

# Vstřikovací formy

Vojtěch ŠENKEŘÍK

---

Bakalářská práce  
2008



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

\*\*\*nascannované zadání s. 1\*\*\*

\*\*\*nascannované zadání s. 2\*\*\*

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukčním řešením vstříkovací formy pro zadaný plastový díl.

V teoretické části byla popsána problematika vstříkování a možnost konstrukčního řešení vstříkovacích forem. V praktické části byl vymodelován zadaný výrobek a navrženy dvě vstříkovací formy. Konstrukce byla provedena v programu CATIA V5 R17 a využity normy HASCO.

Klíčová slova: vstříkovací forma, 3D model, sestava

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with constructional solution of injection mold for engaged plastic part.

The problem of injection molding was describe in the theoretical part of the project. There are described possibilities of construction resolutions of injection molds. The product and two injection molds were design in practical part. Construction was project in programme CATIA V5 R17 and used of the standards of HASCO.

Keywords: injection mold, 3D part, assembly

## Poděkování

Touto cestou chci poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Michalu Staňkovi, Ph.D. za poskytnuté rady, pozornost a čas strávený při odborném vedením této bakalářské práce.

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.

Ve Zlíně

.....

Podpis

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>9</b>
<b>1 VSTŘIKOVÁNÍ POLYMERŮ</b> .....	<b>10</b>
1.1 VSTŘIKOVÁNÍ .....	10
1.2 VSTŘIKOVACÍ CYKLUS .....	10
<b>2 VSTŘIKOVACÍ STROJ</b> .....	<b>12</b>
2.1 VSTŘIKOVACÍ JEDNOTKA .....	12
2.2 UZAVÍRACÍ JEDNOTKA .....	14
2.3 OVLÁDÁNÍ A ŘÍZENÍ VSTŘIKOVACÍHO STROJE .....	14
<b>3 POLYMERY</b> .....	<b>16</b>
3.1 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ POLYMERŮ .....	16
3.1.1 Termoplasty .....	16
3.1.2 Reaktoplasty .....	16
3.1.3 Kaučuky, pryže a elastomery .....	17
<b>4 KONSTRUKCE FOREM</b> .....	<b>18</b>
4.1 NÁSOBNOST FORMY .....	18
4.2 SMRŠTĚNÍ VÝROBKU .....	18
4.3 ODVZDUŠNĚNÍ FOREM .....	18
4.4 TEMPERACE FOREM .....	19
4.5 STUDENÉ VTOKOVÉ SYSTÉMY (SVS) .....	19
4.5.1 Průřez rozvodných kanálů .....	20
4.5.2 Přidržovače vtoku .....	21
4.5.3 Plný kuželový vtok .....	21
4.5.4 Bodový vtok .....	22
4.5.5 Tunelový vtok .....	22
4.5.6 Srpkovitý vtok .....	22
4.5.7 Boční vtok .....	22
4.5.8 Filmový vtok .....	22
4.6 VYHŘÍVANÉ VTOKOVÉ SYSTÉMY (VVS) .....	23
4.6.1 Vyhřívání trysky .....	24
4.6.2 Vytápěné rozvodné bloky .....	25
4.7 VYHAZOVÁNÍ VÝSTŘIKŮ Z FORMY .....	26
4.7.1 Vyhazování pomocí kolíků .....	26
4.7.2 Šikmé kolíky .....	27
4.7.3 Vícetupňové vyhazování .....	28
4.7.4 Pneumatické vyhazování .....	28
4.7.5 Hydraulické vyhazování .....	28
4.7.6 Stírací deska .....	29

<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>STANOVENÍ CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE</b> .....	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>KONSTRUKCE VSTŘIKOVACÍ FORMY</b> .....	<b>32</b>
6.1	SPECIFIKACE VÝROBKU .....	32
6.2	VSTŘIKOVACÍ STROJ .....	33
6.3	NÁSOBNOST FORMY .....	35
6.4	ODVZDUŠNĚNÍ FOREM .....	35
6.5	ZAFORMOVÁNÍ VÝROBKU.....	35
6.6	VTOKOVÝ SYSTÉM .....	36
6.7	VYHAZOVACÍ SYSTÉM .....	38
6.8	TEMPERACE FORMY .....	39
6.9	TECHNOLOGICKÁ ANALÝZA.....	41
6.10	SESTAVA VSTŘIKOVACÍ FORMY .....	42
	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>45</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>46</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>47</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>48</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>50</b>

## ÚVOD

V dnešní době jsou obvykle materiály (kov, vlna, keramika, dřevo, sklo, atd.) nahrazeny 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.

Samostatné řešení forem má více aspektů. Zahrnuje technologické zásady navrhování výrobků a konstrukci forem i jejich částí včetně ekonomické výroby forem. Pro každý plastový výrobek je zapotřebí řešit konstrukci vstřikovací formy individuálně a s tím rostou náklady. Dále s rostoucími kvalitativními nároky nabývá taky na důležitost normalizace forem. Touto činností se zabývá několik mezinárodních firem jako je HASCO, Strack, DME. Formy se pak ekonomičtěji složí z těchto normalizovaných polotovarů.

Pro zkvalitnění a urychlení konstrukce se používají různé softwarové programy, jako zde použitý software CATIA V5 R17 na 3D vymodelování formy a jejich částí, které mohou být lehce převedeny ve stejném programu do 2D výkresů. Dále byl použit Moldflow Plastic Insight, ve kterém se potvrdilo správnost návrhu umístění vtokové ústí. Použití těchto programů se dále zamezuje ve výrobě chybných či dokonce nefunkčních částí a součástí vstřikovacích forem.



## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 VSTŘIKOVÁNÍ POLYMERŮ

## 1.1 Vstřikování

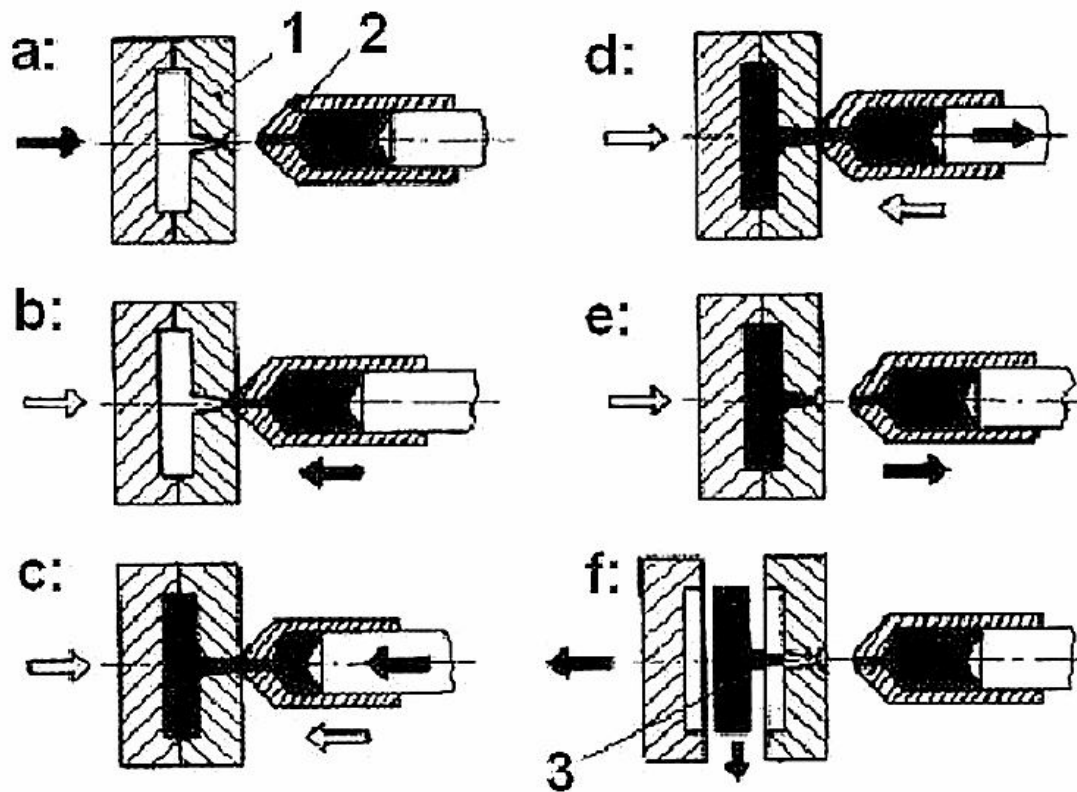
Princip vstřikování se označuje takový způsob tváření polymerních materiálů, při němž se materiál roztaví v tavicí komoře vstřikovacího stroje a vstřikuje se pod tlakem do uzavřené formy a tam je ochlazen ve tvaru vyráběné součásti.

Technologie vstřikování je nejrozšířenějším způsobem výroby požadovaných dílů z plastů či kaučových směsí. Vyznačuje se poměrně složitým fyzikálním procesem, na kterém se podílí polymer, vstřikovací stroj a forma. Je velmi produktivní způsob výroby, při kterém je součást vyrobena nejčastěji za jednu pracovní operaci v konečném stavu. Lze tímto způsobem vyrábět výrobky velmi složitých tvarů v úzkých výrobních tolerancích a v obrovských sériích. Vstřikování je charakteristické rychlým pracovním cyklem, malou náročností na obsluhu a značnou možností automatizace. [1, 5]

## 1.2 Vstřikovací cyklus

Tavenina se připraví v tavicí komoře vstřikovací jednotky a je vstříknuta do formy, kde zatuhne (event. zesítuje). Vstřikovací cyklus je znázorněn na obr. 1. Nejdříve dojde k uzavření vstřikovací formy 1 (a), vstřikovací jednotka 2 je ve výchozí poloze. Vstřikovací jednotka se poté přisune a dosedne na uzavřenou formu (b). Po dosednutí nastává vstřikování taveniny (c). Po naplnění dutiny formy taveniny nastává její tuhnutí, po čase pak postupné doplňování formy (d). Ve formě pokračuje tuhnutí bez tlaku. Následuje odsun vstřikovací jednotky do výchozí polohy (e). Po zatuhnutí nastává otevření formy (f) a vyhození výstřiku 3. Ve vstřikovací jednotce mezitím probíhá příprava taveniny. Forma i vstřikovací jednotka jsou ve výchozí poloze a celý cyklus se může opakovat.

Při vstřikování kaučkových směsí proběhne ve formě i vulkanizace, aby měl výrobek po vyjmutí finální vlastnosti. [1]



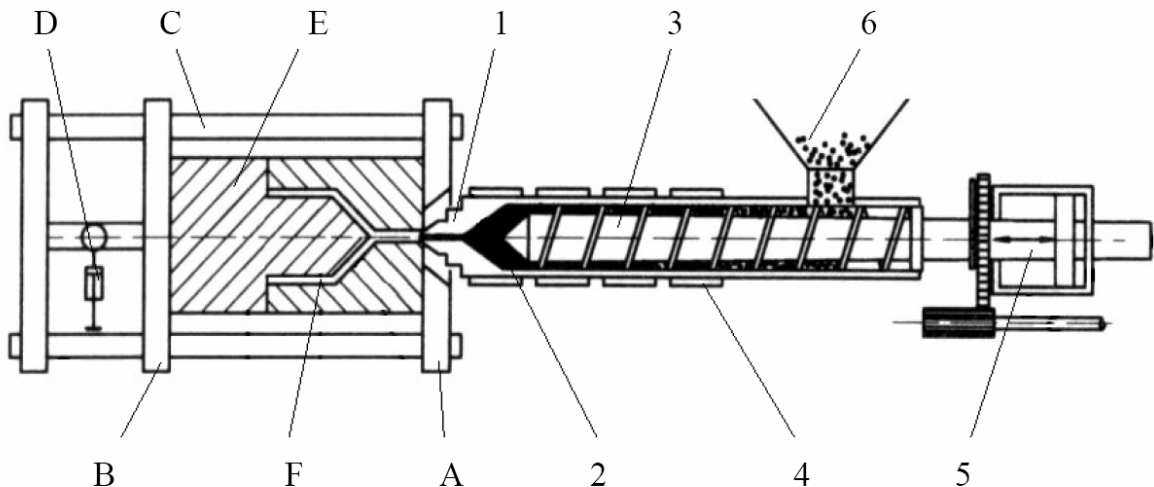
Obr. 1 Vstřikovací cyklus

1 – forma, 2 – vstřikovací jednotka, 3 – výstřik

## 2 VSTŘIKOVACÍ STROJ

Vstřikovací proces probíhá na moderních strojích většinou plně automaticky, takže se dosahuje vysoké produktivity práce. Pořizovací cena strojního zařízení i vstřikovací formy je značně vysoká. Technologie je proto vhodná pro velkosériovou a hromadnou výrobu.

Vstřikovací stroj se skládá ze vstřikovací jednotky, uzavírací jednotky a z řízení a regulace. Schéma vstřikovacího stroje s pístovou plastikací je na obr. 2. Každý výrobce vstřikovacích strojů je schopen vybavit vstřikovací stroj tak, aby plnil funkci částečně nebo plně automatizovaného pracoviště, tj. dovybavit stroj manipulátory, roboty, temperačním zařízením, dávkovacím a mísícím zařízením, sušárnami, dopravníky pro výrobky a vtoky, mlýny, atd. [3]



Obr. 2 Vstřikovací stroj

Vstřikovací jednotka: 1 - vstřikovací tryska, 2 - hydraulický válec, 3 - šnek, 4 - topení,  
5 - vstřikovací píst, 6 - násypka

Uzavírací jednotka: A - upínací deska pevná, B - upínací deska pohyblivá, C - vodící  
sloupy, D - uzavírací hydraulický válec, E - forma, F - dutina formy

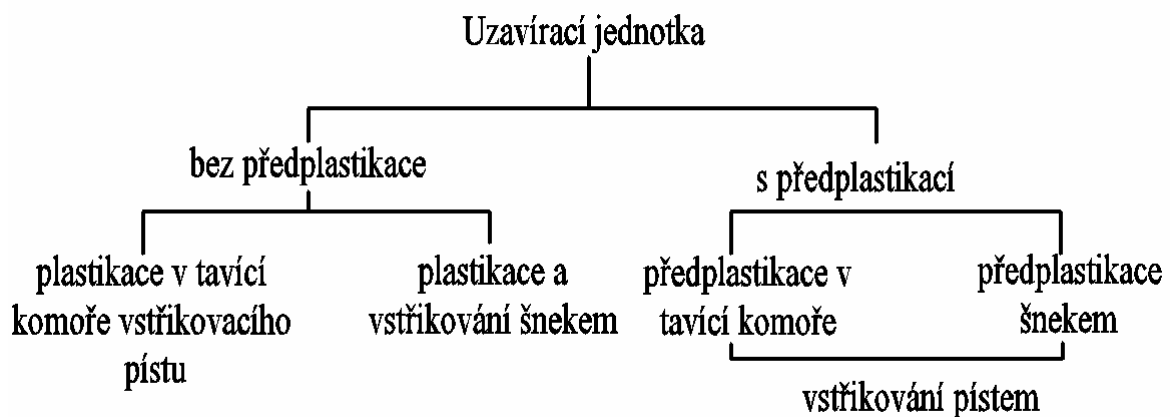
### 2.1 Vstřikovací jednotka

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, protože je ještě nutná rezerva

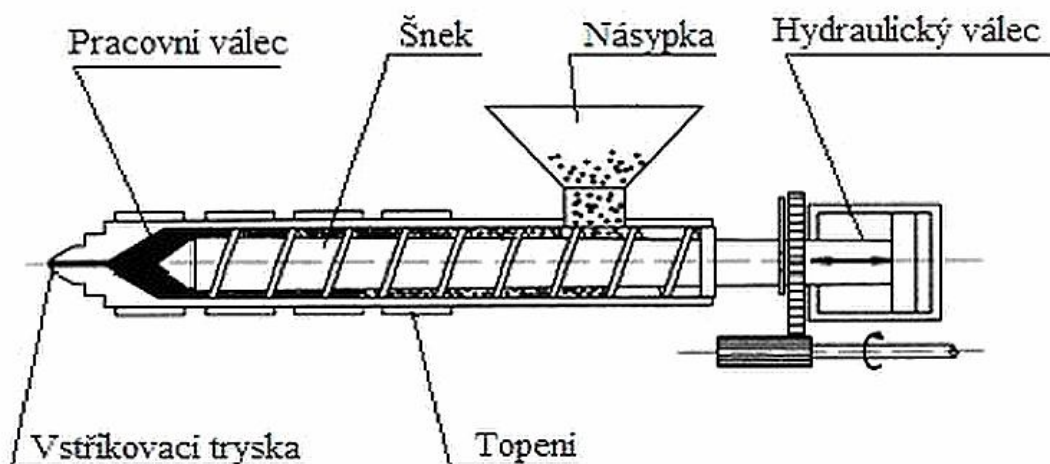
pro případné doplnění úbytku hmoty při chlazení (smrštění). Při malém vstřikovacím množství zase setrvává plast ve vstřikovací jednotce delší dobu a tím může nastat jeho degradace. To se dá ovlivnit rychlejšími cykly výroby.

