

# Konštrukcia vstrekovacej formy pre plastový diel

Marek Viselka

---

Bakalárska práca  
2008



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav výrobního inženýrství

akademický rok: 2007/2008

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Marak VISELKA**

Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**

Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Konstrukce vstříkovací formy pro plastový díl**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární studii na dané téma
  2. Nakreslete plastový díl ve 3D
  3. Proveďte konstrukci vstříkovací formy pro daný díl
  4. Nakreslete 2D sestavu formy
-

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

**dle zadání vedoucího BP**

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Michal Staněk, Ph.D.**  
Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

**19. února 2008**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**6. června 2008**

Ve Zlíně dne 1. února 2008



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.  
*děkan*



doc. Ing. Miroslav Maňas, CSc.  
*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

V tejto práci som sa zaoberal vypracovaním literárneho riešenia na tému konštrukcia vstrekovacej formy pre plastový diel. To je zahrnuté v teoretickej časti. V praktickej časti bol vymodelovaný 3D model vstrekovacej formy a zadaného plastového dielu v počítačovom programe CATIA V5R17. Tiež som vypracoval výkresovú dokumentáciu v 2D.

Zadaným plastovým dielom bola ružica vyrobená z nízko hustotného polyethylénu (LDPE). Forma bola navrhnutá stavebnicovým systémom s použitím normálií od firmy HASCO.

Kľúčové slová: vstrekovanie, modelovanie, forma, CATIA, HASCO

## **ABSTRACT**

In this bachelor thesis i am engaged in development of literal solution on the topic construction injection mold for plastic part. This is inclusive in the theoretical section. In practical section is made the model 3D injection mold and engaged plastic part in software CATIA V5R17. I also developed the draw documentation in 2D.

Engaged plastic part was the rose produced from low density polyethylene (LDPE). The mold was designed by building set system by HASCO.

Keywords: injection molding, modelling, mold, CATIA, HASCO

PodĎakovanie:

Ďakujem vedúcemu svojej bakalárskej práce Ing. Michalovi StanĎkovi, Ph.D. za odborné vedenie, ochotne poskytnuté rady a čas, ktorý mi venoval pri vypracovaní bakalárskej práce. Ďakujem aj ostatným ľuďom, ktorý mi pri vypracovaní mojej bakalárskej práce nejakým spôsobom pomohli.

Prehlasujem, že som na bakalárskej práci pracoval samostatne a použitú literatúru som citoval. V prípade publikácie výsledkov, ak je to uvoľnené na základe licenčnej zmluvy, budem uvedený ako spoluautor.

V Zlíne:

.....

Podpis

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>I TEORETICKÁ ČASŤ</b> .....	<b>9</b>
<b>1 ROZDELENIE A VLASTNOSTI PLASTOV</b> .....	<b>10</b>
1.1 ROZDELENIE PLASTOV .....	10
1.2 ROZDELENIE A VPLYV NA VLASTNOSTI TERMOPLASTOV .....	10
1.3 VPLYV PRÍSAD NA VLASTNOSTI POLYMÉROV .....	11
1.4 SPRACOVATELSKÉ PODMIENKY PLASTOV .....	12
1.5 VOĽBA TERMOPLASTU PRI NÁVRHU SÚČIASTKY .....	12
<b>2 VSTREKOVANIE</b> .....	<b>14</b>
2.1 TECHNOLÓGIA VSTREKOVANIA .....	14
2.2 VÝSTREK A JEHO KONŠTRUKCIA .....	14
2.3 VSTUPNÁ KONTROLA PLASTOV .....	15
2.4 PRÍPRAVA PLASTOV PRED VSTREKOVANÍM .....	16
2.4.1 Sušenie termoplastov .....	16
2.4.2 Farbenie plastov .....	16
2.5 VSTREKOVACÍ CYKLUS.....	17
2.6 VSTREKOVACÍ STROJ .....	18
2.6.1 Vstrekovacia jednotka .....	19
2.6.2 Uzavieracia jednotka .....	19
<b>3 VSTREKOVACIA FORMA</b> .....	<b>20</b>
3.1 NÁSOBNOSŤ FORMY .....	20
3.2 KONŠTRUKCIA FORMY .....	21
3.3 ZAFORMOVANIE VÝSTREKU .....	22
3.4 STUDENÝ VTOKOVÝ SYSTÉM .....	23
3.4.1 Ústia vtoku .....	24
3.5 VYHRIEVANÉ VTOKOVÉ SYSTÉMY (VVS).....	26
3.6 VYHADZOVACÍ SYSTÉM.....	27
3.6.1 Vyhadzovanie vyhadzovacími kolíkmi .....	27
3.6.2 Vyhadzovanie stieracou doskou .....	28
3.6.3 Vyhadzovanie pomocou šikmých vyhadzovačov.....	29
3.7 TEMPERÁCIA FORIEM.....	30
3.7.1 Zásady voľby temperačných kanálov .....	30
3.7.2 Temperačné prostriedky .....	31
3.8 ODVZDUŠNENIE FORIEM .....	32
3.9 MATERIÁLY PRE VÝROBU FORIEM .....	33
<b>II PRAKTICKÁ ČASŤ</b> .....	<b>34</b>

<b>4</b>	<b>POUŽITÝ PROGRAM.....</b>	<b>35</b>
4.1	CATIA.....	35
<b>5</b>	<b>VSTREKOVANÁ SÚČIASTKA.....</b>	<b>36</b>
5.1	ŠPECIFIKÁCIA VÝROBKU.....	36
<b>6</b>	<b>KONŠTRUKCIA FORMY.....</b>	<b>38</b>
6.1	NÁSOBNOSŤ FORMY.....	38
6.2	ZAFORMOVANIE VÝROBKU A DELIACE ROVINY.....	38
6.3	VYHADZOVACÍ SYSTÉM.....	39
6.4	VTKOVÝ SYSTÉM.....	41
6.5	ODVZDUŠNENIE FORMY.....	42
6.6	TEMPERÁCIA FORMY.....	42
6.7	VÝSLEDNÁ KONŠTRUKCIA FORMY.....	44
<b>7</b>	<b>VSTREKOVACÍ STROJ.....</b>	<b>48</b>
	<b>ZÁVER.....</b>	<b>49</b>
	<b>ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY.....</b>	<b>50</b>
	<b>ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....</b>	<b>51</b>
	<b>ZOZNAM OBRÁZKOV.....</b>	<b>52</b>
	<b>ZOZNAM TABULIEK.....</b>	<b>53</b>
	<b>ZOZNAM PRÍLOH.....</b>	<b>54</b>

## ÚVOD

Rozvoj svetového priemyslu ako celku v poslednej dobe veľkou mierou ovplyvňujú nové materiály, predovšetkým plasty a ich aplikácia. Rozvoj plastov nemá v materiálovej histórii obdoby. Dnes polymérne materiály predstavujú najvýznamnejší segment výroby a spotreby podľa objemu medzi všetkými technickými materiálmi.

