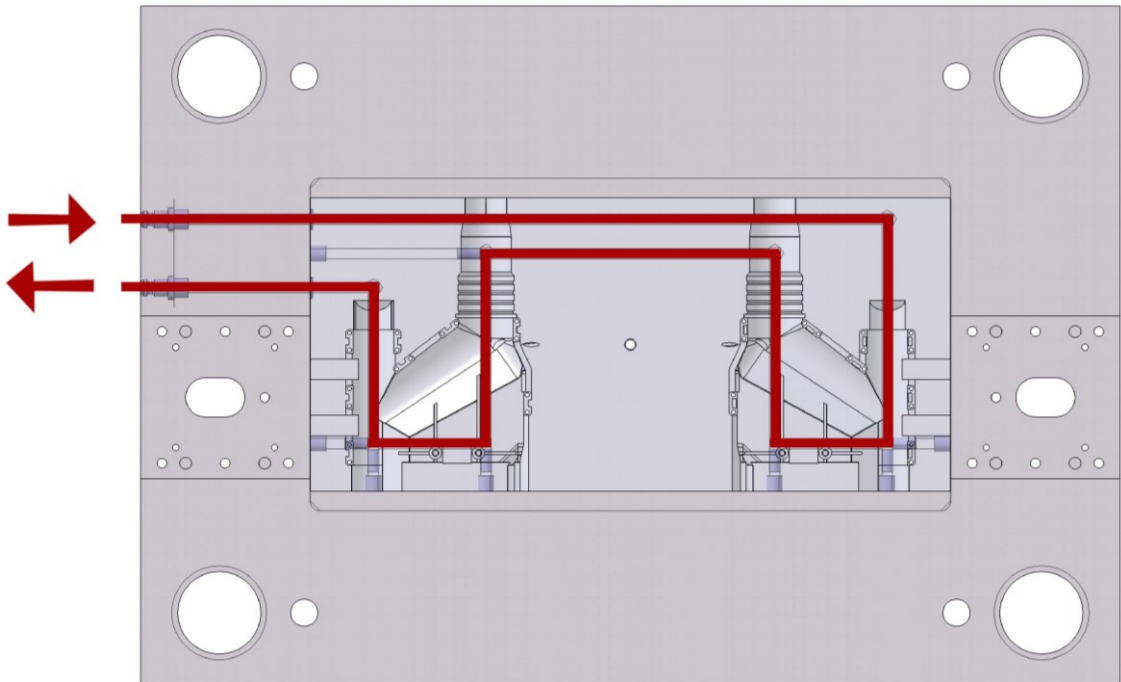


Obr. 32 Temperační členy

a) uzavírací šroub, b) uzavírací zátka, c) koncovka hubice



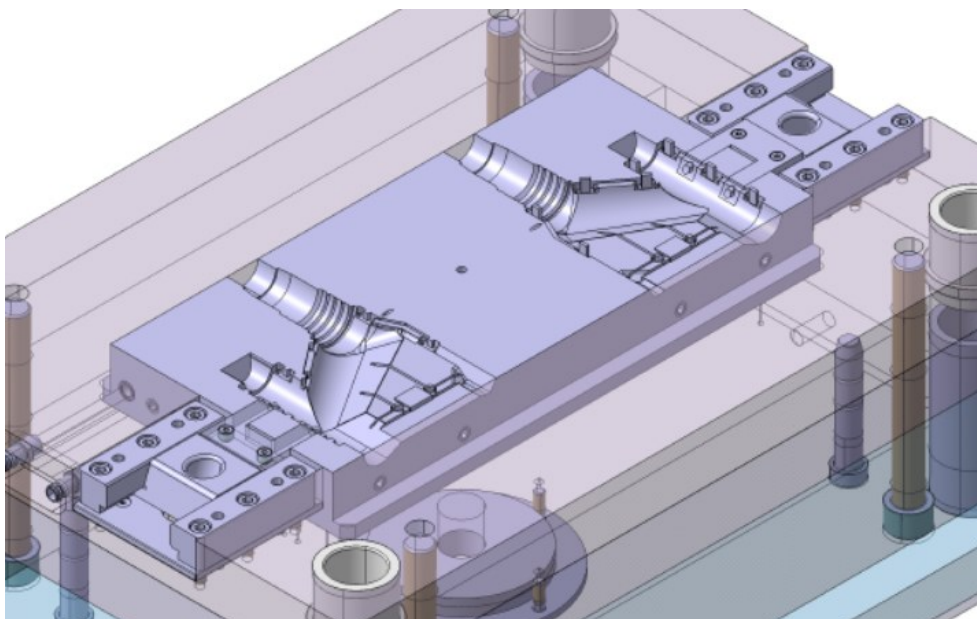
Obr. 33 Umístění temperačních kanálů v tvárnici



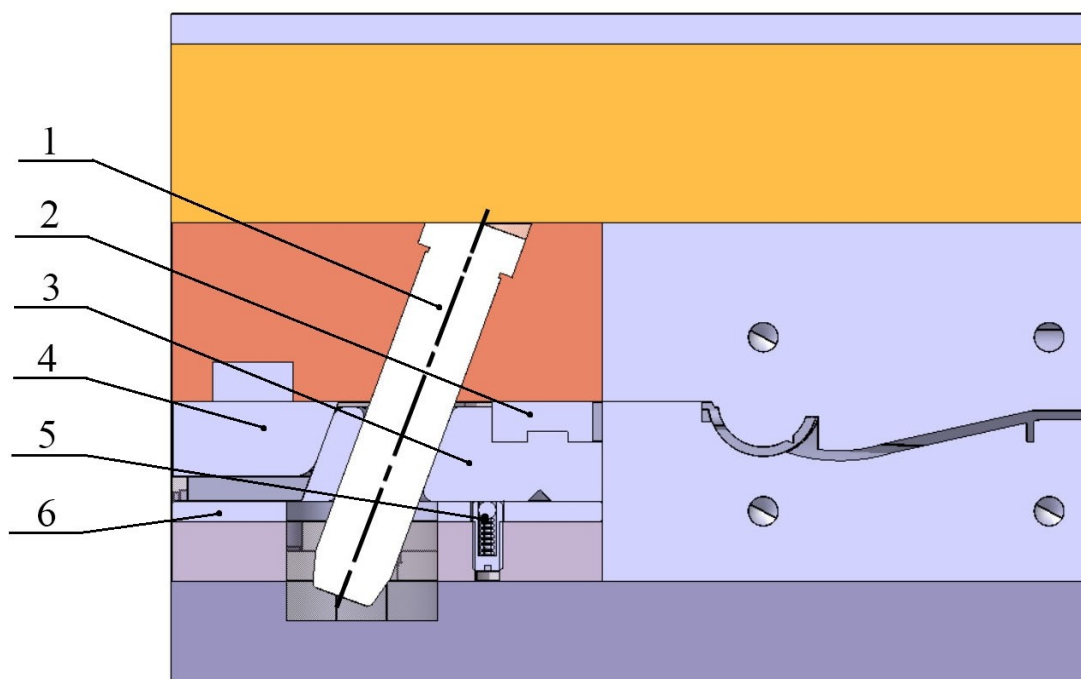
Obr. 34 Umístění temperančních kanálů v tvárníku

8.7 Posuvné čelisti

Slouží k vytvoření různých konstrukčních prvků, které by se nedali odformovat. Posuvné čelisti se skládají z šikmého čepu, tvarové vložky, šoupátka, kluzné desky, a vodící lišty. Kluzná deska a vodící lišta jsou přišroubovány ke kotevní desce levé. Šikmý čep je napevno ustavený v kotevní desce pravé. Tvarová vložka a šoupátko jsou sešroubovány dohromady a volně se pohybují. Při otevření formy se šoupátko s tvarovou kostkou vysune z formy a umožní tak vyhození výrobku. Po otevření formy je poloha šoupátka zajištěna pojistným šroubem, tak aby šoupátko nevypadlo z formy. Při zavírání formy se šoupátko díky kolíku dostane do své polohy a je ustaven zámek, který zajistí správnou polohu.