Vstřikovací jednotka pracuje tak, že do tavného válce je dopravován zpracovávaný plast z násypky pohybem šneku. Plast je posouván šnekem s možnou změnou otáček přes vstupní, přechodové a výstupní pásmo. Postupně se plastikuje, homogenzuje a hromadí před šnekem. Současně ho odtlačuje do zadní polohy.

Topení tavné komory je nejčastěji rozděleno do tří pásem (vstupní, střední a pásmo u trysky). Část tepelné energie vznikne také disipací v materiálu. [5]



Obr. 3 Druhy vstřikovacích jednotek



Obr. 4 Šnekové plastikace

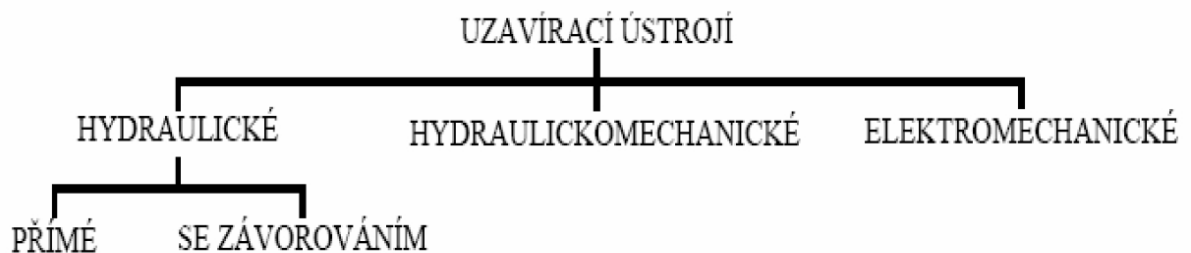
## 2.2 Uzavírací jednotka

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. Uzavírací mechanismus je ukazatelem kvality uzavírací jednotky. Má nejrůznější provedení.

Hydraulické uzavírací jednotky umožňují pootevření nástroje hydraulickým tlakem a vyžadují zajištění závorou. Výhodou těchto jednotek je nastavení libovolné hloubky otevření nástroje.

Hydraulicko-mechanická jednotka je nejčastěji používaná u strojů malých gramáží. Zaručuje vyšší rychlost uzavírání s potřebným uzavřením formy a dostatečnou tuhost. Je konstruována jako kloubový mechanismus ovládaný hydraulickým válcem. Některé konstrukce uzavíracích jednotek jsou bez vodících sloupů.

Moderní vstřikovací stroje mají průběh rychlosti uzavírací části proměnný, a to tak, že forma se nejprve uzavírá velkou rychlostí a těsně před uzavřením se pohyb uzavírání zpomalí. Tím se zabrání rázům na formu. Otevírání začíná rychlým otevřením a těsně před najetím na vyhazovací mechanismus se pohyb zpomalí. [5, 6]



Obr. 5 Druhy uzavíracích ústrojí

## 2.3 Ovládání a řízení vstřikovacího stroje

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.

Novější koncepce vstřikovacích strojů se v současnosti neobejdou bez výkonné procesorové techniky. Místo obvyklé 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. [5]

## 3 POLYMERY

### 3.1 Základní rozdělení polymerů

Plasty je možno klasifikovat podle různých hledisek:

- podle nadmolekulární struktury na amorfní plasty a krystalické (semikrystalické) plasty,
- podle aplikace na plasty pro široké použití, pro inženýrské aplikace a pro špičkové aplikace,
- podle druhu přísad na neplněné a plněné plasty,
- podle původu (přírodní a syntetické),
- na základě teplotního chování, podle působení teploty (termoplasty, reaktoplasty, kaučuky, pryže a elastomery). [3]

#### 3.1.1 Termoplasty

Jedná se o polymerní materiály, které při zahřívání přecházejí do plastického stavu, do stavu vysoce viskózních neneutronovských kapalin, kde je lze snadno tvářet a zpracovávat různými technologiemi. Do tuhého stavu přejdou ochlazením pod teplotu tání  $T_m$  (semikrystalické plasty), resp. teplotu viskózního toku  $T_f$  (amorfní plasty). Protože při zahřívání nedochází ke změnám chemické struktury, lze proces měknutí a následného tuhnutí opakovat teoreticky bez omezení. Jedná se pouze o fyzikální proces. K termoplastům patří většina zpracovávaných hmot, jako je polyethylen (PE), polypropylen (PP), polystyren (PS), polyvinylchlorid (PVC), polyamid (PA), atd. [3]

#### 3.1.2 Reaktoplasty

Jedná se o polymerní materiály, dříve nazývané termosety, které rovněž v první fázi zahřívání měknou a lze je tvářet, avšak jen omezenou dobu. Během dalšího zahřívání dochází k chemické reakci – prostorovému zesíťování struktury, k tzv. vytvrzování. Výrobek je možno považovat za jednu velkou makromolekulu. Ochlazování reaktoplastů probíhá mimo nástroj, neboť zajištění rychlého ohřevu formy pro vytvrzení a následné rychlé ochlazení materiálu by bylo obtížné. Tento děj je nevratný a vytvrzené plasty nelze



roztavit ani rozpustit, dalším zahříváním dojde k rozkladu hmoty (degradaci). Patří sem fenolformaldehydové hmoty, epoxidové pryskyřice, polyesterové hmoty, apod. [3]

### 3.1.3 Kaučuky, pryže a elastomery

Jedná se o polymerní materiály, které rovněž v první fázi zahřívání měknou a lze je tvářet, avšak jen omezenou dobu. Během dalšího zahřívání dochází k chemické reakci – prostorovému zesíťování struktury, probíhá tzv. vulkanizace. U elastomerů na bázi termoplastů nedochází ke změnám chemické struktury, proces měknutí a následného tuhnutí lze opakovat teoreticky bez omezení, probíhá zde pouze fyzikální děj. [3]

## 4 KONSTRUKCE FOREM

### 4.1 Násobnost formy

Násobnost vstřikovacích forem se obvykle hodnotí z několika hledisek:

- charakteru a přesnosti,
- požadovaného množství výrobků,
- velikosti plastikačního výkonu, velikosti uzavírací síly a kapacity vstřikovacího stroje,
- požadovaného termínu dodávky,
- ekonomiky výroky.

Součásti tvarově náročné, které vedou ke formě, jako i velkorozměrové výstřiky se většinou vyrábí v jednonásobných formách. Z hlediska kvality a přesnosti výstřiku je žádoucí, aby násobnost byla co nejmenší. [8]

### 4.2 Smrštění výrobku

Velikost smrštění je rozdíl mezi rozměry formy a skutečným rozměrem výrobku. Udává se v %. Smrštění se dělí na výrobní, které představuje až 90% celkového smrštění (měřené 24hod. po výrobě výrobku) a dodatečné, které probíhá poměrně dlouho v závislosti na typu polymeru. Velikost smrštění není ve všech směrech stejná, které je ovlivněno prouděním taveniny, orientací makromolekul, asymetrickým plnivem (skelné vlákna...) tvaru, temperací apod. a není jednoduché dimenzovat rozměry dutiny vstřikovací formy. [8]

### 4.3 Odvzdušnění forem

Při plnění dutiny formy taveninou je třeba zajistit únik zejména vzduchu, který je v ní obsažen na začátku vstřiku, jakož i plynů uvolňujících se při ochlazení. Vzduch, který se uzavře v dutině formy při adiabatickém stlačení může dosáhnout vysokých teplot. Účinkem vysoké teploty se může povrch polymeru přehřát až spálit.

Vzduch z dutiny formy často uniká dělicími rovinami, vůlemi mezi pohyblivými částmi apod. V ostatních případech je třeba formu opatřit odvodušňovacími kanály. Velikost mezer bývá až do 0,05 mm v závislosti na polymeru. [7]

#### 4.4 Temperace forem

Temperace forem slouží k udržování na požadované teplotě, která je zpravidla vyšší než pokojová a nižší než vstřikovací. Teplota formy při vstřikování termoplastů bývá zpravidla mezi 30° až 120° C. Temperace forem má bezprostřední vliv na smrštění a tvarové rozměry, jakost povrchu a mechanické vlastnosti výstřiku, jakož i zaplnění dutiny formy a též na délku vstřikovacího cyklu.

Jakmile je tavenina vstříknuta do formy, je nutno odvést co nejrychleji a hlavně stejnoměrně velké množství tepla. Před zahájením výroby se musí formy vyhřát na pracovní teplotu. Správnou temperací formy se dosáhne:

- zvýšení její tepelné a tím i rozměrové stability,
- snížení nebezpečí deformace při vysokých tlacích,
- optimální dobu vstřikovacího cyklu a hospodárnost provozu.

Množství a rychlost odvodu tepla závisí na materiálu formy nebo jejích částí, na temperačním systému a médiu, které jim prochází. [7, 8]

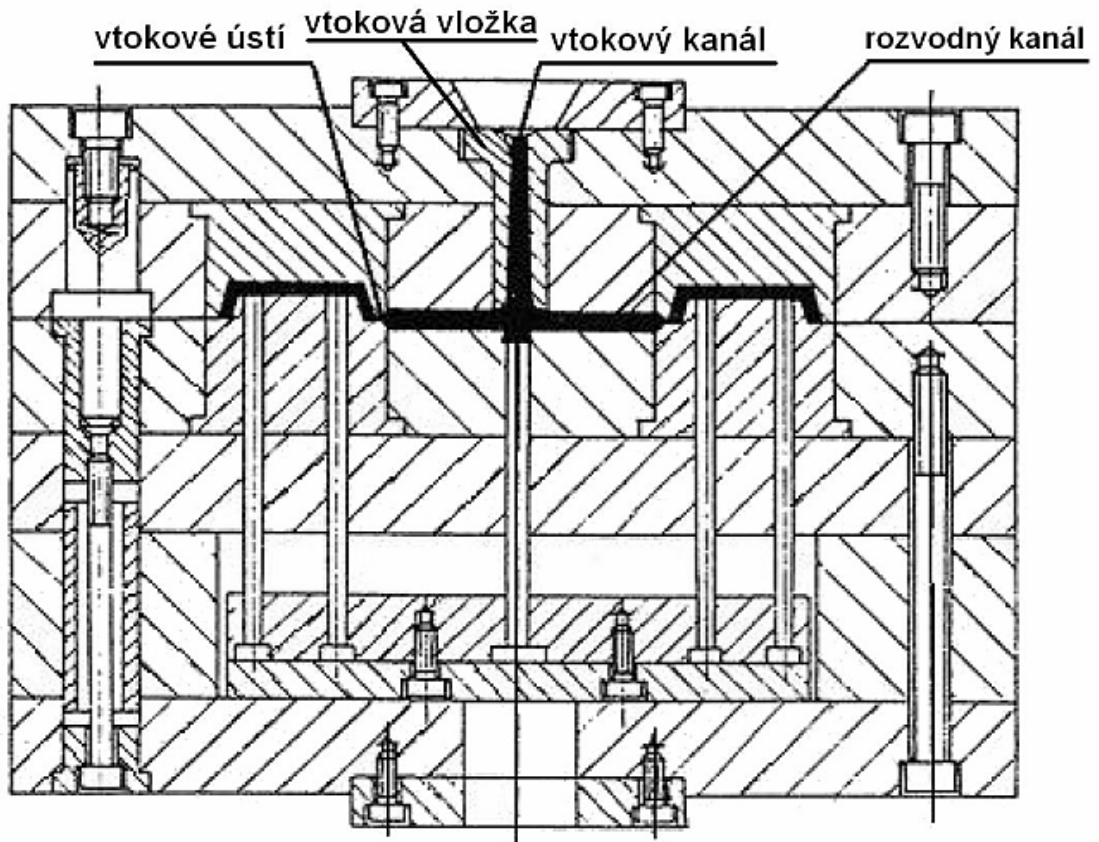
#### 4.5 Studené vtokové systémy (SVS)

Vtokový systém formy zajišťuje při vstřiku vedení proudu roztaveného plastu od vstřikovacího stroje do tvářecí dutiny formy. Naplnění dutiny taveninou má proběhnout v nejkratším možném čase a s minimálními odpory.

Tvar a rozměry vtoku spolu s umístěním jejího ústí ovlivňují:

- rozměry, vzhled i vlastnosti výstřiku,
- spotřebu materiálu,
- náročnost opracování na začistění výstřiku,
- energetickou náročnost výroby.

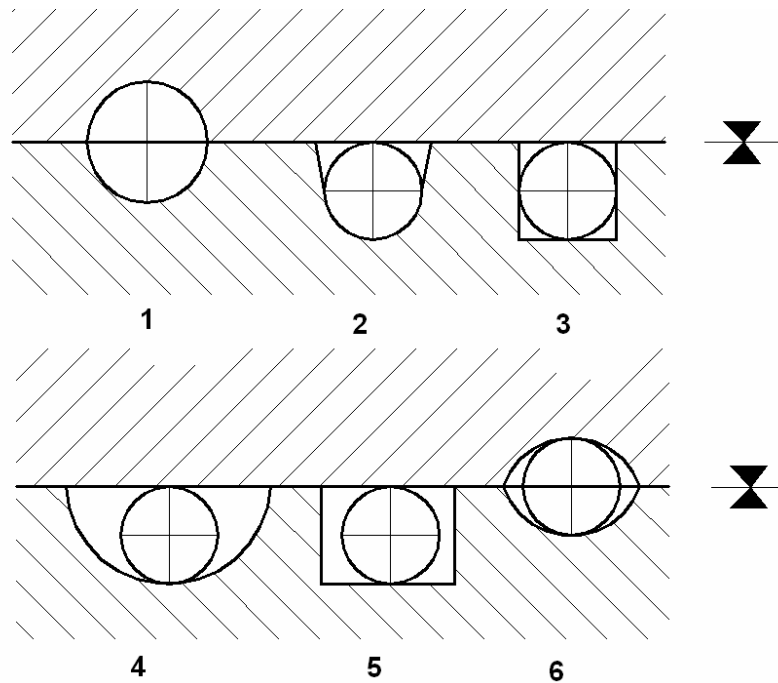
U vícenásobných forem má tavenina dorazit ke všem ústím vtoku za stejného tlaku a současně (vyvážené vtoky). [5]



Obr. 6 Studený vtokový systém formy

#### 4.5.1 Průřez rozvodných kanálů

Rozvodný kanál má mít při minimálním povrchu co největší průřez - minimální ztráty ochlazování, této podmínce odpovídá kruhový kanál - z výrobních důvodů se volí i jemu podobný lichoběžníkový průřez. [8]

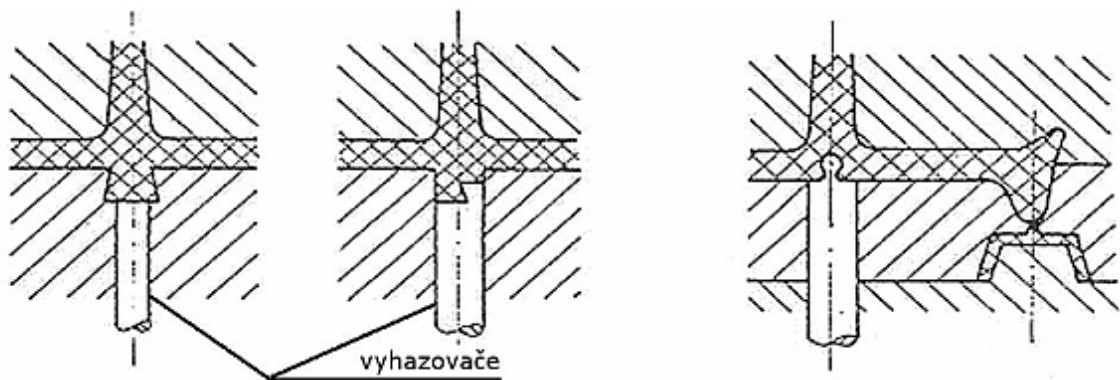


Obr. 7 Průřezy rozvodných kanálů

1, 6 – výrobně nevýhodné; 2, 3, 4, 5 – výrobně výhodné

#### 4.5.2 Přidržovače vtoku

Funkce přidržovače vtoku je přidržení vtokového systému na levé straně vstříkovací formy.



Obr. 8 Přidržovače vtoku

#### 4.5.3 Plný kuželový vtok

Je velmi účinný z hlediska působení dotlaku - vtok tuhne ve vstříkovací formě poslední (vhodné k potlačení propadlin, lunkrů u velkoobjemových dílů). Jeho nevýhoda spočívá ve velmi problematickém odstranění, protože zanechává stopu na výrobku.