Oproti klasickým materiálom majú radu výhod. Izolujú elektricky a tepelne, sú šetrné k prírode, vyznačujú sa klznými vlastnosťami i bez mazív, majú niekoľkonásobne menšiu mernú hmotnosť než klasické materiály a iné. Zo všetkých týchto dôvodov spotreba plastov neustále narastá. Vlastnosti plastov umožňujú oproti klasickým materiálom i ľahkú spracovateľnosť - plasty môžu byť upravované vstrekom, obrábaním, vytlačovaním, valcovaním, liatím, zvarovaním.

Plasty prenikli do všetkých odvetví spracovateľského priemyslu, predovšetkým do obalového, elektronického, elektrotechnického a automobilového priemyslu. Mimoriadne významná je ich úloha i v letectve a kozmonautike, v zdravotníctve, ale i pri výrobe spotrebného tovaru, kde je najviac oceňovaná možnosť spracovať plast do akéhokoľvek tvaru. U rady riešení sú už prakticky nenahraditeľné. Prichádzajú nové a nové vlny inovácií, výskum pokračuje dynamicky v materiáloch, technológiách i finálnych výrobkoch.

Z plastov sa bude vyrábať stále viac predmetov, pre ktorých sa dnes používajú iné materiály. Plastikársky priemysel, ktorý v širšom pojatí zahrňuje všetko od spracovania surovín na materiály cez výrobu nástrojov, strojov a zariadení až po spracovanie najrôznejších výrobkov je dnes vo vyspelých krajinách nositeľom a motorom najväčšieho počtu inovácií. Spoločne s výrobou plastov rastie dynamicky i výroba strojov na ich spracovanie, čo je významný obor na rozhraní chemicko-plastikárskeho a strojárneho odvetvia.



## **I. TEORETICKÁ ČASŤ**

## 1 ROZDELENIE A VLASTNOSTI PLASTOV

V tejto časti sú rozobraté základné vlastnosti plastov, ich rozdelenie a spracovateľské podmienky.

### 1.1 Rozdelenie plastov

Plasty ako materiál sú látky, ktorých štruktúra je tvorená makromolekulárnymi reťazcami. Sú rozdelené na dva základné druhy:

- *termoplasty*, ktoré majú reťazce priame (lineárne polyméry), alebo reťazce s bočnými vetvami (rozvetvené polyméry). Pri ohreve sa uvoľní súdržnosť reťazcov a hmota je viskózna. V tomto stave sa môže tvárniť. Po ochladnutí sa dostanú opäť do pôvodného pevného stavu,
- *reaktoplasty*, ktoré majú v konečnej fázi spracovania reťazce priečne prepojené chemickými väzbami a vytvárajú priestorovú trojrozmernú sieť. Pri tvárnení vplyvom teploty a tlaku nastáva zosieťovanie (vytvrdzovanie) plastu (niekedy i pôsobením katalyzátorov). Ak sú pôvodné reťazce veľmi ohybné a hustota siete je primeraná, je hmota za normálnej teploty poddajná a pružná. Takéto materiály sa nazývajú elastoméry a zosieťovanie u nich nastáva vulkanizáciou, čím sa prevedú na pryž. Ak je chemický proces ukončený, ďalšie tvárnenie už nie je možné.

Pri nadmernom ohreve u oboch polymérov sa popretáhajú chemické väzby, hmota sa rozruší a stráca pevnosť. Tento proces je nevratný a nazýva sa degradácia hmoty. Po degradácii je ďalšie spracovanie bezpredmetné. [1]

### 1.2 Rozdelenie a vplyv na vlastnosti termoplastov

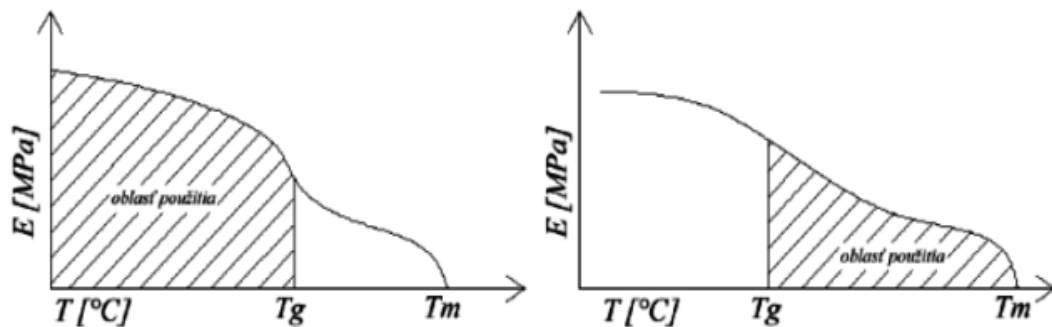
Z jednotlivých skupín plastov sú najrozšírenejšie termoplasty. Tieto lineárne, či rozvetvené polyméry, ktorých reťazec tvorí len jeden druh základnej chemickej skupiny nazývame *homopolyméry*. Tie ktoré sú zložené z viac druhov základných chemických skupín nazývame *kopolyméry*. Z hľadiska vnútornej štruktúry sa termoplasty rozdeľujú na:

- *amorfné*, ktorých reťazce sú nepravidelne priestorovo usporiadané,

- *semikryštalické*, kde je podstatná časť reťazcov pravidelne a tesne usporiadaná a tvoria kryštalické útvary. Ostatok má amorfne usporiadanie.

Využitelnosť výrobkov z amorfnych plastov je v oblasti pod teplotou skelného prechodu ( $T_g$ ). Polomér je v tomto stave pevný. Zvyšovaním teploty nad  $T_g$  postupne slabnú kohézne sily medzi makromolekulami a plast prechádza do plastickej oblasti až do viskózneho stavu, kedy sa spracováva.