Obr. 35 Konstrukce bočních čelistí

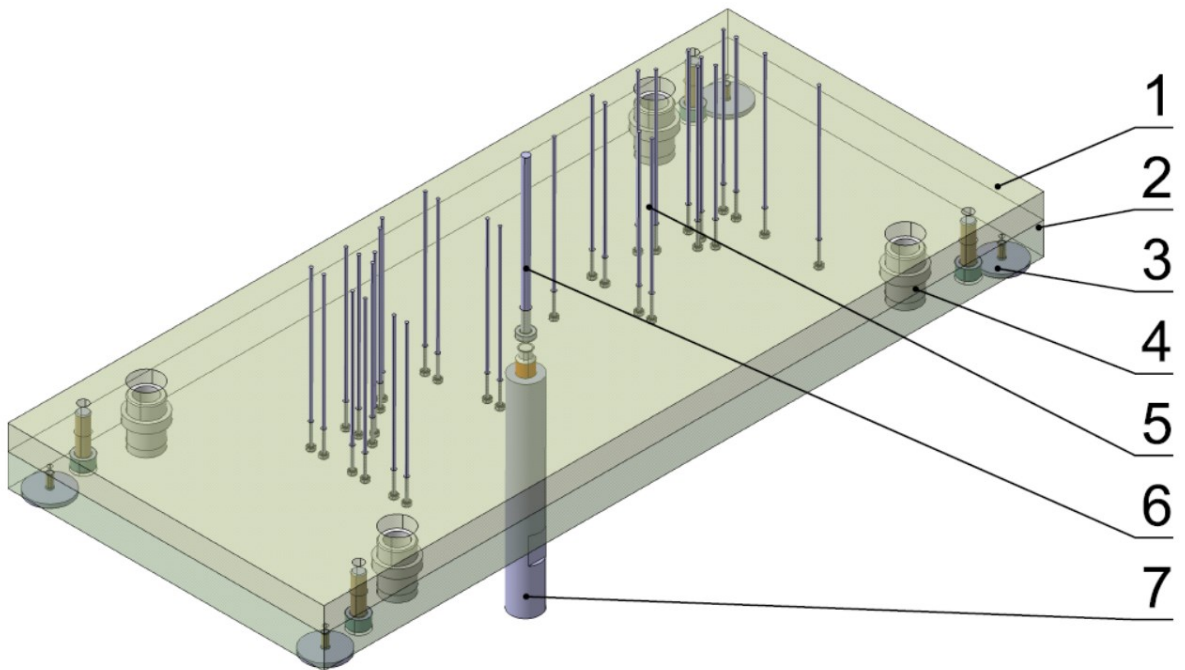


Obr. 36 Řez formou

(1 – šikmý čep, 2 – tvarová vložka, 3 – šoupátko, 4 – zámek,
5 – pojistný šroub, 6 – kluzná deska)

8.8 Vyhazovací systém

Forma byla navržena tak, aby výrobek při otevření formy zůstal v levé části formy. Vyhazovací systém nám pak umožní vyhodit výrobek a vtok z formy ven. Vyhazovače jsou upevněny ve vyhazovacích deskách a ta se pohybuje nezávisle na formě. Pohyb těchto desek je zajištěn táhlem vyhazovacích desek. Byly použity válcové vyhazovací kolíky.



Obr. 37 Vyhazovací systém

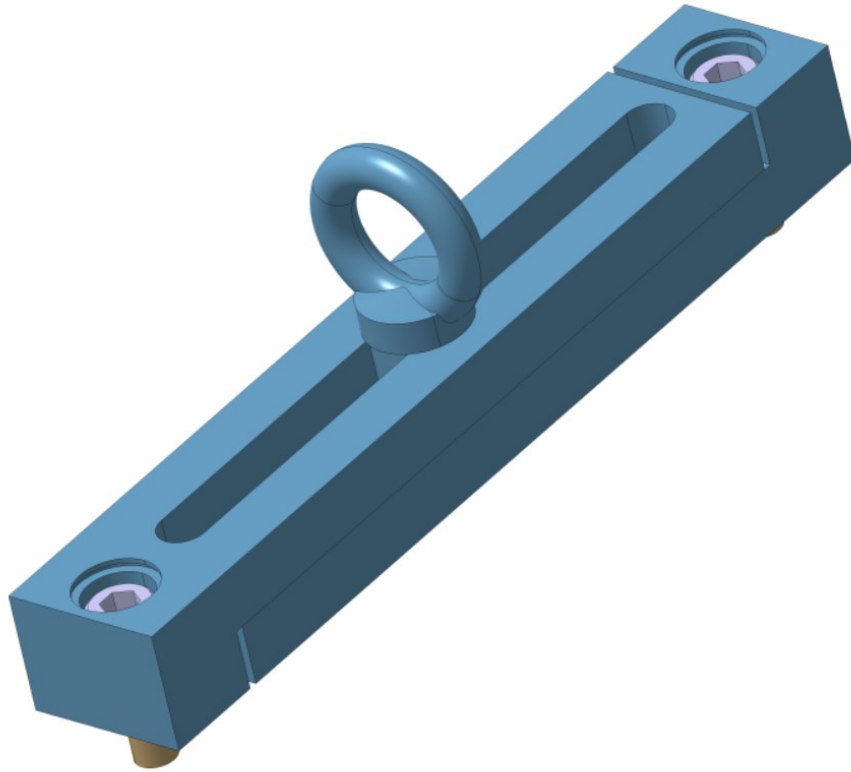
(1 – vyhazovací deska kotevní, 2 – vyhazovací deska opěrná, 3 – dosedka,
4 – vodící pouzdro, 5 – válcový vyhazovač, 6 – válcový vyhazovat vtoku,
7 – táhlo vyhazovacích desek)

8.9 Odvzdušnění formy

Při vstřikování plastu dochází ke stlačování vzduchu ve formě. Pokud by vzduch neunikl, způsobil by vady na výrobku. V našem případě budou postačovat vůle mezi tvárníkem a tvárnicí a další mezery mezi vyhazovačema, kterých je ve formě hodně.

8.10 Transportní systém

Pro snadnou a rychlou přepravu formy slouží transportní můstek. Díky pohyblivému oku můžeme vyvážit těžiště pro snadnější ustavování formy na stroji.