#### 4.5.4 Bodový vtok

Vytváří se zúžením rozváděcího kanálu. Jeho zúžení se zvýší klesající teplota taveniny před vstupem do tvarové dutiny. Omezí se strhávání chladných vrstev z obvodu vtoku a tím i vytváření povrchových defektů. Umožní se snadné začišťení. Vtokové ústí se volí co nejmenší v závislosti na charakteru výstřiku, plastu i technologie vstřikování. Nevýhodou je, že vyžaduje systém třídeskových forem. [5]

#### 4.5.5 Tunelový vtok

Je zvláštní případ bodového vtoku, který má tu výhodu, že vtokový zbytek může ležet v téže dělicí rovině jako výrobek - není nutné konstruovat systém třídeskové formy. Předpokladem je existence ostrých hran pro oddělení vtokového zbytku od výrobku. Není-li zaústění do stěny výrobku možné, využívá se zaústění do vnitřního nálitku (nesmí vadit funkce výrobku). Oddělování vtokového zbytku se provádí při otevírání formy nebo při vyhazování výrobku. [5]

#### 4.5.6 Srpkovitý vtok

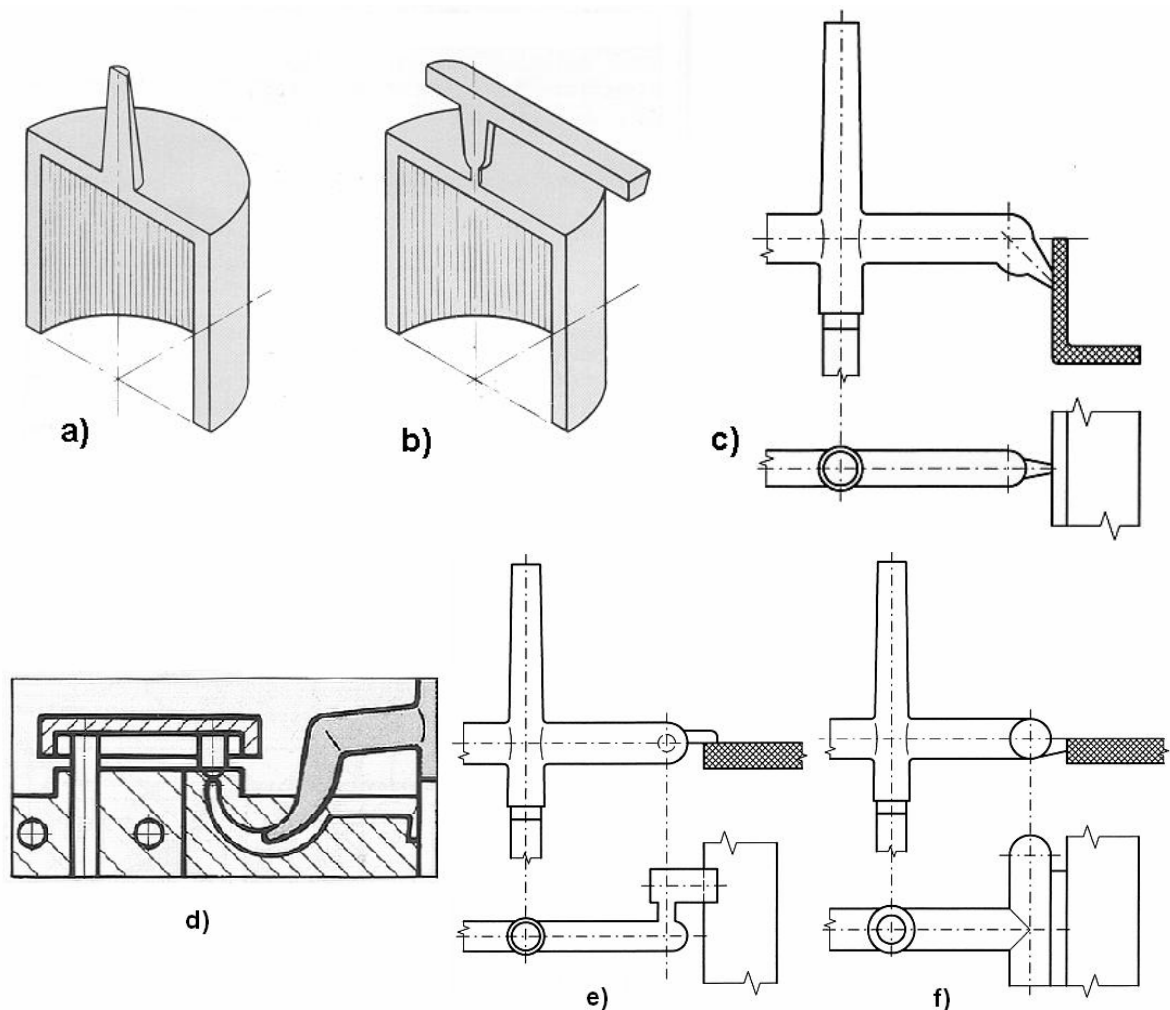
Je zvláštním typem tunelového vtoku, který umožňuje umístit vtokové ústí do části výstřiku, kde stopa po vtoku nesmí působit rušivě na pohledové části výrobku. Takový vtok je vhodný jen pro plasty s vysokou elasticitou. [5]

#### 4.5.7 Boční vtok

Průřez bývá obvykle obdélníkový, ale může být i jiný (kruhový, lichoběžníkový). Je nejrozšířenějším a nejpoužívanějším vtokovým ústím. Vtokové ústí leží v dělicí rovině. Při odformování zůstává zpravidla výstřik od vtokového zbytku neoddělený. [5]

#### 4.5.8 Filmový vtok

Je nejpoužívanější ze skupiny bočních vtokových ústí hlavně k plnění kruhových a trubicových dutin s vyššími požadavky na kvalitu. K nim se ještě řadí vtoky diskové, prstencové, deštníkové a další. Rozvedení taveniny do jednotlivých míst není rovnoměrné. Tlak klesá s rostoucí vzdáleností rozváděcího kanálu. To se řeší proměnnou tloušťkou ústí nebo rozváděcího kanálu. [5]



Obr. 9 Základní typy vtokových ústí

- a) plný kuželový vtok, b) bodový vtok, c) tunelový, d) srpkovitý vtok,  
e) boční vtok, f) filmový vtok

#### 4.6 Vyhřívané vtokové systémy (VVS)

Snahou po úsporách plastu i práce vedla k metodě bez vtokového zbytku. Realizuje se za pomoci vyhřívaných vtokových soustav. Dnešní VVS mají vyhřívané trysky, které jsou charakterizovány minimálním úbytkem tlaku i teploty v systému s optimálním tokem taveniny. To umožnila především výroba vysokovýkonných a minimálních topných těles a některých dalších dílů.

Technologie vstřikování VVS spočívá v tom, že po naplnění dutiny vstřikovací formy zůstává polymer po celé délce VVS stále taveninou. Z toho vyplývá, že lze použít jen bodové vyústění malého průřezu, kde i přes malý průřez vtoku je možné částečně pracovat s dotlakem.

Výhody VVS:

- umožňuje automatizaci výroby - zkrácení výrobního cyklu,
- snižují spotřebu polymeru - tzv. bezvtokového vstřikování,
- snížení nákladů na dokončovací práce s odstraňováním vtokových zbytků - odpadá problematika recyklace vtokových zbytků,
- celý systém VVS má snadnou montáž, demontáž, údržbu,
- VVS má vlastní regulaci teploty ve všech svých částech.

Nevýhody VVS:

- konstrukční provedení vstřikovacích forem s VVS je náročnější,
- je potřeba zajistit regulátory a snímače teploty VVS,
- VVS jsou energeticky a ekonomicky nákladnější jak SVS. [8]

#### 4.6.1 Vyhřívání trysky

Jejich konstrukce umožňuje propojení vstřikovacího stroje s dutinou formy, při dokonalé teplotní stabilizaci. Tryska má vlastní topný článek i s regulací nebo je ohřívána jiným zdrojem vtokové soustavy.

##### *Nepřímo ohřívání trysky*

Nepřímo ohřívání trysky, jejichž jednodušší provedení si zpracovatel může sám vyrobit, se vyznačuje přenosem tepla z vyhřívání rozvodu na trysku. U tohoto způsobu je vhodnější dodržovat rychlejší pracovní cyklus.

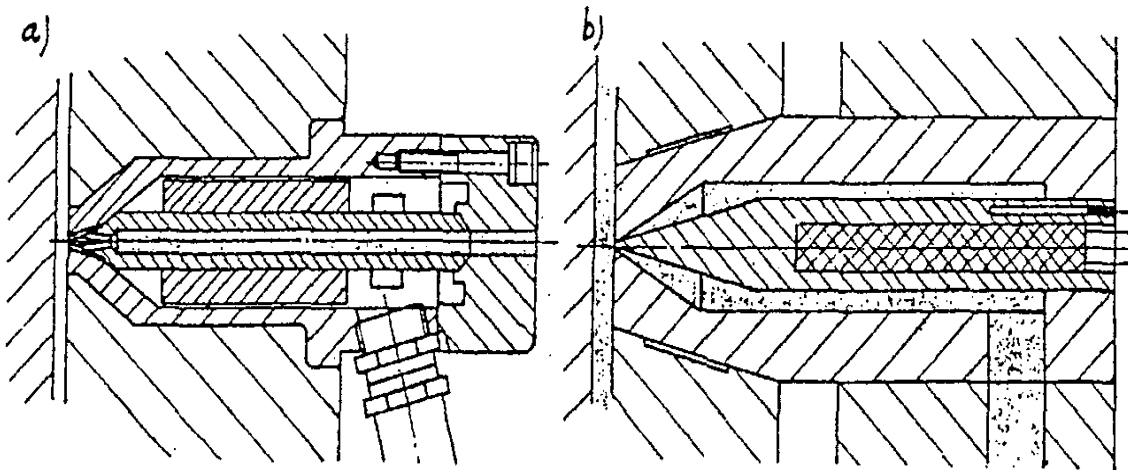
##### *Přímo ohřívání trysek*

Konstrukční řešení přímo ohřívání trysek je charakterizováno dvěma základními principy:

- trysky s vnějším topením, kde tavenina proudí vnitřním otvorem tělesa trysky. Těleso je z tepelně vodivého materiálu. Z vnějšku je kolem trysky umístěno topení,



- trysky s vnitřním topením. U tohoto systému tavenina obtéká vnitřní vyhřívanou vložkou (torpédo), zhotoveno také z materiálu s dobrou tepelnou vodivostí. [5]



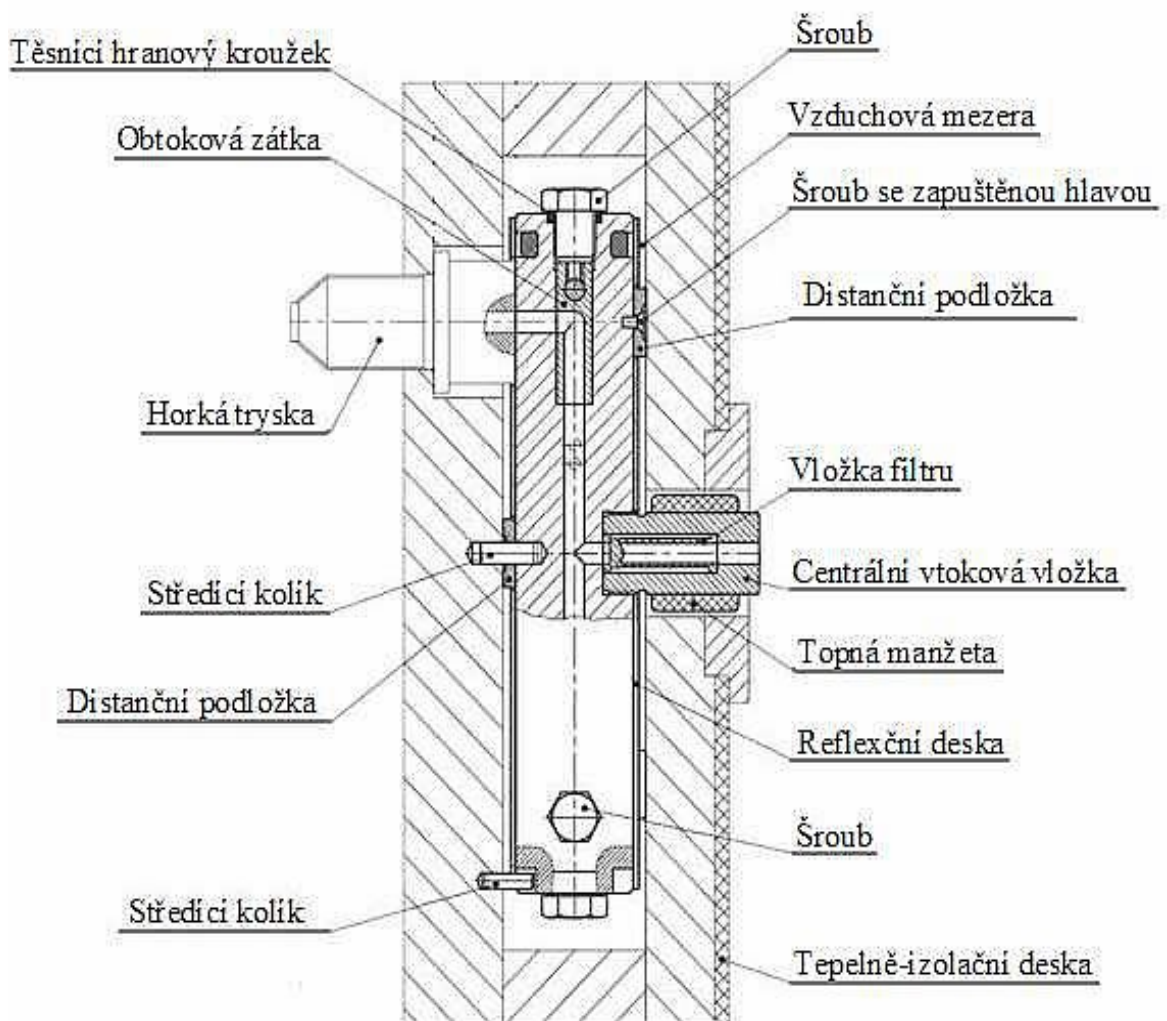
Obr. 10 Vyhřívané trysky

a) s vnějším vytápěním, b) s vnitřním vytápěním

#### 4.6.2 Vytápěné rozvodné bloky

Vstřikovací formy s vytápěným rozvodným blokem se používá v kombinaci s vyhřívanými i izolovanými tryskami. Slouží k rozvodu taveniny do tvarových dutin vícenásobných forem. Jeho 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. Musí být tepelně izolován od ostatních částí formy. [8]



Obr. 11 Vyhříváný rozvodný blok

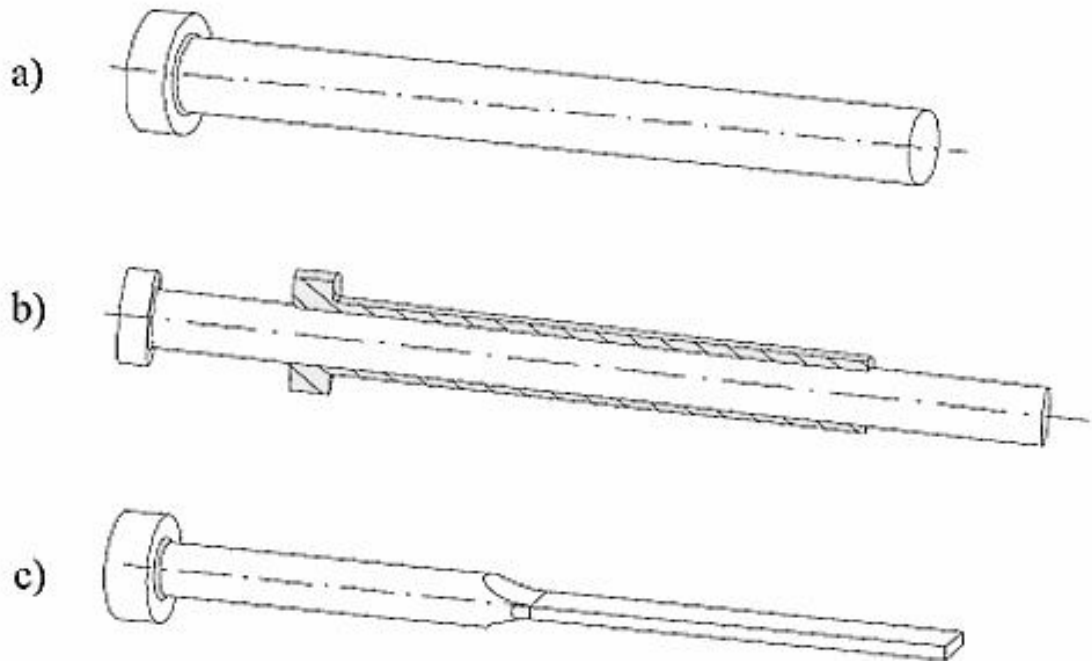
## 4.7 Vyhazování výstříků z formy

Po ochlazení výstříku ve formě následuje otevření formy a vyhození výstříku z dutiny formy. K tomu slouží vyhazovací kolíky, stírací deska, stlačený vzduch, případně jejich kombinace. Pohyb vyhazovače se odvozuje od pohybu částí formy, výjimečně od pružiny, případně se použije hydraulických válců. Základní podmínkou dobrého vyhazování výstříku je hladký povrch a správné úkosy jejich stěn ve směru vyhazování. Nejrozšířenějším vyhazovacím systémem je mechanické vyhazování. [7]

### 4.7.1 Vyhazování pomocí kolíků

Vyhazovací kolíky jsou nejčastěji a nejlevnějším způsobem vyhazování výrobků. Lze je využít všude, kde je možné umístit proti ploše výrobku. Jsou výrobně jednoduché

a funkčně zaručené. Vůle v uložení slouží jako odvzdušnění. Vyhazovací kolík by se měl opírat o nepohledovou stěnu, protože zanechávají stopy na výstřiku nebo žebro výrobku, které se nesmí při vyhazování zbortit.