U semikryštalických plastov sú časti makromolekúl viazané pevnejšie v lamelách a v sférolitech kryštalickej fázy. Zvyšovaním teploty sa najskôr uvoľní časť makromolekúl z amorfnej oblasti, a potom i ostatné. Použitie plastov tohoto typu je v oblasti nad teplotou  $T_g$ , pretože majú výhodnú kombináciu pevnosti a húževnatosti. [1]



Obr. 1. Oblasti použitia u amorfnych a semikryštalických termoplastov

### 1.3 Vplyv prísad na vlastnosti polymérov

Základné vlastnosti polymérov sa môžu meniť vplyvom najrôznejších prísad a tým splniť požiadavku voľby vhodného plastu. Tieto prísady zlepšujú mechanické, optické a iné vlastnosti polymérov. Jako prísady sa používajú:

- *plnivá*:práškové, alebo vlákňité. Menia predovšetkým fyzikálne a mechanické vlastnosti plastu. Vlákňité plnivá vystužujú a zlepšujú pevnosť hmoty. Používajú sa najmä sklenené vlákna,
- *zmäkčovadlá*:pridávajú sa k niektorým tvrdým polymérom pre získanie mäkkosti a ohybnosti,
- *farbivá*:slúžia na dosiahnutie požadovaného farebného odtieňu,

- *stabilizátory*: zlepšujú odolnosť proti vyšším teplotám pri ich spracovaní, proti UV žiareniu, stárnutiu a iné,
  - *nadúvadlá*: pri spracovaní uvoľňujú plyny a vytvárajú tak ľahčenú štruktúru plastu.
- [1]

#### 1.4 Spracovateľské podmienky plastov

Na výsledné vlastnosti hotového výrobku majú veľký vplyv technologické podmienky. Spracovateľské parametre (teplota, tlak, atď.) sú určujúce pre niektoré rozmery a tiež pre mechanické a fyzikálne vlastnosti.

Pri vstrekaní termoplastov dochádza vo vtokových kanáloch a tvarových dutinách foriem k orientácii makromolekúl a ich reťazce sa zrovnávajú v smere prúdenia taveniny. Po stuhnutí sú orientované molekuly príčinou anizotropie hmoty a vedú tiež k vzniku vnútorného napätia a nepravidelného zmrštenia.

U materiálov semikryštalických sa dá nastavením spracovateľských podmienok ovplyvniť obsah kryštalinity a veľkosť kryštálov, čím je možné ovplyvniť pevnosť, modul pružnosti a iné fyzikálne-mechanické vlastnosti výrobku.

Všetky tabulované vlastnosti polymérov sú teda len orientačné, pretože sú získavané pri optimálnych spracovateľských podmienkach.

[1]

#### 1.5 Voľba termoplastu pri návrhu súčiastky

Vstrekaním je možné vyrobiť kompletný výrobok, ktorý nevyžaduje akékoľvek dodatočné opracovávanie. Pri návrhu vhodného termoplastu je treba vopred zvážiť podmienky prevádzkového zaťaženia i celkového využitia. Takáto súčiastka musí mať mimo požadovaných fyzikálnych a mechanických vlastností i pre výrobu vhodný tvar s dosiahnuteľnými požiadavkami na rozmery a akosť povrchu.

Jednotlivé typy plastov majú svoje charakteristické funkčné i spracovateľské vlastnosti. Optimálna voľba plastu sa potom posudzuje z nasledujúcich hľadísk:

- funkcia súčiastky musí spĺňať definované požiadavky,
- zvolená technológia výroby súčiastky musí byť reálna a na určenom stroji ľahko realizovateľná, pri dodržaní požadovaných parametrov,

- ekonomická pri výbere plastu, z hľadiska technológie výroby súčiastky i formy po nej.

Zhodnotením týchto hľadísk môžeme stanoviť vhodný plast, alebo viac podobných materiálov. Medzi jednotlivými zvolenými typmi potom rozhodujú už len menej významné vplyvy, ako je dostupnosť plastu, jeho estetické vlastnosti a iné.

Obyčajne potom platí, že tvar výrobku a jeho vlastnosti musia odpovedať použitému plastu a zvolenej technológii. [1]

## 2 VSTREKOVANIE

Druhá časť práce popisuje o procese vstrekovania termoplastov. Je tu zahrnutý popis kontroly plastov pred vstrekaním, popis vstrekovacieho stroja ako ja samotný priebeh vstrekovacieho cyklu.

### 2.1 Technológia vstrekovania

Technológia vstrekovania je najrozšírenejším spôsobom výroby požadovaných dielov z plastov. V priebehu vstrekovania je roztavený plast v strekovacom stroji tlakom dopravovaný do dutiny formy a tam ochladený v tvare vyrábanej súčiastky.

Vstrekovanie plastov je pomerne zložitý tepelno-mechanický proces tvárnenia na ktorom sa podiela

- východzí materiál, z ktorého sa vyrába požadovaná súčiastka,
- výrobný cyklus predovšetkým so vstrelovacím strojom a ostatným zariadením, umožňujúcim prípravu taveniny a jej dopravu za určitých podmienok do formy,
- forma ako nástroj pre vlastné tvárnenie taveniny na súčiastku.

Všetky uvedené faktory ovplyvňujú úžitkové vlastnosti a kvalitu výstrek (vyrobenej súčiastky).

Vlastná výroba vstrekaním potom prebieha nadávkovaním a plastikáciou polyméru v strekovacom stroji, jeho doprave za teploty a tlaku do dutiny formy. Po ochladnutí sa už z formy vyberie hotový výrobok. [1]

### 2.2 Výstrek a jeho konštrukcia

Konštrukčný návrh súčiastky z plastu sa riadi úplne inými zásadami než u súčiastok kovových. Pri jej tvorbe musí konštruktér zvažovať, čo všetko sa pri vstrekaní v dielci z plastu bude diať. To vyžaduje poznať technológiu ich spracovania.

Pre realizáciu plastových súčiastok sú dané určité medze konštrukcie tvarov a ich vlastností, ktoré by sa nemali prekročiť, inak vzniknú pri výrobe problémy. Čím je súčiastka jednoduchšia, tým výhodnejšie sú jej pevnostné podmienky, jednoduchšie je i dodržanie jej rozmerov, lacnejšia výroba formy a jednoduchšia výroba výstrek. V skutočnosti však vždy treba hľadať kompromisy medzi jednotlivými požiadavkami.

Súčiastky z plastu nemožno vyrobiť v takých akostiach ako kovové. To preto, že na ne pôsobí množstvo rôznych činiteľov, ktoré ich ovplyvňujú. Sú to materiál, výrobná technológia s optimalizáciou svojich parametrov, forma a jej kvalita. Ich vplyvom sa potom vyrobí výstrek len určitej kvality, do ktorej sa počíta presnosť výstreku, akosť jeho povrchu a užitné vlastnosti. Z funkčného hľadiska je dôležité hodnotiť predovšetkým:

- mechanickú pevnosť (dlhodobá, krátkodobá, statická, dynamická),
- elektrické vlastnosti (vodivosť, dielektrická pevnosť),
- chemickú odolnosť,
- optické vlastnosti (farba, lesk, priehľadnosť).

