

Konstrukce vstřikovací formy pro PC ventilátor

Radim Sedlář

Bakalářská práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav výrobního inženýrství
akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Radim SEDLÁŘ**
Osobní číslo: **T10786**
Studijní program: **B3909 Procesní inženýrství**
Studijní obor: **Technologická zařízení**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Konstrukce vstřikovací formy pro PC ventilátor**

Zásady pro vypracování:

- 1. Vypracujte literární studii na dané téma**
- 2. Nakreslete model vstřikovaného výrobku**
- 3. Provedte konstrukci vstřikovací formy**
- 4. Nakreslete výkres sestavy formy**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

Dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Adam Škrobák

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

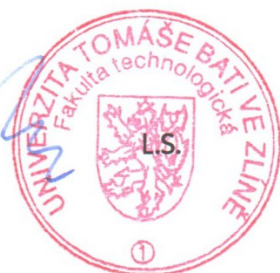
8. února 2013

Termín odevzdání bakalářské práce:

17. května 2013

Ve Zlíně dne 11. února 2013


doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan



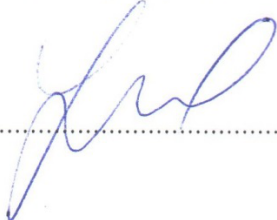

prof. Ing. Berenika Hausnerová, Ph.D.
ředitel ústavu

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 užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 17. 5. 2013



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

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukcí vstřikovací formy pro plastový díl. Vstřikovaným výrobkem je tělo ventilátoru do počítače, které je vyrobeno z ABS + 30% skelných vláken.

Bakalářská práce má dvě části. V té první se zabývá problematikou vstřikování a správnou konstrukcí vstřikovací formy tak, aby byla zajištěna co nejvyšší kvalita výstřiku.

Ve druhé části je konstrukce formy a její hlavní části, k čemuž bylo s výhodou využito programu od firmy Dassault Systemes CATIA V5R18 a také normálií firmy HASCO.

Klíčová slova: vstřikování, vstřikovací forma, vstřikovací stroj, CATIA, HASCO

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the injection mould construction of the plastic component (part). An injection product is the body of the PC ventilator, which is made of ABS (Acrylonitrile butadiene styrene) + 30% fibreglasses.

The Bachelor thesis has two main parts. The first part deals with problems about the injection and with the correct construction of injection mould, in order to guarantee the highest quality of the injection.

In the second part is presented the construction of the mould and its main parts. By the construction was taken advantage of the program CATIA V5R18 from the company Dassault Systemes and also of HASCO company normalities

Keywords: injection, injection mould, injecting machine, CATIA, HASCO

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Adamovi Škrobákovi za cenné rady, čas, který mi věnoval a trpělivost při vypracovávání této bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat firmě SEMEKO s.r.o, za poskytnuté konzultace a názorné ukázky výroby forem v praxi.

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 VSTŘIKOVÁNÍ	12
1.1 ZPRACOVÁNÍ PLASTŮ VSTŘIKOVÁNÍM	12
1.2 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ POLYMERŮ	12
1.3 ROZDĚLENÍ TERMOPLASTŮ	12
1.4 VOLBA TERMOPLASTŮ PŘI NAVRHOVÁNÍ VÝROBKU	13
1.5 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ VLASTNOSTI VÝROBKU	14
1.6 ZÁSADY PŘI KONSTRUKCI VÝROBKU	15
1.6.1 Zaoblení hran, rohů a koutů	16
1.6.2 Úkosy a podkosy	16
1.6.3 Žebra	16
1.7 POPIS PROCESU VSTŘIKOVÁNÍ	17
2 VSTŘIKOVACÍ FORMY	18
2.1 POPIS	18
2.1.1 Rozdělení forem	18
2.1.2 Části forem	18
2.2 ZÁSADY PŘI KONSTRUKCI	18
2.2.1 Postup při konstrukci formy	19
2.2.2 Dimenzování tvarové dutiny	20
2.2.3 Zaformování výstřiku	20
2.3 VTOKOVÉ SYSTÉMY	21
2.3.1 Studený vtokový systém (SVS)	21
2.3.2 Ústí vtoku do dutiny formy	22
2.3.3 Vyhřívané vtokové soustavy (VVS)	24
2.3.4 Izolované vtokové soustavy	25
2.3.5 Vyhřívané trysky	25
2.3.6 Vyhřívané rozvodné bloky	26
2.4 VYHAZOVÁNÍ	27
2.4.1 Vyhazování pomocí vyhazovacích kolíků	27
2.4.2 Vyhazování stírací deskou	27
2.4.3 Vyhazování pomocí trubkových vyhazovačů	28
2.4.4 Pneumatické vyhazování	28
2.4.5 Hydraulické vyhazování	28
2.5 TEMPERACE FOREM	29
2.5.1 Odvzdušnění dutiny formy	30
2.6 MATERIÁLY FOREM	31
3 VSTŘIKOVACÍ STROJ	32

3.1	VSTŘIKOVACÍ JEDNOTKA	32
3.2	UZAVÍRACÍ JEDNOTKA	33
3.3	ŘÍDÍCÍ JEDNOTKA	34
3.4	VOLBA OPTIMÁLNÍHO VSTŘIKOVACÍHO STROJE	34
II	PRAKTICKÁ ČÁST	36
4	STANOVENÍ CÍLU BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	37
5	VÝROBEK	38
6	VOLBA NÁSOBNOSTI	39
7	VÝPOČTY	40
7.1	URČENÍ MNOŽSTVÍ POTŘEBNÉHO PLASTU	40
7.2	PLASTIKAČNÍ DOBA JEDNOHO CYKLU VSTŘIKOVACÍHO STROJE	40
7.3	UZAVÍRACÍ SÍLA STROJE	40
8	VOLBA VSTŘIKOVACÍHO STROJE	41
8.1	TECHNICKÉ PARAMETRY STROJE	41
9	POUŽITÉ APLIKACE	42
9.1	CATIA V5R18	42
9.2	HASCO DAKO DIGITAL	42
10	KONSTRUKCE VSTŘIKOVACÍ FORMY	43
10.1	DĚLÍCÍ ROVINA	44
10.2	TVÁRNÍK A TVÁRNICE	44
10.3	TEMPEROVÁNÍ	47
10.4	VYHAZOVACÍ SYSTÉM	48
10.5	ROZVÁDĚCÍ BLOK HORKÉHO KANÁLU A HORKÉ TRYSKY	49
	50	
11	NÁHLEDY DO FORMY	51
	ZÁVĚR	53
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	54
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	56
	SEZNAM OBRÁZKŮ	57
	SEZNAM TABULEK	58
	SEZNAM PŘÍLOH	59

ÚVOD

V dnešní době jsou obvykle materiály (kov, vlna, keramika, dřevo, sklo, atd.) nahrazovány polymerními materiály, které zaujímají dnes nezastupitelnou pozici v materiálové základně průmyslové výroby především díky svým vlastnostem, dostupností a poměrně snadnému zpracování. A právě při jejich zpracování na finální výrobky mají své místo formy. Nejčastějším způsobem zpracování plastů patří vstřikování. [10]

Nyní existuje na trhu několik tisíc různých druhů plastů. V technické praxi však výrazné uplatnění má jen několik desítek druhů plastů. Z celkového objemu světové produkce plastů představuje skoro 80 % jen šest druhů a 70 % výroby jen tři druhy, a to polyolefiny, styrenové hmoty a polyvinylchlorid. Sortiment termoplastů se neustále zvětšuje, a to v podstatě dvěma směry, kdy jednou cestou je výroba stále nových polymerů a druhou cestou je modifikace dosavadních polymerů. Toto zvyšování počtu materiálů má své výhody pro konstrukci a výrobu dílů z plastů, aniž by došlo k výrazné změně ceny, na druhé straně to klade zvýšené nároky na znalosti konstruktérů. [3]

Díky masivnímu používání plastu se musí řešit i problém týkající se odpadu, recyklace. Podíl plastu v komunálním odpadu i celkový objem plastového odpadu se neustále zvyšuje a v posledních letech představuje pro životní prostředí značnou zátěž. Recyklace plastu se stává čím dál více důležitější. V důsledku vzrůstajícího používání nejrozličnějších druhů plastu nastává otázka co s nimi poté, jak splní svoji funkci. [11]

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 VSTŘIKOVÁNÍ

Technologie vstřikování je nejrozšířenější technologií na zpracování plastu. Vyznačuje se poměrně složitým fyzikálním procesem, na kterém se podílí polymer, vstřikovací stroj a vstřikovací forma. V průběhu vstřikování je roztavený plast ve vstřikovacím stroji tlakem dopravován do dutiny formy a tam ochlazen ve tvaru vyráběné součásti. [1]

1.1 Zpracování plastů vstřikováním

Vstřikování je způsob tváření plastů, při kterém je dávka zpracovávaného materiálu, ve formě taveniny, vstříknuta velkou rychlostí do uzavřené dutiny formy, kde ztuhne ve finální výrobek. Výhodami u vstřikování je krátký čas výrobního cyklu, schopnost vyrábět složité součásti s dobrými tolerancemi rozměrů a velmi dobrá povrchová úprava. Naopak nevýhodami jsou vysoké investiční náklady a dlouhé doby nutné pro výrobu forem. [1]

1.2 Základní rozdělení polymerů

Polymery se dělí na tři základní druhy:

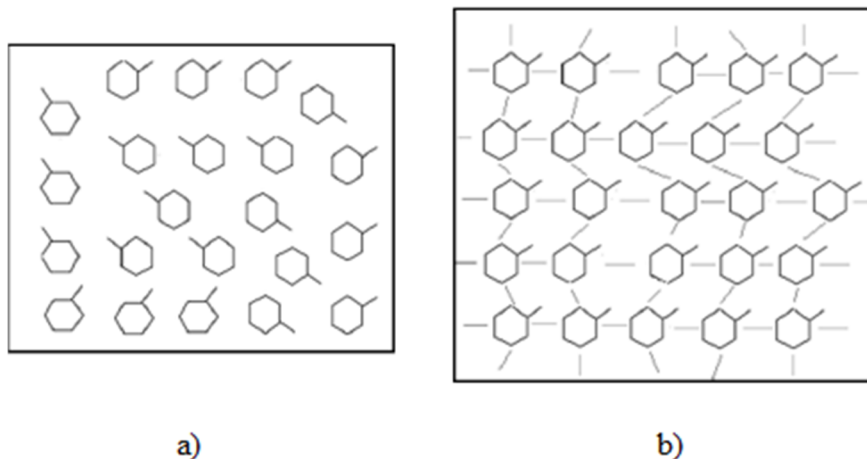
- termoplasty – mají přímé řetězce nebo řetězce s bočními větvemi. Při zahřátí se uvolní soudržnost řetězců a hmota se může tvářet. Po ochlazení se opět dostanou do pevného stavu. Jsou opakovatelně zpracovatelné,
- reaktoplasty – mají řetězce příčně spojeny chemickými vazbami, vytváří prostorovou trojrozměrnou síť. Při tváření dochází vlivem teploty k zesíťování (vytvrzování) plastu (někdy pomocí katalyzátoru),
- elastomery – za běžných teplot jsou pružné a poddajné. Působením tepla se vytvrzují.

Při nadměrném ohřevu u prvních dvou druhů plastů se přetrhají chemické vazby, hmota se rozruší a ztrácí pevnost. Tento proces je již nevratný a nazývá se degradace hmoty. To znamená, že polymer nelze dále zpracovávat. [1]

1.3 Rozdělení termoplastů

Z jednotlivých skupin plastů jsou nejrozšířenější termoplasty. Tyto lineární či rozvětvené polymery, jejichž řetězce tvoří jen jeden druh základní chemické skupiny, nazýváme homopolymery. Dále kopolymery, které jsou složeny z více druhů základních chemických skupin. Z hlediska vnitřní struktury se termoplasty dělí na:

- amorfní, jejichž řetězce jsou nepravidelně prostorově uspořádány,
- semikrystalické, kde je podstatná část řetězců pravidelně a těsně uspořádána a tvoří krystalické útvary. Zbytek má amorfní uspořádání.



Obr. 1. Amorfní (a) a semikrystalické (b) uspořádání [2]

Využitelnost výrobků z amorfních polymerů je v oblasti pod teplotou skelného přechodu (T_g). Polymer je v tomto stavu pevný. Zvyšování teploty nad T_g postupně slábnou kohezní síly mezi makromolekulami a plast přechází k plastické oblasti, kde se zpracovává. Se zvyšováním teploty současně narůstá i objem polymeru.

U semikrystalických polymerů jsou části makromolekul vázány pevněji v lamelách a ve sférolitech krystalické fáze. Zvyšováním teploty se nejprve uvolní část makromolekul z amorfní oblasti, později i ostatní. To je doprovázeno značným objemovým nárůstem. Použití polymeru tohoto typu je v oblasti nad teplotou T_g , protože mají výhodnou kombinaci pevnosti a houževnatosti nad touto teplotou. [1]

1.4 Volba termoplastů při navrhování výrobku

Vstřikováním se může vyrobit kompletní součást, která dále nevyžaduje žádné nebo jen nepatrné dodatečné opracování. Při návrhu vhodného termoplastu pro konstruovanou součást je třeba uvážit konkrétní podmínky jejího provozního zatížení a celkového využití. Taková součást musí mít mimo požadovaných fyzikálních a mechanických vlastností také tvar k výrobě s dosažitelnými rozměry a jakostí povrchu.

Optimální volba plastu se posuzuje z následujících hledisek:

- funkce součásti musí splňovat definované požadavky,

- zvolená technologie výroby součásti musí být reálná a na určeném stroji snadno proveditelná, při dodržení daných parametrů,
- ekonomická při výběru plastu, z hlediska technologie výroby součásti i formy.

Zhodnocením uvažovaných hledisek může konstruktér stanovit vhodný plast nebo i více podobných materiálů. Mezi těmito vybranými typy poté rozhodují méně významné vlastnosti, jako jeho dostupnost nebo estetické vlastnosti.

Obecně proto platí, že tvar výrobku a jeho vlastnosti musí odpovídat použitému materiálu a zvolené technologii.

Optimální návrh na plastový výrobek a materiál vyžaduje široké vlastnosti. Proto je vhodná spolupráce příslušných odborníků v daném oboru. [1]

1.5 Faktory ovlivňující vlastnosti výrobku

O mechanických a fyzikálních vlastnostech výstřiku, a o jeho kvalitě rozhoduje druh plastu, technologické parametry, konstrukce formy a volba stroje. Jednotlivé parametry nepůsobí samostatně, ale vždy se ovlivňují navzájem. Z hlediska volby druhu plastu má na vlastnosti výstřiku vliv:

- rychlost plastikace polymeru, která by měla být co nejkratší,
- tekutost (reologické vlastnosti) plastu, která má být dostatečná a nesmí se měnit s teplotou příliš rychle, a která je ovlivňována technologickými parametry,
- dostatečná tepelná stabilita plastu v rozsahu zpracovatelských teplot, která by měla být co nejširší,
- uvolňování těkavých látek
- velikost vnitřního pnutí, které má být co nejnižší,
- smrštění plastu (změna rozměrů výrobku oproti rozměrům tvarové dutiny formy) v jednotlivých směrech na výrobku, které je ovlivněno technologickými podmínkami.

Z technologických parametrů, které se mezi sebou výrazně ovlivňují, má na vlastnosti výstřiku a jednotlivé fáze vstřikování největší vliv:

- vstřikovací tlak (ovlivňuje rychlost plnění, uzavírací sílu, vnitřní pnutí, smrštění, orientaci – tj. narovnání makromolekul do směru toku, atd.),

- teplota taveniny (konkrétní teplota závisí na druhu plastu a ovlivňuje tekutost plastu, vstřikovací tlak, dobu chlazení a tedy dobu cyklu, smrštění, tlakové ztráty, dotlak, atd.),
- teplota formy (konkrétní teplota závisí na druhu plastu a na charakteru výrobku, ovlivňuje tekutost plastu, rychlost plnění, dobu chlazení, lesk výrobku, povrch výrobku, teplotu taveniny, dotlak, vnitřní pnutí, smrštění, atd. – z technologického hlediska má být co nejvyšší, hlavně u semikrystalických plastů),
- rychlost plnění dutiny formy má být co nejvyšší, je nutné kontrolovat teplotu taveniny, aby nedošlo k degradaci hmoty, nevýhodou je i vysoká orientace makromolekul,
- výše a trvání dotlaku (ovlivňuje hlavně rozměry výrobku, smrštění a vnitřní pnutí). [3]

1.6 Zásady při konstrukci výrobku

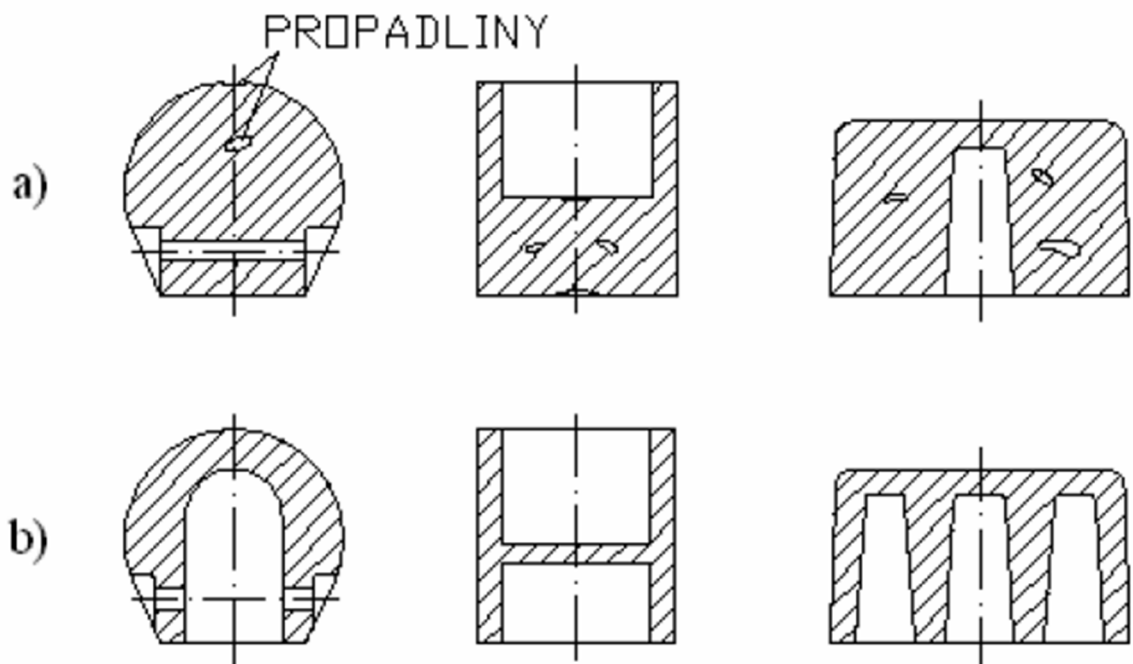
Konstrukční návrh součásti z plastu se řídí úplně jinými zásadami, než u součástí kovových. Při její tvorbě musí konstruktér zvažovat, co všechno se při vstřikování v dílci z plastu bude dít. To vyžaduje znát technologii jejich zpracování.

K základním podkladům pro konstrukci formy slouží výkres vyráběné součásti. Její tvar má být řešen nejen z funkčního a ekonomického hlediska, ale musí se přihlídnout i k způsobu její výroby.