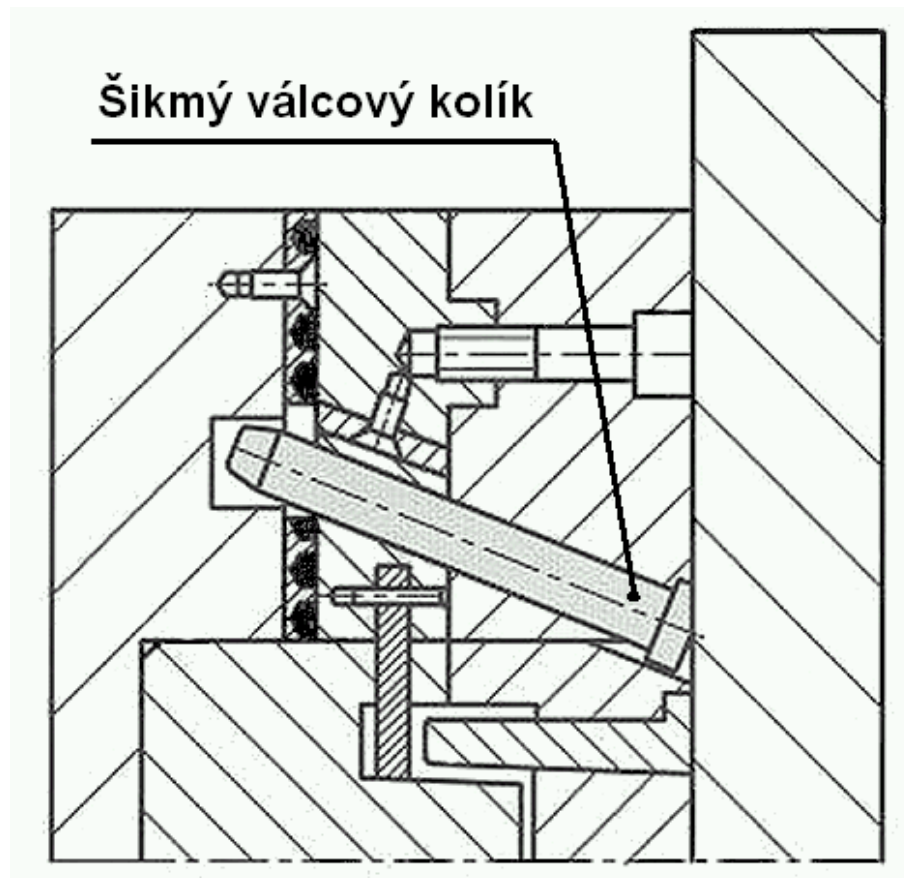


Obr. 12 Vyhazovací kolíky

a) Válcový vyhazovač, b) trubkový vyhazovač, c) prizmatický vyhazovač

#### 4.7.2 Šikmé kolíky

Využívají se pro ovládání posuvných čelistí forem. Šikmé kolíky se používají tam, kde se nevyžaduje žádné nebo malé zpoždění vysouvání čelistí při otevírání hlavní dělicí roviny. Uzavírací pohyb je ukončen současně s uzavřením formy. Otevřená a uzavřená poloha pohyblivé čelisti se zajišťuje kuličkou nebo jinou západkou.



Obr. 13 Řez formou s šikmým válcovým kolíkem

#### 4.7.3 Vícestupňové vyhazování

Umožňuje vyhazovat výstřiky s rozdílným časovým rozložením vyhazovacího zdvihu i jeho velikosti.

#### 4.7.4 Pneumatické vyhazování

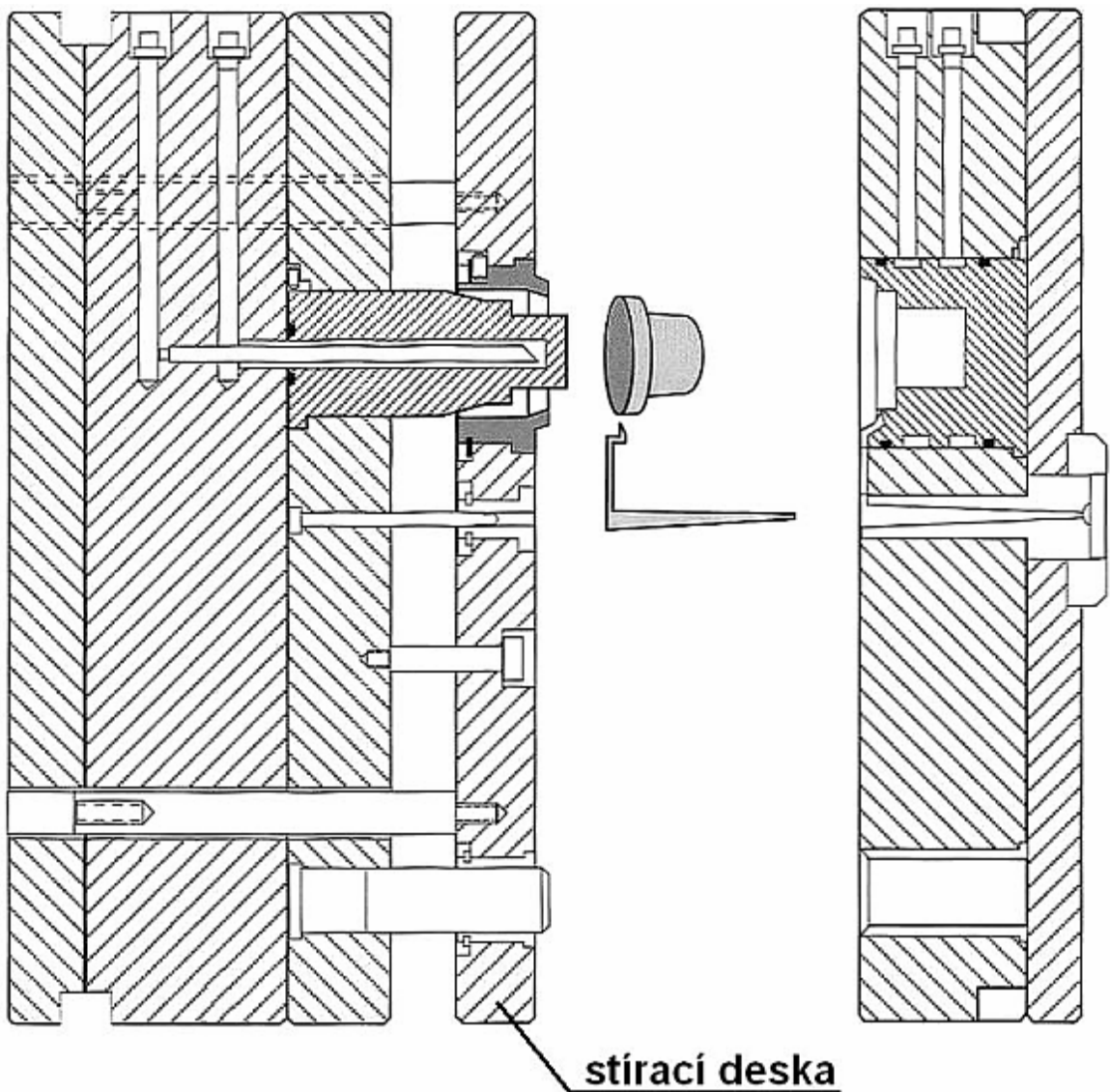
Při pneumatickém vyhazování se mezi výstřik a líc formy zavádí stlačený vzduch. Tím se umožní rovnoměrné oddělení výstřiku, vyloučí se místní přetížení a odstraní se stopy po vyhazovačích na výstřiku. Nevýhodou je omezené použití pneumatického vyhazování jen na některé tvary výstřiků. [7]

#### 4.7.5 Hydraulické vyhazování

Využívá se pro plynulejší ovládání mechanických vyhazovačů či k ovládání posuvných čelistí forem.

#### 4.7.6 Stírací deska

Stírací deska při stahování výrobku z tvárníku působí na výrobek po celém jeho obvodu - velká styčná plocha, nezanechává na výrobku stopy po vyhazování - deformace je minimální a stírací (vyhazovací) síla je velká. Využívá se zejména u rozměrových a tenkostěnných výrobků, které vyžadují velkou vyhazovací sílu a u vícenásobných forem. Použití stírací desky je omezeno tvarem výrobku - dosedá-li výrobek v rovině (i mírně zakřiveně) na stírací desku. [8]



Obr. 14 Řez formou se stírací deskou

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 STANOVENÍ CÍLŮ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

V bakalářské práci byly stanoveny tyto cíle:

- vypracovat studii na dané téma,
- nakreslit model plastového dílce ve 3D,
- provést konstrukci dvou 3D sestav vstřikovacích forem pro zadaný plastový díl,
- vytvořit 2D sestavy vstřikovacích forem,
- nakreslit výrobní dokumentaci vyráběných dílů formy.

V teoretické části jsou shromážděny poznatky týkající se procesu vstřikování, vstřikovacího stroje a konstrukce formy.

V praktické části této bakalářské práce byl nakreslen zadaný plastový díl ve 3D. K tomuto výrobku byla vytvořena jedna 1-násobná forma a druhá 4-násobná forma pro dva vstřikovací stroje, ALLROUNDER 170S 150-30 a ALLROUNDER 420C 1000-350, které jsou vlastněny UTB Zlín. Následně byly převedeny na výkresy 2D sestav se všemi výrobními výkresy vyráběných dílů forem. Konstrukci byla provedena v programu CATIA V5 R17 a dále byly použity normály HASCO. Model byl zhodnocen tokovými analýzami v programu Moldflow Plastic Insight. Nakonec byl použit Moldflow Plastic Insight, ve kterém se potvrdilo správnost návrhu umístění vtokové ústí.

Vstřikovací formy byly zkonstruovány tak, aby se daly v praxi účelně využít a dílec měl takové vlastnosti a rozměry tak, aby se dal praxi použít.

## 6 KONSTRUKCE VSTŘIKOVACÍ FORMY

Snahou bylo vytvořit co nejjednodušší i zároveň co nejpřesnější formy. Bylo využito co nejvíce normálí z katalogu firmy HASCO. Vstřikovací formy jsou 1 a 4-násobná se studeným vtokovým systémem.

Jednotlivé stroje mají již vyrobeny univerzální rámy. Těchto rámu bylo využito a tak stačilo zkonstruovat pouze vnitřních částí forem. Části, které jsou již vyrobeny a které se budou vyrábět lze vidět na obr. 30 a 33.

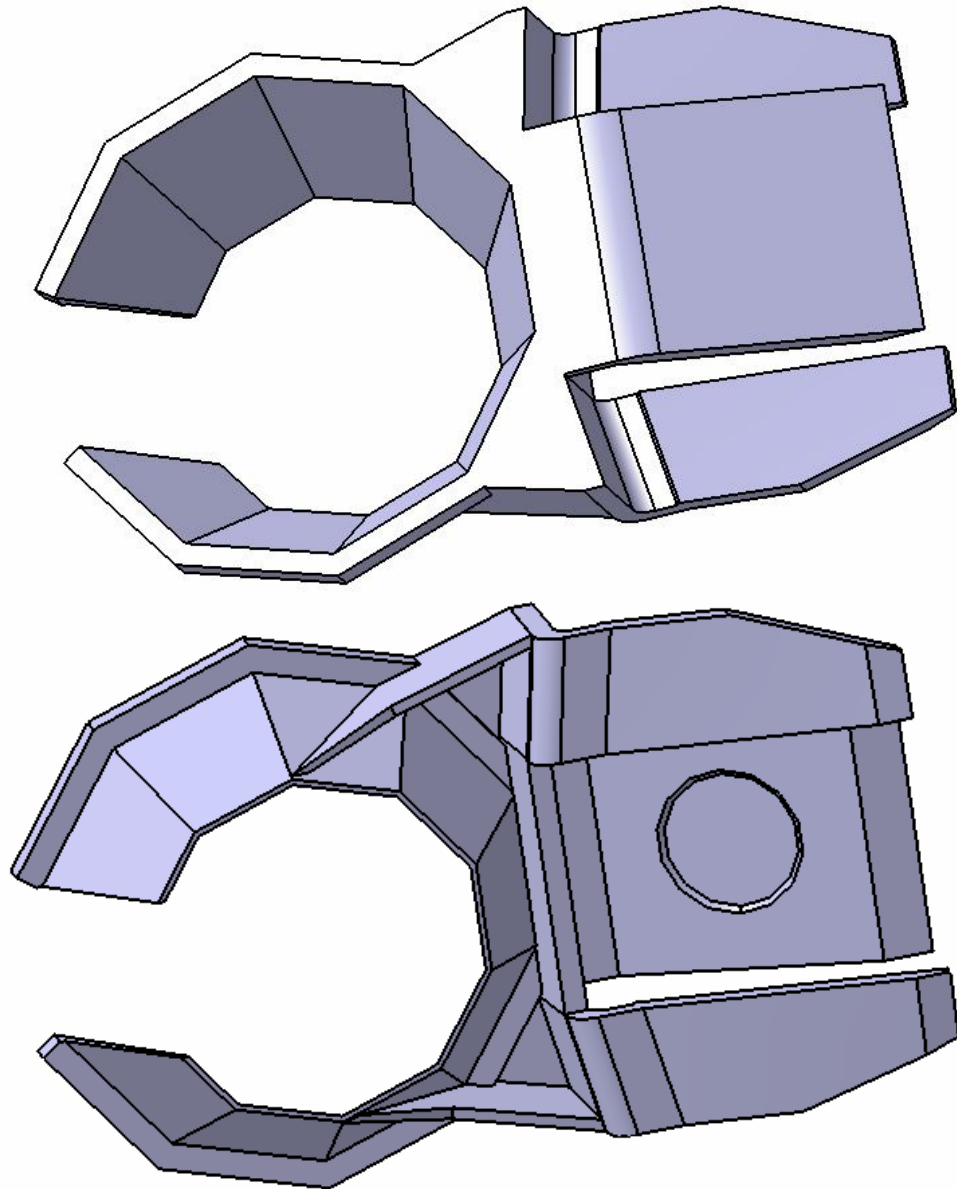
### 6.1 Specifikace výrobku

Vstřikovaný výrobek je držák skleniček na talířku. Tento držák umožňuje mít jednu ruku volnou a tak si můžete s někým potřást s rukou.



Obr. 15 Použití držáku v praxi





Obr. 16 3D model držáku

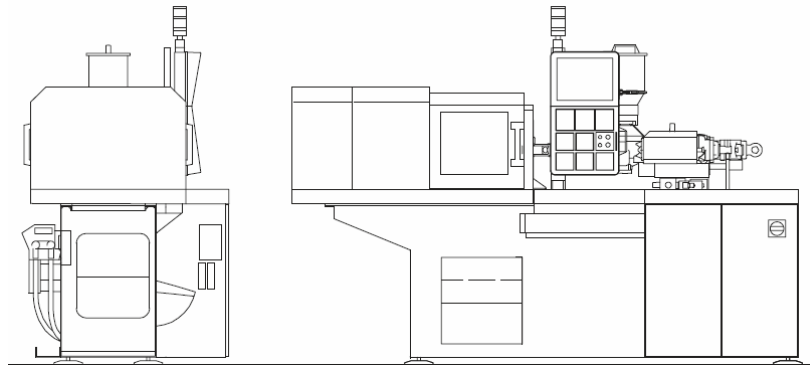
Materiál byl zvolen dle pevnosti, ceny a jeho vlastností. Jedná se o Styren A-Tech 1400 a patří do houževnatých polystyrénů s vylepšenými vlastnostmi. Vyznačuje se vysokou tekutostí, vysokou tuhostí a rázovou odolností. Je vhodný na kryty TV, audio, tiskáren, klávesnic, tenkostěnných výstřiků. Vlastnosti plastu viz příloha P 1. Objem výrobku je 5,37 cm<sup>3</sup>.