Zo spracovateľského hľadiska sú významné iné vlastnosti, ako:

- tekutosť: ovplyvňuje hrúbku steny výrobku, zaformovanie i vtokovú sústavu, čím je následne ovplyvnená aj teplota formy,
- veľkosť zmrštenia: určuje presnosť výroby,
- citlivosť na technologické parametre výrobného zariadenia.

Aj keď tieto vlastnosti plastov sú tabuľované, veľkú úlohu pri voľbe konkrétneho termoplastu zohráva praktická skúsenosť. Optimálna voľba plastu sa posudzuje z viacerých hľadísk, akými sú funkčnosť súčiastky, realizovateľnosť výrobných technológií na určenom stroji, ekonomickosť výroby súčiastky i formy. Zvolenému typu termoplastu je však treba prispôbiť celý následný proces výroby, inak sa výber ukáže ako chybný. [1]

### 2.3 Vstupná kontrola plastov

Plasty pre vstrekovanie sa dodávajú granulované vo vreciach, alebo inak chránené proti navlhnutiu. Vstupná kontrola sa realizuje obvykle v podniku a delí sa na:

- vstupné hodnotenie nových typov plastov,
- kontrola bežne nakupovaných plastov.

Vstupná kontrola potom stanoví:

- chemicko-analytické zloženie (mólová hmotnosť...),
- mechanické vlastnosti (pevnosť, ťažnosť...),
- fyzikálne vlastnosti (viskozita, tepelné, elektrické, optické vlastnosti,...),
- ostatné hodnotenie – vizuálne, vplyv prostredia...

[1]

## 2.4 Příprava plastov pred vstrekováním

Pred vstrekováním plastu sa materiál upravuje v súlade s technologickým postupom, určeným na konkrétny výrobok. Býva to sušenie granulátu, miešanie s prídavkom rozdrveného odpadu, farbenie granulátu, miešanie s nadúvadlom atď.

### 2.4.1 Sušenie termoplastov

Väčšina termoplastických materiálov obsahuje vlhkosť zo vzduchu. To i pri bežných spracovateľských podmienkach môže vyvolať degradáciu polyméru a tým i zníženie kvality niektorých parametrov a tiež zhoršenie kvality povrchu. Výstreky sú potom bez povrchového lesku, v mieste vtoku majú povrchové vady a neľahko sa vyberajú z formy. Preto je nutné materiály pedsúšať.

Granulované plasty sa dodávajú buď vysušené vo vzduchotesných obaloch, alebo nevysušené v papierových, alebo plastových vreciach. Vysušené sa obvykle spracovávajú hneď a nevysušené je treba vysušiť.

Aby granulát nezvlhol, skladuje sa pred spracovaním v suchých skladech. V zimnom období pri prevážaní zo skladu do dielne sa ponecháva materiál klimatizovať 24 hodín pri teplote dielne. Tým sa zamedzí oroseniu granulátu. [1]

### 2.4.2 Farbenie plastov

Niektoré vyrábané diely vyžadujú akostný povrch a tiež vhodný farebný odtieň. Farba silne ovplyvňuje dojem, ktorý si jej vnímaním o danom výrobku vytvoríme.

Plasty dodávané výrobcami disponujú iba určitou radou farebných odtieňov. Pri požiadavke na iný farebný odtieň je treba jednat' s výrobcem, prípadne si granulát ofarbiť. Rozsah možných farebných odtieňov je omedzený farbou základného, alebo farbeného granulátu.

Vlastná farbenie sa prevádza buď dávkovacím zariadením priamo na vstrekovacom stroji, alebo sa granulát vyfarbuje pred vstrekováním. To prebieha tak, že sa farbivo vo vytlačovacom stroji zmieša s granulátom, kde sa zapracuje do plastu. Potom sa bežným spôsobom spracováva. Farbivá čiastočne ovplyvňujú kvalitatívne vlastnosti plastov i technologické parametry pri spracovaní. [1]



## 2.5 Vstrekovací cyklus

Vstrekovací cyklus sa realizuje na vstrekovacom stroji. Pred vstupom taveniny do formy sa táto musí pripraviť (temperácia, vloženie záliskov, závitových jadier...). Vytemperovaná a upnutá forma v stroji je uzavretá uzatváracou silou tak, aby deliaca rovina formy nezostala pri vstreku pootvorená. Priebeh uzatvárania formy je rýchly, spomaľuje sa tesne pred stykom dosiek, aby nedošlo k ich poškodeniu. Po uzatvorení formy sa k tejto prisunie vstrekovacia jednotka a tryska dosadá na vtokovú vložku formy. Nasleduje vstrek, pri ktorom do dutiny formy vniká tavenina. Následný dotlak kompenzuje zmršťovanie materiálu pri chladnutí pridaním potrebného množstva materiálu. Potom sa vstrekovacia jednotka vráti do pôvodnej polohy a pokračuje chladnutie výrobku. Po dostatočnom ochladení sa forma otvára, výrobok je systémom vyhadzovačov vyhodенý z formy a cyklus začína odznova.

V priebehu vstrekovania sa uplatňuje mnoho technologických parametrov:

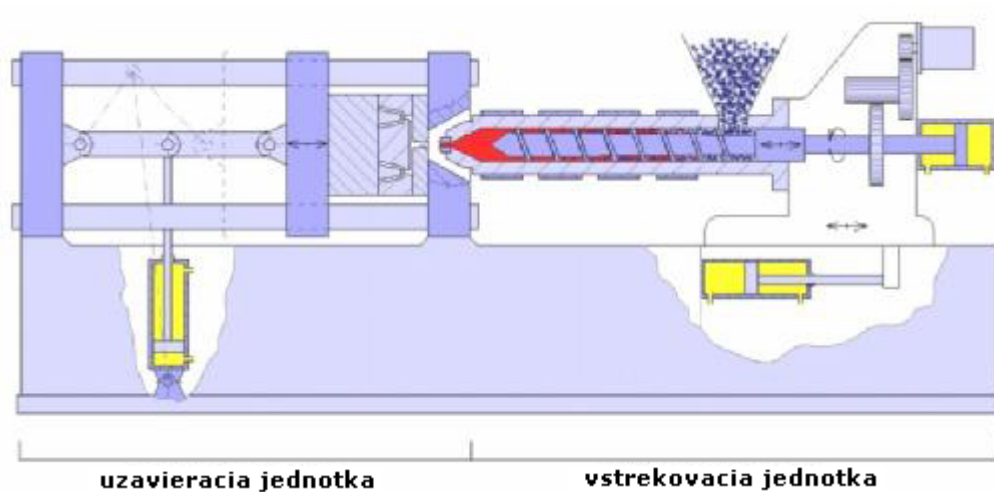
- veľkosť dávky je volená tak, aby naplnila dutinu, rozvodné kanály a kompenzovala zmrštenie pri dotlaku,
- teplota taveniny musí byť volená tak, aby bola viskozita čo najlepšia, ale aby zároveň nedošlo k degradácii materiálu či prílišnému predlžovaniu cyklu dobou chladnutia,
- veľkosť a doba pôsobenia tlaku musí spoľahlivo naplniť dutinu,
- vstrekovacia rýchlosť musí byť taká, aby nedošlo k predčasnému chladnutiu taveniny pred naplnením dutiny,
- dotlak zabraňuje vytekaniu materiálu z formy a umožňuje kompenzáciu zmrštenia. Jeho doba je obmedzená zatuhnutím vtokovej sústavy,
- chladiaca doba je čas potrebný na schladenie výrobku bez pôsobenia tlaku. Závisí na temperácii formy, teplote taveniny, tvare výrobku atď. Podstatne ovplyvňuje celkový čas vstrekovacieho cyklu.