Obr. 38 Transportní můstek

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce byl návrh vstřikovací formy pro dvoudílný plastový výrobek do vzduchotechniky pro rozvod vzduchu. Pro výrobek byl vybrán materiál PA6 s 30% skelného vlákna. Výrobek byl vymodelován v programu CATIA V5R19 a v téže programu byla zkonstruována i forma. Při konstrukci formy byly použity normalizované součásti od firmy HASCO.

V teoretické části bakalářské práce byl popsán postup při konstrukci formy a rozebrány různé možnosti použitelných součástí a jejich popis. Tyto poznatky byly využity při řešení a navrhování vstřikovací formy pro daný plastový díl což bylo hlavním úkolem této bakalářské práce.

Násobnost formy byla zvolena jako dvojnásobná, takže na jeden pracovní cyklus jsou vyrobeny obě poloviny výrobku. Forma obsahuje studený vtokový systém, který se odděluje od výrobku při otevírání formy díky tunelovému vtokovému systému, dále jednostupňový vyhazovací systém, temperační systém v pravé i levé polovině formy. Odvzdušnění je zajištěno pomocí vůlí mezi díly ve formě.

Kvůli složitosti výrobku je zde i složitá hlavní dělicí rovina z důvodu dobrého utěsnění a kvůli správnému dosednutí a ustavení obou poliv formy vůči sobě. Vedlejší dělicí rovina formuje boční otvor.

Pro formu byl zvolen vhodný vstřikovací stroj ALLROUNDER 520 S od firmy ARBURG.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BOBČÍK, L. a kol. *Formy pro zpracování plastů: I.díl - Vstřikování termoplastů*. 2.vydání Brno: Uniplast, 1999. 134s.
- [2] BOBČÍK, L. a kol. *Formy pro zpracování plastů: II.díl - Vstřikování termoplastů*. 1.vydání – Brno: Uniplast, 1999. 214s.
- [3] HLUCHÝ, M. *Strojírenská technologie 2, I.díl Polotovary a jejich technologičnost*. 2. vydání – Praha, 2001. 316s.
- [4] LENFELD, P. *Technologie II, část II Zpracování plastů* [online]. Dostupné z: <http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/01.htm>
- [5] STANĚK M. , přednášky T5KF
- [6] SEIDL, M. *Stroje pro zpracování polymerních materiálů* [online]. 2015. Dostupné z: <<https://publi.cz/books/181/Uvod.html>>.
- [7] KOLÁŘOVÁ, R. *Vstřikovací formy a zásady konstruování forem* [online]. 2016 Dostupné z: <<http://docplayer.cz/7243680-5-vstrikovaci-formy-5-1-zasady-konstruovani-form-1.html>>.
- [8] BOBEK, J. *Vstřikovací formy pro zpracování termoplastů* [online]. 2016 Dostupné z: <<https://publi.cz/books/179/Impresum.html>>.
- [9] MÉZL, M. *Základy technologie vstřikování plastov* 2012. 301s.
- [10] [online]. Dostupné z: <http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/stud_materialy/tzn/c8/VS.pdf>.
- [11] [online]. Dostupné z: <www.hasco.com>.
- [12] [online]. Dostupné z: <http://kks.zcu.cz/export/sites/kks/projekty-verfin/OPVK_PU/KA_05_publicace/KA05_Horke_vtoky.pdf>.
- [13] [online]. Dostupné z: <https://www.arburg.com/cs/cz/cast-pro-novinare/tiskova-zpravy/bulletin/nI/3109/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

2D	dvojměrný
3D	trojměrný
cm ³	centimetr krychlový
kPa	kilopascal
mm	milimetr
MPa	megapascal
PA6	Poliamid 6
PC	Polykarbonát
PE	Polyester
PMMA	Polymethylmethakrylát
PP	Polypropylen
PS	Polystyren
PVC	Polyvinylchlorid

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Vstřikovací cyklus [5]</i>	15
<i>Obr. 2 Schéma vstřikovacího stroje se šnekem [8]</i>	17
<i>Obr. 3 Vstřikovací jednotka [6]</i>	18
<i>Obr. 4 Diferenciální šnek [4]</i>	19
<i>Obr. 5 Tloušťka stěny [6]</i>	20
<i>Obr. 6 Propadlina [6]</i>	21
<i>Obr. 7 Komínky s výztuží [8]</i>	21
<i>Obr. 8 Uspořádání vtokových systémů [7]</i>	24
<i>Obr. 9 Průřezy vtokových kanálů [7]</i>	25
<i>Obr. 10 Druhy přidržovačů vtoku [1]</i>	25
<i>Obr. 11 Třídaskový systém</i>	26
<i>Obr. 12 Základní typy vtokových ústí a jejich použití [10]</i>	27
<i>Obr. 13 Tryska s vnějším topením [11]</i>	28
<i>Obr. 14 Tryska s vnitřním topením [12]</i>	28
<i>Obr. 15 Dotápná tryška s vlastním zdrojem [10]</i>	29
<i>Obr. 16 Funkce vyhazovacích kolíků [7]</i>	30
<i>Obr. 17 Možné uspořádání temperančních kanálů [7]</i>	32
<i>Obr. 18 Vliv rozmístění temperančních kanálů [2]</i>	32
<i>Obr. 19 3D model výrobku</i>	37
<i>Obr. 20 Reálný model výrobku</i>	37
<i>Obr. 21 Parametry stroje</i>	39
<i>Obr. 22 Arburg allrounder 520 s [13]</i>	39
<i>Obr. 23 Vstřikovací forma</i>	40
<i>Obr. 24 Násobnost formy</i>	41
<i>Obr. 25 Vtokový systém a výrobky</i>	42
<i>Obr. 26 Vtokový systém</i>	42
<i>Obr. 27 Rozvržení dělicích rovin</i>	43
<i>Obr. 28 Rozvržení dělicích rovin</i>	43
<i>Obr. 29 Pravá strana vstřikovací formy</i>	44
<i>Obr. 30 Levá strana vstřikovací formy</i>	45
<i>Obr. 31 Rám formy</i>	46
<i>Obr. 32 Temperační členy</i>	47

<i>Obr. 33 Umístění temperančních kanálů v tvárnici.....</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 34 Umístění temperančních kanálů v tvárníku.....</i>	<i>48</i>
<i>Obr. 35 Konstrukce bočních čelistí.....</i>	<i>49</i>
<i>Obr. 36 Řez formou.....</i>	<i>49</i>
<i>Obr. 37 Vyhazovací systém.....</i>	<i>50</i>
<i>Obr. 38 Transportní můstek.....</i>	<i>51</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1 Materiálové vlastnosti PA6 GF30</i>	<i>38</i>
---	-----------

SEZNAM PŘÍLOH

- P 1 Materiálový list PA6 GF30
- P 2 Výkresová dokumentace:
- 2D řez sestavou vstřikovací formy
 - Pohled do pravé strany formy
 - Pohled do levé strany formy
 - Kusovník normalizovaných a nenormalizovaných součástí
- P 3 CD obsahující:
- Bakalářskou práci (pdf)
 - 3D model formy
 - 3D model výrobků
 - Výkresovou dokumentaci

PŘÍLOHA P I: MATERIÁLOVÝ LIST PA6 GF30

CAMPUS® Datasheet

CELSTRAN PA6-GF30-01 - PA6-GF30
Celanese



Product Texts			
30% long strand glass fiber reinforced nylon 6 Black			
Mechanical properties	dry / cond	Unit	Test Standard
Tensile modulus	9510 / -	MPa	ISO 527-1/-2
Stress at break	155 / -	MPa	ISO 527-1/-2
Strain at break	1.78 / -	%	ISO 527-1/-2
Charpy notched impact strength, +23°C	18 / -	kJ/m ²	ISO 179/1eA
Thermal properties	dry / cond	Unit	Test Standard
Temp. of deflection under load, 1.80 MPa	207 / *	°C	ISO 75-1/-2
Other properties	dry / cond	Unit	Test Standard
Density	1360 / -	kg/m ³	ISO 1183

Characteristics	
Processing	Regional Availability
Injection Molding	North America

Other text information

Injection molding

PREPROCESSING

PA6&PA66 drying requirements: 4 hrs. @80° C.