## 6.2 Vstříkovací stroj

1-násobná forma byla navrhována pro vstříkovací stroj Allrounder 170S 150-30. Technické data stroje viz Příloha P 2. Jedná se o horizontální vstříkovací stroj.

Hlavní údaje o stroji:

- Uzavírací síla: 150 kN
- Objem vstřikovacího stroje: 10,6 cm<sup>3</sup>
- Minimální zdvih stroje: 150 mm
- Vzdálenost mezi vodícími sloupy : (170 x 170) mm



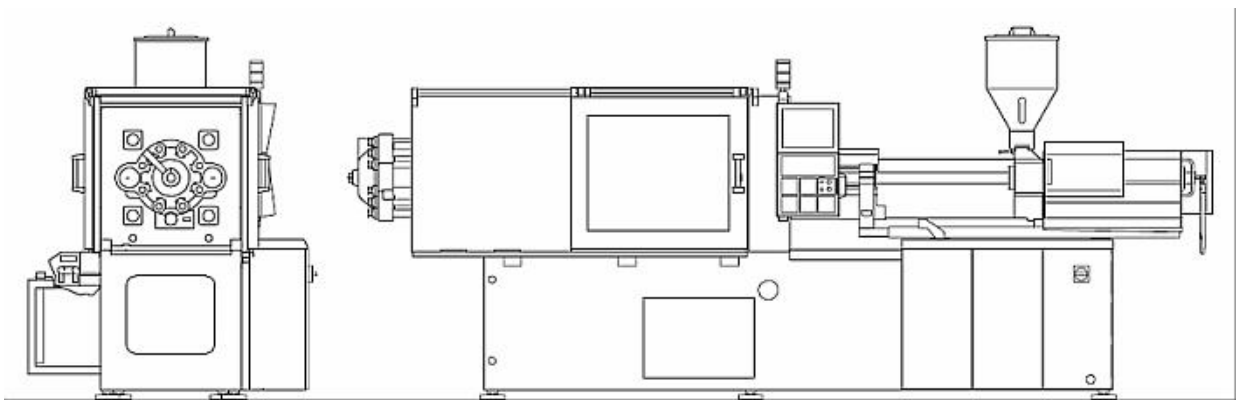
Obr. 17 ALLROUNDER 170S 150-30

4-násobná forma byla navržena pro vstřikovací stroj Allrounder 420C 1000-350

Technické data viz Příloha P 3. Jedná se o horizontální vstřikovací stroj

Hlavní údaje o stroji:

- Uzavírací síla: 1000 kN
- Objem vstřikovacího stroje: 182cm<sup>3</sup>
- Minimální zdvih stroje: 250 mm
- Vzdálenost mezi vodícími sloupy : (420 x 420) mm



Obr. 18 ALLROUNDER 420C 1000-350

### 6.3 Násobnost formy

Násobnost formy je ovlivněna mnoha činiteli, jako je ekonomika výroby, složitost a přesnost výstřiku požadované množství výrobku, kapacita vstřikovacího stroje atd.

U stroje ALLROUNDER 170S 150-30 byla hlavní omezení dvě, a to velikost rámu a objemem vstřikovacího stroje. Objem vstřikovacího stroje byl nakonec rozhodující, z tohoto důvodu byla zvolena 1-násobnou formu.

U stroje ALLROUNDER 420C 1000-350 bylo hlavní omezení velikostí rámu, z tohoto důvodu se zvolila 4-násobná formu.

### 6.4 Odvzdušnění forem

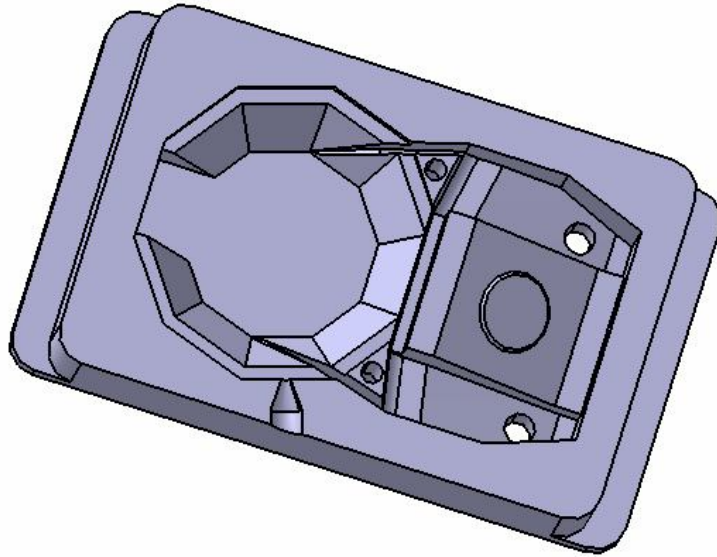
Při plnění dutiny formy taveninou dochází ke stlačení vzduchu ve formě čelem taveniny. Tento vzduch se při takovém tlaku ohřívá na teplotu, při které může degradovat. To má za následek optické vady výstřiku ve formě napálených míst na povrchu výstřiku. Je tedy třeba zajistit únik tohoto vzduchu.

V tomto případě postačí vůle v uložení tvárnic a tvárnků, vůle mezi dělicí rovinou a vůle kolem vyhazovačů.

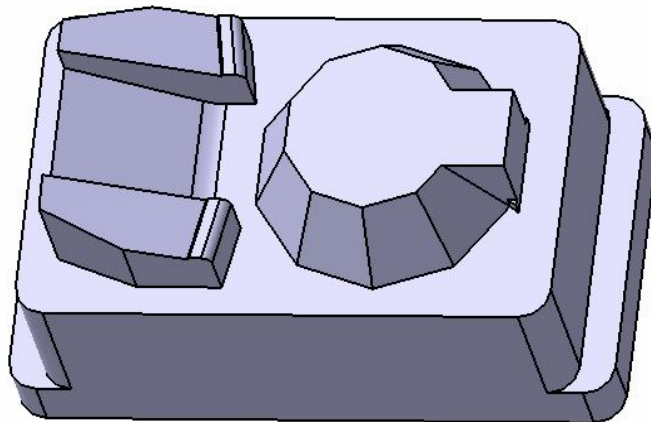
### 6.5 Zaformování výrobku

Jednou z hlavních operací při konstrukci formy je určení dělicí roviny. Tato rovina je volena tak, aby se dal výrobek lehce vyhodit, nebylo na výrobku vidět, kudy prochází, dále je volen podle velikosti a tvarem výrobku atd.

Dělicí rovinu byla zvolena u tohoto výrobku na vrchní části z důvodu snadného vyhození z formy a dále, aby nešlo na této straně vidět stopy po vyhazovačích. Výrobek není natolik složitý, aby se muselo volit vedlejší dělicí roviny.



Obr. 19 Tvárnice



Obr. 20 Tvárník

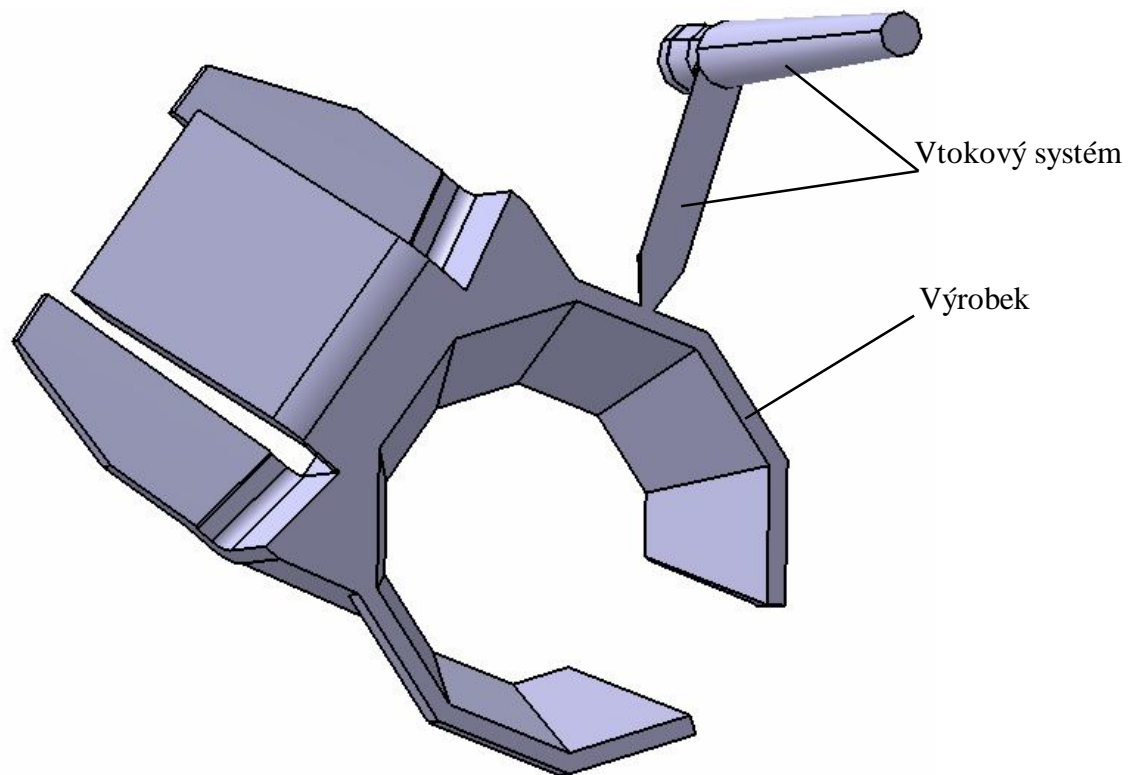
## 6.6 Vtokový systém

Vtokový systém formy zajišťuje při vstřiku vedení proudu roztaveného plastu od vstřikovacího stroje do tvářecí dutiny formy. Naplnění dutiny taveninou má proběhnout v nejkratším možném čase a s minimálními odpory.

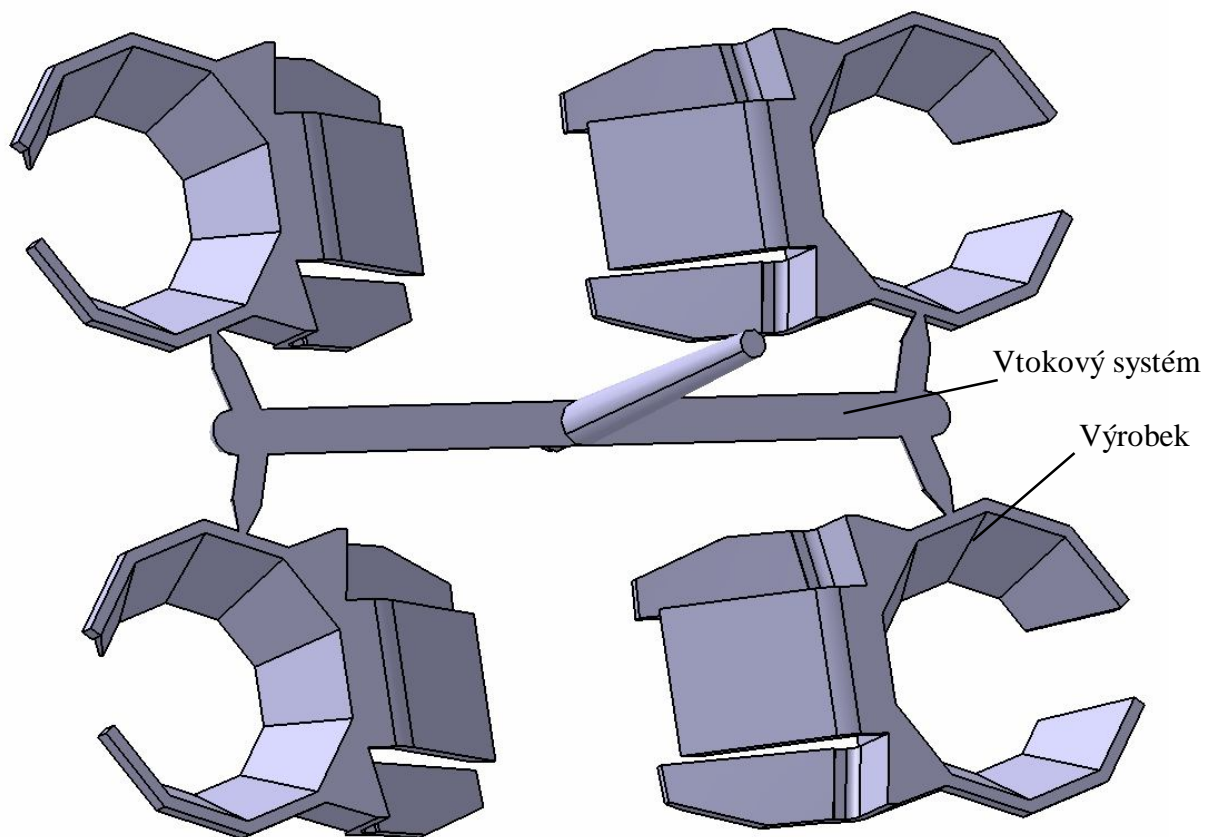
Vzhledem k malé spotřebě materiálu, energetické náročnosti a velikosti forem bylo zvoleno pro obě formy studený vtokový systém. Průřez kanálu byl zvolen půlkruhový a velikost byla určena dle literatury [5].

Objem kompletního vtokového systému u 1- násobné formy je  $6,93 \text{ cm}^3$ .

Objem kompletního vtokového systému u 4- násobné formy je  $25,91 \text{ cm}^3$ .



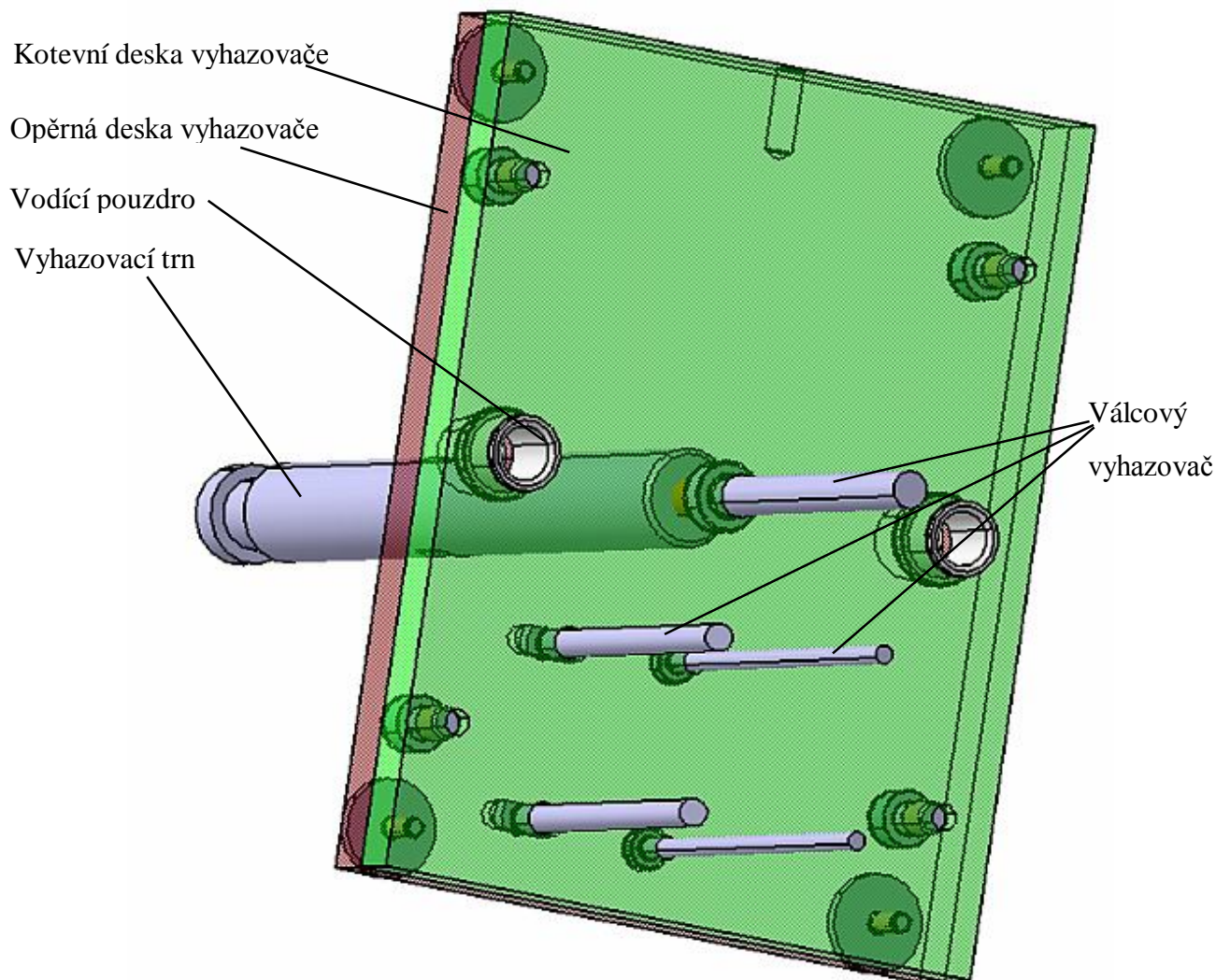
Obr. 21 Kompletní studený vtokový systém u 1-násobné formy