Optimalizácia produkcie sa dosahuje najmä násobnosťou formy, nie neuváženým skracovaním vstrekovacieho cyklu. Presné nastavenie potrebných spracovateľských parametrov sa zväčša prevádza v skúšobnej výrobe nastavovaním stroja podľa pokusných výstrekov.

## 2.6 Vstrekovací stroj

Vstrekovací stroj je jedným z hlavných činiteľov výroby. Vyžaduje sa od neho, aby kvalitou svojich parametrov a dokonalým riadením bola zaistená výroba kvalitných výrobkov. V súčasnosti existuje mnoho konštrukčne rôzne prevedených strojov, líšiacich sa od seba prevedením, stupňom riaditeľnosti, stálosťou a reprodukovateľnosťou parametrov, rýchlosťou výroby, cenou i náročnosťou obsluhy. Konštrukcia stroja je charakterizovaná podľa:

- vstrekovacia jednotka,
- uzatváracia jednotka,
- ovládanie a riadenie stroja.



Obr. 2. Vstrekovací stroj

Ovládacie a riadiace prvky bývajú umiestnené na paneli vstrekovacieho stroja, prípadne v elektrorozvodnej skrini. K zvláštnemu vybaveniu stroja patrí žeriav, ktorý uľahčuje manipuláciu s formou i strojom samotným. Stavebnicový systém strojov tiež umožňuje pridávanie rôznych špecializovaných častí akými sú dopravníky, roboty, pomocné vytáčaacie zariadenia a pod. Vstrekovací stroj pre presné výstreky vyžaduje:

- tuhosť a pevnosť pri vstreku,
- konštantný tlak, rýchlosť, teplotu, časovanie,
- presnú reprodukovateľnosť všetkých parametrov.

[1]

### 2.6.1 Vstrekovacia jednotka

Slúži na prípravu a dopravu požadovaného množstva roztaveného plastu s predpísanými technologickými parametrami do formy. Do tavného valca je dopravovaný granulát z násypky (zásobníku) pohybom šneku. Plast je posúvaý šnekom s možnou zmenou otáčok cez vstupné, prechodové a výstupné pásmo. Postupne sa plastifikuje, homogenizuje a hromadí pred šnekom. Tavný valec je vyhrievaný výhrevnými pásmi, z ktorých každý má inú teplotu. Valec je zakončený tryskou, ktorá má vlastné vyhrievanie. Táto tryska tiež spája vstrekovaciu jednotku s formou. Jej guľové zakončenie zaručuje presné dosadnutie do sedla vtokovej vložky formy. Ich súosovosť je podmienkou správnej funkcie stroja. [1]

### 2.6.2 Uzavieracia jednotka

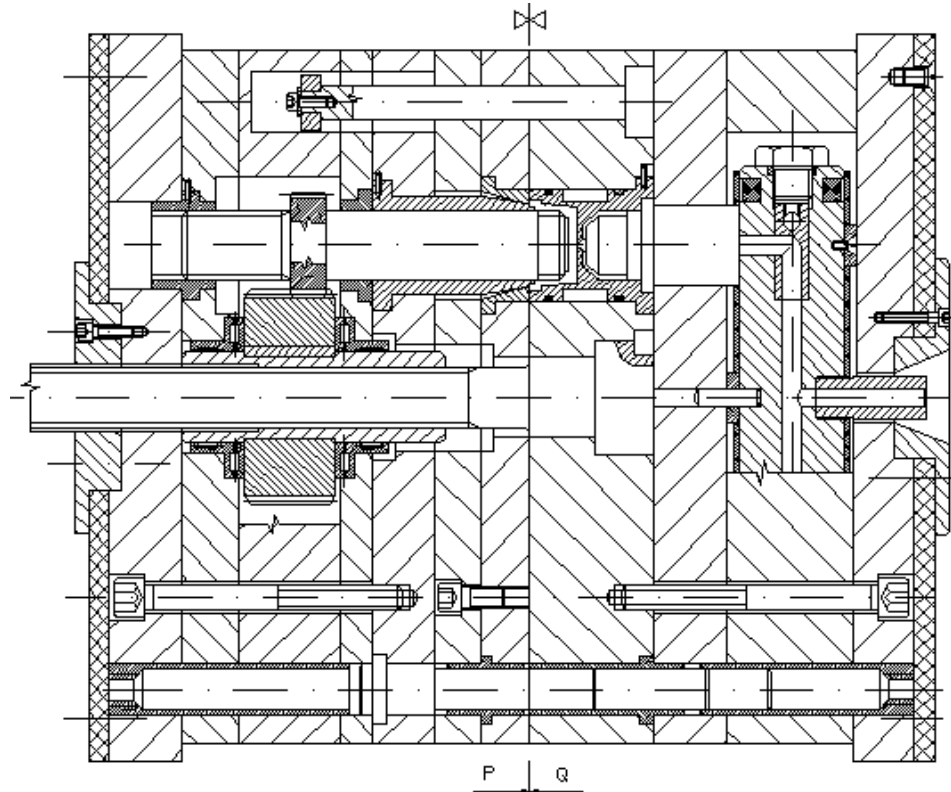
Ovláda formu a zabezpečuje jej dokonalé uzatvorenie, otvorenie a vyprázdnenie. Veľkosť uzatváracieho tlaku je nastaviteľná a priamo závisí od vstrekovacieho tlaku a plochy dutiny v deliacej rovine. Hlavné časti uzatváraciej jednotky sú:

- operná doska pevná,
- upínacia doska,
- vodiace stĺpiky,
- uzatvárací mechanizmus.