A dehumidifier or desiccant dryer is recommended.

PROCESSING

Celstran can be processed on a standard injection molding unit.

A general purpose metering screw is recommended with a zone distribution of 40% feed, 40% transition, and 20% metering.

A free flowing check ring assembly is recommended.

Melt Temp: 270-280° C.

Mold Temp: 85- 95° C.

POSTPROCESSING

NOTICE TO USERS: Values shown are based on testing of laboratory test specimens and represent data that fall within the standard range of properties for natural material.

These values alone do not represent a sufficient basis for any part design and are not intended for use in establishing maximum, minimum, or ranges of values for specification purposes.

Colorants or other additives may cause significant variations in data values.

Properties of molded parts can be influenced by a wide variety of factors including, but not limited to, material selection, additives, part design, processing conditions and environmental exposure. Any determination of the suitability of a particular material and part design for any use contemplated by the users and the manner of such use is the sole responsibility of the users, who must assure themselves that the material as subsequently processed meets the needs of their particular product or use.

To the best of our knowledge, the information contained in this publication is accurate; however, we do not assume any liability whatsoever for the accuracy and completeness of such information. The information contained in this publication should not be construed as a promise or guarantee of specific properties of our products. It is the sole responsibility of the users to investigate whether any existing patents are infringed by the use of the materials mentioned in this publication.

Moreover, there is a need to reduce human exposure to many materials to the lowest practical limits in view of possible adverse effects. To the extent that any hazards may have been mentioned in this

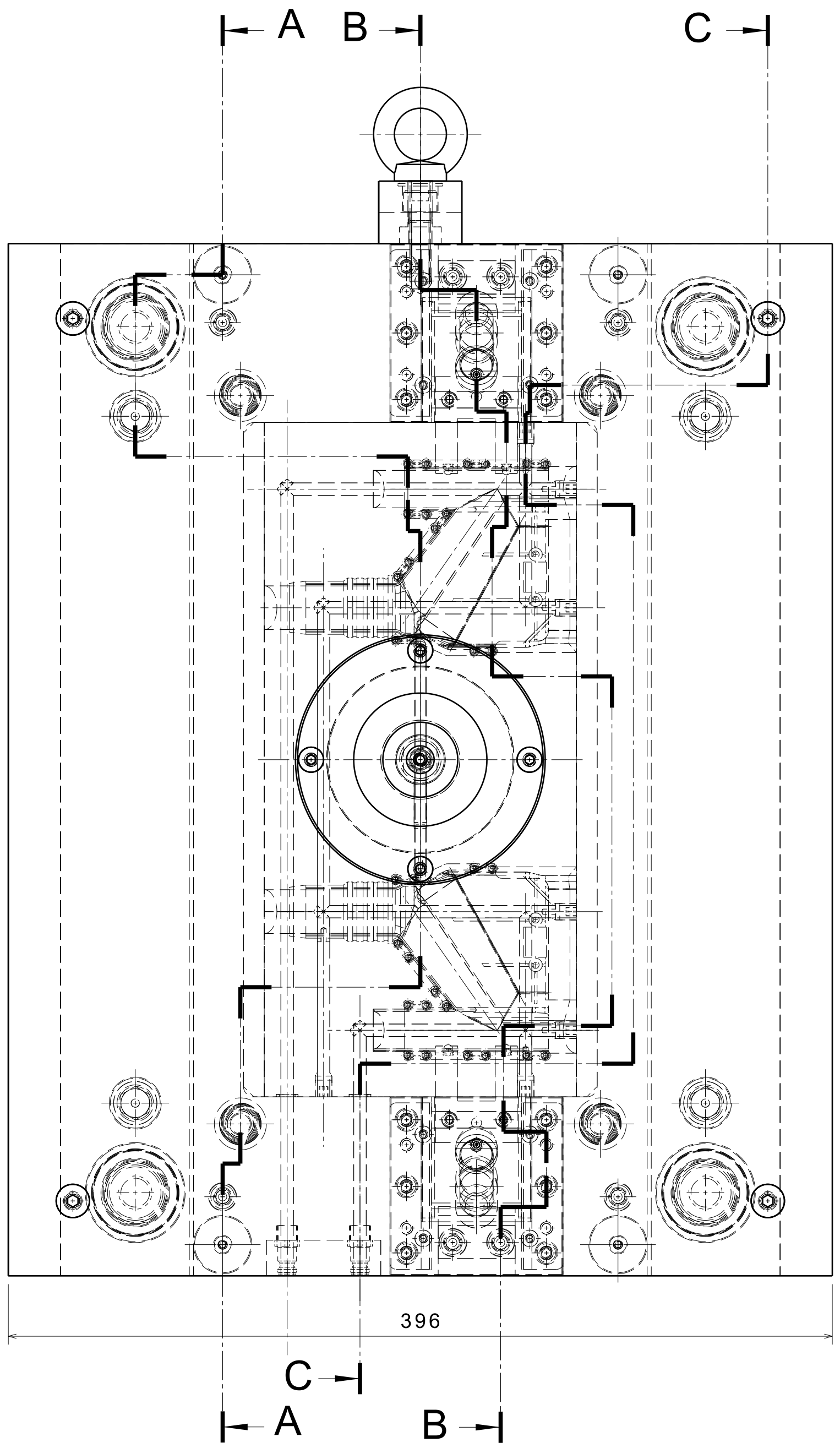
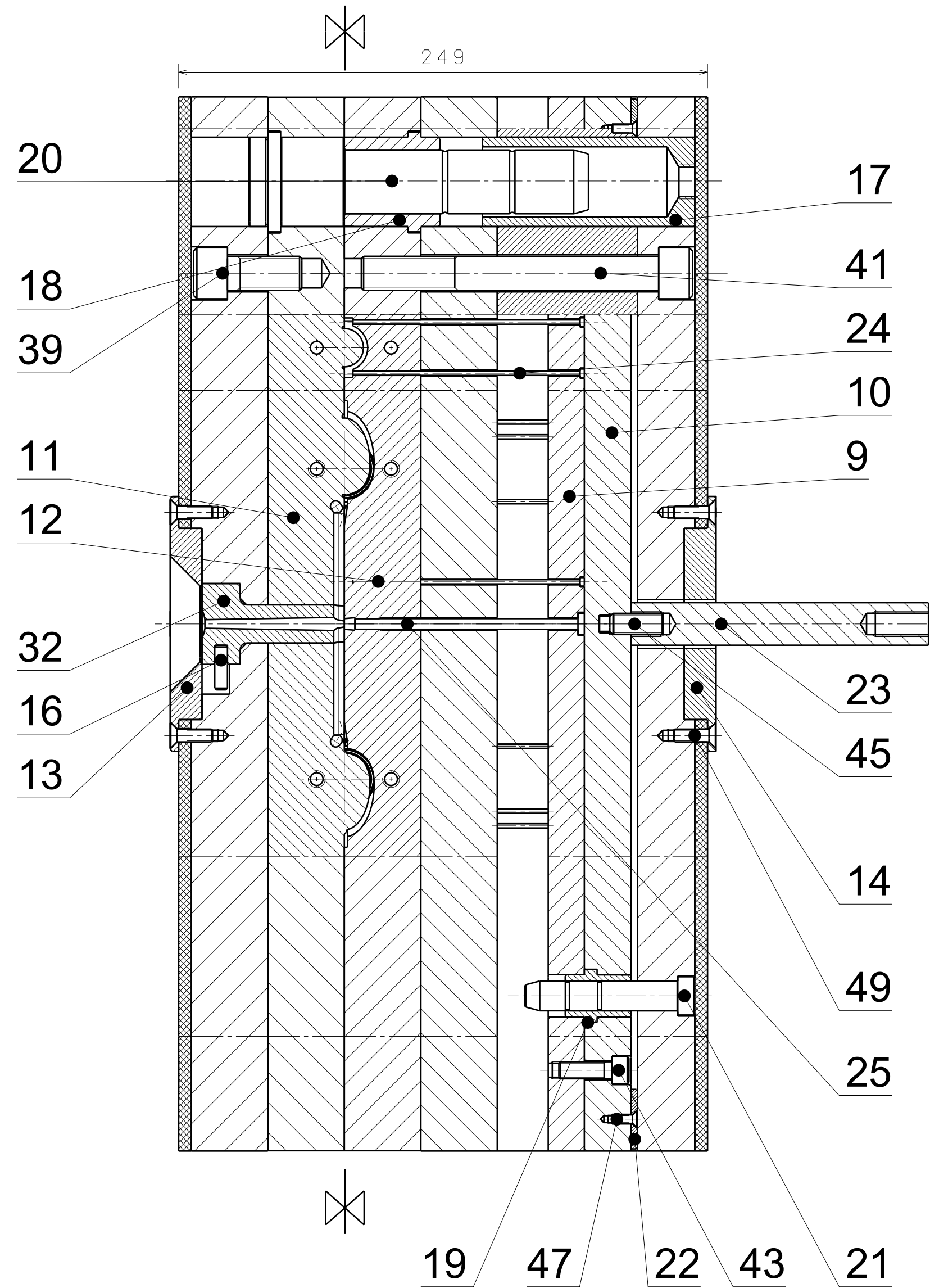
CELSTRAN PA6-GF30-01 - PA6-GF30
Celanese