Celková konstrukce součásti musí především splňovat vhodnou polohu dělicí roviny (dělicích rovin) a tím je určen i způsob jejího zaformování. K ní se váže i koncepce vyhazování, vtokového systému, odvodušnění, směr úkosů, přesnost i vzhled apod. Tloušťka stěn musí splnit svoji přísnou závislost s dráhou toku plastu.

V úzké dutině se tavenina rychle ochlazuje a tuhne, tlusté stěny zase vyžadují dlouhou dobu chlazení. Různě tlusté stěny s hromaděním materiálu nesterjně tuhnou, vzniká vnitřní pnutí a různé povrchové vady, propadliny a lunkry.

Zásady správné konstrukce tloušťky stěn vyžadují jednotnou tloušťku, náhlé přechody mají být bez ostrých hran a v případě, kde se nelze vyhnout tlustším stěnám (místům), se provede vhodné vylehčení. Tloušťka bočních stěn, nebo žeber se zaoblenou přechodovou hranou nemá překročit 0,8 násobek tloušťky hlavní stěny.



Obr. 2. Konstrukce výstřiku: a – špatné, b – správné řešení [4]

1.6.1 Zaoblení hran, rohů a koutů

Zaoblením hran, rohů a koutů se usnadní tok taveniny, zabrání se koncentraci napětí v těchto místech a sníží se i opotřebení formy, protože přechody s ostrými hranami vyžadují vyšší vstřikovací tlaky. Rázová houževnatost součástí se tím zvýší až o 50%. [1]

1.6.2 Úkosy a podkosy

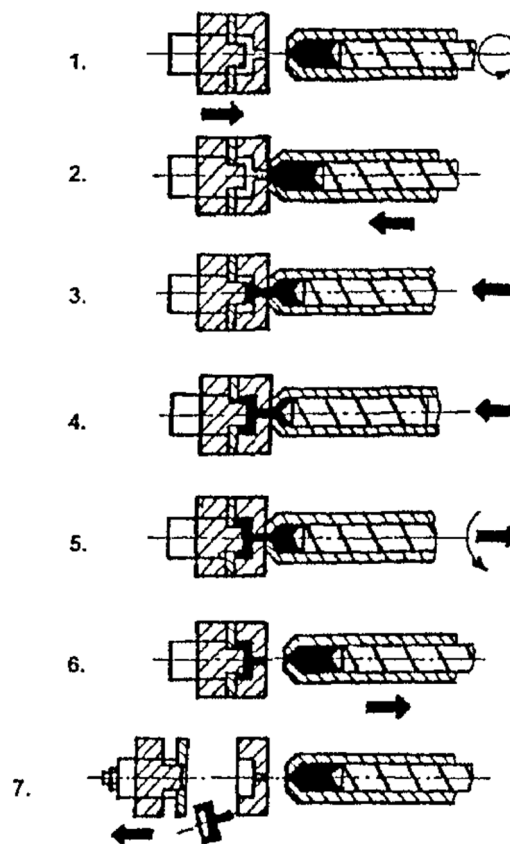
Úkosy a podkosy jsou sklony stěn výstřiku kolmo k dělicí rovině, kterými se umožňuje nebo u podkosů zabraňuje vyjímání výstřiku z dutiny formy. Jejich velikost se řídí požadovanou funkcí. Svým uspořádáním jsou buď vnější, nebo vnitřní. Volbu jejich velikosti ovlivňuje především smrštění, elasticita plastu, povrch stěn formy a automatizace výroby. S ohledem na tyto faktory pak se volí jejich velikost. U vnitřních stěn větší a u vnějších menší úkos. Podkosy s výjimkou technologických, komplikují konstrukci i funkci formy a proto je snaha se jim vyhnout. [1]

1.6.3 Žebra

Žebra se dělí podle účinku, který plní na součásti, případně v dutině formy. Technická žebra zabezpečují pevnost a tuhost součástí. Technologická zase umožňují optimální plnění dutiny formy, nebo brání zborcení stěn, případně odstraňují případný vznik povrchových vad. Někdy se volí žebra i tak, aby zlepšily vzhled výrobku. [1]

1.7 Popis procesu vstřikování

Granulovaný materiál je vsypán do násypky vytlačovacího stoje, kde je pomocí šneku nebo pístu dopravován a zároveň roztavován účinkem tření a topení na taveninu. Tato tavenina je potom vstřikována do dutiny formy v takovém množství, aby byla dutina dokonale zaplněna. Potom následuje smrštění a ochlazování výrobku na vyhazovací teplotu. Jakmile má tedy výrobek vhodnou teplotu, forma se otevře a výrobek je pomocí vyhazovacího systému odstraněn z formy. Celý proces se opakuje. [1]



Obr. 3. Vstřikovací cyklus [5]

2 VSTŘIKOVACÍ FORMY

2.1 Popis

Formy pro zpracování musí odolávat vysokým tlakům, musí poskytovat výrobky o přesných rozměrech, musí umožnit snadné vyjmutí výrobku a musí pracovat automaticky po celou dobu své životnosti. Jejich konstrukce a výroba je náročná na odborné znalosti, ale i na finanční náklady. Volba materiálu formy závisí na druhu zpracovávaného plastu, na použité technologii, na velikosti výrobku a jeho složitosti, na velikosti série, na tepelné odolnosti a odolnosti proti opotřebení a korozi, na ceně, apod. Důležitým faktorem životnosti formy je provedené tepelné zpracování na tvarových částech nástroje. Dalším důležitým úkolem při konstrukci forem je stanovení rozměrů a výrobních tolerancí tvarových částí. Pro určení a výpočet těchto rozměrů jsou rozhodující smrštění, tolerance jednotlivých rozměrů výlisku a opotřebení činných částí nástroje. Nejdůležitější je však smrštění zpracovávaného. [3]

2.1.1 Rozdělení forem

- podle násobnosti na jednonásobné a vícenásobné,
- podle způsobu zaformování a konstrukčního řešení na dvoudeskové, třideskové, etážové, čelist'ové, vytáčecí, apod.,
- podle konstrukce vstřikovacího stroje na formy se vstřikem kolmo na dělicí rovinu a na formy se vstřikem do dělicí roviny. [3]

2.1.2 Části forem

Vstřikovací forma se skládá z dílů, vymežujících tvarovou dutinu formy, z chladičího (temperačního) systému, z vtokového systému, z vyhazovacího systému a z upínacích a vodících elementů. Jednotlivé části vstřikovacích forem lze rozdělit do dvou skupin na části konstrukční a na části funkční. Konstrukční části zabezpečují správnou činnost nástroje a funkční části se stýkají s tvářeným materiálem a udělují mu požadovaný tvar. [3]

2.2 Zásady při konstrukci

Vstřikovací formy jsou často komplikovaná technická zařízení, která musí odolávat vysokým tlakům, musí poskytovat výstřiky o přesných rozměrech, musí umožnit snadné

vyjmutí výstřiku a přitom musí většinou pracovat automaticky. Jejich konstrukce a výroba je proto náročná na odborné znalosti i finanční náklady. [6]

U formy se vyžaduje:

- vysoká přesnost a požadovaná jakost funkčních ploch zhotovené dutiny formy a ostatních funkčních dílů,
- maximální tuhost a pevnost jednotlivých částí formy i celků, pro zachycení potřebných tlaků,
- správná funkce formy, vhodný vtokový systém, vyhazování, odvzdušnění, temperování apod.,
- optimální životnost zaručená konstrukcí, materiálem i výrobou. [1]

2.2.1 Postup při konstrukci formy

Výkres vyráběné součásti spolu s konstrukčním návrhem a dalšími doplňujícími údaji, jsou podkladem pro konstruktéra forem. Celá koncepce konstrukce vstřikovací formy musí směřovat k možné a snadné výrobní technologii dle stanovených požadavků. [1]

Vlastní konstrukce pak má následující postup:

- Posouzení výkresu součásti z hlediska tvaru, rozměrů a tvářecích podmínek.
- Určení dělicí roviny a způsobu zaformování s ohledem na funkci a vzhled. Je zde nutné respektovat také směr a velikost potřebných úkosů. Zaformování musí odpovídat vhodnému umístění vtoků a vyhazování z dutiny formy.
- Dimenzování tvarových dutin a navržení jejich topologie. Volba vhodného vtokového systému, velikost jeho průřezu, tvaru a délky hlavního a rozváděcího kanálu i ústí vtoků.
- Stanovení koncepce vyhazovacího a temperačního systému i odvzdušnění dutin formy.
- Navržení vhodného rámu formy s ohledem na typizaci, počet i rozmístění dutin, systém vyhazování i temperaci formy.
- Výběr vhodného středění a upínání formy na stroj s ohledem na využití dostupných prostředků
- kontrola funkčních parametrů formy, hmotnosti výstřiku, jeho průmětné plochy, vstřikovacího tlaku, uzavíracího tlaku a dalších faktorů s ohledem na doporučený stroj. [1]

2.2.2 Dimenzování tvarové dutiny

Tvar a rozměry funkčních dílů, které jsou převážně umístěny v různých částech formy, tvoří po jejím uzavření tvarovou dutinu. Jejich dimenzování je důležitou etapou konstrukčního řešení. Chybně dimenzované rozměry se projeví v nedodržení rozměru výstřiku. V případě, že se nejedná o rozměr s předepsanou tolerancí, lze tuto chybu někdy napravit úpravou technologických parametrů, někdy však jen nákladnou korekcí rozměru formy. [1]

Povrch i rozměry výstřiku jsou tedy dány přesností tvarové dutiny a kvalitou její plochy, která je obvykle složena z tvárnice, tvárníku, jader a tvarových vložek. Přesnost dutin se pohybuje v rozmezí IT 8 až IT 10 a ovlivňují ji tři činitele:

- smrštění polymeru (zejména provozní),
- výrobní tolerance,
- opotřebení dutiny formy.

Nejčastější příčinou chybného dimenzování rozměrů je především nepřesný odhad smrštění daného rozměru v průběhu tváření polymeru. Správný odhad velikosti provozního smrštění pro konkrétní rozměry dílů, je někdy obtížné určit. Konstruktor je většinou odkázán na vlastní zkušenosti. V posledních letech se v této oblasti využívá CAE (z angl. computer aided engineering) aplikací, které pracují na modelu konečně prvkového systému. Na základě této konečně prvkové analýzy a vstupních procesních informací dokáží aproximovat možné výsledné smrštění výstřiku. [1]

Velikost smrštění ovlivňuje:

- tvar výstřiku (rozměry a tloušťka stěn, ...),
- konstrukce formy (vtokový systém, poloha a velikost ústí vtoku, teplota formy),
- technologie vstřikování (tlak, teplota taveniny, ...). [1]

2.2.3 Zaformování výstřiku

Dělicí rovina bývá zpravidla rovina rovnoběžná s upínací plochou formy. Může ovšem být i šikmá, nebo různě tvarovaná, případně vytvářet u výstřiku s bočními otvory hlavní a vedlejší dělicí roviny. Taková koncepce způsobuje obtížnější a dražší výrobu formy a zvyšuje počet nevázaných rozměrů. Je snaha se takovým tvarům vyhnout. Nepřesnost v dělicí rovině může způsobit nedovření formy během plnění. To má za následek vznik

otřepu nebo zvětšení rozměru výstřiku ve směru uzavírání formy. Proto je třeba, aby dělicí rovina:

- umožnila snadné vyjímání výstřiku z dutiny formy,
- byla pravidelná, jednoduchého geometrického tvaru, snadno vyrobitelná a dobře slícovatelná,
- probíhala v hranách výrobku,
- byla umístěna tak, aby splňovala požadavek výroby přesných rozměrů, technologických úkosů a sousost výstřiku, pokud je dutina v obou polovinách formy,
- stopa po dělicí rovině nesmí být příčinou funkčních nebo vzhledových závad,
- u více dělicích rovin je nutno volit koncepci s ohledem na jejich nejmenší počet.

Pozitivní úlohu hraje dělicí rovina při odvzdušnění dutiny formy. [1]

2.3 Vtokové systémy

Vtokový systém formy zajišťuje při vstřiku vedení proudu roztaveného plastu od vstřikovacího stroje do tvářecí dutiny formy. Naplnění dutiny termicky homogenní taveninou by mělo proběhnout v nejkratším možném čase a s minimálními odpory. Uspořádání vtokového systému je dáno především konstrukcí formy a její násobností. U vícenásobných forem má tavenina dorazit ke všem ústím vtoku za stejného tlaku současně (vyvážené vtoky). [1]

Vtokové systémy dělíme na:

- studený vtokový systém (SVS),
- vyhřívané vtokové soustavy (VVS). [1]

2.3.1 Studený vtokový systém (SVS)

Při volbě vtokového systému se vychází z toho, že se tavenina vstřikuje velkou rychlostí do relativně studené formy. Během průtoku studeným vtokovým systémem viskozita taveniny na vnějším povrchu prudce roste, nejnižší je uprostřed. Funkční řešení vtokového systému musí zabezpečovat:

- co nejkratší dráhu toku taveniny od trysky stroje do dutiny bez tlakových a časových ztrát,

- u vícenásobných forem musí být dráha toku taveniny ke všem dutinám stejná, aby se zabezpečila homogenita vlastností všech výrobků v sérii,
- průřez kanálů musí být dostatečně velký na to, aby umožnil působení dotlaku. Přitom je však potřeba přihlížet i k spotřebě plastu (zbytek po vtokové soustavě),
- kanál má mít minimální povrch při maximálním průřezu, čemuž odpovídá kruhový průřez. Z výrobních důvodů však volíme kanál lichoběžníkový,
- u násobných forem je potřeba kanál stupňovat, aby zůstala rychlost proudění plastu konstantní.

Při konstrukci kanálů je vhodné všechny hrany zaoblovat, úkosovat a leštit pro jednoduché odstranění vtokového zbytku. Také u záhybů se doporučuje kanály prodlužovat (jímka), aby bylo zachyceno chladnější čelo taveniny, které by mohlo způsobit anizotropii materiálu ve výstřiku. [1]

2.3.2 Ústí vtoku do dutiny formy

Vtokové ústí se vytváří zúžením rozváděcího kanálu. Nezúžený vtok se používá jen ve výjimečných případech, jakým je například potlačení propadlin při velkoobjemových výstřicích. Tímto zúžením se zvýší klesající teplota taveniny těsně před jejím vstupem do tvarové dutiny formy. Omezí se tím strhávání ochlazených vrstev plastu z obvodu vtoku a tím i tvorba defektů.

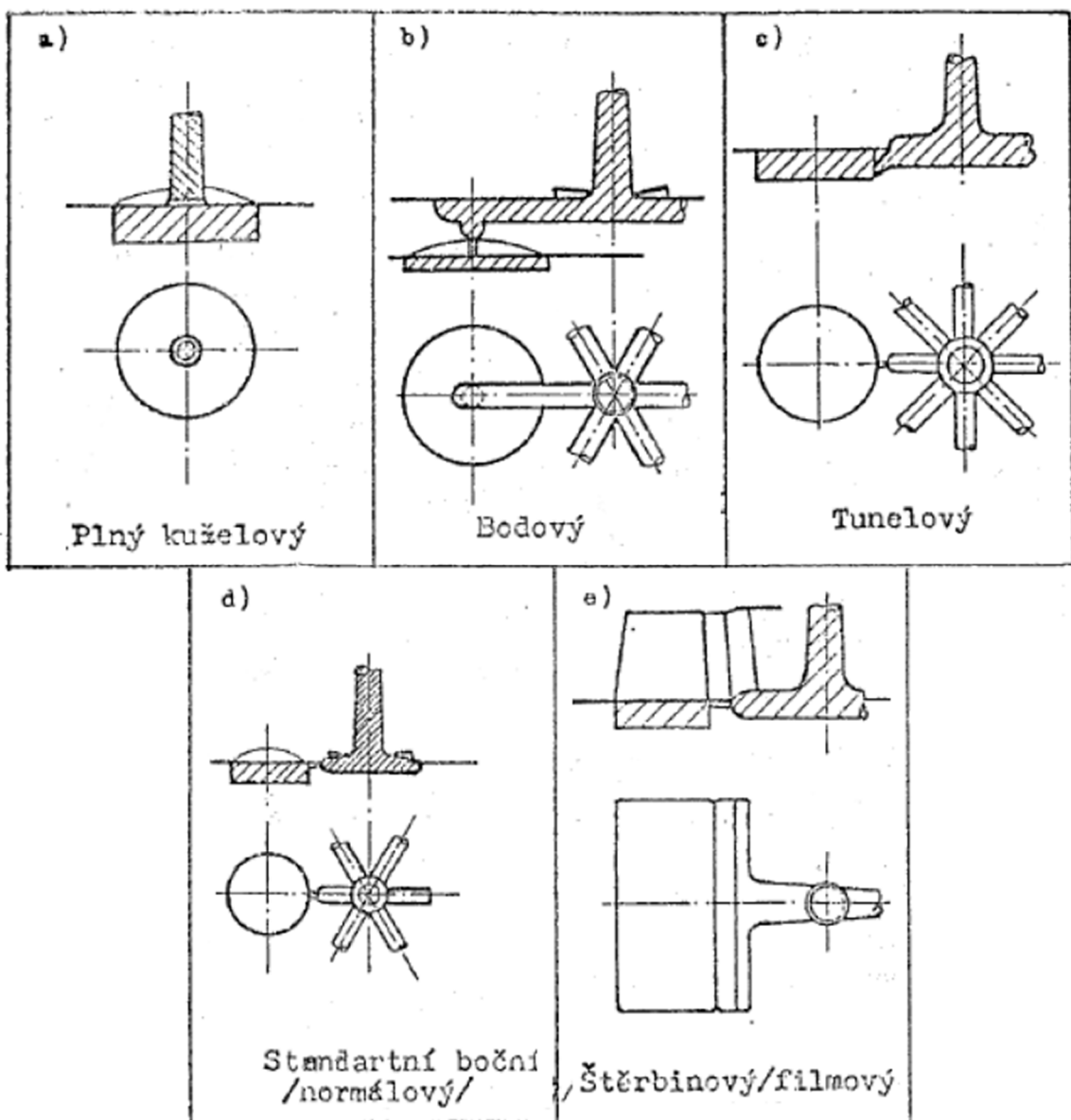
Vtokové ústí se volí co nejmenšího průřezu v závislosti na charakteru výstřiku, materiálu a použité technologii. Velikost zúženého průřezu však musí spolehlivě naplnit dutinu formy a taktéž musí umožnit působení dotlaku. Délka se volí zpravidla co nejmenší, s ohledem na pevnost použitého materiálu.

Tvar ústí vtoku bývá štěrbinový pro ploché výstřiky, kruhový pro rotační výstřiky. Šířka je zpravidla menší jako šířka rozvodného kanálu. Velikost průřezu se určí podle objemu výstřiku. Při konstrukci se doporučuje volit vtokové ústí menší, s možností úpravy při zkušebním provozu.

Typy vtokových ústí:

- plný kuželový: bez zúžení, vhodný pro výstřiky s tlustými stěnami, jednonásobné formy se symetrickou dutinou. Účinný z hlediska dotlaku,

- bodový: zúžené ústí kruhového průřezu. Při odformování dochází k odtrhnutí vtokového zbytku od výstřiku (třideskový systém formy),
- tunelový: zvláštní případ bodového vtoku. Nevyžaduje vícedeskový systém formy,
- boční: obvykle obdélníkový průřez. Nejpoužívanější vtokové ústí. Při automatické výrobě vyžaduje ořezávací zařízení na oddělení vtokového zbytku,
- filmový (štěrbinový): plnění kruhových dutin. Dodržuje rovinnost a přesnost výstřiku, odstraňuje studené spoje, zmenšuje rychlost plnění dutiny. Vzhledem k obtížnému odstraňování zbytku volíme průřez co nejmenší.