Hydraulické uzatváracie jednotky treba proti pootvoreniu pri vstreku poistiť závorami. Hydraulicko-mechanické jednotky zaručujú vyššiu rýchlosť uzatvárania i potrebné spomalenie tesne pred uzavretím (aby sa predišlo nárazom dosiek). Sú konštruované ako kĺbové mechanizmy ovládané hydraulickým valcom. Niektoré jednotky sú dokonca konštruované bez vodiacich stĺpov. [1]

### 3 VSTREKOVACIA FORMA

Forma dáva tavenine po ochladení výsledný tvar a rozmery, pri zachovaní požadovaných fyzikálnych a mechanických vlastností.



Obr. 3. Rez vstrekovacou formou

Kvalita formy sa posudzuje podľa týchto požiadavok:

- technické: zaručujú správnu funkciu formy, ktorá musí vyrobiť požadovaný počet výrobkov v požadovanej kvalite a presnosti. Musí tiež spĺňať podmienku jednoduchej manipulácie a obsluhy,
- ekonomické: nákupná cena, produktivita práce, využitie materiálu,
- spoločenskoestetické: umožňujú vytvárať vhodné prostredie pri bezpečnej práci. Vyžadujú dodržanie všetkých bezpečnostných zásad pri konštrukcii, výrobe aj prevádzke formy. [1]

#### 3.1 Násobnosť formy

Optimálna voľba násobnosti formy vyžaduje správne vyhodnotenie jednotlivých činiteľov, ktoré ju ovplyvňujú, ako napríklad charakter výrobku, požadované vyrobené

množstvo výrobkov, dodacia doba, kapacita vstrekovacieho stroja i ekonomickosť výroby. Pre tvarovo príliš náročné, veľkorozmerové, alebo výstreky s vysokou presnosťou volíme formu jednonásobnú. Pri väčšom počte dutín hrozí totižto rozdielna kvalita výrobkov z jednotlivých dutín z dôvodu rozdielnych dráh, teplôt a tlakov taveniny. Rozhodujúci je tiež typ vstrekovacieho stroja, ktorý svojou kapacitou a výkonom musí dostatočne naplniť všetky dutiny formy i s rezervou (asi 20 %). Násobnosť formy sa volí podľa viacerých parametrov:

- podľa vstrekovacej kapacity stroja,
- podľa plastikačného výkonu stroja,
- podľa uzatváracej sily,
- podľa termínu dodávky.

[1]

### 3.2 Konštrukcia formy

Výroba dielov vstrekováním prebieha na vstrekovacom stroji a vo forme v krátkom čase za pôsobenia vysokých teplôt a tlakov. Z toho vyplývajú základné požiadavky na formu:

- vysoká presnosť a požadovaná akosť funkčných plôch dutiny i iných dielov,
- maximálna tuhosť a pevnosť jednotlivých častí formy ako i celku pre zachytenie potrebných tlakov,
- správna funkcia formy, vhodný vtokový systém, vyhadzovanie, odvzdušnenie, temperovanie a pod.,
- optimálna životnosť zaručená konštrukciou, materiálom i výrobou.

Vyššie nároky na presnosť a akosť foriem sa prejavujú vo zvýšenej pracnosti pri konštrukcii i výrobe. Pre konštruktéra foriem slúži ako hlavný podklad výkres výrobku spolu s inými doplňujúcimi údajmi ako je typ stroja, materiál, rozsah produkcie atď. Postup konštrukcie potom zahŕňa:

- posúdenie výkresu súčiastky z hľadiska tvaru, rozmeru a tvárniacich podmienok. Je treba znovu skontrolovať rozmery, tolerancie, rozdiely v hrúbkach stien,
- určenie, prípadne upresnenie deliacej roviny súčiastky a spôsob zaformovania, umiestnenie ústia vtoku,

- dimenzovanie tvarových dutín a ich usporiadanie vo forme. Voľba vhodného typu vtokového systému, veľkosť prierezu, tvaru a dĺžky hlavného a rozvádzacieho kanálu i ústia vtoku,
- stanovenie koncepcie vyhadzovacieho a temperačného systému i od-vzdušnenie dutín formy,
- navrhnutie rámu formy s ohľadom na danú typizáciu, počet i rozmies-tnenie dutín, systém vyhadzovania i temperácie formy,
- vhodné usporiadanie stredenia a upínania formy na stroji s ohľadom na využitie dostupných prostriedkov,
- skontrolovanie funkčných parametrov formy, hmotnosť výstreku, jeho priemernú plochu, vstrekovací a uzavierací tlak a ďalšie faktory s ohľa-dom na doporučený stroj.

Pri výrobe formy sa väčšinou postupuje tzv. stavebnicovým spôsobom, čo znamená že mnohé časti formy (vtokové vložky, vodiace prvky, samotné dosky, vyhadzovače atď.) sú vyrábané v sériách špecializovanými firmami a pri výrobe formy poskladané do celku. Na výrobu náročnejšie sú tvarové dutiny, ktoré musia mať predpísaný povrch a často sú veľmi zložité. Preto tvárnik sa zväčša vyrába s hornou toleranciou, aby bolo možné po skúšobnej prevádzke jeho rozmery upraviť. Tvárnica naopak, je vyrábaná so spodnou toleranciou, aby sa v prípade potreby mohla zväčšiť. Konštruktér tiež predpisuje tepelné spracovanie povrchov formy, aby bola zaručená potrebná životnosť dielov formy. [1]