publication, we neither suggest nor guarantee that such hazards are the only ones which exist. We recommend that persons intending to rely on any recommendation or to use any equipment, processing technique, or material mentioned in this publication should satisfy themselves that they can meet all applicable safety and health standards.

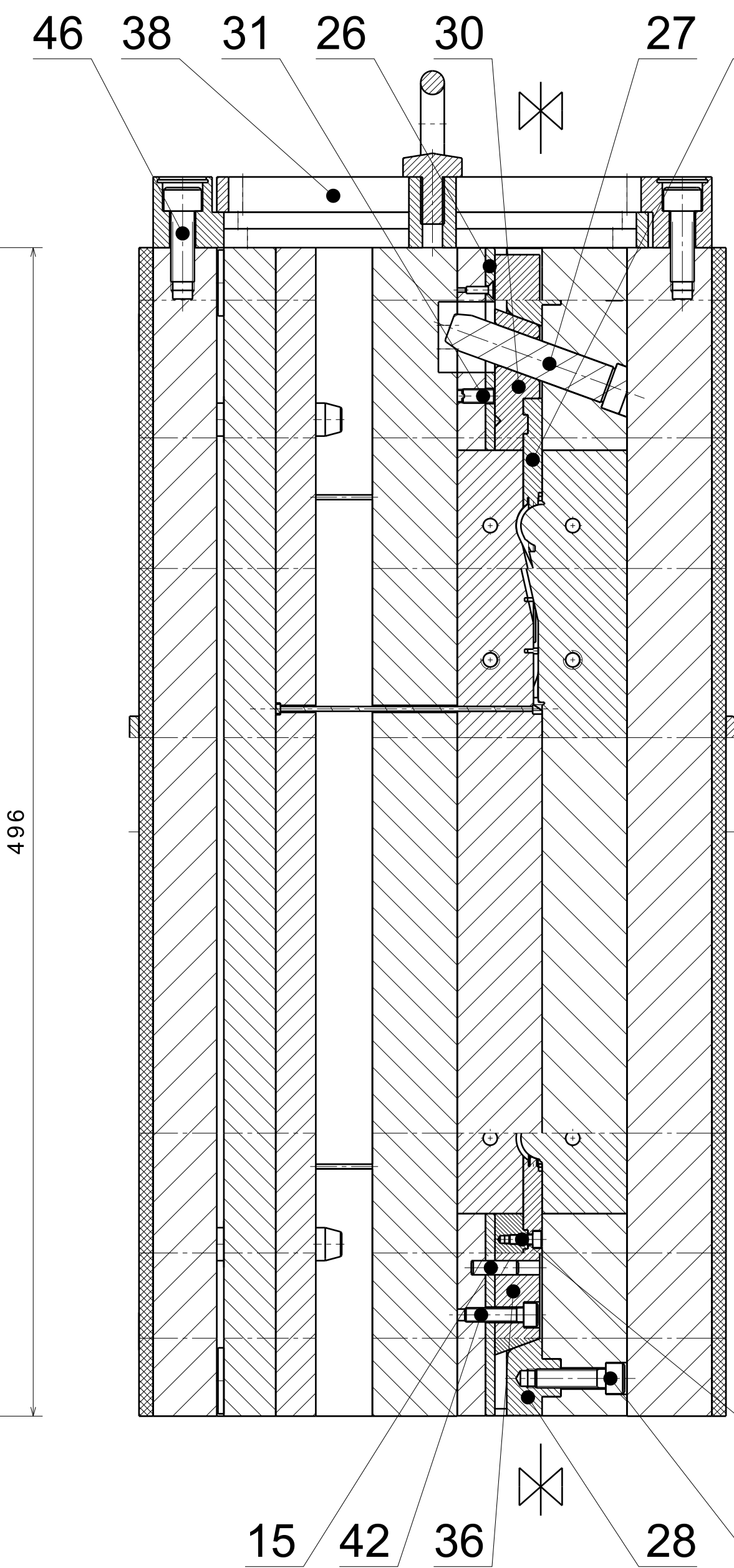
We strongly recommend that users seek and adhere to the manufacturer's current instructions for handling each material they use, and to entrust the handling of such material to adequately trained personnel only. Please call the telephone numbers listed for additional technical information. Call Customer Services for the appropriate Materials Safety Data Sheets (MSDS) before attempting to process our products.

The products mentioned herein are not intended for use in medical or dental implants.