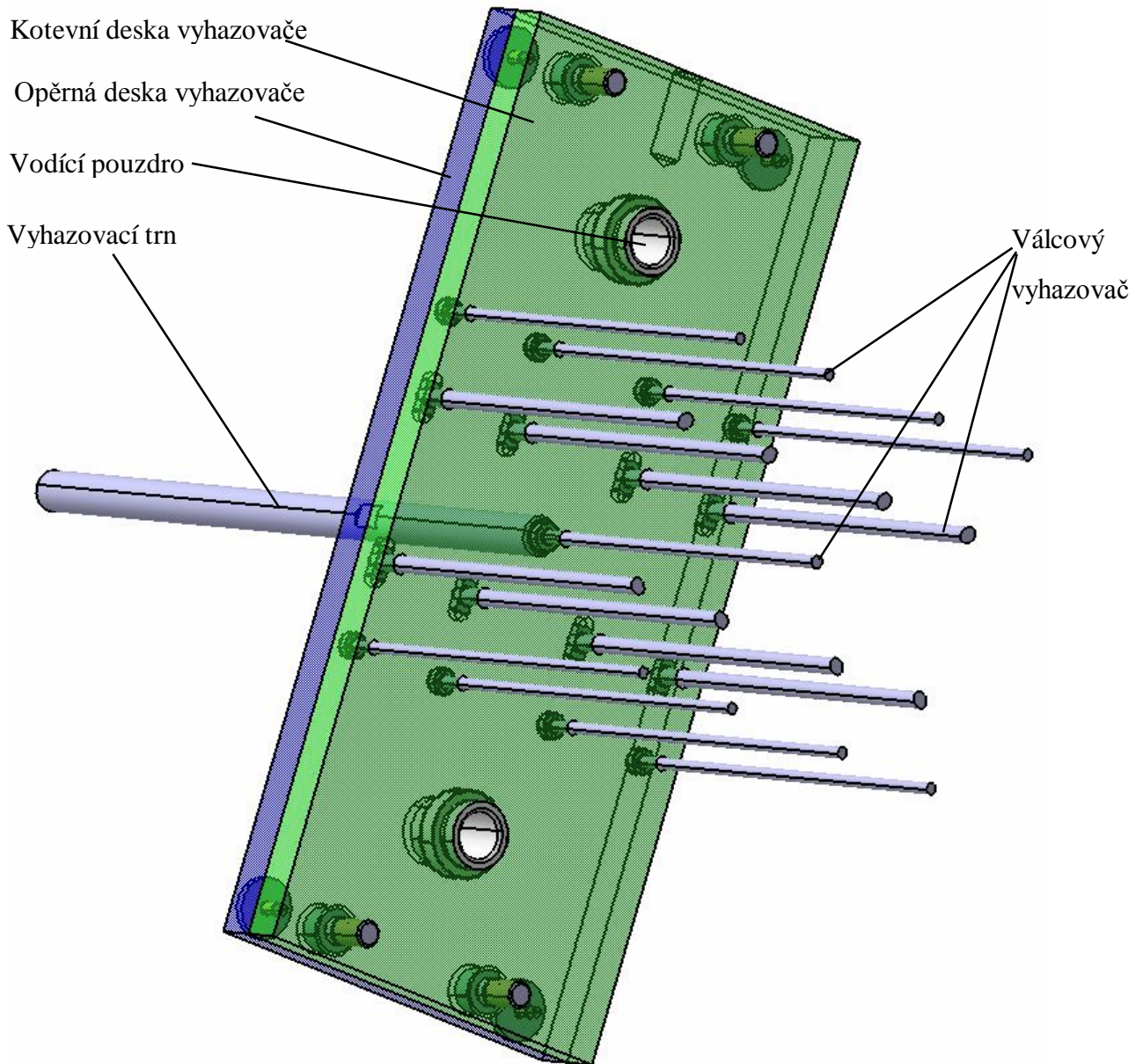
Obr. 22 Kompletní studený vtokový systém u 4-násobné formy

## 6.7 Vyhazovací systém

Vyhození jednoho výrobku z formy je provedeno pomocí 4 válcových vyhazovačů. Na výstřiku zůstanou stopy po vyhazovačích, ale to v tomto případě nevádí, protože byly zvoleny na nepohledové straně. Vyhazovače jsou ukotveny v kotevní a opěrné desce vyhazovače. Zdvih vyhazovačů musí být dostatečný, aby se zajistilo odformování celého výstřiku z tvárnice. Po vyhození výrobku je nutné oddělit vtokový systém od výrobku.



Obr. 23 Vyhazovací systém u 1-násobné formy

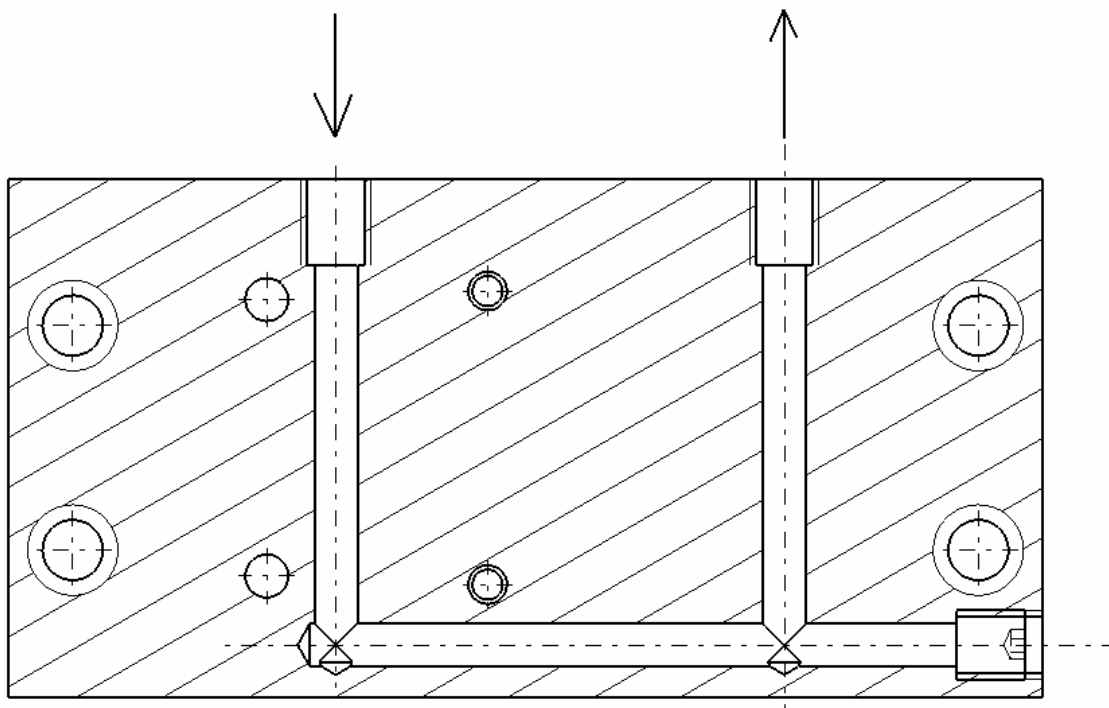


Obr. 24 Vyhazovací systém u 4-násobné formy

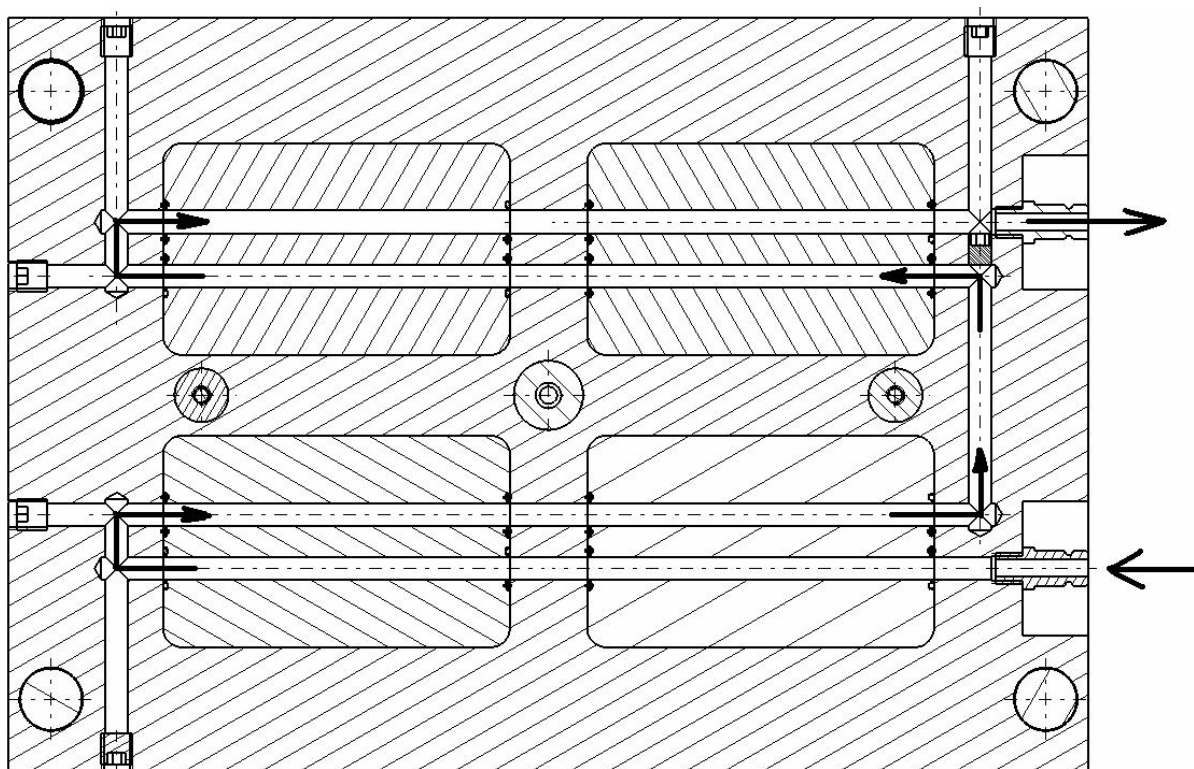
## 6.8 Temperace formy

Temperace slouží k udržování na požadované hodnotě teplot formy. Cílem je dosáhnout optimálně krátkého pracovního cyklu. Chlazení je realizováno vrtanými otvory. Umístěny jsou tak, aby došlo k co nejrovnoměrnějšímu a nejrychlejšímu chlazení.

U 1-násobné formy bylo zvoleno z konstrukčního hlediska chlazení přímo tvárnice a tvárníku. Stejně bylo zvoleno i u 4-násobné formy.



Obr. 25 Temperace tvárnice u 1-násobné formy

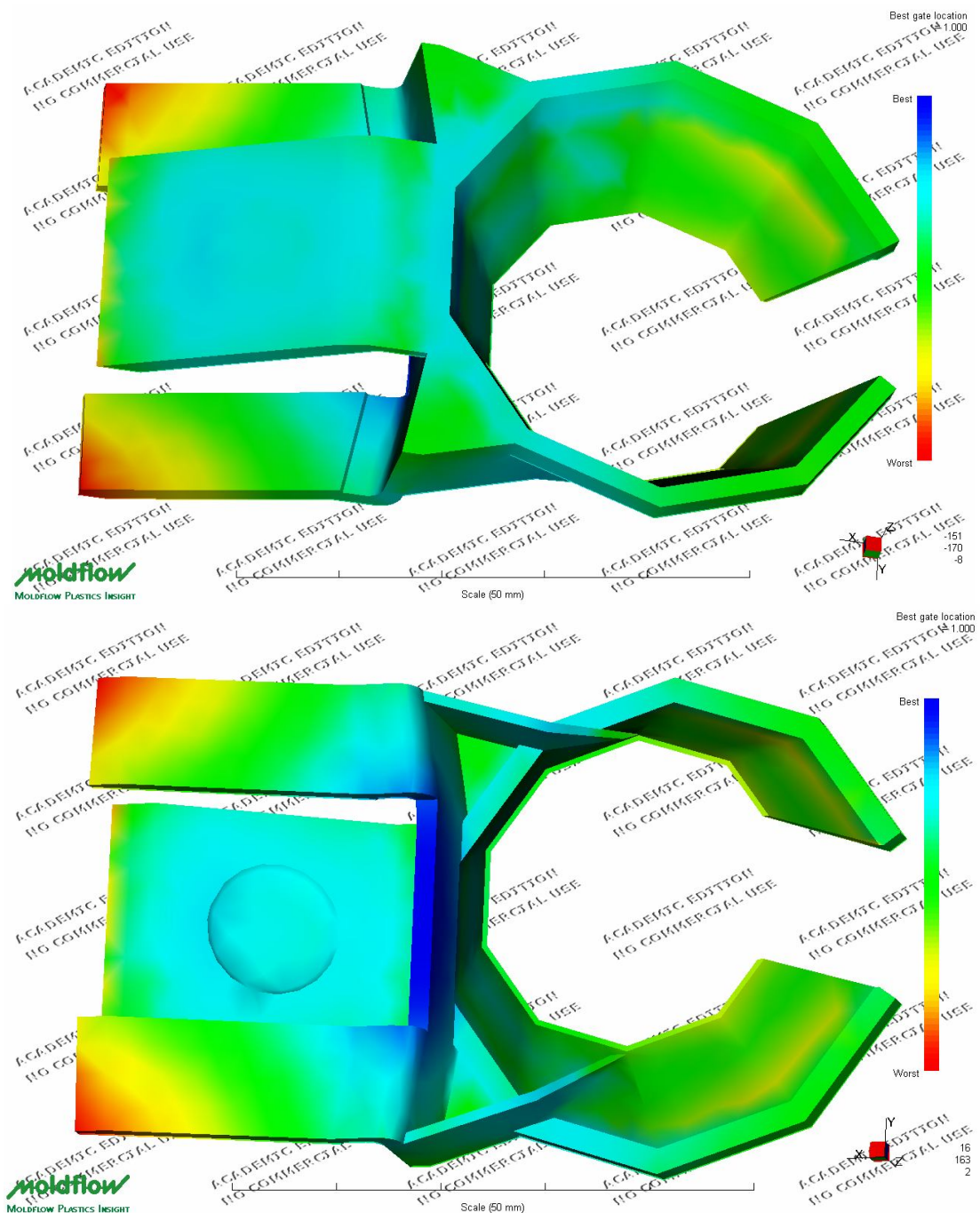


Obr. 26 Temperace u 4-násobné formy



## 6.9 Technologická analýza

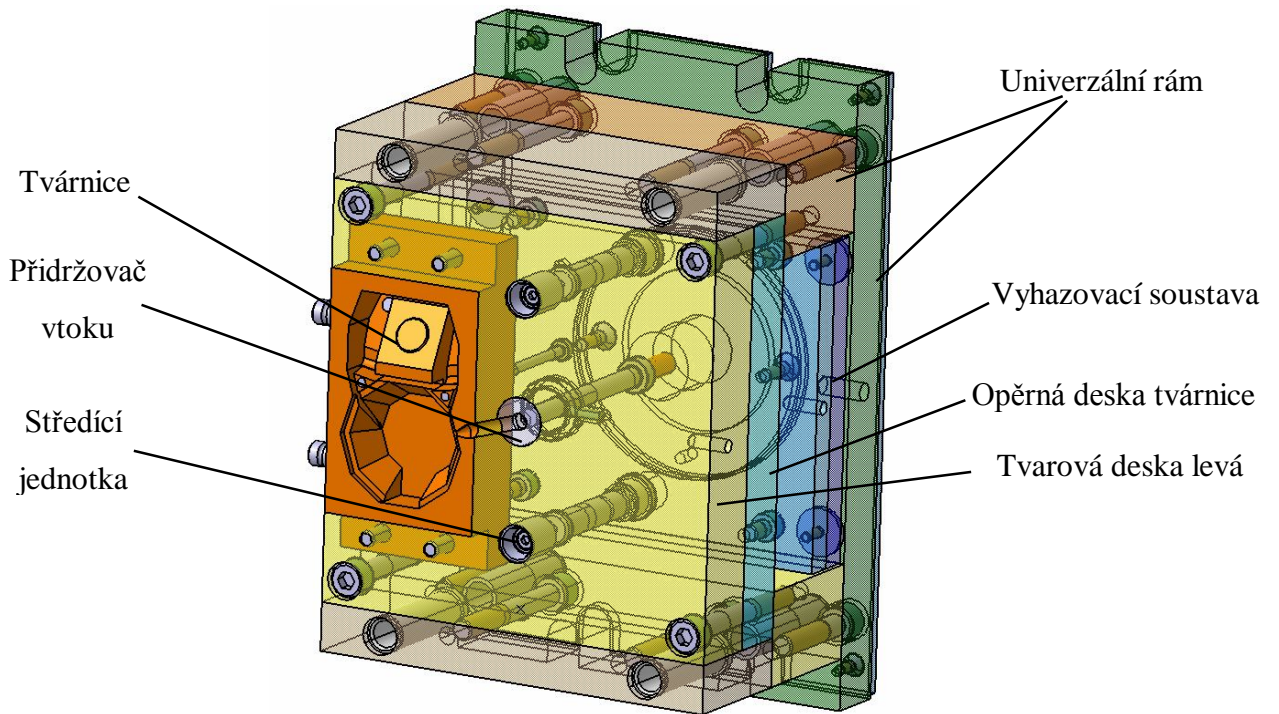
V programu Moldflow Plastics Insight byla provedena technologická analýza. Cílem analýzy bylo určit co nejvhodnější místo pro vtok do dutiny formy a potvrdit tak správnost návrhu umístění vtoku. Vtok byl zvolen tak, aby se dal výrobek co nejsnadněji vyhodit, byl i co nejjednodušší, aby došlo co k nejrovnoměrnějšímu zaplnění a aby nebyla vidět stopa po něm.