Obr. 4. Typy vtokových ústí [1]

Rozhodující vliv na vzhled a kvalitu výrobku má i umístění vtokového ústí. Dutina je pokud možno plněna jen jediným vtokem, aby se předešlo vzniku tzv. studených spojů. Jsou to místa, kde se při plnění dutiny více vtoky spojuje částečně ochlazený materiál. Takový spoj má výrazně nižší mechanickou pevnost. Umísťování vtokového ústí se řídí následujícími zásadami:

- čelo taveniny by mělo být přímkové (filmové vtoky, tunelové),
- u obdélníkových výstřiků se ústí vtoku umísťuje do kratší strany z důvodu orientace makromolekul, popřípadě plniv,
- tavenina má téct z místa s největším průřezem do místa s nejmenším průřezem, kvůli možnosti dotlaku,
- ústí se umísťuje do geometrického středu dutiny, aby tavenina zatekla do všech míst rovnoměrně,
- tavenina má proudit ve směru výztužných žeber,
- je vhodné se vyhýbat místům s velkým mechanickým namáháním nebo opticky činným plochám,
- je zapotřebí brát ohled na možnost úniku vzduchu z dutiny,
- u výstřiků s otvory se umísťuje ústí vtoku do těchto otvorů,
- zamezuje se volnému (turbulentnímu) plnění dutiny. Krátce po vstupu do dutiny by měla tavenina narazit na překážku. [1]

2.3.3 Vyhřívané vtokové soustavy (VVS)

Vyhřívané (horké) vtokové soustavy (VVS) se začaly používat z technologických i ekonomických důvodů. Dnešním VVS předcházela řada jednodušších systémů (zesílené vtoky, izolované vtokové soustavy apod.). Dnešní VVS jsou velmi sofistikovanou kapitolou konstrukce vstřikovacích forem, kterou se zabývají specializovaní výrobci. [4]

Technologie vstřikování s použitím VVS spočívá v tom, že tavenina po naplnění formy zůstává v celé oblasti vtoku až do ústí formy v plastickém stavu. To umožňuje použít jen bodové vyústění malého průřezu, které je vhodné pro širokou oblast vyráběných výstřiků. I přes malý průřez vtoku je možné částečně pracovat s dotlakem. U všech způsobů bezvtokového vstřikování je vhodné v místě jeho vyústění provést na výstřiku zahloubení, aby případný nepatrný vtokový zbytek nevystupoval přes jeho úroveň. Součástí systému je regulace teploty VVS i formy. Celá soustava umožňuje snadnou montáž, demontáž, vyčištění a znovu nasazení do provozu. [1]

Ekonomickou výhodnost forem pro bezodpadové vstřikování je třeba posuzovat z hlediska celého výrobního procesu. Nepřetržitý provoz, dokonalé zpracovatelské vybavení i vhodné zpracovatelské vlastnosti plastů jsou určujícími faktory. [1]

Výhody VVS:

- umožňují automatizaci výroby (zkrácení výrobního cyklu),
- snižují spotřebu plastu (tzv. bezvtokové vstřikování),
- snížení nákladů na dokončovací práce s odstraňováním vtokových zbytků, odpadá problematika recyklace vtokových zbytků,
- celý VVS má snadnou montáž, demontáž, údržbu,
- VVS má vlastní regulaci teploty všech svých částí. [1], [4]

Nevýhody VVS:

- konstrukční provedení vstřikovacích forem s VVS je náročnější,
- je potřeba zajistit regulátory a snímače teploty VVS,
- VVS jsou energeticky a ekonomicky náročnější jak SVS. [1], [4]

2.3.4 Izolované vtokové soustavy

Pracují na principu vlastní termoplastické izolace v okrajových vrstvách vtokových kanálů, nebo předkomůrky. U tohoto systému tryska nemá vlastní vytápění. Její teplotu udržuje buď větší vrstva taveniny, nebo je ohřívána nepřímo. Jsou nejjednodušší a v dnešní době velmi málo používané. Použití pro krátké vstřikovací cykly cca 10s.

2.3.5 Vyhřívané trysky

Jejich konstrukce umožňuje propojení vstřikovacího stroje s dutinou formy, při dokonalé teplotní stabilizaci. Tryská, má vlastní článek i s regulací, nebo je ohřívána jiným zdrojem vtokové soustavy. Výrazně umožňuje zlepšit technologické podmínky vstřikování. Takové vyhřívané vtokové soustavy (VVS) si obvykle uživatel sám nevyrobí, ale nakupuje u specializovaných firem. Ti je vyrábí v širokém konstrukčním sortimentu. [1]



Obr. 5. Vyhřívaná tryska
HASCO Z103G [7]

2.3.6 Vyhřívané rozvodné bloky

Vstřikovací formy s rozvodným blokem se používají v kombinaci s vyhříványi nebo izolovanými tryskami s předkomůrkami. Slouží k rozvodu taveniny do tvarových dutin vícenásobných forem. Jeho dobrá funkce je podmíněna rovnoměrným vytápěním. V opačném případě ovlivní tokové chování taveniny a její tlakové rozložení v jednotlivých tvarových dutinách. Rozváděcí blok je ocelový, uložen mezi upínací a tvarovou desku v pevné části formy. Jeho tvar je konstrukčně přizpůsoben potřebné poloze rozváděcích kanálů směrem k vyústění i k uložení trysek. Vyrábí se ve tvaru I, H, X, Y apod. Musí být tepelně izolován od ostatních částí formy, obvykle vzduchovou mezerou. [1]

Vytápěný rozvodný blok musí být koncipován tak, aby se dosáhlo:

- rychlého ohřevu,
- dostatečné teploty a teplotního pole pro optimální tok taveniny v rozvodném bloku i trysce,
- eliminace tepelných ztrát (vodivostí, prostupem, vyzařováním). [4]



Obr. 6. Rozvodné bloky typu I, X, H [8]

2.4 Vyhazování

Vyhazování výstřiků z formy je činnost, kdy se z dutiny nebo tvárníku otevřené formy vysune nebo vytlačí zhotovený výstřík. K tomu slouží vyhazovací zařízení, které doplňuje formu a svojí funkcí má zajišťovat automatický výrobní cyklus. [1]

Má dvě fáze:

- dopředný pohyb (vlastní vyhazování),
- zpětný pohyb (návrat vyhazovacího zařízení do zpětné polohy).

Základní podmínkou dobrého vyhazování výstřiku je hladký povrch a úkosovitost jejich stěn ve směru vyhazování. Úkosy nemají být menší jako $0,5^\circ$. Vyhazovací systém musí výstřík vysouvat rovnoměrně, aby nedošlo k jeho přičení, a tím ke vzniku trvalých deformací, nebo k jinému poškození. Umístění vyhazovačů, jejich tvar a rozložení může být rozmanité. Může se jich využít k vytváření funkční dutiny nebo jako část tvárníku. U hlubokých tvarů je třeba počítat s jejich odvzdušněním. [1]

2.4.1 Vyhazování pomocí vyhazovacích kolíků

Je nejčastějším a nejlevnějším způsobem vyhazování výstřiků. Uvedený systém lze použít všude tam, kde je možné umístit vyhazovače proti ploše výstřiku ve směru vyhození. Je to systém výrobně jednoduchý a funkčně zaručený. Správná volba vyhazovacího kolíku i jeho umístění, umožní snadné vyhození výstřiku bez poškození. Kolík se má opírat o žebro nebo stěnu výstřiku a nesmí ho při vyhazování bortit. Jinak by mohla nastat jeho trvalá deformace. Po styčných plochách vyhazovacích kolíků zůstávají na výstřiku stopy.

Proto není vhodné jej umístit na vzhledových plochách. Pokud je vyhazování vybaveno větším množstvím vyhazovacích kolíků, obtížněji se u formy zhotovují temperační kanály. Vyhazovací kolíky jsou základním prvkem mechanického vyhazování. Mají být dostatečně tuhé a snadno vyrobitelné. Jsou obvykle válcové. Mohou mít však jakýkoliv jiný tvar. Ve formě jsou uloženy v tolerancích H7/g6, H7/h6, H7/j6 podle požadované funkce tekutosti plastu. Vůle v uložení působí i jako odvzdušnění. Tvar i způsob ukotvení má nejrůznější podobu. [1]

2.4.2 Vyhazování stírací deskou

Představuje stahování výstřiku z tvárníku po celém jeho obvodu. Vzhledem k velké styčné ploše, nezanechává na výstřiku stopy po vyhazování. Jeho deformace jsou pak mi-

nimální a stírací síla velká. Používá se především u tenkostěnných výrobků. Kde je nebezpečná jejich deformace, nebo u rozměrných, které vyžadují velkou vyhazovací sílu. Stírání je vhodné jen tehdy, dosedá-li výstřik na stírací desku v rovině, nebo plocha výstřiku je mírně zakřivená. Tento způsob se používá i pro vícenásobné formy, někdy se doplňuje systémem oddělování výstřiku od stírací desky (např. odpruženým vyhazovačem). To proto, že zde často dochází k „lepení“ výstřiku svým povrchovým napětím a elektrostatickou silou k povrchu stírací desky. Lze použít i ofukování stlačeným vzduchem. [1]

Pohyb stírací desky může být podle účelu a koncepce formy vyvozen:

- tlakem vyhazovacího systému,
- tahem ve speciálních případech (obvykle při rozevírání formy jako pevnou deskou). [1]

Stírací deska je ovládána tlakem vyhazovacího trnu. Působí přes vyhazovací desku spojenou táhly se stírací deskou. Síla může být vyvozena pružinami, hydraulickým nebo pneumatickým zařízením. Pro zvýšení životnosti je stírací deska obvykle vyložena tepelně zpracovanou tvarovou vložkou, upevněnou v desce. [1]

2.4.3 Vyhazování pomocí trubkových vyhazovačů

Funkce trubkového vyhazovače je speciálním případem stírání tlakem. Vyhazovač s otvorem má funkci stírací desky a pracuje jako vyhazovací kolík. Zatím co vlastní vyhazovací kolík je upevněn v pevné desce, nepohybuje se a tvoří jádro. [1]

2.4.4 Pneumatické vyhazování

Při pneumatickém vyhazování se mezi výstřik a líc formy zavádí stlačený vzduch. Tím se umožní rovnoměrné oddělení výstřiku, vyloučí se místní přetížení a odstraní stopy po vyhazovačích výstřiku. Nevýhodou je omezené použití pneumatického vyhazování jen na některé tvary výstřiků. [4]

Je vhodným systémem pro vyhazování slabostěnných výstřiků větších rozměrů ve tvaru nádob, které vyžadují při vyhazování zavzdušnit, aby se nedeformovaly. Způsob není tak častý, ale pro výstřiky uvedeného tvaru (např. kbelík) velmi výhodný. [1]

2.4.5 Hydraulické vyhazování

Bývá součástí vstřikovacího stroje a používá se především k ovládní mechanických vyhazovačů, které nahrazuje pružnějším pohybem a větší flexibilitou. S přímo zabu-

dovanými hydraulickými jednotkami ve formě, které pracují jako vyhazovače, se setkáváme již méně. Více se používají k ovládní bočních posuvných čelistí. Používané hydraulické vyhazovače se vyrábějí většinou jako uzavřená hydraulická jednotka, která se zabuduje přímo do připraveného místa ve formě. S její pomocí se přímo ovládají vyhazovací kolíky stírací desky apod. Hydraulické vyhazování se vyznačuje velkou vyhazovací silou, kratším a pomalejším zdvihem. [1]

2.5 Temperace forem

Temperace slouží k udržování konstantního teplotního pole formy. Cílem je dosáhnout optimálně krátkého pracovního cyklu vstřikování při zachování všech technologických požadavků na výrobu. Děje se tak ochlazováním případně vyhříváním celé formy nebo jen její částí.

V průběhu vstřikování se do formy přivádí polymer ve formě taveniny, který se v její dutině ochlazuje na teplotu vhodnou pro vyjmutí výstřiku. Temperace tedy ovlivňuje plnění tvarové dutiny a zajišťuje optimální tuhnutí a chladnutí polymeru. Před zahájením výroby se musí forma vyhřát na pracovní teplotu. Při každém vstřiku se forma dále ohřívá. Každý další výstřik je třeba vyrobít zase při stanovené teplotě, proto je nutné toto přebytečné teplo během pracovního cyklu odvést temperační soustavou formy. Některé plasty se zpracovávají při vyšších teplotách formy (PC – 100 až 120°C). V takovém případě jsou tepelné ztráty formy vyšší a musí se naopak ohřívát. [1]

Úkolem temperace je:

- zajistit rovnoměrnou teplotu formy na optimální výši po celém povrchu její dutiny (podle druhu zpracovávaného plastu),
- odvést teplo z dutiny formy naplněné taveninou tak, aby celý pracovní cyklus měl ekonomickou délku. [1]

Pokud má forma dostatečnou hmotnost a dobře řešený temperační systém, zvýší se její tepelná a tím i rozměrová stabilita a sníží nebezpečí deformace, při vysokých vstřikovacích tlacích. [1]

2.5.1 Odvzdušnění dutiny formy

Před vstříknutím je dutina formy naplněna vzduchem. Je důležité zabezpečit odvod tohoto vzduchu při plnění formy taveninou. Žádaná účinnost odvzdušnění je úměrná rychlosti plnění dutiny.

Odvzdušnění formy se odráží na výsledné kvalitě výstřiku. Důležitost odvzdušnění formy se obvykle ukáže až při zkouškách hotové formy, kdy jeho nekvalitní provedení může být důsledkem nekvalitního vzhledu anebo nedostatečných mechanických vlastností výrobku.

Nejčastějším problémem při rychlém plnění je tzv. Dieselův efekt. V důsledku zvýšené teploty stlačeného vzduchu vznikne spálené místo na výrobku. To je obvykle z pevnostních a vzhledových důvodů nepřijatelné.

Vlivem stlačeného vzduchu obzvláště při nižších teplotách taveniny může dojít k nedostatečnému zatečení taveniny do dutiny formy, což v konečném důsledku představuje nedokončení výstřiku. Tento vzduch, který nemá možnost být z formy vytlačený, může vniknout do taveniny. Tento jev způsobuje nežádoucí vznik vzduchových bublin ve výrobku.

Volba míst pro odvzdušnění je mnohdy velmi náročná. V praxi se realizuje při zkušebním provozu na základě nedostatků na výstřiku (spálená místa, bubliny, nedotečená místa).

Odvzdušnění se provádí:

- středním trnem,
- odvzdušňovacími vložkami z porézních materiálů,
- dělenými kruhovými vložkami,
- drážkami frézovanými pro tento účel.

Velikost odvzdušňovacích kanálů se navrhuje s přihlédnutím na viskozitu použitého materiálu, objem a tvar výrobku, použitý vstříkovací tlak i umístění vtoků do dutiny formy. Také je důležité mít na paměti pravidelné čištění těchto kanálů, které se vlivem zplodin lehce znečišťují, čímž se snižuje efektivita odvzdušnění formy, tedy i kvalita výrobků. [1]

2.6 Materiály forem

Formy jsou nákladné nástroje sestavené z funkčních a pomocných dílu. Při výrobě výstřiku se od nich vyžaduje dosažení požadované kvality, životnosti a nízkých pořizovacích nákladů. Významný činitel pro splnění těchto podmínek je materiál forem, který je ovlivněn provozními podmínkami výroby, určené:

- druhem vstřikovaného plastu,
- přesností výstřiku,
- podmínkami vstřikování,
- vstřikovacím strojem.

Pro výrobu forem se tedy používají takové materiály, které splňují provozní požadavky v optimální míře. Používají se materiály, které mají široký rozsah užitečných vlastností a tedy:

- oceli vhodných jakostí (11 600, 11 500, 19 015 atd.),
- neželezné slitiny kovů (Cu, Al atd.),
- ostatní materiály (izolační, tepelně nevodivé atd.).

Oceli jsou nejvýznačnějším druhem používaných materiálů na výrobu forem. Svou pevností a dalšími mechanickými vlastnostmi se dají jen obtížně nahradit. Účelné konstrukce, vhodné vložkování, celková dimenze jednotlivých dílu, tepelné zpracování i způsob zacházení s formou, to všechno má vliv na kvalitu forem. [1]

3 VSTŘIKOVACÍ STROJ

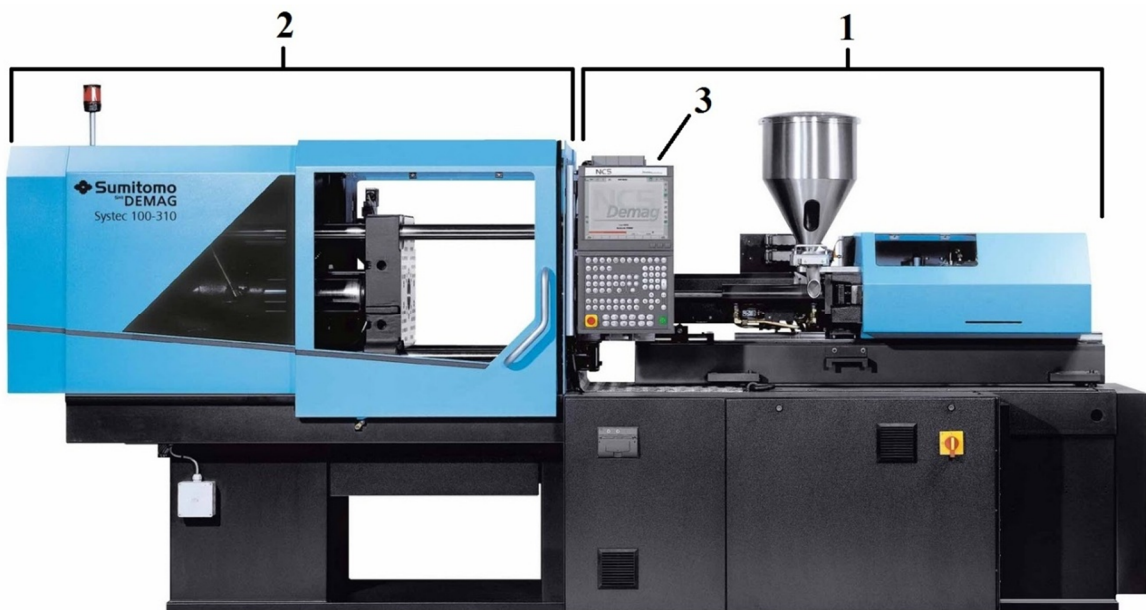
Vstřikovací stroj (Obr. 13) je jeden z hlavních činitelů výroby. Vyžaduje se od něho, aby kvalitou svých parametrů a dokonalým řízením, byla zajištěna výroba jakostních výstřiků. V dnešní době existuje velký počet různých konstrukcí strojů, které se od sebe liší rychlostí výroby, snadnou obsluhou i cenou.