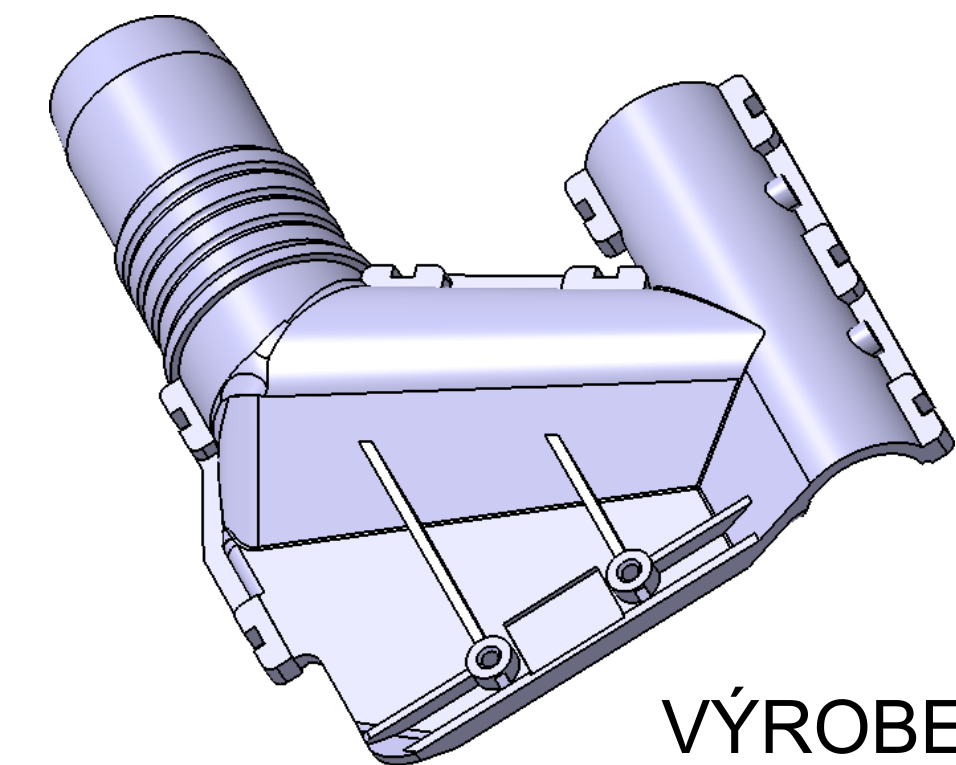
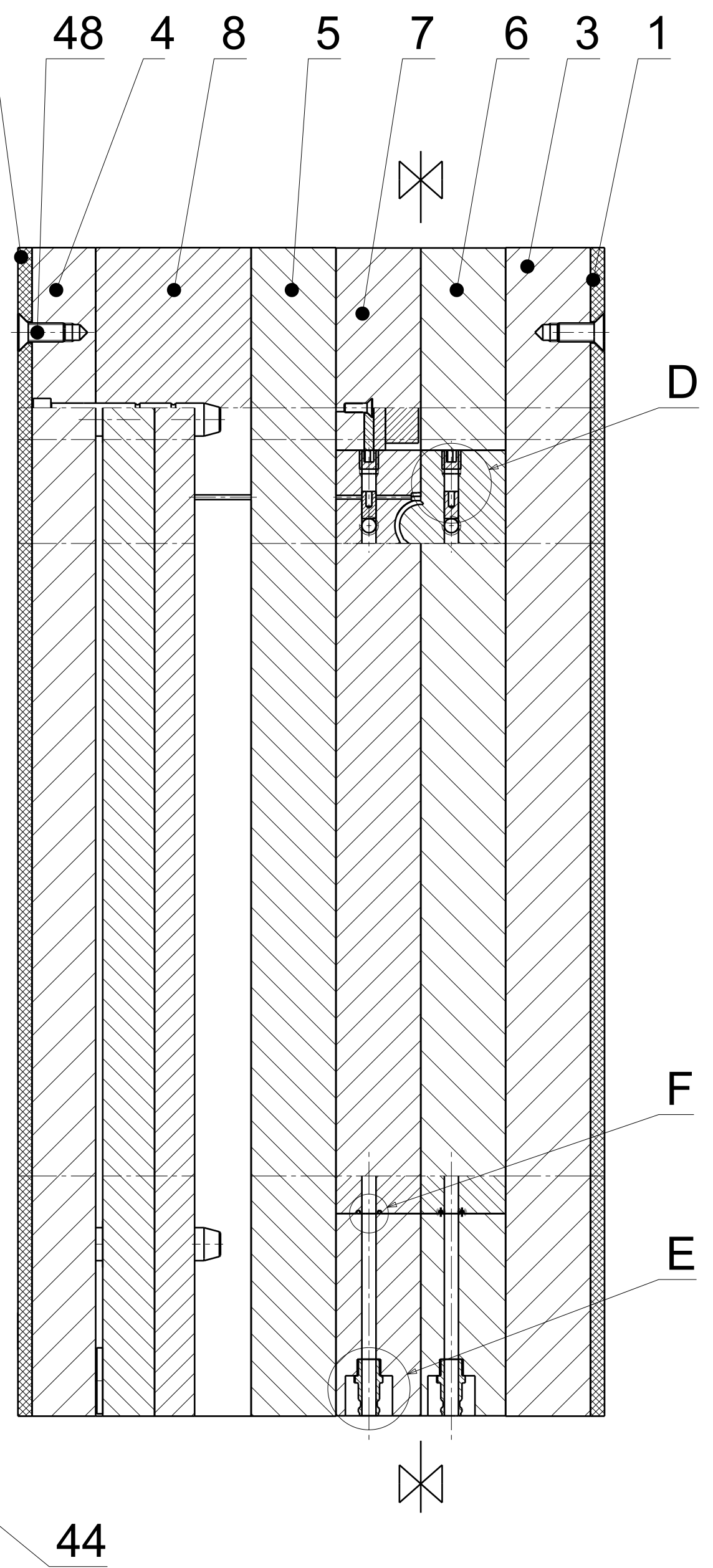
A-A