### 3.3 Zaformovanie výstreku

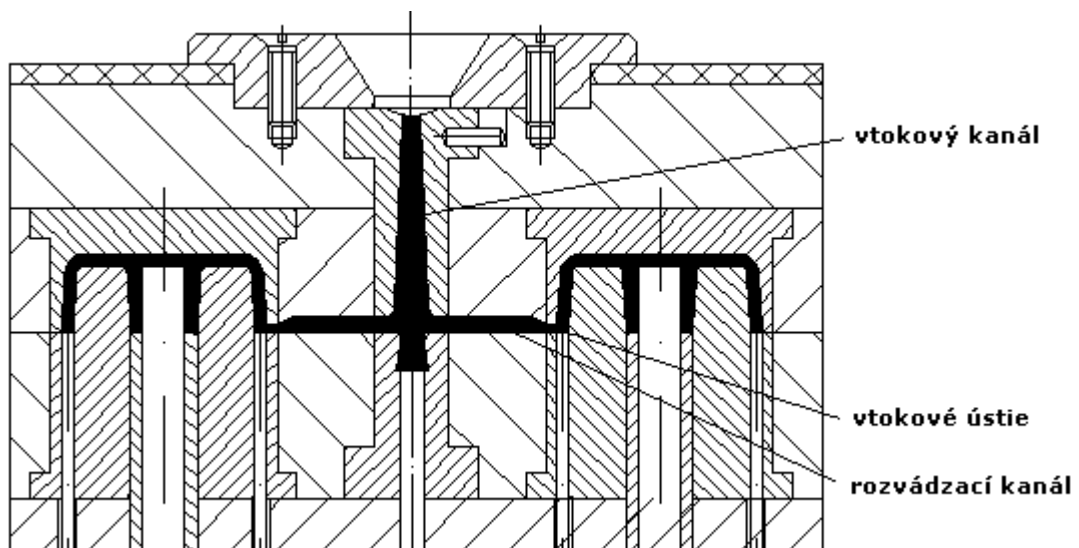
Správne zaformovanie výstreku a vhodná voľba deliacej plochy patrí k rozhodujúcim zásadám konštrukcie formy. Umožňuje dodržať tvar a rozmery výstreku i ekonomiku výroby. Deliaci rovnia býva spravidla rovnobežná s upínaním formy (s doskami formy). Môže však mať i šikmý či zaoblený tvar, ak je to nutné býva doplnená pomocnými vedľajšími deliacimi rovinami. Nepresnosti v deliacej rovine sú nežiadúce, pretože spôsobujú nedovretie formy a zatekanie materiálu do tejto plochy (pretoky). Pri návrhu deliacej roviny sa treba riadiť niekoľkými zásadami:

- jednoduché vybratie výrobku z formy,
- pravidelný, jednoduchý geometrický tvar, dobre zlíčovateľný,
- deliaca rovina by mala prebiehať v hranách výrobku,

- stopa po rovine nesmie byť funkčnou ani vzhľadovou prekážkou,
- u viacerých deliacich plôch volíme ich najmenší možný počet. [1]

### 3.4 Studený vtokový systém

Vtokový systém formy zaisťuje pri vstreku vedenie prúdu roztaveného plastu od vstrekovacieho stroja do dutiny formy. Musí pritom zaručiť úplné naplnenie dutiny v čo najkratšom čase a s minimálnymi odpormi. Prietok taveniny vtokovým systémom je prevádzaný zložitými tepelne-hydraulickými pomermi. Tvar a rozmery vtoku spolu s jeho umiestnením majú vplyv na rozmery, spotrebu materiálu, náročnosť opracovania na začistenie výstreku a tiež na energetickú náročnosť výroby. U viacnásobných foriem musí tavenina doraziť ku všetkým ústiam vtoku za rovnaký čas a za rovnakého tlaku, aby boli vtoky vyvážené.



Obr. 4. Studený vtokový systém formy

U studeného vtokového systému sa tavenina vstrekuje veľkou rýchlosťou do relatívne studenej formy. Behom prietoku studeným vtokovým systémom viskozita taveniny na vonkajšom povrchu prudko rastie a to vyžaduje vysoké tlaky v systéme (40 až 200 MPa). Stuhnutý plast na stenách vytvorí tepelnú izoláciu a umožňuje prúdenie taveniny stredom kanálu. Za tohto stavu sa naplní celá dutina. Funkčné riešenie vtokového systému musí zabezpečovať:

- čo najkratšiu dráhu toku taveniny od trysky stroja do dutiny bez tlakových a časových strát,

- pri viacnásobných formách musí byť dráha toku taveniny ku všetkým dutinám rovnaká, aby sa zabezpečila homogenita vlastností všetkých výrobkov v sérii,
- prierez kanálov musí byť dostatočne veľký na to, aby umožnil pôsobenie dotlaku. Pritom však treba prihliadať i k spotrebe plastu (zvyšok po vtokovej sústave),
- kanál má mať minimálny povrch pri maximálnom priereze, čomu odpovedá prierez kruhový. Z výrobných dôvodov volíme kanál lichobežníkový,
- u násobných foriem je vhodné prierez stupňovať, aby ostala rýchlosť prúdenia konštantná,
- zaoblenie všetkých ostrých hrán min.  $R=1$ ,
- stanoviť úkosovosť všetkých vtokov, pre ich ľahké odformovanie,
- riešiť zachytenie čela prúdiacej taveniny predĺžením rozvádzacieho kanálu. [1]