Konstrukce stroje je charakterizována podle:

- vstřikovací jednotky,
- uzavírací jednotky,
- ovládání a řízení stroje

Konstrukce stroje pro přesné výstřiky vyžaduje tyto vlastnosti:

- tuhost a pevnost při tuhost,
- konstantní tlak, rychlost, teplotu, ostatní parametry a časování,
- přesnou reprodukovatelnost technologických parametrů. [1]



Obr. 7. Schéma vstřikovacího stroje: 1 – vstřikovací jednotka, 2 – uzavírací jednotka, 3 – řídicí jednotka [9]

3.1 Vstřikovací jednotka

Připraví a dopraví požadované množství roztaveného plastu s předepsanými technologickými parametry do formy. Množství dopravované taveniny musí být menší, než je

kapacita vstřikovací jednotky při jednom zdvihu. Při malém vstřikovacím množství zase setrvává plast ve vstřikovací jednotce delší dobu a tím může nastat jeho degradace. Maximální vstřikované množství nemá překročit 90 % kapacity jednotky, protože je ještě nutná rezerva pro případné doplnění úbytku hmoty při chlazení (smrštění). Optimální množství je 80 %. Vstřikovací jednotka pracuje tak, že do tavného válce je dopravován zpracováváný plast z násypky pohybem šneku. Plast je posouván šnekem s možnou změnou otáček přes vstupní, přechodové a výstupní pásmo. Postupně se plastikuje, homogenizuje a hromadí před šnekem. Současně šnek je odtlačován do zadní polohy.

Topení tavné komory je nejčastěji rozděleno do tří pásem (vstupní, střední a pásmo u trysky). Tryska má zvláštní samostatné topení. Tavná komora je zakončena vyhřívanou tryskou, která spojuje vstřikovací jednotku s formou (Obr. 10). Kulové zakončení trysky zajišťuje přesné dosednutí do sedla vtokové vložky formy. Jejich sousost, menší průměr otvoru a menší poloměr trysky než je u sedla vtokové vložky, jsou podmínkou správné funkce.

3.2 Uzavírací jednotka

Ovládá formu a zajišťuje její dokonalé uzavření, otevření i případné vyprázdnění. Velikost uzavíracího tlaku je stavitelná a je přímo závislá na velikosti vstřikovacího tlaku a ploše dutiny a vtoků v dělicí rovině. Na těsnost formy má současně vliv tuhost celého uzavíracího systému. Hlavní části uzavírací jednotky jsou:

- opěrná deska pevná,
- upínací deska,
- vodící sloupky,
- uzavírací mechanismus.

Uzavírací mechanismus je ukazatelem kvality uzavírací jednotky a má mnoho různých provedení.

- Hydraulické uzavírací jednotky umožňují pootevření nástroje hydraulickým tlakem a vyžadují zajištěním závorou. Výhodou je nastavení libovolné hloubky otevření nástroje.
- Hydraulicko – mechanické se nejčastěji používají u strojů malých gramáží. Zaručují vyšší rychlost uzavírání s potřebnými zpomalení před uzavřením

formy a dostatečnou tuhostí je konstruována jako kloubový mechanismus ovládaný hydraulickým válcem.

Formu proti pootevření při vstřikování zajistí hydraulický válec velkého průřezu, který je pevně spojen s upínací deskou. [1]

3.3 Řídící jednotka

Stupeň řízení a snadná obsluha stroje je charakteristickým znakem jeho kvality. Stálá reprodukovatelnost technologických parametrů je význačným a nutným faktorem. Pokud tyto parametry nepřiměřeně kolísají, projeví se tato nerovnoměrnost na přesnosti a kvalitě výroby výstřiku. Řízení stroje se musí zajistit vhodnými řídicími a regulačními prvky.

V současnosti se vstřikovací stroje neobejdou bez výkonné procesorové techniky. Místo textové formy nastavování technologických parametrů se využívá nejrůznější grafické formy řízení pracovního cyklu na displeji se selektivním přístupem k jednotlivým parametrům stroje. Pracovní cyklus sestavený do potřebných programových sekvencí je pak snadno kontrolovatelný a případně i upravitelný.

Parametry určující přesnost a toleranci výstřiku jsou závislé na nastavení výše i doby vstřikovacího tlaku, dotlaku, rychlosti vstřiku a chlazení.

Parametry určující fyzikální a mechanické vlastnosti výstřiků jsou závislé na nastavení doby a výšky teploty taveniny. [1]

3.4 Volba optimálního vstřikovacího stroje

Vstřikovací stroj je významnou složkou pro dosažení kvalitních výrobků. Jeho volbu ovlivňují:

- Hmotnost a rozměry vyráběného dílu,
- požadovaná přesnost a kvalita výstřiků,
- velikost formy.

Proto navržený stroj musí mít:

- dostatečnou vstřikovací kapacitu,
- dostatečný uzavírací tlak, vhodné konstrukční řešení.

Velikost a koncepce formy je dána charakterem i násobností vstřikovací formy a rozměry vyráběného dílu. To vyžaduje u stroje:

- dostatečnou světlost mezi sloupky stroje, pro vhodné upínání a možnou manipulaci formy na stroji,
- dostatečné rozměry upínacích ploch pevné a pohyblivé desky stroje a rozmístění upínacích otvorů pro šrouby. Důležitým faktorem je také velikost středních otvorů a dosedací plocha i odskok trysky u vstřikovací jednotky,
- minimální uzavření a maximální otevření (zdvih) má být dostatečné. Minimálním uzavřením je určena stavební výška formy a velikost zdvihu má být alespoň dvojnásobkem výšky výstřiku (pro snadné vyhození).

Splněním všech kritérií u stroje je možné zajistit požadovanou výrobu. Pokud tyto podmínky nejsou splněny, je třeba navrhnout jiný stroj, případně poupravit formu podle daného stroje. [1]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 STANOVENÍ CÍLU BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

V bakalářské práci byly stanoveny tyto cíle:

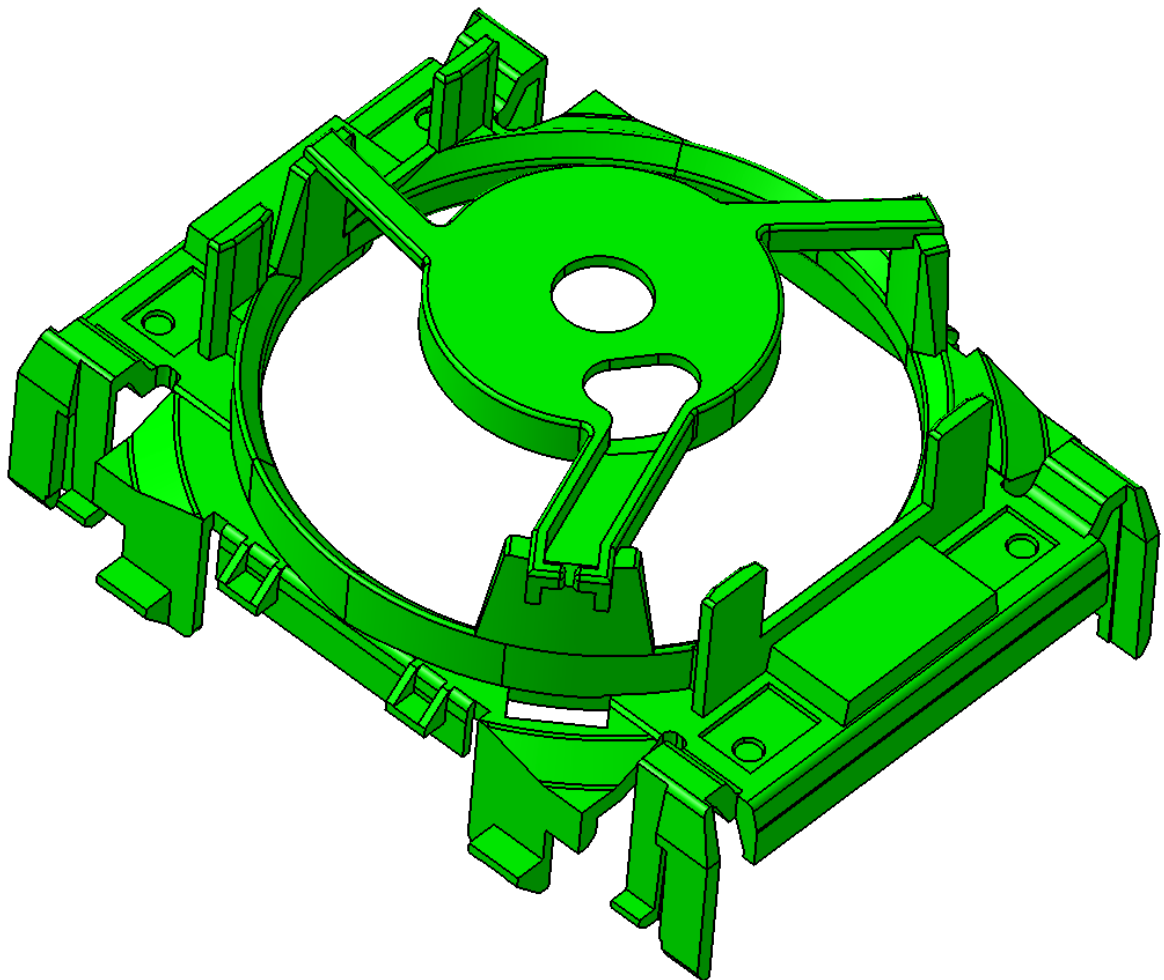
- vypracovat literární studii na dané téma,
- nakreslit 3D model vstřikovaného výrobku
- provést konstrukci vstřikovací formy
- nakreslit výkres sestavy + kusovník
- nakreslit výkres vstřikovaného výrobku

Úkolem bylo vymodelovat zadaný výrobek v programu CATIA V5R18, poté pro daný výrobek zkonstruovat vstřikovací formu a následně vytvořit výkres sestavení formy, kusovník a výkres výrobku.

5 VÝROBEK

Zadaným výrobkem je tělo ventilátoru počítače, které je vyrobeno z ABS + příměsí 30% skelných vláken. Hrubé rozměry výrobku jsou 95mm x 78mm x 40 mm. Na výrobku jsou po obou bocích plochy, které slouží k upevnění ventilátoru do počítače pomocí klipů.

Výrobek je navržený tak, aby nemuselo být použito posuvných tvárníků, šikmých vyhazovacích kolíků ani jiných posuvných čelistí. Dále je na ventilátoru díra, sloužící k nalisování rotoru a přívodu elektrických kabelů do tištěného spoje.



Obr. 8. Vstřikovaný výrobek

6 VOLBA NÁSOBNOSTI

Při volbě násobnosti formy je nutné přihlédnout k následujícím faktorům:

- složitost výstřiku
- požadovaná přesnost výstřiku
- maximální objem jednoho výstřiku vstřikovacího stroje
- ekonomika výroby

Pro tento případ byla zvolena forma dvounásobná, vzhledem k možnosti výběru horkých trysek a také členitosti dělicí roviny.

7 VÝPOČTY

7.1 Určení množství potřebného plastu

$$M = 1,2 \cdot (G \cdot n + A) \cdot \frac{a_x}{a_p}$$

$$M = 1,2 \cdot (22 \cdot 2 + 0) \cdot \frac{103}{100}$$

$$M = 54,384g$$

M – množství potřebného plastu [g], G – hmotnost výstřiku [g], n – násobnost formy, A – hmotnost vtoku a kanálku, $\frac{a_x}{a_p}$ - podíl poměrových hodnot určeného plastu k polystyrenu[-]

7.2 Plastikační doba jednoho cyklu vstřikovacího stroje

$$t_{pl} = \frac{3,6 \cdot M}{Q}$$

$$t_{pl} = \frac{3,6 \cdot 54,384}{30}$$

$$t_{pl} = 6,52s$$

t_{pl} – plastikační doba jednoho cyklu [s], M – množství potřebného plastu [g], Q – plastikační výkon stroje [kg/hod]

7.3 Uzavírací síla stroje

$$F = 1,2 \cdot S \cdot p_v \cdot k$$

$$F = 1,2 \cdot 74,1 \cdot 270 \cdot 1,4$$

$$F = 336,12kN$$

F – uzavírací síla vstřikovacího stroje [kN], S – průmět plochy výstřiku do dělicí roviny [cm²], p_v – tlak plastu v dutině formy [MPa], k – koeficient tekutosti pro jednotlivé druhy plastů [-]

8 VOLBA VSTŘIKOVACÍHO STROJE

Vstřikovací stroj se volí na základě velikosti formy, maximálního objemu jednoho vstřiku a uzavírací síly. Byl zvolen vstřikovací stroj Arburg Allrounder 420 C, kterým disponuje také Ústav výrobního inženýrství Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně.



Obr. 9. Vstřikovací stroj [12]

8.1 Technické parametry stroje

Tab. 1. Parametry stroje [13]

Maximální uzavírací síla	1000 [kN]
Maximální otevření	500 [mm]
Minimální výška formy	250 [mm]
Maximální světlost mezi upínacími deskami	750 [mm]
Vzdálenost mezi sloupky	420x420 [mm]
Velikost upínací desky	570x570 [mm]
Maximální vyhazovací síla	40 [kN]
Maximální zdvih vyhazovače	175 [mm]
Příkon stroje	33,9 [kW]
Průměr šneku	40 [mm]
Poměr L/D	20
Maximální objem dávky	182 [cm ³]
Maximální vstřikovací tlak	2120 [bar]
Maximální krouticí moment šneku	550 [Nm]
Maximální přitlačná síla trysky	60 [kN]

9 POUŽITÉ APLIKACE

9.1 CATIA V5R18

CATIA V5 je systém, který je schopen pokrýt kompletní životní cyklus výrobku (tzv. PLM), tzn. od koncepčního návrhu designu, přes vlastní konstrukci, různé analýzy, simulace a optimalizace až po tvorbu dokumentace a NC programů pro vlastní výrobu.

Systém se vyznačuje značnou úrovní průmyslové univerzality, tzn., že může být nasazen do zcela rozdílných oblastí strojírenství. Široké spektrum modulů, kterými CATIA V5 disponuje, umožňuje vytvářet softwarové řešení sladěné s konkrétními podmínkami a požadavky uživatelů. Může to být např. automobilový či letecký průmysl, výroba spotřebního zboží a stejně tak i výroba obráběcích strojů nebo investičních celků těžkého strojírenství. [14]

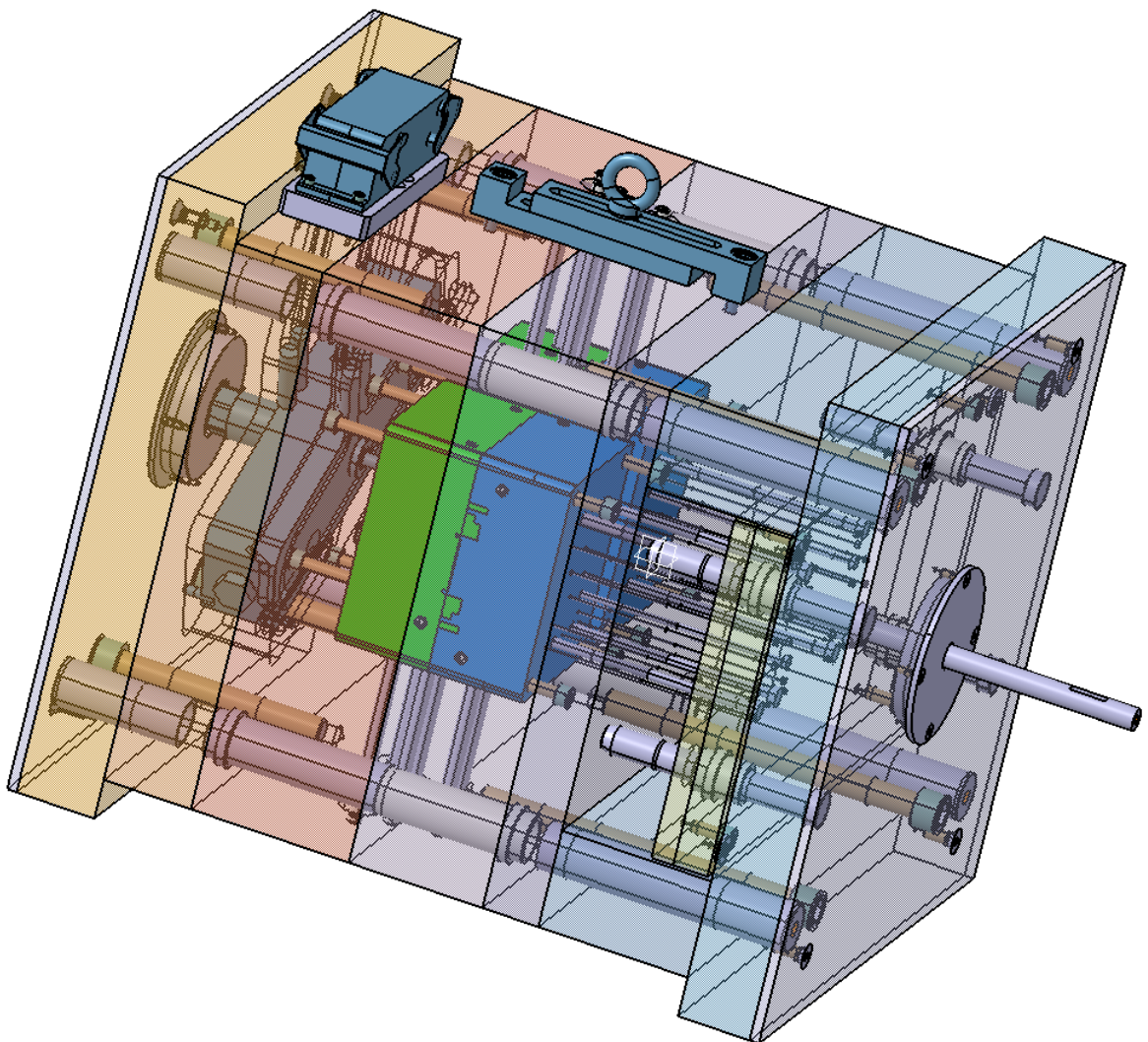
Pro tvorbu modelu formy bylo použito modulu Mold Tooling Design s využitím knihovny standardizovaných dílů.

9.2 HASCO DAKO digital

Je digitální katalog firmy HASCO, který slouží k výběru normálií a jejich následného využití v CATIA při návrhu formy. V našem případě bylo využito HASCO DAKO pro vytvoření sestavy rozvodného bloku horkých trysek a samotných trysek, transportního můstku, a také zásuvky pro rozvodný blok horké trysky.