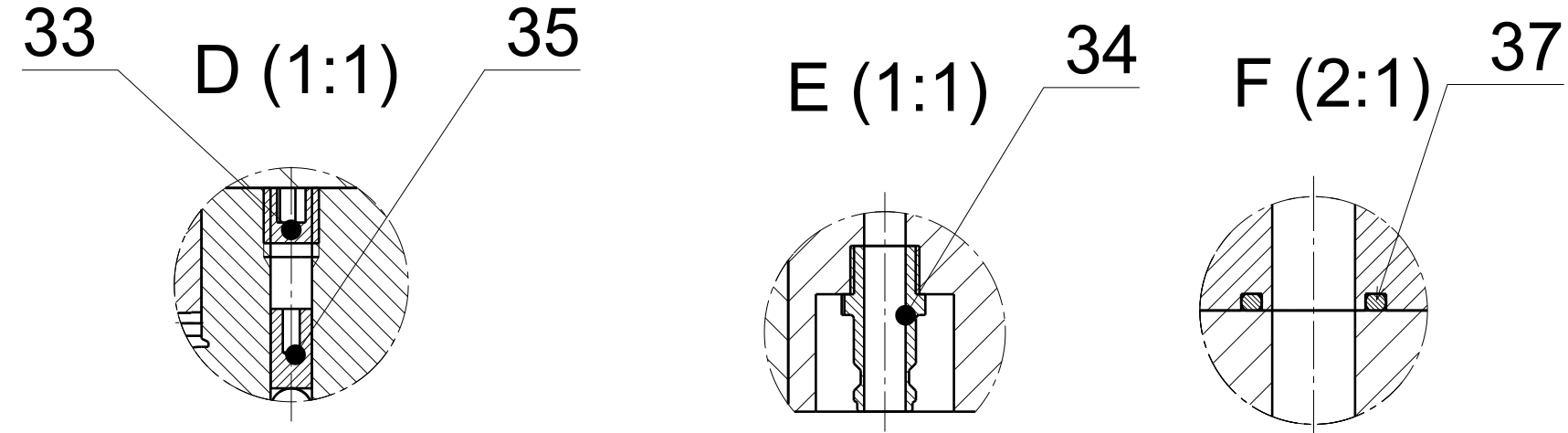
B-B



C-C



VÝROBEK
1:1



UNIVERZITA TOMÁŠE BATI FAKULTA TECHNOLOGICKÁ ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ		VSTŘIKOVACÍ FORMA	
KRESLIL Marek Polášek	DATUM 05.05.2017	ČÍSLO VÝKRESU: FT-UTB-MP-01	
KONTRLOVAL	DATUM	FORMÁT A1	
NAVRHL	DATUM	MĚŘÍTKO 1:2	HMOTNOST: 680 kg
		LIST	1/4

H G F E D C B A

4

4

3

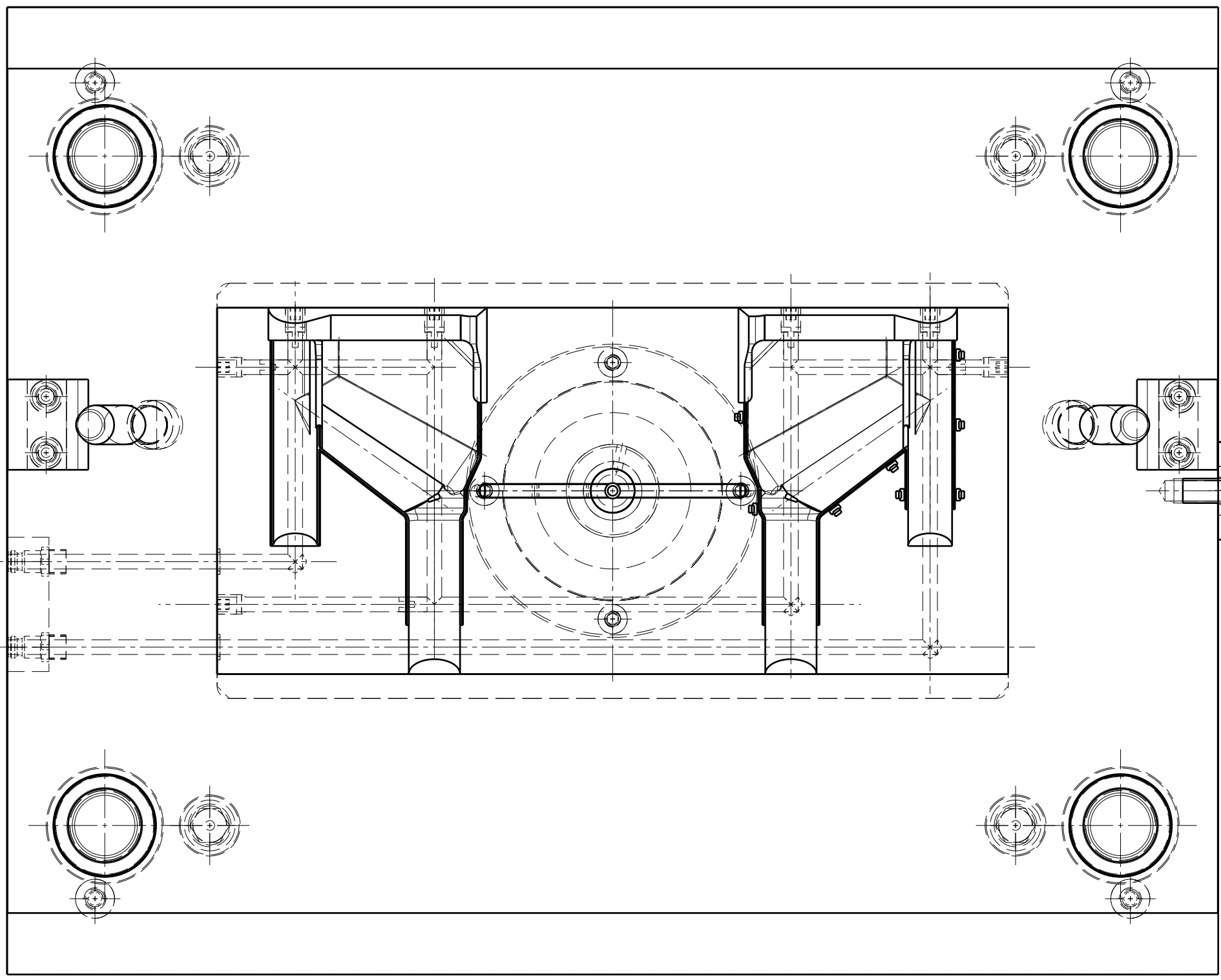
3

2

2

1

1



UNIVERZITA TOMÁŠE BATI		PRAVÁ STRANA	
FAKULTA TECHNOLOGICKÁ			
ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ		ČÍSLO VÝKRESU:	
KRESLIL:		FT-UTB-MP-03	
Marek Polášek	DATUM	FORMÁT	
	09.05.2017	A3	
KONTOLOVAL:	DATUM	MĚŘÍTKO 1:2	LIST
XXX	XXX		3/4
NAVRHL	DATUM		