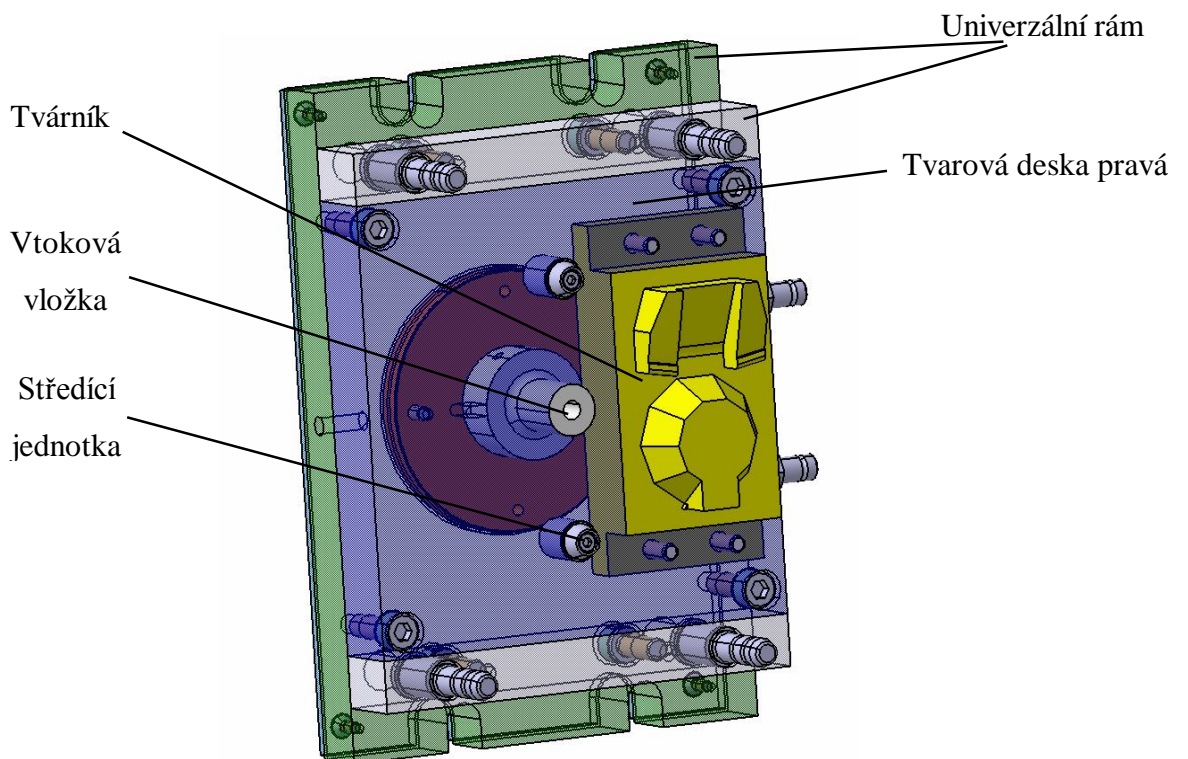
Obr. 27 Analýza umístění vtoku

## 6.10 Sestava vstříkací formy

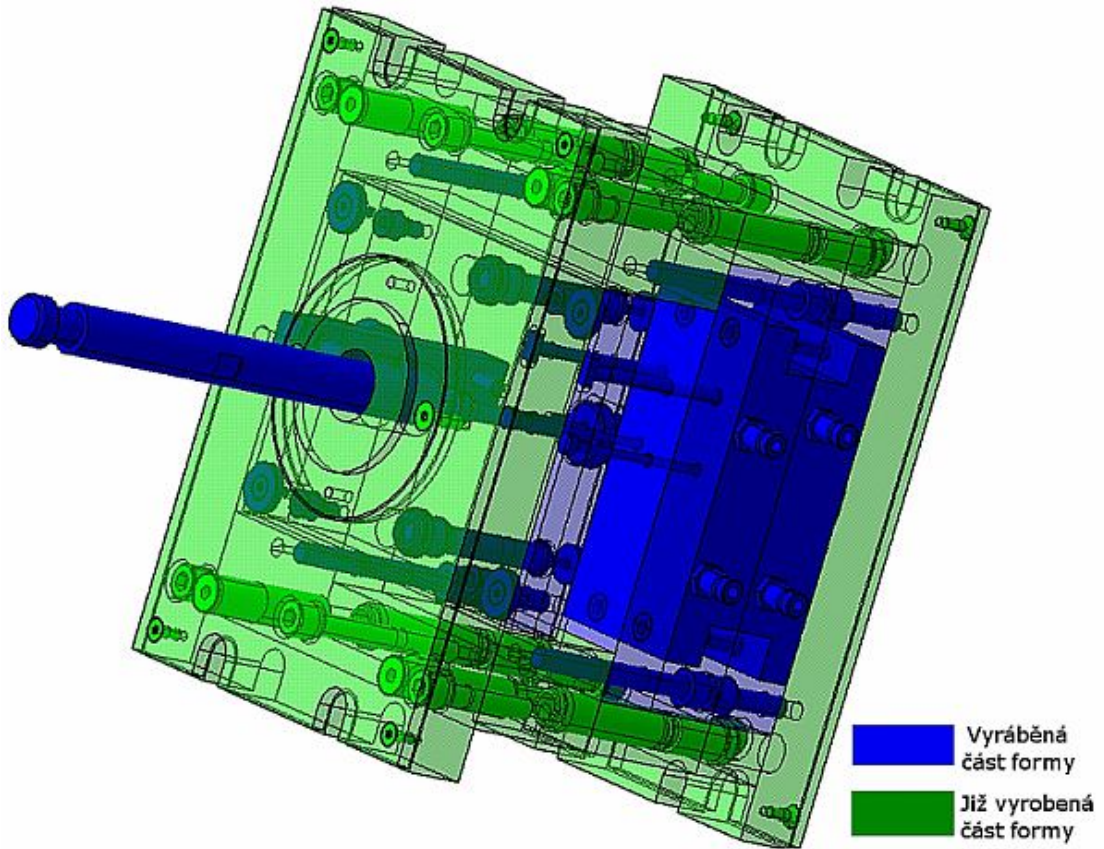
Vstříkací forma je složena ze dvou hlavních částí. První je pevná strana tzv. strana trysky a druhá pohyblivá strana vstříkací formy je tzv. strana vyhazovače.



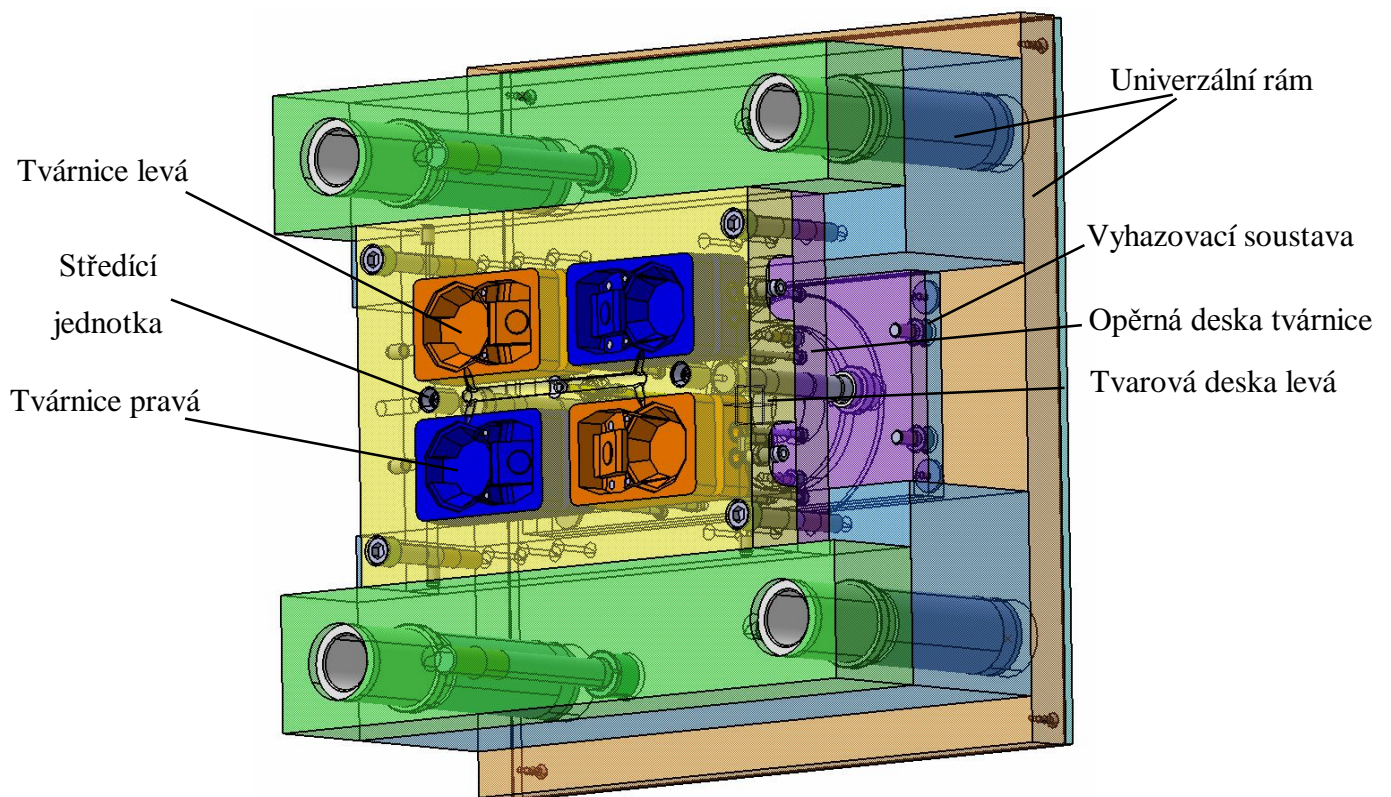
Obr. 28 Levá strana 1-násobné formy



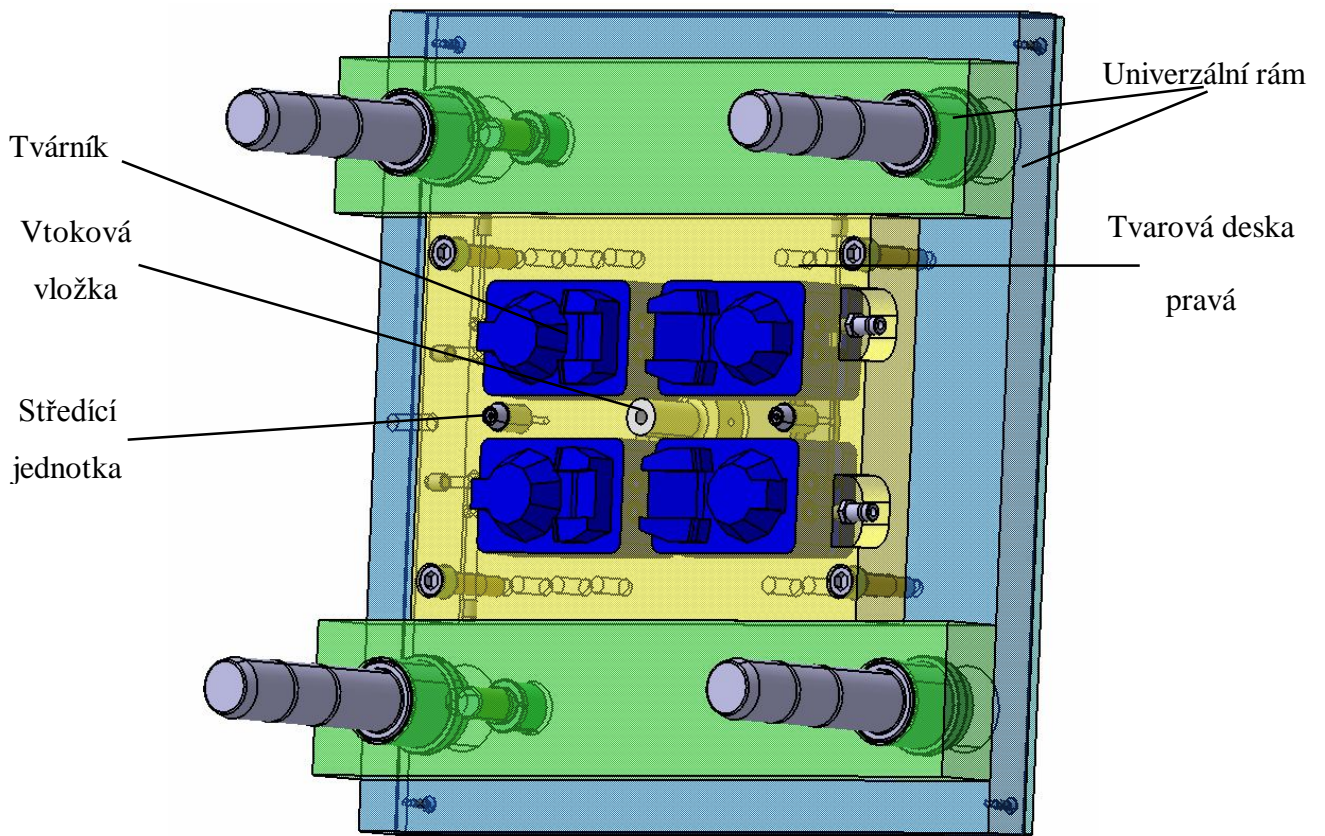
Obr. 29 Pravá strana 1-násobné formy



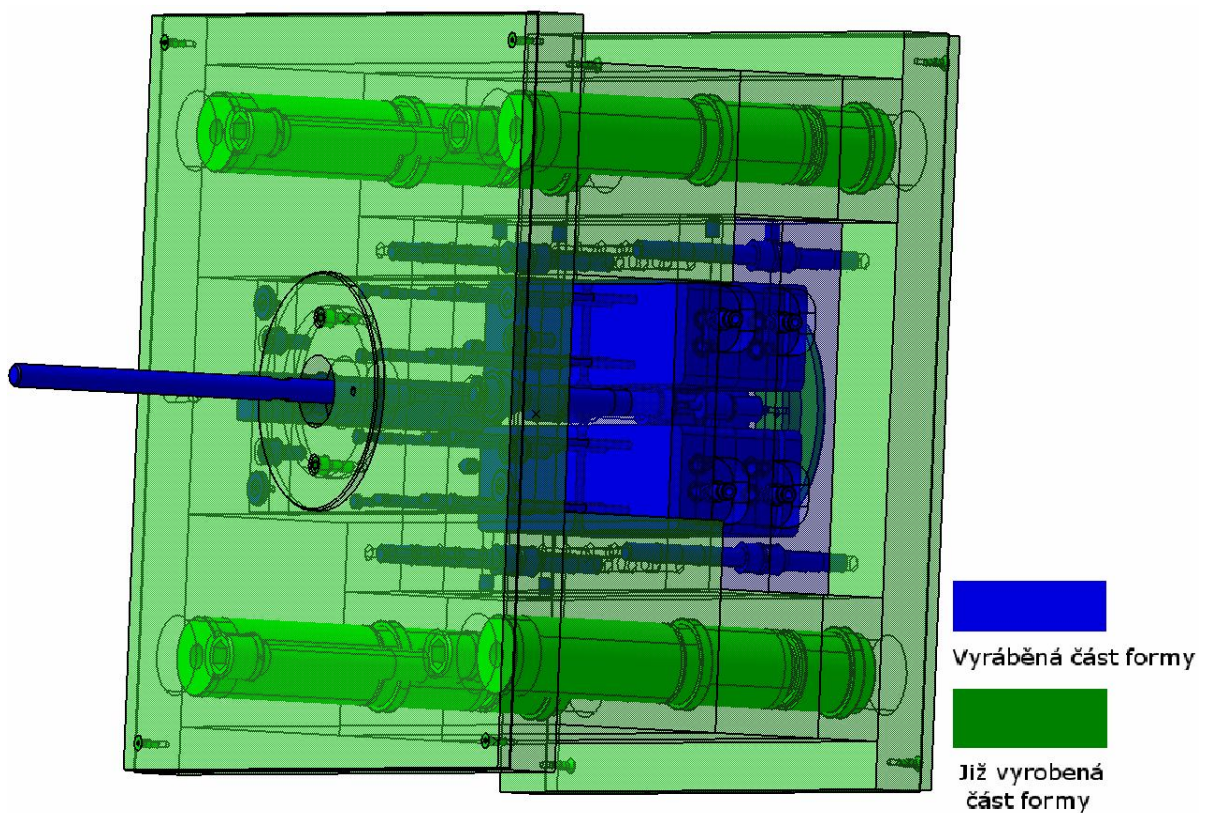
Obr. 30 Celá 1-násobná forma jak se bude vyrábět



Obr. 31 Levá strana 4-násobné formy



Obr. 32 Pravá strana 4-násobné formy



Obr. 33 Celá 4-násobná forma jak se bude vyrábět

## ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo zkonstruovat dvě vstřikovací formy pro zadaný plastový držák na skleničky. Při návrhu vstřikovacích forem byla snaha se držet zásad a pravidel, kterým konstrukce vstřikovacích forem podléhá.