10 KONSTRUKCE VSTŘIKOVACÍ FORMY

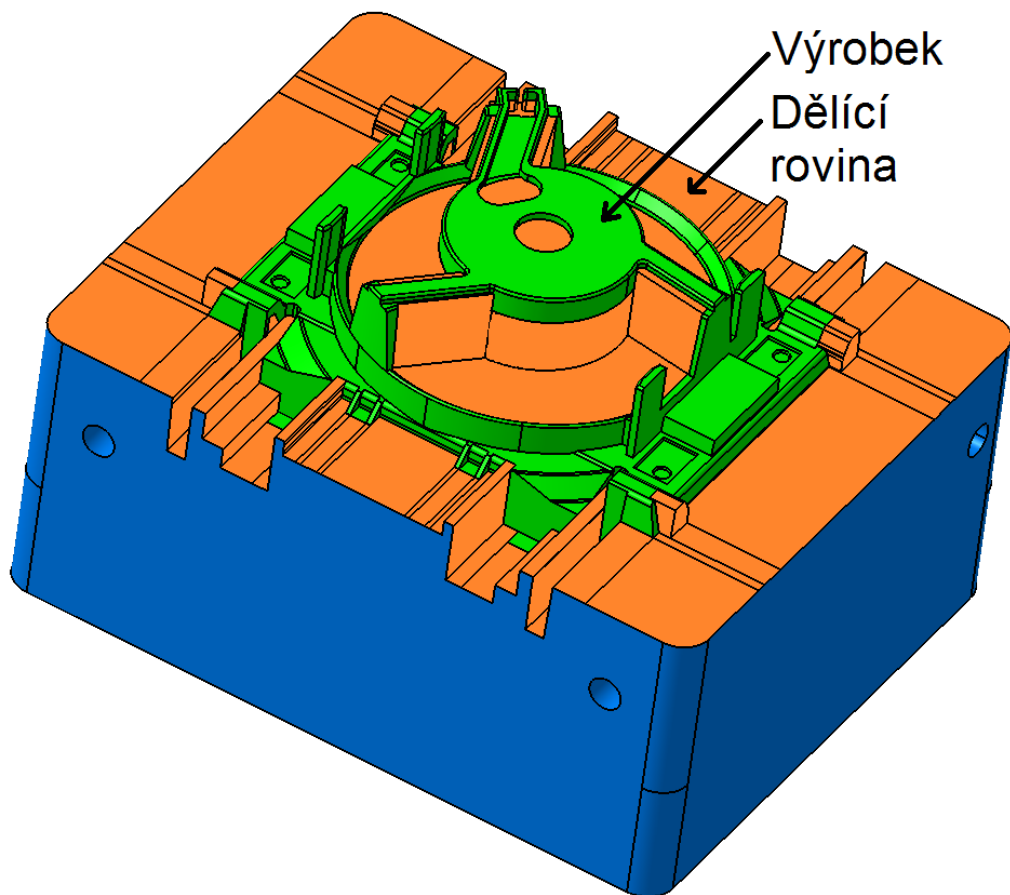
Konstrukce vstřikovací formy začíná zvolením dělicí roviny (rovin) výrobku. Ve formě může být i několik dělicích rovin, podle toho jak je konstruovaný výrobek. V našem případě byla určena pouze jedna hlavní dělicí rovina. Poté je potřeba vytvořit rám formy z normálií HASCO, do kterého se vkládají zbylé potřebné normálie, nebo vyráběné součásti. K tomu se využívají knihovny normálií HASCO instalované přímo v CATII nebo pomocí DAKO modulu.



Obr. 10. Konstrukce vstřikovací formy

10.1 Dělicí rovina

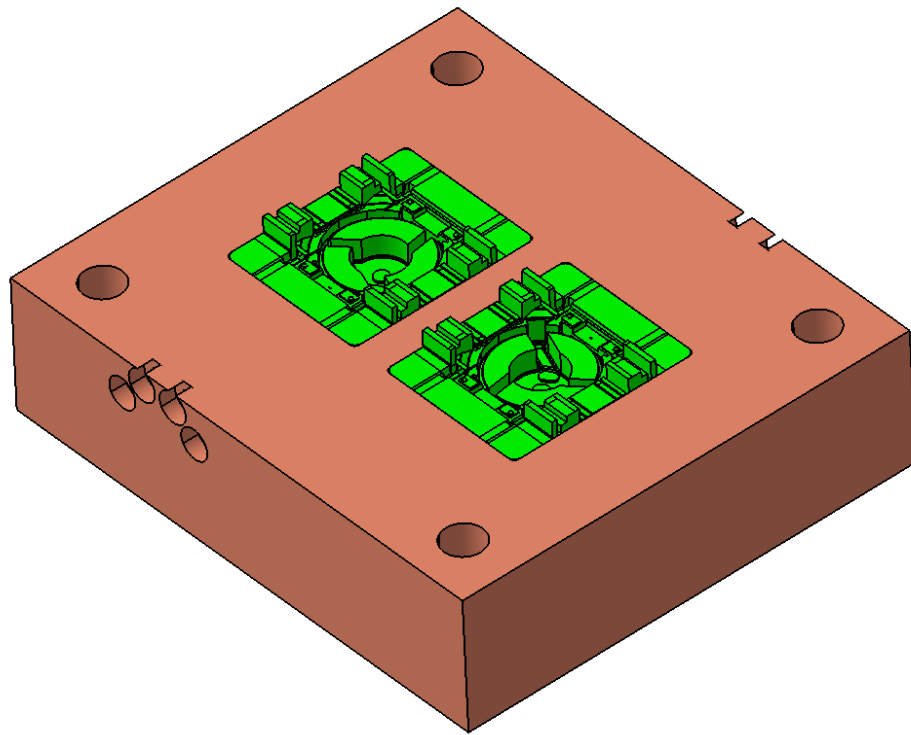
Zadaný výrobek byl navržen tak, aby nebylo nutné použít posuvné tvárníky a šikmé kolíky. Proto forma v našem případě nemá žádnou z těchto částí a tudíž je zde pouze jedna hlavní dělicí rovina. Při tvorbě dělicí roviny je potřeba dbát na úkosovitost do sebe zapadajících částí tvárníku a tvárnice, aby nedošlo k přidření a tím pádem i k poškození formy. Dělicí rovina je zřejmá z následujícího obrázku.



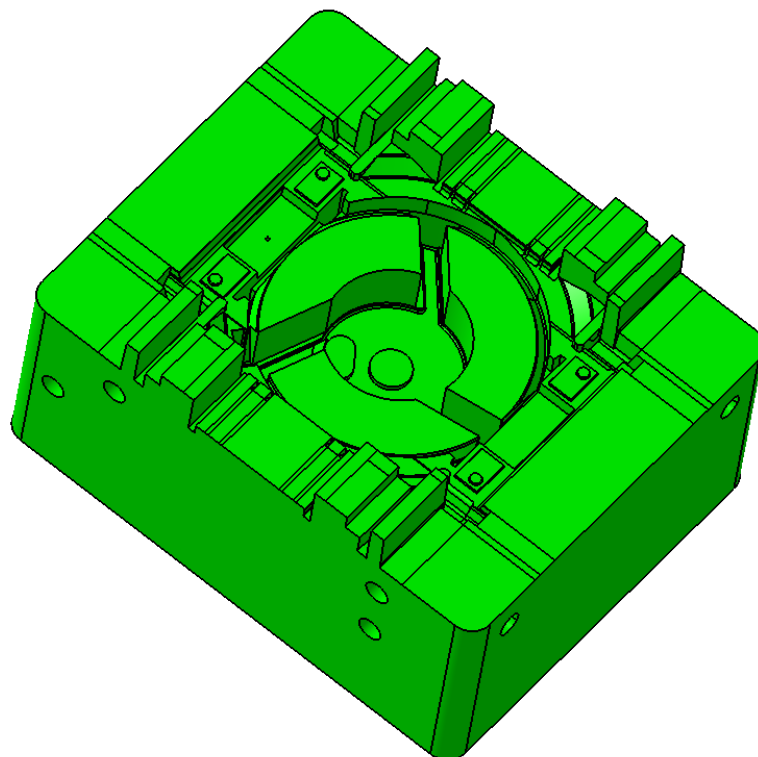
Obr. 11. Dělicí rovina

10.2 Tvárník a tvárnice

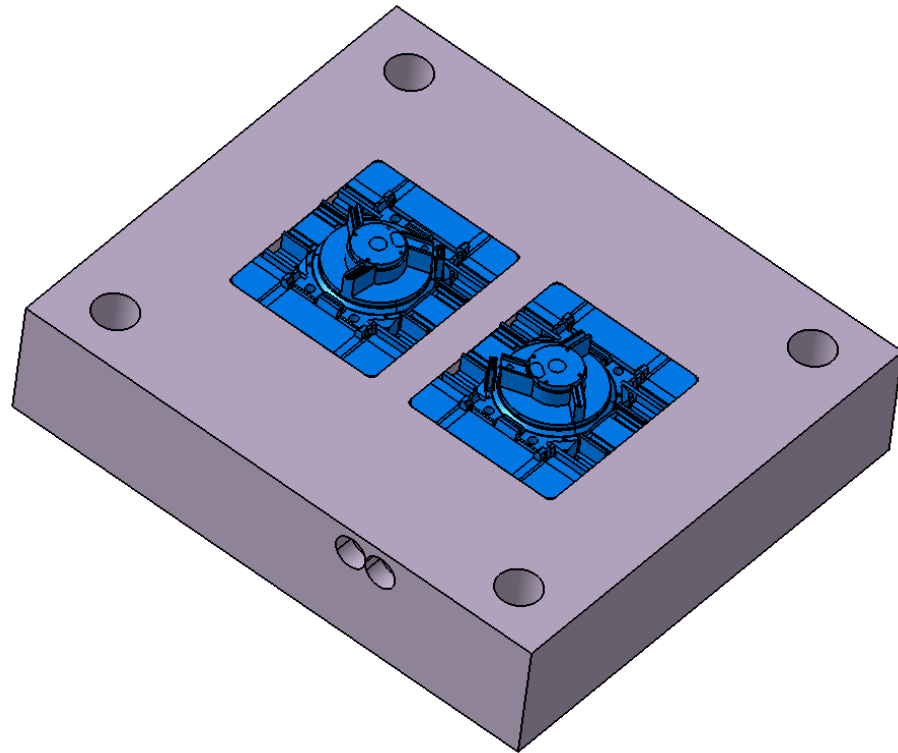
Řešení tvárníku i tvárnice je takové, že jsou vyrobené dvě tvarové vložky, které jsou zasazeny do slepé díry v tvarové desce a přichyceny zezadu čtyřmi šrouby. Toto řešení bylo zvoleno z toho důvodu, aby byla zajištěna rychlá výměna v případě poškození tvárníku nebo tvárnice. Pokud se poškodí jednotlivá vložka, nemusí se měnit celá tvarová deska, ale vymění se pouze poškozená část. Toto řešení je vhodnější z dlouhodobějšího hlediska.



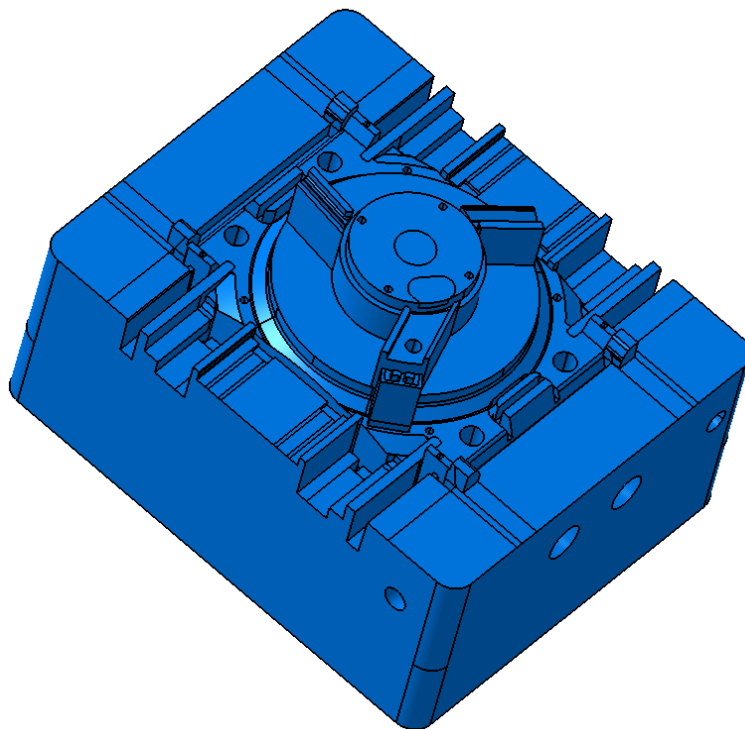
Obr. 12. Tvárnice v rámu



Obr. 13. Tvárnice



Obr. 14. Tvárníky v rámu



Obr. 15. Tvárník

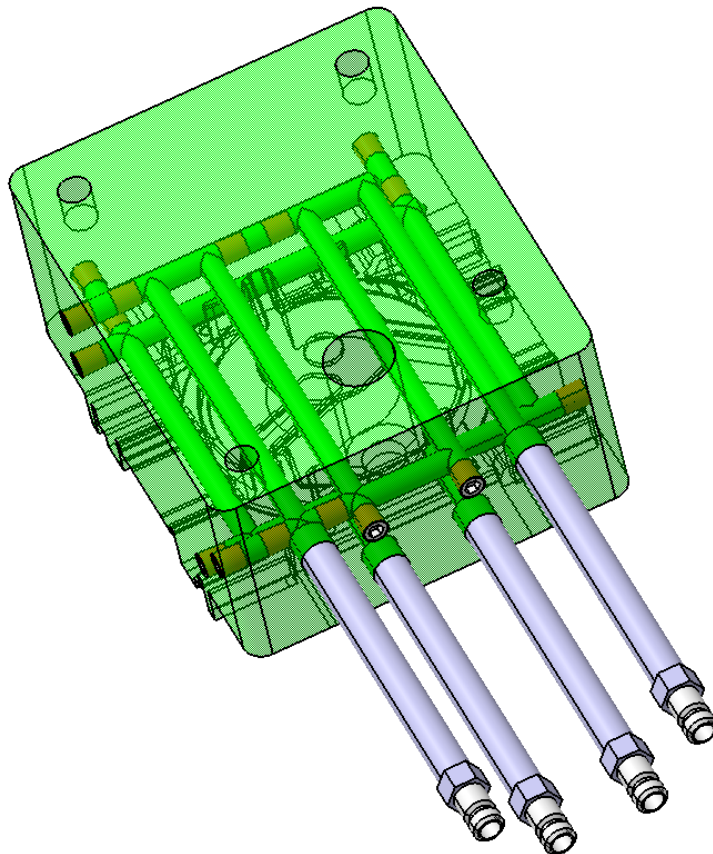
10.3 Temperování

Dutina formy je během vstřikování plněna taveninou, která je ve formě ochlazována na teplotu vhodnou k vyjmutí výstřiku. Temperační systém ovlivňuje plnění tvarové dutiny formy, kvalitu výstřiku a zajišťuje optimální tuhnutí a chladnutí plastu.

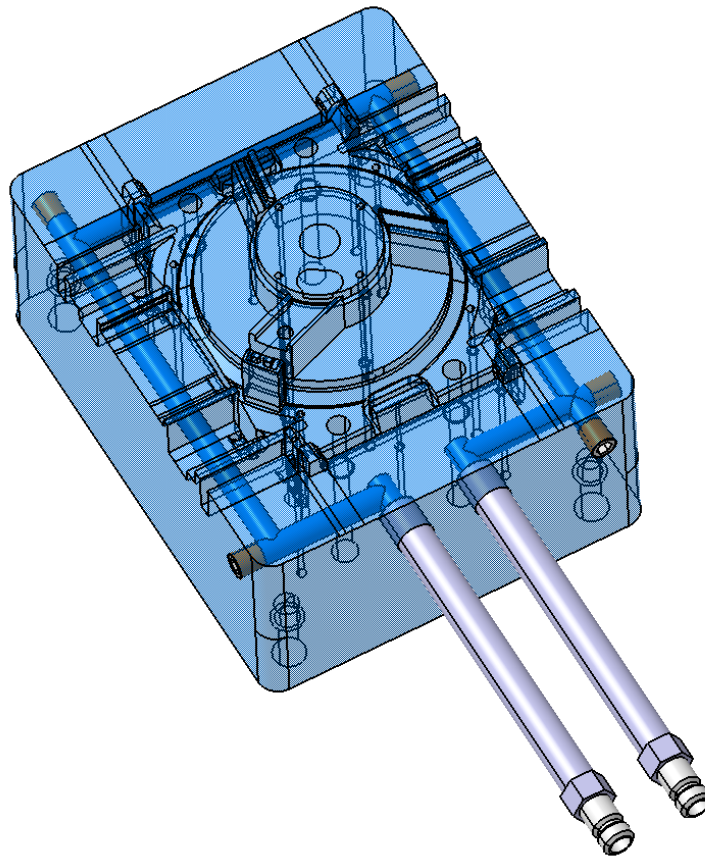
Úkoly temperace:

- ohřev formy na požadovanou teplotu a její stálost během procesu vstřikování,
- zajistit rovnoměrné rozložení teploty formy po celém povrchu její dutiny,
- odvést teplo z dutiny formy naplněné taveninou tak, aby celý pracovní cyklus měl ekonomickou délku. [15]

V našem případě bylo temperování vyřešeno s ohledem na prostor okolo horké trysky a také tvarem tvárníku i tvárnice.



Obr. 16. Temperační systém tvárnice

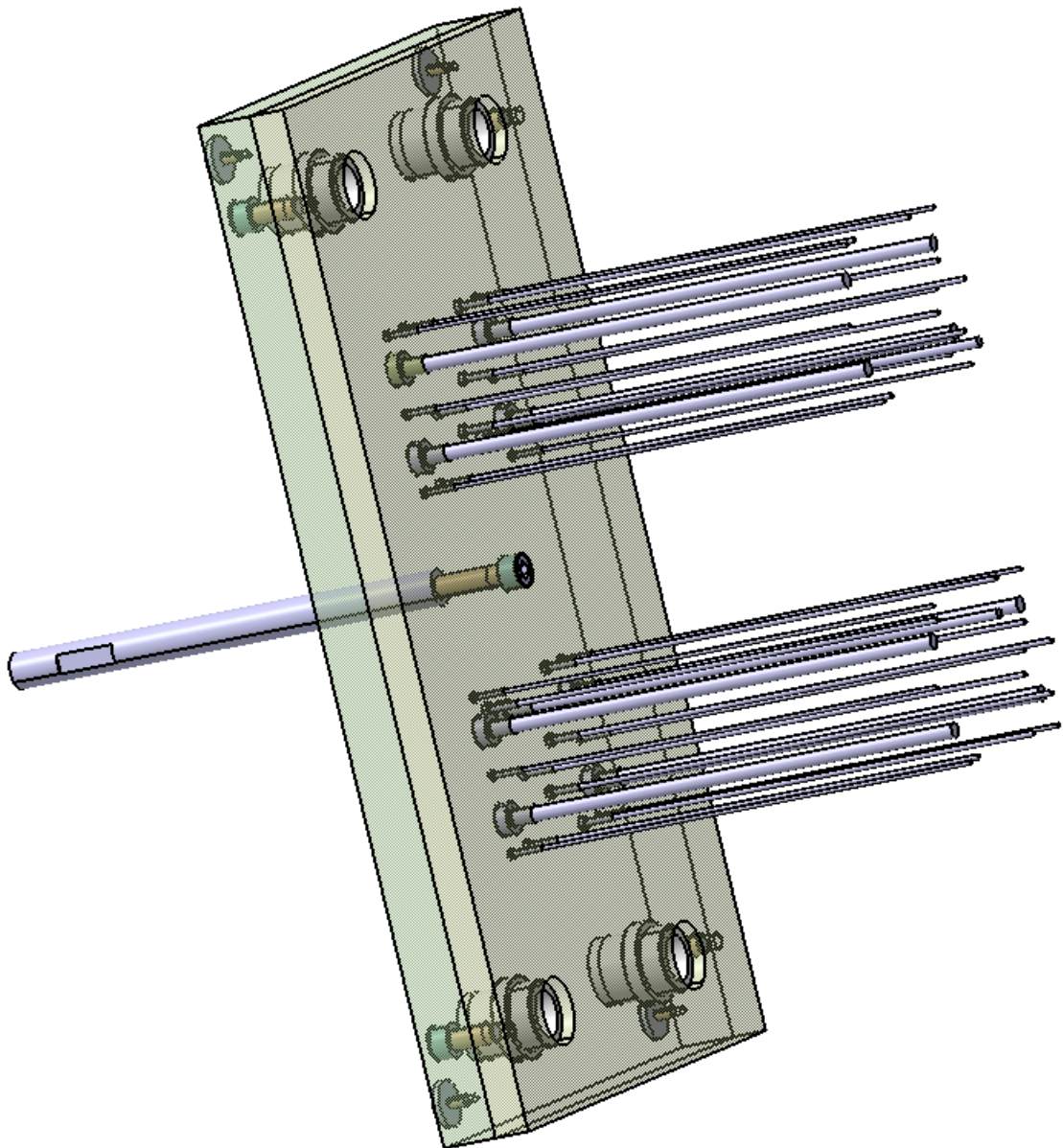


Obr. 17. Temperační systém tvárniku

10.4 Vyhazovací systém

Vyhazovací systém byl navržený tak, aby nedocházelo k zatrhávání výstříku v dutině formy a bylo dosaženo rovnoměrného vyhození z formy. Bylo použito pět druhů válcových vyhazovačů:

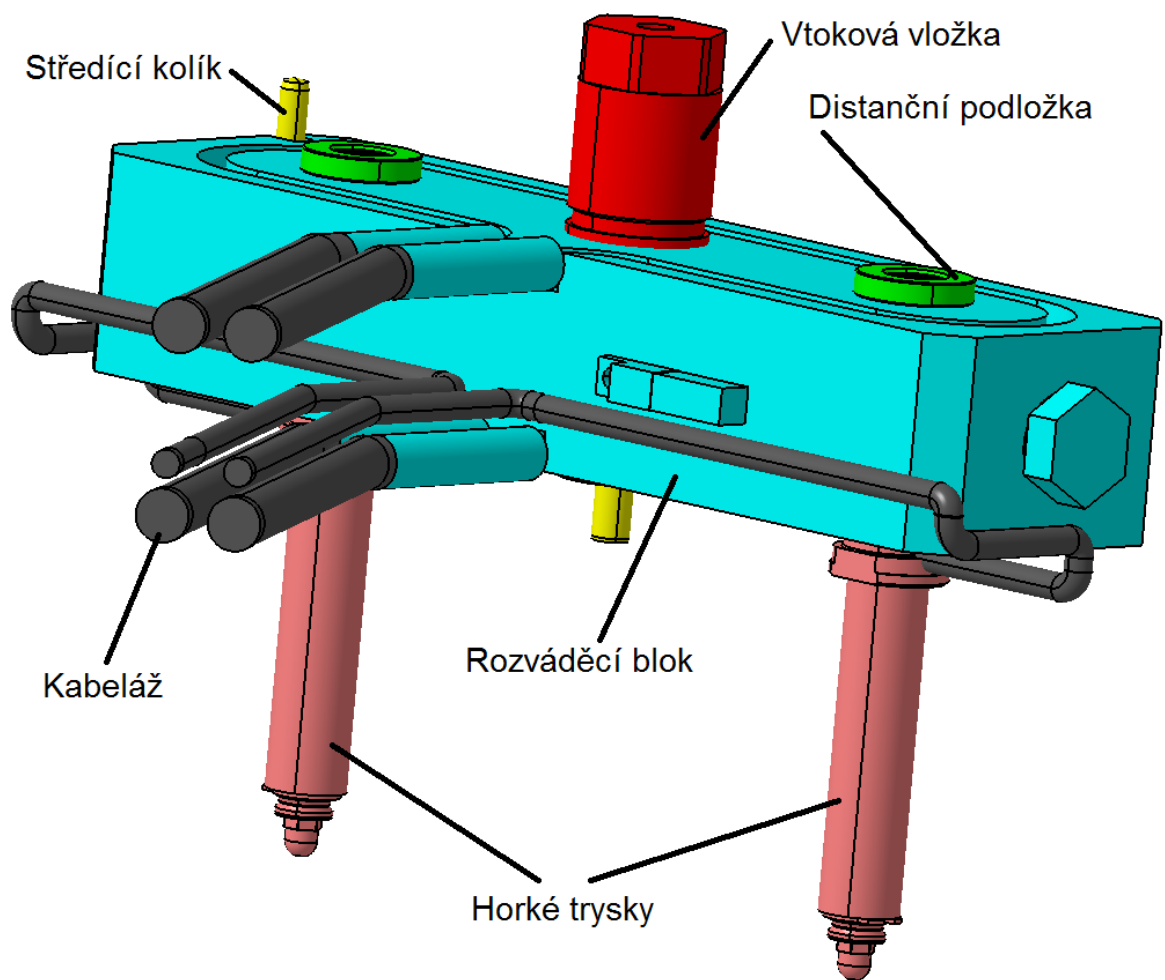
- Z40/6x200
- Z40/4x250
- Z40/2x250
- Z40/2x200
- Z40/1,5x200



Obr. 18. Vyhazovací systém

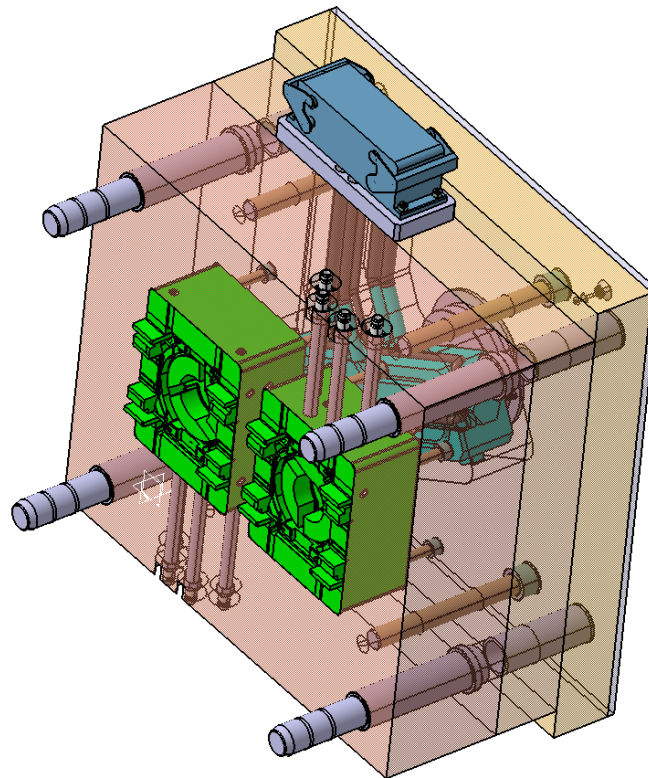
10.5 Rozváděcí blok horkého kanálu a horké trysky

V našem případě byl zvolen rozváděcí blok horkého kanálu typu „I“ vzhledem k 2násobné formě. Původním záměrem bylo vstříkovat do dutiny ve dvou místech, ale v normáliích HASCO nebyla k dostání tryska o menším průměru než 14mm, tak bylo zvoleno řešení vstříkování do jednoho, nejširšího místa výrobku. Rozváděcí blok byl pootočen v mezidesce o 60°, aby došlo k úspoře místa a tím i zmenšení výsledné velikosti formy.

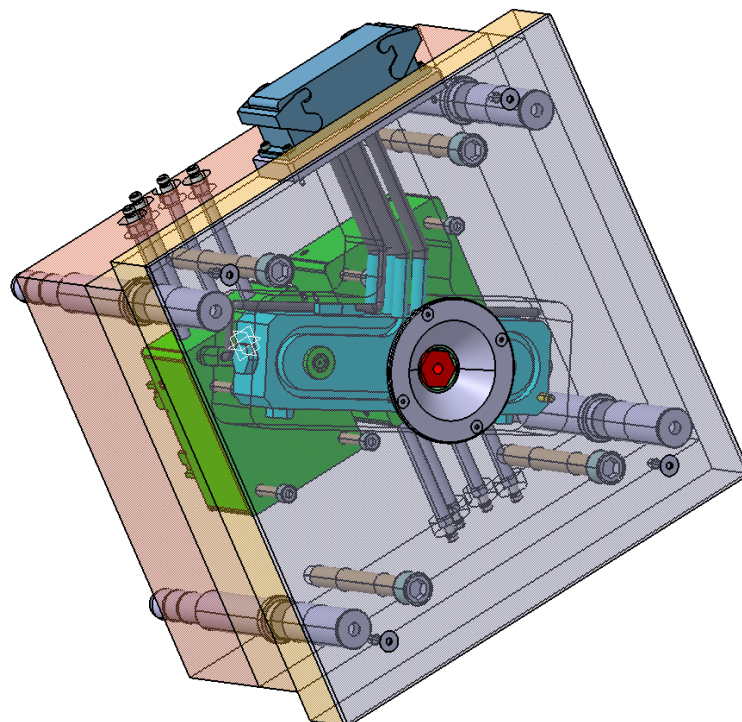


Obr. 19. Vstříkovací systém

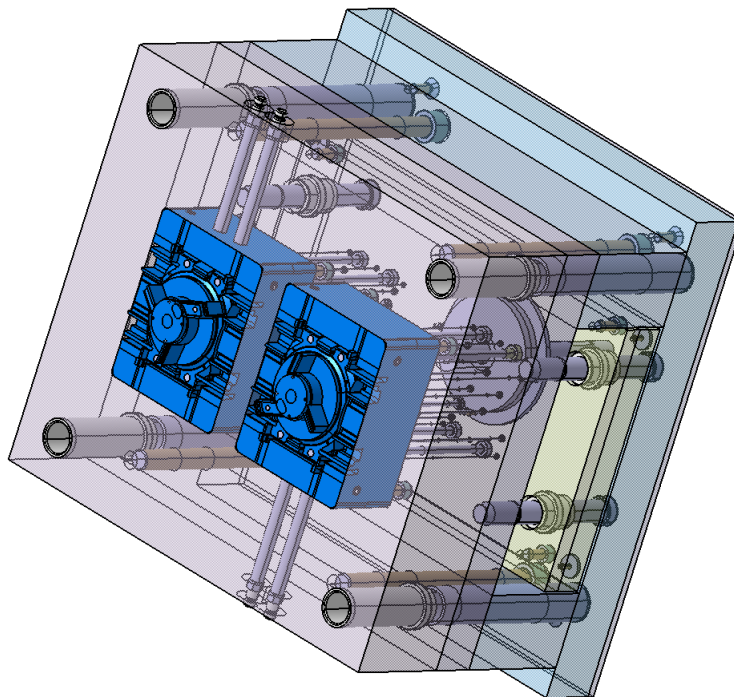
11 NÁHLEDY DO FORMY



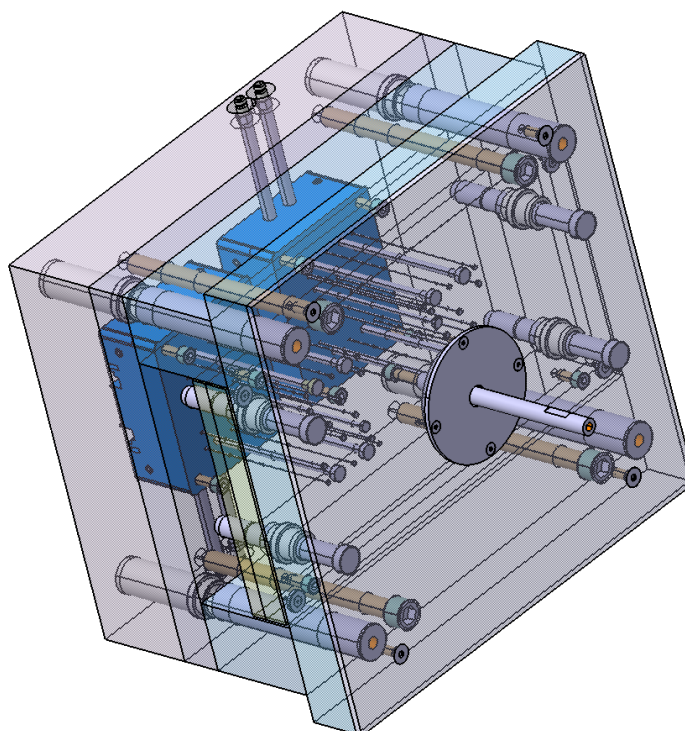
Obr. 20. Pohled do pevné části formy zleva



Obr. 21. Pohled do pevné části formy zprava



Obr. 22. Pohled do pohyblivé části formy zleva



Obr. 23. Pohled do pohyblivé části formy zprava

ZÁVĚR

V této bakalářské práci bylo za úkol vymodelovat zadaný výrobek v programu CATIA, provést samotnou konstrukci formy a vytvořit výkres sestavení s kusovníkem pro formu a výkres výrobku.

Ke konstrukci vstřikovací formy se s výhodou využil systém CATIA a jeho propojení s normáliemi HASCO. Samotná konstrukce probíhala následujícím způsobem.

Jako první bylo za úkol vymodelovat zadaný výrobek. Na základě toho byl vytvořen tvárník s tvárnici. Dalším krokem bylo vybrání vhodného sestavení vstřikovací formy a také její velikosti tak, aby bylo dostatek prostoru pro tvárnici s tvárníkem a ostatní konstrukční prvky. Řešení tvárníku a tvárnice je provedeno pomocí samostatných tvarových vložek, které jsou vsazeny do rámu desky tvárnice a tvárníku. Následně byly doplněny zbylé součásti formy, které jsou důležité pro správnou funkci a chod formy jako jsou např. vodící kolíky, vodící pouzdra, středící trubky, středící kroužky, šrouby, atd. Poté bylo nutné zvolit vhodný vstřikovací systém. Byl zvolen rozvodný blok horkého kanálu s centrální vtokovou vložkou typu „I“ se dvěma horkými tryskami, které plní dutinu formy. Volba horké trysky byla provedena s ohledem na umístění trysky na výrobku, a také s ohledem na prostor okolo trysky a výrobku. Po umístění horkých trysek následovalo vytvoření teploty tvárníku a tvárnice. V tvárnici jsou vytvořeny dva temperační okruhy a v tvárníku jeden tak, aby bylo dosaženo rovnoměrného teplotního pole. Na závěr byla zapojena elektroinstalace od rozvodného bloku a horkých trysek do zásuvky umístěné na horní části rámu formy. Pro snadnou manipulaci a byla vstřikovací forma osazena transportním můstkem.

Po vytvoření formy následovalo vytvoření výkresové dokumentace sestavy formy, kusovníku a výkresu výrobku.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BOBČÍK, L. a kol. *Formy pro zpracování plastů I. a II. díl.* 2. upr. vyd. Brno: UNIPLAST, 1999.
- [2] Vysoká škola chemicko-technologická v Praze [online]. c2009 [cit. 2013-01-22]. vscht.cz. Dostupné z WWW:
<http://www.vscht.cz/min/prednasky/chfpl/Semikrystalicke_a_amorfni_formy.pdf>
- [3] LENFELD, P. *Technologie II – Vstřikování plastů* [online]. [cit. 2013-01-22]. Technická univerzita v Liberci. tul.cz. Dostupné z WWW:
<http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/04.htm>
- [4] STANĚK, M. *Přednášky T5KF*
- [5] Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, FT, Ústav inženýrství polymerů [online]. [cit. 2013-01-22]. utb.cz. Dostupné z WWW:
<http://web.ft.utb.cz/cs/docs/5._Vst_ikov__n__.pdf>
- [6] ŠTĚPEK, J., J. ZELINGER a A. KUTA. *Technologie zpracování a vlastnosti plastů*. Vyd. 1. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1989, 637 s.
- [7] HASCO [online]. Dostupné z WWW:
<<http://www.hasco.com/gb/content/view/full/16956>>
- [8] HASCO [online]. Dostupné z WWW:
<[http://www.hasco.com/gb/content/view/full/3436/\(offset\)/20](http://www.hasco.com/gb/content/view/full/3436/(offset)/20)>
- [9] Industrial news [online]. Dostupné z WWW:
<<http://www.industrialnews.org/2011/02/playmobil-to-place-purchase-order-for.html>>
- [10] Šenkeřík, V. *Vstřikovací formy*. Zlín, 2008. 53s. Bakalářská práce. UTB Zlín.
- [11] www.recyklaceplastu.wz.cz [online], dostupný z WWW:
<<http://www.recyklaceplastu.wz.cz/index.html>>
- [12] www.kunststoff-schweiz.ch [online], dostupný z WWW:
<<http://www.kunststoff-schweiz.ch/assets/images/autogen/ARBURG---420C-GOLDEN-EDITION.jpg>>
- [13] www.acmeplasticfl.com [online], dostupný z WWW:
<<http://www.acmeplasticfl.com/Arburg370&420C.pdf>>

[14] www.technodat.cz [online], dostupný z WWW:

<<http://www.technodat.cz/catia-v5>>

[15] www.ksp.tul.cz [online], dostupný z WWW:

<http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/stud_materialy/tzn/c6/TS.pdf>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

T _g	teplota skelného přechodu
ABS	AkrylonitrilButadienStyren
IT	stupeň přesnosti
SVS	studený vtokový systém
VVS	vyhřívaný vtokový systém
PC	polykarbonát

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Amorfní (a) a semikrystalické (b) uspořádání [2]</i>	13
<i>Obr. 2. Konstrukce výstřiku: a – špatné, b – správné řešení [4]</i>	16
<i>Obr. 3. Vstřikovací cyklus [5]</i>	17
<i>Obr. 4. Typy vtokových ústí [1]</i>	23
<i>Obr. 5. Vyhřívaná tryska HASCO Z103G [7]</i>	26
<i>Obr. 6. Rozvodné bloky typu I, X, H [8]</i>	26
<i>Obr. 7. Schéma vstřikovacího stroje: 1 – vstřikovací jednotka, 2 – uzavírací jednotka, 3 – řídicí jednotka [9]</i>	32
<i>Obr. 8. Vstřikovaný výrobek</i>	38
<i>Obr. 9. Vstřikovací stroj [12]</i>	41
<i>Obr. 10. Konstrukce vstřikovací formy</i>	43
<i>Obr. 11. Dělicí rovina</i>	44
<i>Obr. 12. Tvárnice v rámu</i>	45
<i>Obr. 13. Tvárnice</i>	45
<i>Obr. 14. Tvárníky v rámu</i>	46
<i>Obr. 15. Tvárník</i>	46
<i>Obr. 16. Temperační systém tvárnice</i>	47
<i>Obr. 17. Temperační systém tvárníku</i>	48
<i>Obr. 18. Vyhazovací systém</i>	49
<i>Obr. 19. Vstřikovací systém</i>	50
<i>Obr. 20. Pohled do pevné části formy zleva</i>	51
<i>Obr. 21. Pohled do pevné části formy zprava</i>	51
<i>Obr. 22. Pohled do pohyblivé části formy zleva</i>	52
<i>Obr. 23. Pohled do pohyblivé části formy zprava</i>	52

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Parametry stroje [13]</i>	41
--	----