H G B A

H G F E D C B A

4

4

3

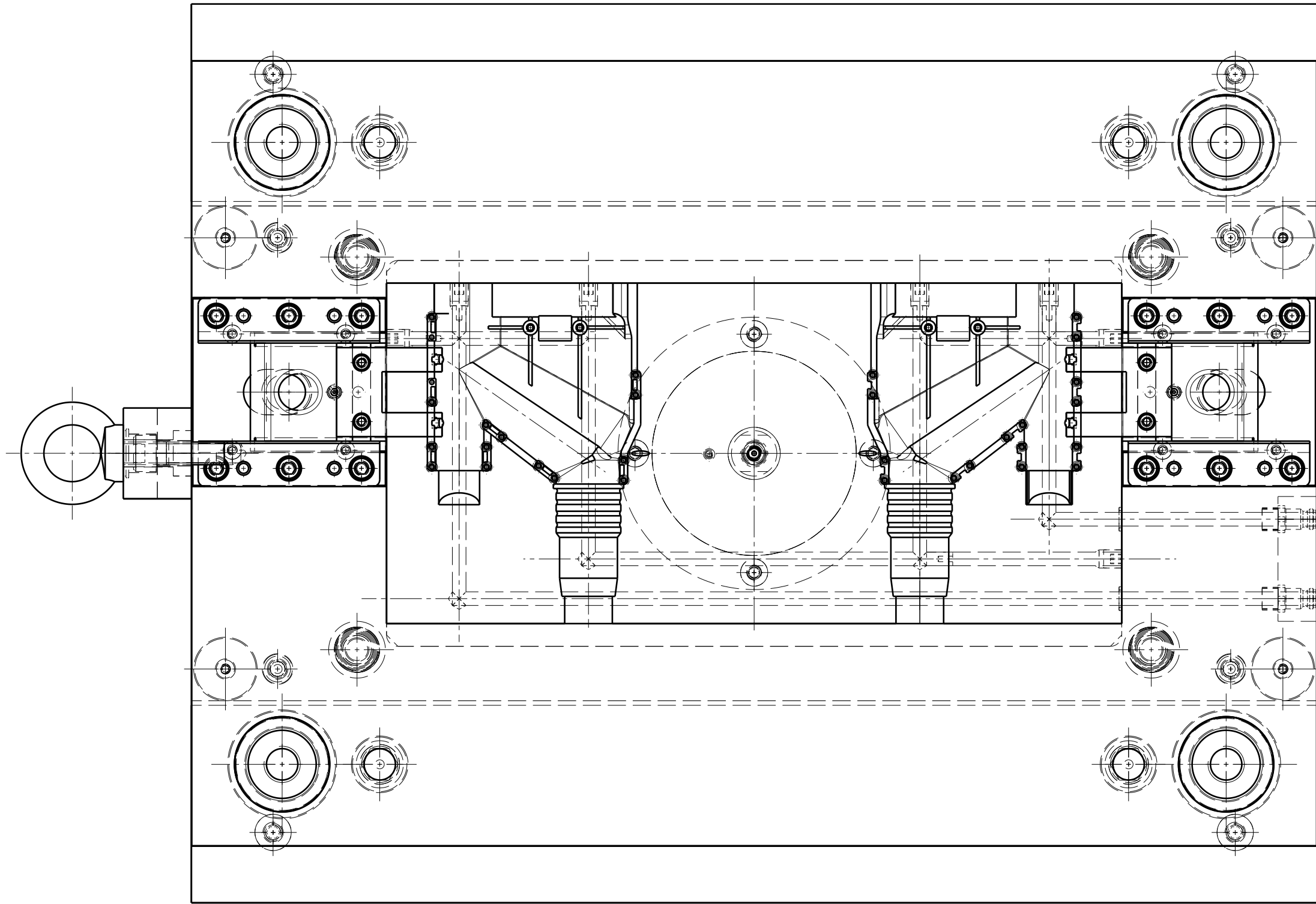
3

2

2

1

1



H G F E D C B A

UNIVERZITA TOMÁŠE BATI		LEVÁ STRANA	
FAKULTA TECHNOLOGICKÁ			
ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ		ČÍSLO VÝKRESU: FT-UTB-MP-02	
KRESLIL: Marek Polášek	DATUM 09.05.2017	FORMÁT	
KONTOLOVA:	DATUM xxx	A3	
NAVRHL: XXX	DATUM xxx	MĚŘÍTKO 1:2	LIST 2/4

D

C

B

A

Poz.	Název - Rozměr	Výkres - Norma	Materiál	Tepelné zpracování	ks
1	Izolační deska pravá	FT-UTB-MP-001	S. Pryskřice		1
2	Izolační deska levá	FT-UTB-MP-002	S. Pryskřice		1
3	Upínací deska pravá	K10/346x496x36	11 600		1
4	Upínací deska levá	K10/346x496x27	11 600		1
5	Opěrná deska	K30/346x496x36	11 600		1
6	Kotevní deska pravá	K20/346x496x36	11 600		1
7	Kotevní deska levá	K20/346x496x36	11 600		1
8	Rozpěrná deska	K40/346x496x66	11 600		2
9	Vyhazovací deska kotevní	K60/346x496x17	11 600		1
10	Vyhazovací deska opěrná	K70/346x496x22	11 600		1
11	Tvrárnice	FT-UTB-MP-03	19 552	kaleno HRC 55	1
12	Tvárník	FT-UTB-MP-04	19 552	kaleno HRC 55	1
13	Středící kroužek pravý	K100/125x15	11 600		1
14	Středící kroužek levý	K500/125x15	11 600		1
15	Středící kolík	Z25/6x20	11 600		8
16	Středící kolík vložky	Z25/6x20	11 600		1
17	Středící trubka	Z20/42x100	11 600		4
18	Vodící pouzdro 1	Z10/36/30	14 220	cementován 0.25 ; kaleno HRC 55	4
19	Vodící pouzdro 2	Z10/22/14	14 220	cementován 0.25 ; kaleno HRC 55	4
20	Vodící čep 1	Z00/36/30x115	14 220	cementován 0.25 ; kaleno HRC 55	4
21	Vodící čep 2	Z011/14x80	14 220	cementován 0.25 ; kaleno HRC 55	4
22	Dosedka	Z55/28x3	11 600		4
23	Táhlo vyhadzovacích desek	Z02/20x140	11 600		4
24	Vyhazovač	Z40/2x109	19 552	kaleno HRC 55	32
25	Vyhazovač vtoku	Z40/5x108	19 552	kaleno HRC 55	1
26	Kluzná deska	FT-UTB-MP-05	11 600		2
27	Šikmý čep	Z01/16x80	14 220	cementován 0.25 ; kaleno HRC 55	2
28	Zámek	FT-UTB-MP-06	11 600		2
29	Tvarová vložka	FT-UTB-MP-07	19 552	kaleno HRC 55	2
30	Šibr	FT-UTB-MP-08	11 600		2
31	Pojistný šroub	Z37/6x14			2
32	Vtoková vložka	Z511/18x56/4/40	19 552	kaleno HRC 55	1
33	Uzavírací šroub	Z94/7x1			14
34	Koncovka hadice	Z88/9/10x1			2
35	Uzavírací zátka	Z942/6			14
36	Vodící lišta	Z185/20x20x80			4
37	O-kroužek	Z98/7,5/1,5			2
38	Transportní zařízení	Z70/TYP2 (210-300)			1
39	Šroub 1 M16 x 35	Z30/16x35			4
40	Šroub 2 M8 x 30	Z30/8x30			4
41	Šroub 3 M16 x 140	Z30/16x140			4
42	Šroub 4 M6 x 25	Z30/6x25			12
43	Šroub 5 M8 x 25	Z30/8x25			4
44	Šroub 6 M4 x 10	Z30/4x10			4
45	Šroub 7 M10 x 30	Z31/10x30			2
46	Šroub 8 M10 x 30	Z34/10x30			1
47	Šroub 9 M4 x 12	Z33/4x12			4
48	Šroub 10 M8 x 20	Z33/8x20			8
49	Šroub 11 M6 x 35	Z33/6x20			8

UNIVERZITA TOMÁŠE BATI
 FAKULTA TECHNOLOGICKÁ
 ÚSTAV VÝROBNÍHO INŽENÝRSTVÍ

KUSOVNÍK

ČÍSLO VÝKRESU:

KRESLIL

DATUM

Marek Polášek

09.05.2017

FT-UTB-MP-04

FORMÁT

A4

LIST

4/4

D

A