V teoretické části byla popsána problematika vstřikování, vstřikovací cyklus a možnosti konstrukčního řešení vstřikovacích forem.

V praktické části se nejprve vytvořil 3D model součásti, který se následně zaformoval. Model byl zhodnocen tokovými analýzami v programu Moldflow Plastic Insight, který podpořil správnost návrhu umístění vtoku taveniny. Dále bylo zkonstruováno další tvarové části formy. Při tvorbě bylo využito katalogu normálií HASCO DAKO modul, kde jsou vymodelovány jednotlivé části, což částečně usnadnilo konstrukci a to se projevilo jako úspora času. Po zhotovení obou 3D forem byly vytvořeny 2D sestavy vstřikovacích forem a byla nakreslena výrobní dokumentace vyráběných dílů či upravovaných normálií. Všechny tyto výkresy jsou přiloženy v přílohách. Celá konstrukce byla provedena v programu CATIA V5 R17.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] MAŇAS, Miroslav, HELŠTÝN, Josef. Výrobní stroje a zařízení: Gumárenská a plastikářské stroje II. Editační středisko VUT Brno, 1990. ISBN 80-214-0213.
- [2] TOMIS, František, RULÍK, František. Formy Gumárenské a plastikářské stroje II. SNTL – Nakladatelství technické, Praha, 1981.
- [3] Katedra tváření kovů a plastů – Skripta. Dostupný z <http://www.ksp.vslib.cz/>
- [4] TOMIS, František. Gumárenská a plastikářská technologie: z`Zpracovatelské procesy. Editační středisko VUT Brno, 1987.
- [5] BOBČÍK, Ladislav a kolektiv. Formy pro zpracování plastů: I.díl –Vstřikování termoplastů. Uniplast Brno, v říjnu 1999 jako 2. upravené vydání.
- [6] KULHÁNEK, Jan. Formy pro tváření plastických hmot. Státní nakladatelství technické literatury, Praha 1, 1966.
- [7] TOMIS, František, HELŠTÝN, Josef. Formy a přípravky. SNTL – Nakladatelství technické, Praha, 1985.
- [8] Přednášky z předmětu T5KF.
- [9] TRES, P. A. Designing plastic parts for assembly. 5th ed. Munich: Hansen Publisher, 2003 ISBN 3-446-22456-4.
- [10] MANZIONE, L. T. Application of computer aided engineering in injection molding. Munich: Hansen Publishers, 1987 ISBN 3-446-14703-9.
- [11] REES, H. Mold engineering. Munich: Hansen Publishers, 1995 ISBN 3-446-17729-9.
- [12] BEAUMONT, J.P. NAGEL, R. SHERMAN, R. Successful injection molding. Munich: Hansen Publishers, 2002 ISBN 3-446-19433-9.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

$T_m$	Teplota tání
$T_f$	Teplotu viskózního toku
PE	Polyethylen
PP	Polypropylen
PS	Polystyren
PVC	Polyvinylchlorid
PA	Polyamid
SVS	Studené vtokové systémy
VVS	Vyhřívané vtokové systémy

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1 Vstřikovací cyklus .....	11
Obr. 2 Vstřikovací stroj .....	12
Obr. 3 Druhy vstřikovacích jednotek.....	13
Obr. 4 Šnekové plastikace.....	13
Obr. 5 Druhy uzavíracích ústrojí .....	14
Obr. 6 Studený vtokový systém formy .....	20
Obr. 7 Průřezy rozvodných kanálů .....	21
Obr. 8 Přidržovače vtoku.....	21
Obr. 9 Základní typy vtokových ústí .....	23
Obr. 10 Vyhřívání trysky.....	25
Obr. 11 Vyhřívání rozvodný blok .....	26
Obr. 12 Vyhazovací kolíky.....	27
Obr. 13 Řez formou s šikmým válcovým kolíkem.....	28
Obr. 14 Řez formou se stírací deskou.....	29
Obr. 15 Použití držáku v praxi .....	32
Obr. 16 3D model držáku .....	33
Obr. 17 ALLROUNDER 170S 150-30 .....	34
Obr. 18 ALLROUNDER 420C 1000-350 .....	34
Obr. 19 Tvárnice.....	36
Obr. 20 Tvárník .....	36
Obr. 21 Kompletní studený vtokový systém u 1-násobné formy.....	37
Obr. 22 Kompletní studený vtokový systém u 4-násobné formy.....	37
Obr. 23 Vyhazovací systém u 1-násobné formy .....	38
Obr. 24 Vyhazovací systém u 4-násobné formy .....	39
Obr. 25 Temperace tvárnice u 1-násobné formy .....	40
Obr. 26 Temperace u 4-násobné formy .....	40
Obr. 27 Analýza umístění vtoku .....	41
Obr. 28 Levá strana 1-násobné formy.....	42
Obr. 29 Pravá strana 1-násobné formy .....	42
Obr. 30 Celá 1-násobná forma jak se bude vyrábět .....	43
Obr. 31 Levá strana 4-násobné formy.....	43



Obr. 32 Pravá strana 4-násobné formy .....	44
Obr. 33 Celá 4-násobná forma jak se bude vyrábět .....	44



# PŘÍLOHA P 1: MATERIÁLOVÝ LIST PS

MATERIÁLOVÝ LIST

výrobce:  
DOW PLASTICS

## STYRON A-TECH 1400

## PS

### Charakteristika:

Styron\*A-TECH 1400 patří do nové série houževnatých polystyrénů s vylepšenými vlastnostmi. Vyznačuje se vysokou tekutostí, vysokou tuhostí a rázovou odolností speciálně určený pro širokou oblast aplikací v elektronickém průmyslu.

**Aplikace:** - kryty TV, audio, tiskáren, klávesnic atd.  
- tenkostěnné výstřiky

VLASTNOSTI		NORMA	JEDNOTKA	HODNOTA
Hustota		ISO 1183	kg/m <sup>3</sup>	1050
Index toku taveniny	200°C/5 kg	ISO 1133/8	g/10 min	9,5
<b>Mechanické</b>				
Vrubová houževnatost IZOD 23°C	12,7x3,2mm	ISO 180/4A	J/m	110
Vrubová houževnatost IZOD 23°C	10x4mm	ISO 180/1A	kJ/m <sup>2</sup>	12
Vrubová houževnatost Charpy	23°C	ISO 179/1A	kJ/m <sup>2</sup>	10
Napětí na mezi kluzu	5 mm/min	ISO 527	MPa	20
Pevnost v tahu	5 mm/min	ISO 527	MPa	19
Protážení při přetržení	5 mm/min	ISO 527	%	45
Modul pružnosti v tahu	1 mm/min	ISO 527	MPa	2000
Pevnost v ohybu, 3 body	2 mm/min	ISO 178	MPa	38
Modul pružnosti v ohybu, 3 body	2 mm/min	ISO 178	MPa	2000
<b>Tepelné</b>				
Teplota měknutí Vicat	120°C, 1kg	ISO 306A	°C	101
Teplota měknutí Vicat	50°C, 5kg	ISO 306B	°C	89
Teplota průhybu za napětí	1,85MPa	ISO 75A	°C	70
<b>Hořlavost</b>				
Horizontální hoření	1,47 mm	UL 94		HB

**Poznámka:**

Tyto hodnoty jsou prezentovány jako průměrné laboratorně změřené hodnoty materiálu. Jsou určeny pouze jako informativní hodnoty a ne jako prodejní specifikace. Nedílnou součástí tohoto překladu materiálového listu je originální materiálový list firmy Dow, který je v případě odlišnosti směrodatný.

\* Obchodní značka The Dow Chemical Company



[www.resinex.net](http://www.resinex.net)

[resinex@resinex.cz](mailto:resinex@resinex.cz)

# PŘÍLOHA P 2: TECHNICKÉ DATA STROJE

## ALLROUNDER 170S 150-30

### Technical data

170 S

Machine model		170 S	170 S
EUROMAP size indication <sup>1)</sup>		125-30   150-30   180-30	150-70   180-70
<b>Clamping unit</b>			
Clamping force	max. kN	125   150   180	150   180
Closing force	max. kN	16	16
Opening force / increased	max. kN	10 / 40	10 / 40
Opening stroke	max. mm	200	200
Mould height	min. mm	150	150
Daylight	max. mm	350	350
Distance between tie bars	mm	170 x 170	170 x 170
Platen size (hor. x vert.)	mm	275 x 275	275 x 275
Weight of mov. mould half <sup>2)</sup>	max. kg	36 (55)	36 (55)
Ejector force	max. kN	16	16
Ejector stroke	max. mm	75	75
<b>Hydraulics, drive, general</b>			
Drive power of the hydraulic pump	kW	5,5   7,5   11	7,5   11
Dry cycle time for opening stroke <sup>3)</sup>	s-mm	1,3 (0,8)-119   1,2 (0,8)-119   0,9-119	1,2 (0,8)-119   0,9-119
Total connected load <sup>2)</sup>	kW	10,3   12,3   15,8	13,1   16,6
Colour: plastic coated, structure light grey / mint green / canary yellow			
<b>Control cabinet</b>			
Safety standard according to		DIN EN 60204	DIN EN 60204
Socket combination (1 single phase, 1 three-phase)		1 x 16 A	1 x 16 A
<b>Injection unit</b>			
Screw diameter	mm	15 / 18	18 / 22 / 25
Effective screw length	L/D	17,7 / 14,5	24,5 / 20 / 17,5
Screw stroke	max. mm	60	90
Calculated injection volume	max. cm <sup>3</sup>	10,6 / 15,3	23 / 34 / 44
Shot weight	max. g PS	9,5 / 14	21 / 31 / 40
Material throughput <sup>5)</sup>	max. kg/h PS	1,7 / 2,3	4,1 / 5,5 / 6,5
	max. kg/h PA 6.6	0,8 / 1,2	2,1 / 2,8 / 3,3
Injection pressure <sup>4)</sup>	max. bar	2200 / 2000	2500 / 2000 / 1550
Injection flow <sup>4)</sup>	max. cm <sup>3</sup> /s	26 / 38   42 / 60   42 / 60	42 / 62 / 80
Injection flow with accumulator	max. cm <sup>3</sup> /s	---	---
Back pressure positive/negative	max. bar	350 / 200	350 / 200
Circumferential screw speed	max. m/min	13 / 15   20 / 24   20 / 24	24 / 30 / 34
Screw torque	max. Nm	50 / 60	90 / 110 / 120
Nozzle contact force	max. kN	40	50
Nozzle retraction stroke	max. mm	120	150
Installed cylinder heating power / heating zones	kW	2,0 / 3	2,85 / 3
Installed nozzle heating power	kW	0,3	0,3
Material hopper capacity	l	8	8
Horizontal injection position	max. mm	---	---
<b>Machine dimensions and weights of the basic machine</b>			
Oil capacity	l	120	120
Net weight	kg	1630	1650
Electrical connection <sup>2)</sup>	A	50	50

1) 1st figure: clamping force (kN), 2nd figure: max. dosage volume (cm<sup>3</sup>) x max. injection pressure (kbar)

2) Values refer to 400 V/50 Hz. The load is symmetrically distributed on three phases (observe phase loading when installing new equipment).

3) According to EUROMAP for the basic machine. Values shown in parentheses apply for dual-pump technology, basic equipment version with 180 kN clamping force

4) A combination of max. injection pressure and max injection flow (max. injection capacity) can be mutually exclusive, depending on the equipment-related motor output.

5) Deviations are possible depending upon process settings and material type

6) Values shown in parentheses apply with optional support of the movable mould platen

The shown specifications reflect the state at the time of printing. In the interest of a continuous development of our products, we reserve the right to modify specifications.

# PŘÍLOHA P 3: TECHNICKÉ DATA STROJE

## ALLROUNDER 420C 1000-350

### Technical data

420 C

Machine model		420 C	420 C
EUROMAP size indication <sup>1)</sup>		1000-350	1300-800
<b>Clamping unit</b>			
Clamping force	max. kN	1000	1300
Closing force	max. kN	50	50
Opening force / increased	max. kN	35 / 350	35 / 350
Opening stroke	max. mm	500	500
Mould height	min. mm	250	250
Daylight	max. mm	750	750
Distance between tie bars	mm	420 x 420	420 x 420
Platen size (hor. x vert.)	mm	605 x 605	605 x 605
Weight of mov. mould half	max. kg	650	650
Ejector force	max. kN	40	40
Ejector stroke	max. mm	175	175
<b>Hydraulics, drive, general</b>			
Drive power of the hydraulic pump	kW	22	30
Dry cycle time for opening stroke <sup>3)</sup>	s-mm	2,0 (1,9)-329	2,0 (1,9)-329
Total connected load <sup>2)</sup>	kW	33,9	46,3
Colour: plastic coated, structure light grey / mint green / canary yellow			
<b>Control cabinet</b>			
Safety standard according to		DIN EN 60204	DIN EN 60204
Socket combination (1 single phase, 1 three-phase)		1 x 16 A	1 x 16 A
<b>Injection unit</b>			
		350	800
Screw diameter	mm	35 / 40 / 45	45 / 50 / 55
Effective screw length	L/D	23 / 20 / 18	22 / 20 / 18
Screw stroke	max. mm	145	200
Calculated injection volume	max. cm <sup>3</sup>	139 / 182 / 230	318 / 392 / 474
Shot weight	max. g PS	127 / 166 / 210	291 / 359 / 434
Material throughput <sup>6)</sup>	max. kg/h PS	25 / 29 / 35	46 / 53 / 59
	max. kg/h PA 6.6	12,5 / 15 / 17,5	23 / 27 / 30
Injection pressure <sup>5)</sup>	max. bar	2500 / 2120 / 1670	2470 / 2000 / 1650
Injection flow <sup>5)</sup>	max. cm <sup>3</sup> /s	128 / 168 / 212	174 / 214 / 260
Injection flow with accumulator	max. cm <sup>3</sup> /s	492 / 642 / 814	530 / 656 / 792
Back pressure positive / negative	max. bar	350 / 160	350 / 190
Circumferential screw speed	max. m/min	47 / 53 / 60	52 / 62 / 69
Screw torque	max. Nm	480 / 550 / 610	880 / 880 / 880
Nozzle contact force	max. kN	60	70
Nozzle retraction stroke	max. mm	300	400
Installed cylinder heating power / heating zones	kW	8,8 / 4	13,2 / 6
Installed nozzle heating power	kW	0,6	0,6
Material hopper capacity	l	50	50
Horizontal injection position <sup>4)</sup>	max. mm	170 (120)	170 (120)
<b>Machine dimensions and weights of the basic machine</b>			
Oil capacity	l	235	235
Net weight	kg	4300	4900
Electrical connection (pre-fused) <sup>2)</sup>	A	100	125

1) 1st figure: clamping force (kN), 2nd figure: max. dosage volume (cm<sup>3</sup>) x max. injection pressure (kbar)

2) Values refer to 400 V/50 Hz. The load is symmetrically distributed on three phases. The specified value applies to the basic machine

The connection value can be increased by additional options which may make 2 separate supply lines necessary (motor + controller/heating)

3) According to EUROMAP for basic machine

4) Measurement in brackets valid in connection with MULTILIFT H

5) A combination of max. injection pressure and max injection flow (max. injection capacity) can be mutually exclusive, depending on the equipment-related motor output

6) Deviations are possible depending upon process settings and material type

These technical data specifications refer to the state at the time of printing. We reserve the right to modify specifications in the interest of a continuous program of further development.