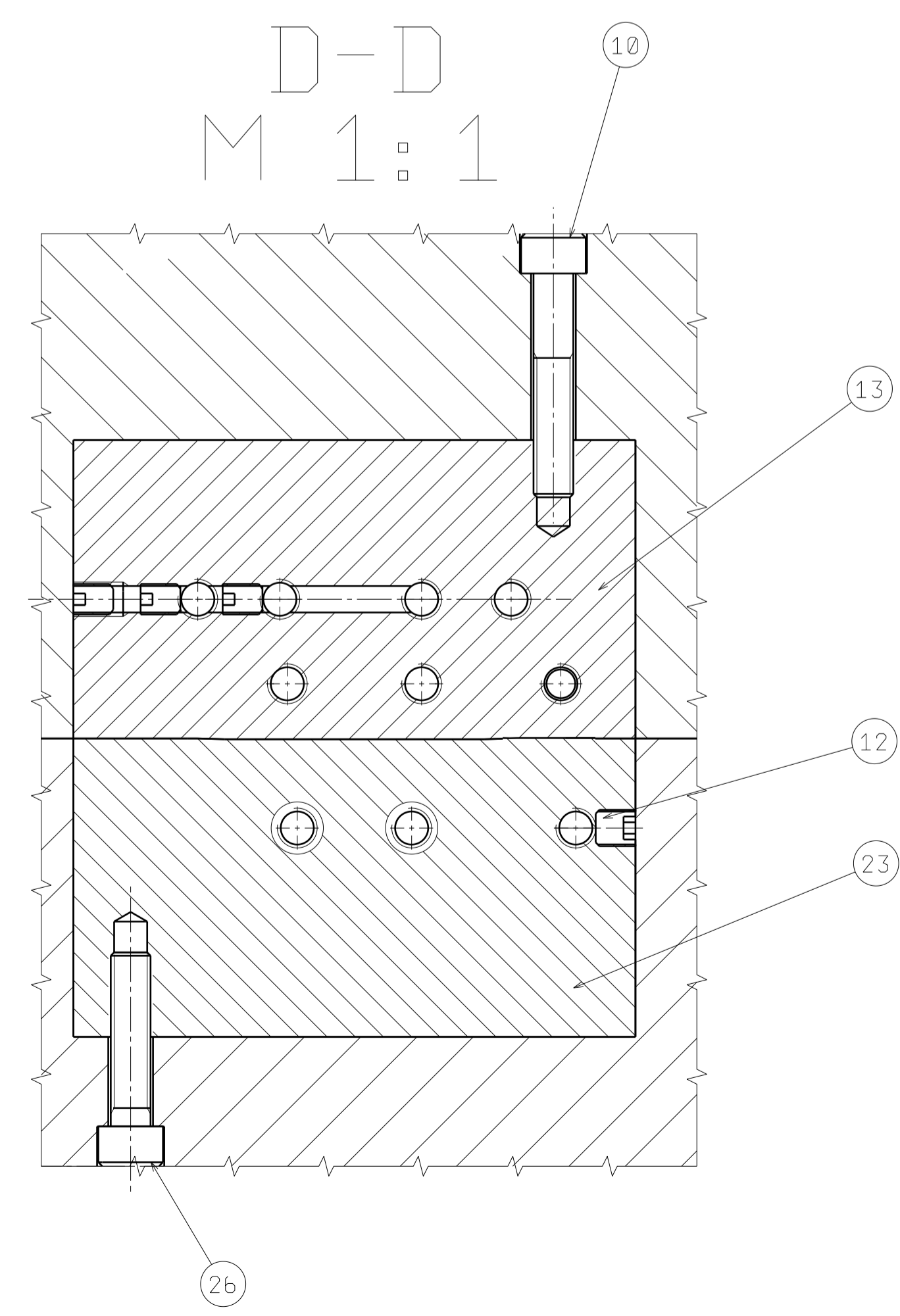
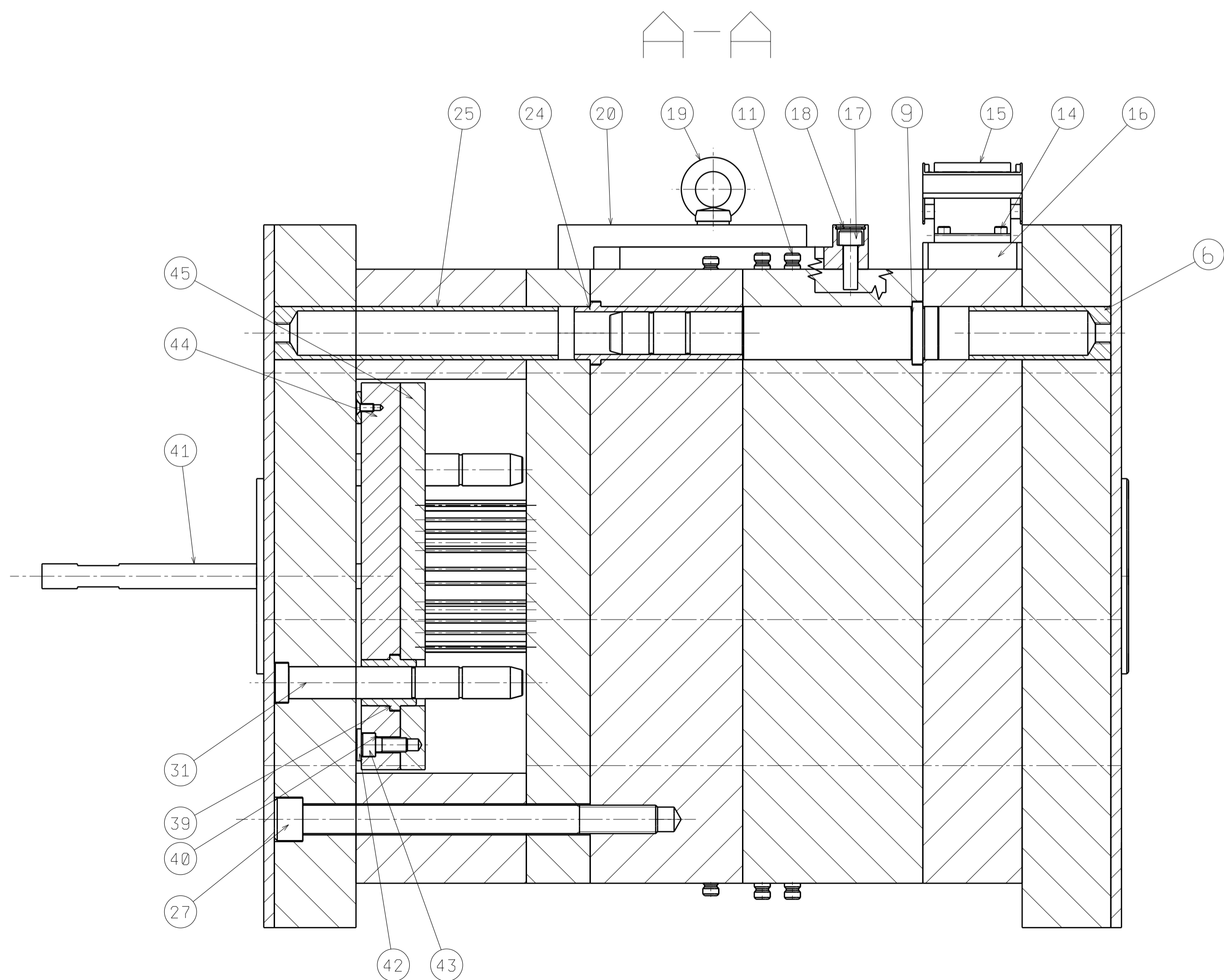
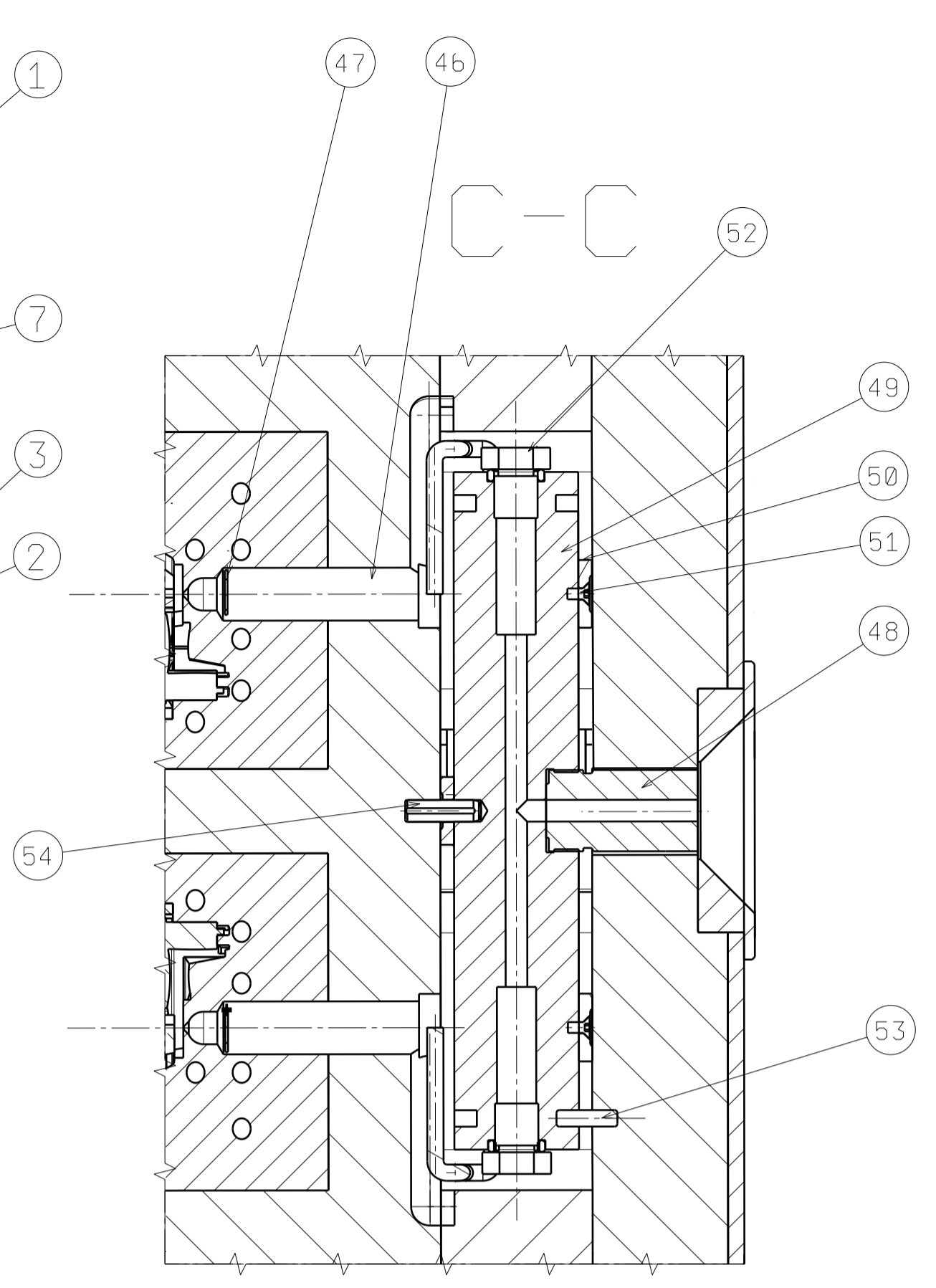
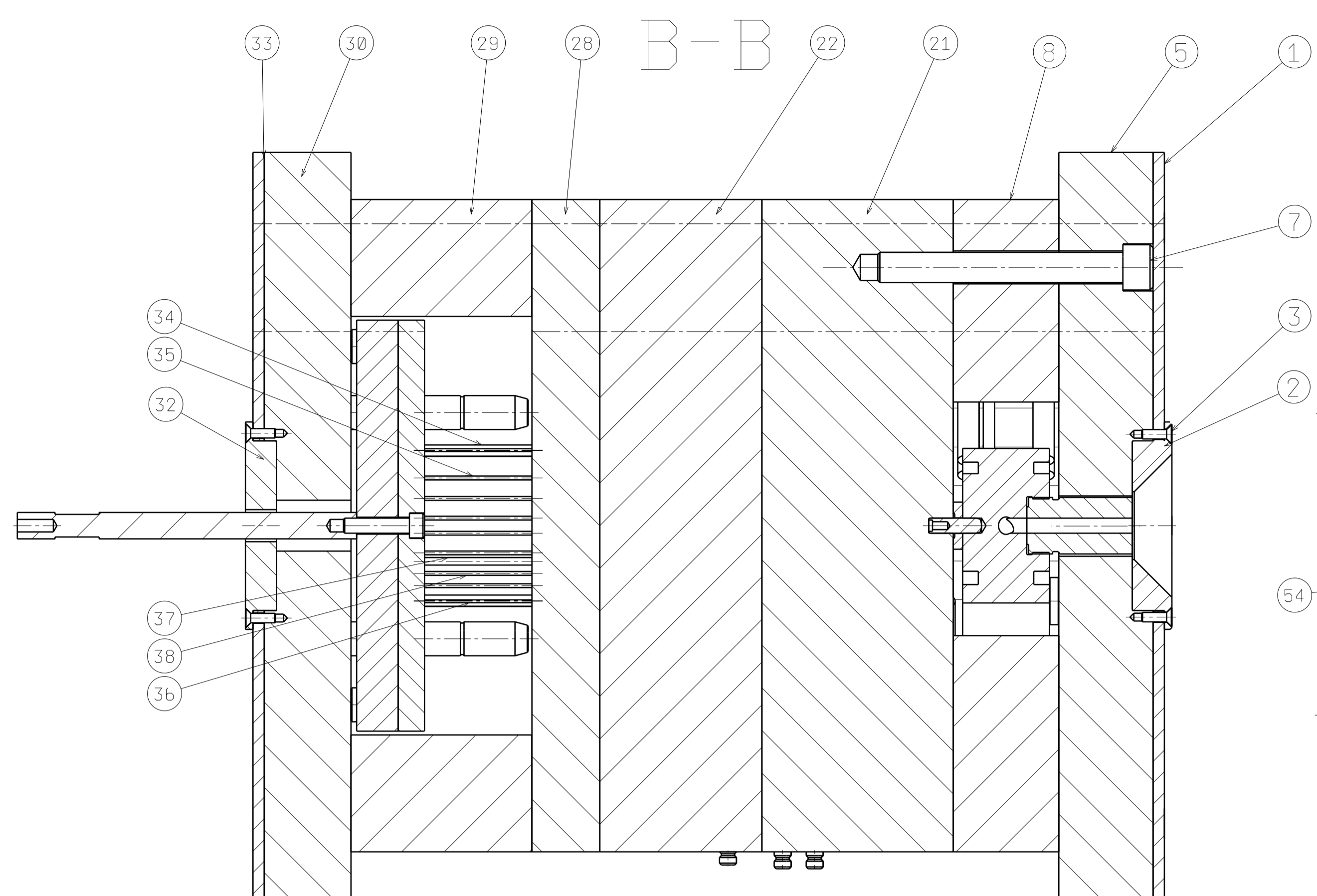
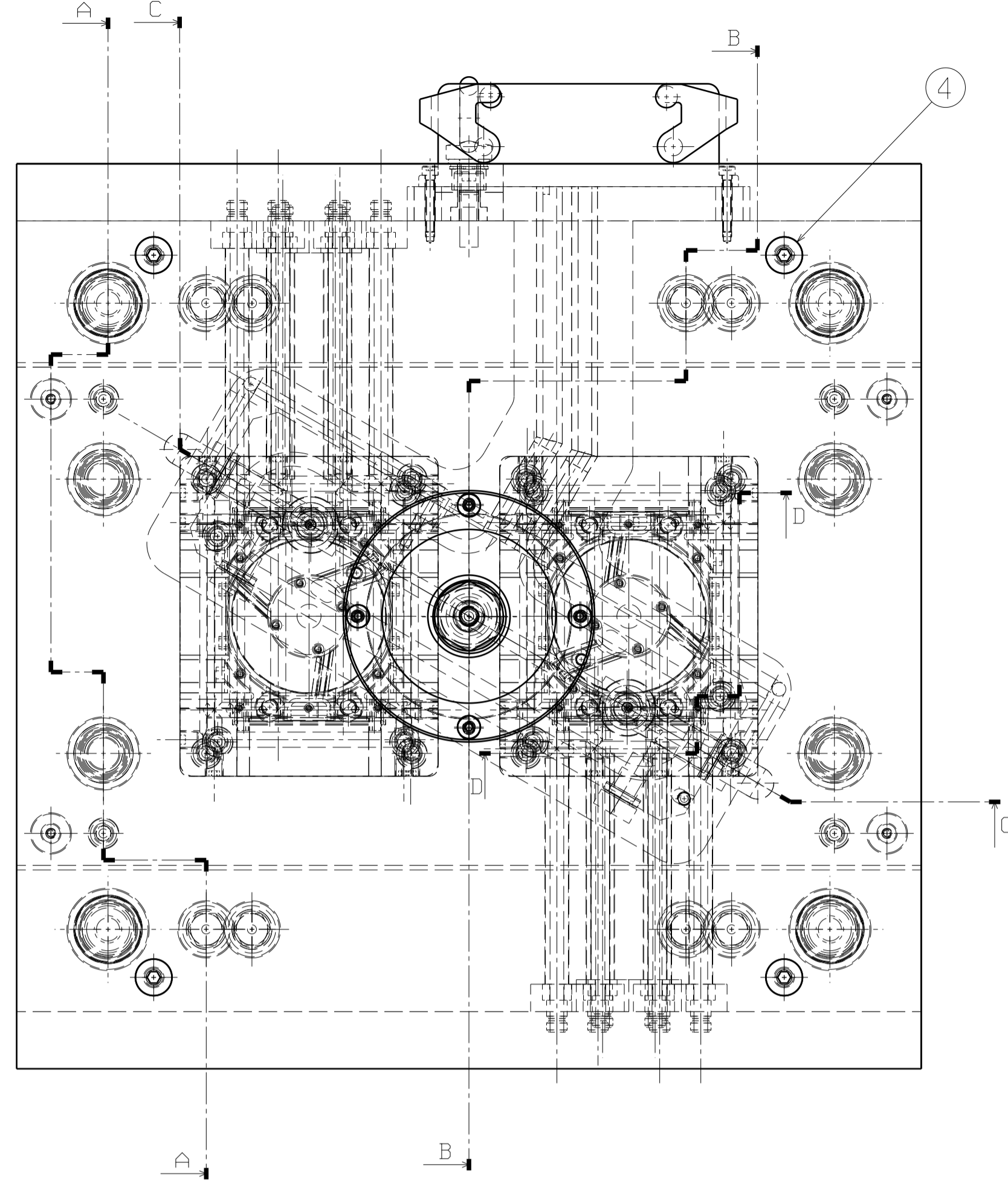
SEZNAM PŘÍLOH

PI Technická dokumentace obsahující:

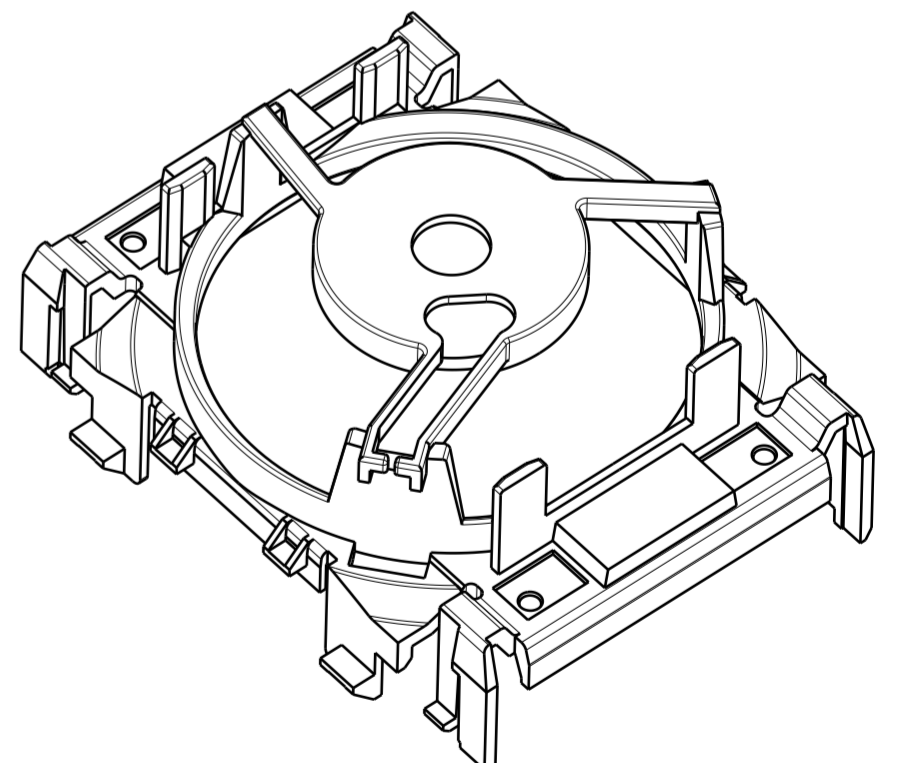
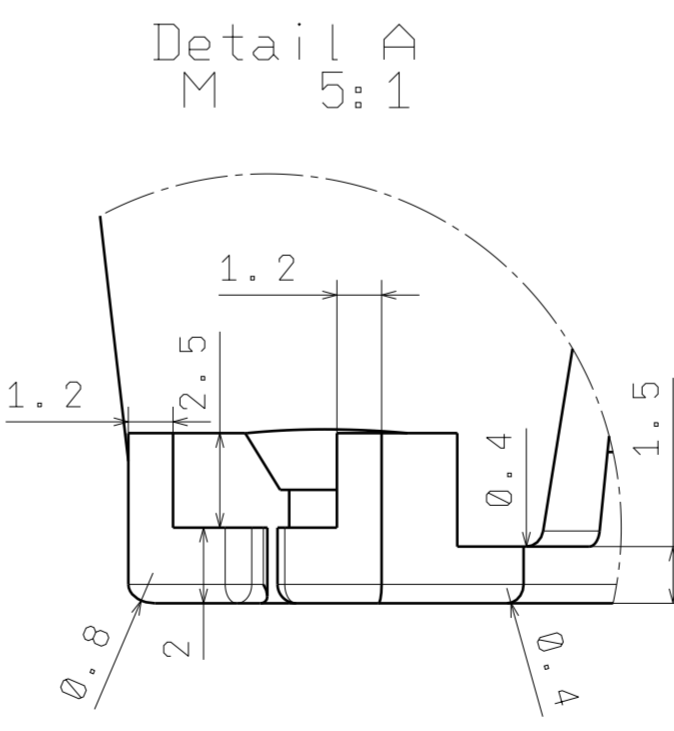
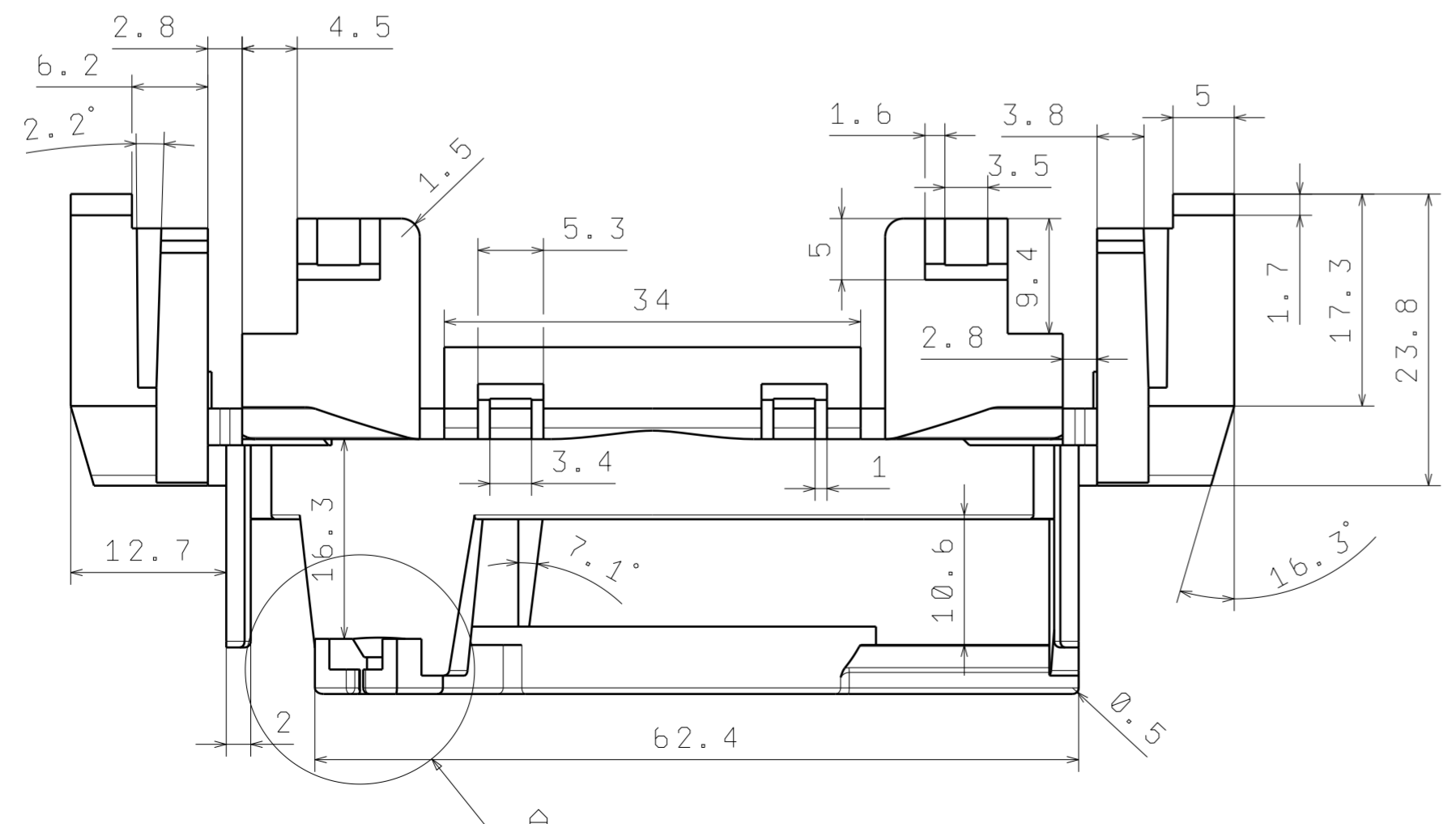
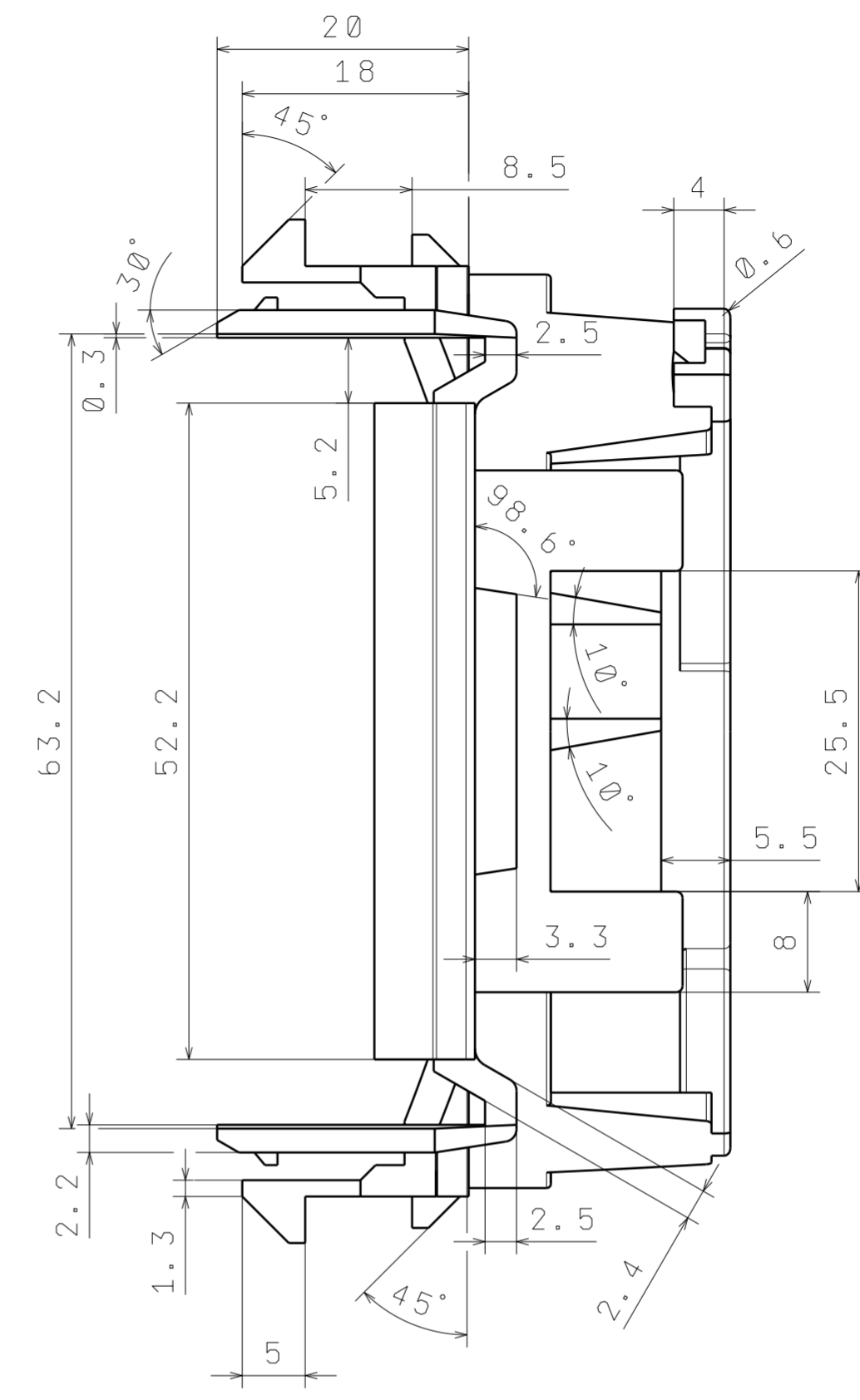
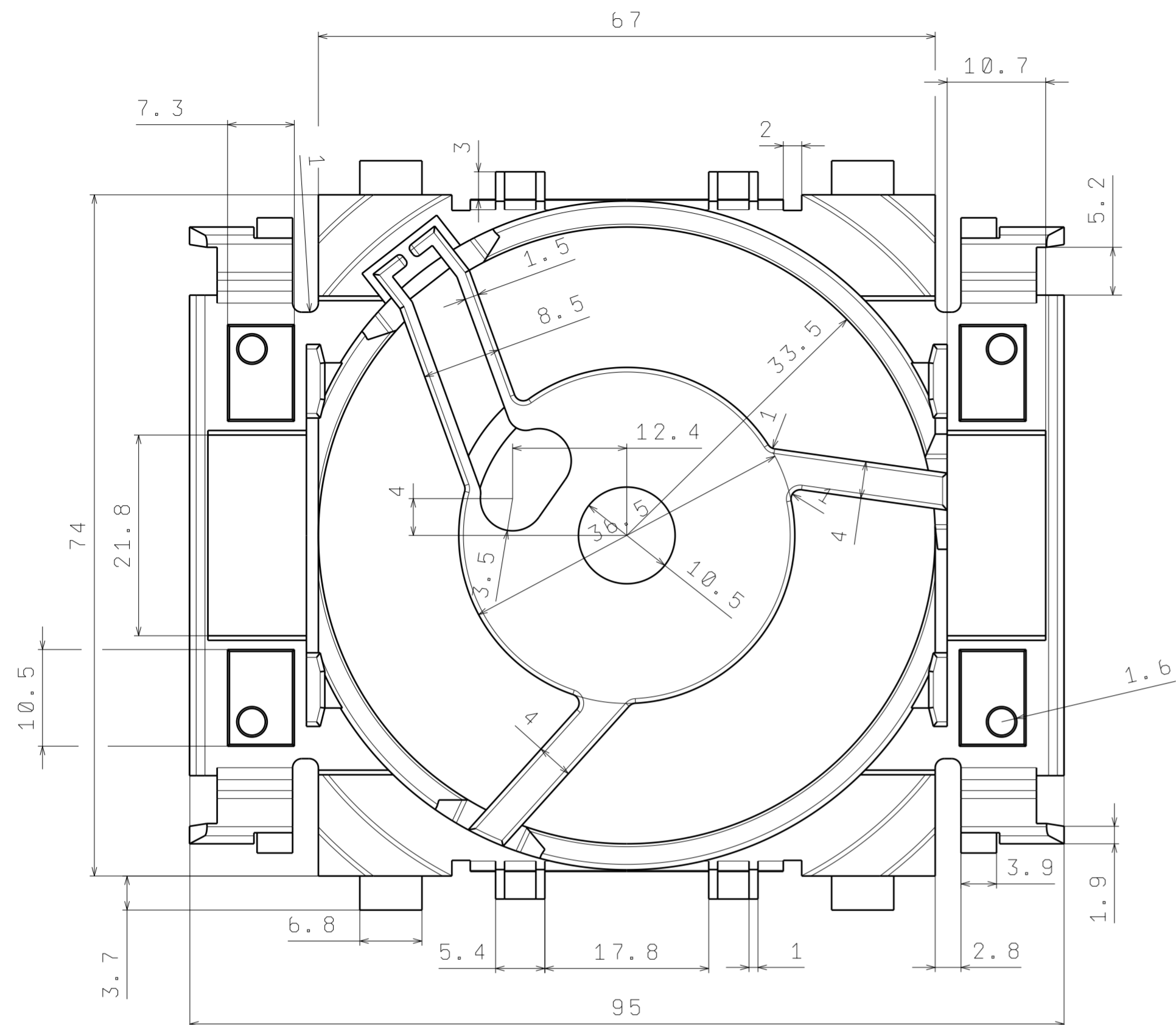
- výkres sestavení
- výkres součásti
- kusovník 1, 2

PII CD-disk obsahující:

- textovou část bakalářské práce
- výkresovou dokumentaci a model formy v programu CATIA V5R18



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně		SESTAVA VSTŘIKOVACÍ FORMY		
Fakulta technologická		DRAWING TITLE		
Ústav výrobního inženýrství		DRAWING NUMBER		
DRAWN BY Radim Sedlář	DATE 17.5.2013	SIZE A1	DRAWING NUMBER UTB - 2013 - 001	REV
CHECKED BY Ing. Škrobák	DATE	SCALE 1:2	WEIGHT(kg) 711,2	SHEET 1/1
DESIGNED BY	DATE			



NEKÓTOVANÉ RÁDIUSY R1

Univerzita Tomáše Bati ve zlíně		PC ventilátor		
Fakulta technologická		DRAWING TITLE		
Ústav výrobního inženýrství		DRAWING NUMBER		
DRAWN BY Radim Sedlák	DATE 17.5.2013	SIZE A2	DRAWING NUMBER UTB - 2013 - 002	REV X
CHECKED BY Ing. Škrobák	DATE xxx	SCALE 1:1	WEIGHT (kg) 0,02	SHEET 1/1
DESIGNED BY XXX	DATE xxx			

	D	U	M	K	
	38.	Vyhazovač	Z40/2x250	HASCO	8
	37.	Vyhazovač	Z40/4x250	HASCO	2
	36.	Vyhazovač	Z40/1,5x200	HASCO	12
	35.	Vyhazovač	Z40/2x200	HASCO	8
4	34.	Vyhazovač	Z40/6x200	HASCO	8
	33.	Izolační deska	UTB-2013-009	Sklotextit	1
	32.	Středící kroužek	K500/100x16,5	HASCO	1
	31.	Vodící čep	Z011/18x40	HASCO	4
	30.	Upínací deska	K10/346396/46	HASCO	1
	29.	Rozpěrná deska	K40/346396/96	HASCO	2
	28.	Opěrná deska	K30/346396/36	HASCO	1
	27.	Šroub	Z31/16x200	HASCO	4
	26.	Šroub	Z31/8x35	HASCO	9
	25.	Středící trubka	Z20/30x160	HASCO	4
	24.	Vodící pouzdro	Z10/86x24	HASCO	4
	23.	Tvárník	UTB-2013-008	19552-kaleno 52-54 HRC	2
	22.	Kotevní deska tvárníku	K20/346396/86	HASCO	1
	21.	Kotevní deska tvárnice	K20/346396/86	HASCO	1
5	20.	Transportní můstek	Z70	HASCO	1
	19.	Závěsné oko	Z71/8	HASCO	1
	18.	Pojistný kroužek	Z68/16x1	HASCO	2
	17.	Šroub	Z31/8x25	HASCO	2
	16.	Rámeček zásuvky	UTB-2013-007	11500	1
	15.	Zásuvka	Z1227/16/24	HASCO	1
	14.	Šroub	Z31/4x25	HASCO	4
	13.	Tvárnice	UTB-2013-006	19552-kaleno 52-54 HRC	2
	12.	Ucpávka	Z94/8x0,75	HASCO	44
	11.	Prodlužovací nátrubek	Z90/9x120	HASCO	12
	10.	Šroub	Z31/8x45	HASCO	8
	9.	Vodící čep	Z00/116/24x75	HASCO	4
	8.	Opěrná deska	K30/346396/76	HASCO	1
2	7.	Šroub	Z30/16x130	HASCO	4
	6.	Středící trubka	Z20/30x80	HASCO	4
	5.	Upínací deska	K10/346396/46	HASCO	1
	4.	Šroub	Z33/8x20	HASCO	8
	3.	Šroub	Z33/5x16	HASCO	8
	2.	Středící kroužek	K100/100x15	HASCO	1
	1.	Izolační deska	UTB-2013-005	Sklotextit	1
	Poz.	Název součásti	Výkres-norma	Materiál	Ks

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně		KUSOVNÍK 1			
Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství					
DRAWN BY		DRAWING TITLE			
Radim Sedlář	DATE 17.5.2013				
CHECKED BY	DATE	SIZE	DRAWING NUMBER		REV
Ing. Škrobák		A4	UTB - 2013 - 003		
DESIGNED BY	DATE	SCALE	WEIGHT (kg)		SHEET 1/2

D

A

D

C

B

A

4

4

3

3

2

2

1

1

54.	Středící kolík	Z26/8x28	HASCO	1
53.	Středící kolík	Z26/6x20	HASCO	2
52.	Šroub	Z1067/1/8/2	HASCO	2
51.	Šroub	Z33/4x8	HASCO	2
50.	Distanční podložka	Z1052/3/25x5	HASCO	3
49.	Rozvodný blok	H106/1/71x250/46	HASCO	1
48.	Vtoková vložka	Z1055/1/30x56	HASCO	1
47.	Pojistný kroužek	Z67/12x1	HASCO	2
46.	Horká tryska	Z2012/25x100	HASCO	2
45.	Vyhazovací deska B	K60/346396/17	HASCO	1
44.	Vyhazovací deska A	K70/346396/22	HASCO	1
43.	Šroub	Z33/4x10	HASCO	4
42.	Dosedka	Z55/18x3	HASCO	4
41.	Vyhazovací tyč	Z02/14x180	HASCO	1
40.	Šroub	Z30/8x18	HASCO	4
39.	Vodící pozdro	Z10/22/18	HASCO	4
Poz.	Název součásti	Výkres - norma	Materiál	Ks

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně		KUSOVNÍK 2		
Fakulta technologická Ústav výrobního inženýrství				
DRAWN BY		DRAWING TITLE		
Radim Sedlář		DATE		
17.5.2013		DRAWING NUMBER		
CHECKED BY		SIZE	REV	
Ing. Škrobák		A4	UTB - 2013 - 004	
DESIGNED BY		SCALE	WEIGHT (kg)	SHEET 2/2

D

A