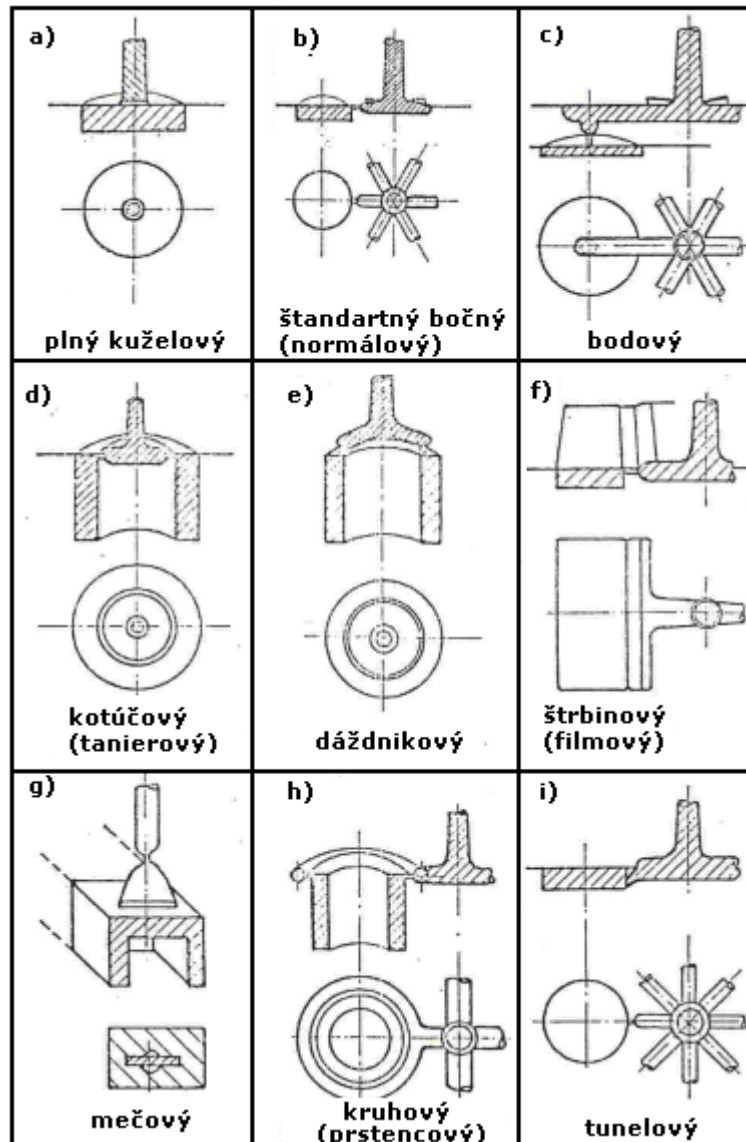
### 3.4.1 Ústia vtoku

Vtokové ústie sa vytvára zúžením rozvádzacieho kanálu. Vo výnimočných prípadoch môže byť použitý plný nezúžený vtok. Jeho zúžením sa zvýši klesajúca teplota taveniny pred vstupom do tvarovej dutiny. Obmedzí sa tým strhávanie ochladených vrstiev polyméru z obvodu vtoku a tým i tvorba defektov.

Vtokové ústie sa volí čo najmenšieho prierezu v závislosti na charaktere výsteku, plastu i technológii vstrekovania. Veľkosť zúženého prierezu však musí spoľahlivo naplniť dutinu formy a tiež musí umožniť pôsobenie dotlaku.

Tvar ústia vtoku býva štrbinový pre ploché výstreky, alebo kruhový pre rotačné. Šírka býva užšia než je rozvádzací kanál. Hrúbka (prierez) sa určí podľa objemu výsteku. Pri konštrukcii sa doporučuje voliť vtokové ústie menšie, s možnosťou úpravy pri skúšobnej prevádzke. Je známych viacej druhov vtokových ústí, ktoré sú znázornené na nasledujúcom obrázku: [1]





Obr. 5. Základné typy vtokových ústí

Rozhodujúci vplyv na vzhľad a kvalitu výrobku má i umiestnenie vtokového ústia. Dutina je pokiaľ možno plnená len jedným vtokom, aby sa predišlo vzniku tzv. studených spojov. Sú to miesta, kde sa pri plnení dutiny viacerými vtokmi spája čiastočne ochladený materiál. Takýto spoj má výrazne nižšiu mechanickú pevnosť. Vtokové ústie býva umiestnené:

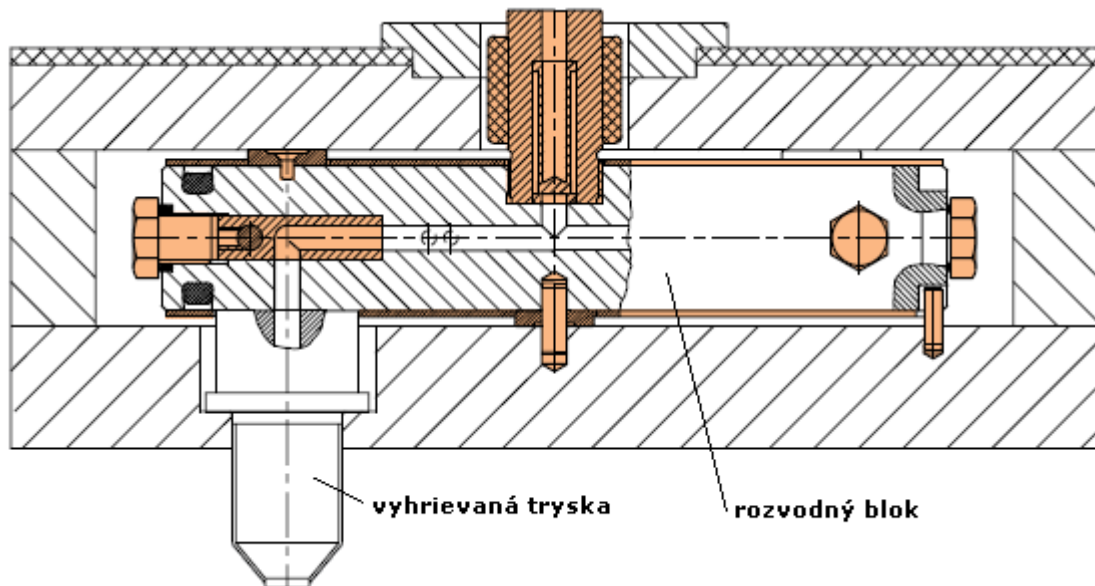
- do najtlstejšieho miesta výstrelu. Tavenina má tiecť vždy z miesta väčšieho prierezu do miest s menším prierezom kôli tuhnutiu,
- do geometrického stredu dutiny, tak aby tavenina zatiekla do všetkých miest rovnomerne,
- u vstreku s rebrami má tavenina prúdiť v smere ich orientácie,

- u výstrekov s otvormi sa umiestňuje do týchto otvorov, alebo v ich blízkosti,
- s ohľadom na zamedzenie voľného toku taveniny a tým turbulentného plnenia dutiny.

[1]

### 3.5 Vyhrievané vtokové systémy (VVS)

Výhodou vyhrievaných vtokových systémov je, že pri ich použití nezostáva vtokový zostatok, čo znižuje spotrebu materiálu i nároky na opracovanie výrobku. Skôr ako sa došlo k súčasným typom VVS, predchádzala im rada jednoduchších systémov, ako so zosilnenými vtokmi, izolovanými vtokovými sústavami s predkomôrkami a pod. Dnešné majú vyhrievané trysky, ktoré sú charakterizované minimálnym úbytkom tlaku i teploty v systéme. To umožnila výroba vysokovýkonných vyhrievacích telies a niektorých ďalších dielov.



Obr. 6. Vyhrievaná vtoková sústava [6]

Od foriem so studenými vtokovými sústavami sa líšia formy s VVS predovšetkým tým, že tieto systémy sa nakupujú od špecializovaných výrobcov. Pred použitím určitého typu je teda potrebné vyžiadať si od výrobcu potrebné technické údaje i dokumentáciu. Využívanie vyhrievaných vtokových sústav stále narastá, pretože:

- umožňujú automatizáciu výroby,
- skracujú výrobný cyklus,
- znižujú spotrebu materiálu,
- znižujú náklady na dokončovacie práce,
- odpadá recyklácia vtokových zostatkov.

Technológia vstrekovania pomocou VVS spočíva v tom, že tavenina po naplnení dutiny formy zostáva v celej oblasti vtoku až po ústie formy v plastickom stave. To umožňuje použiť len bodové vyústenie malého prierezu. Aj napriek tomu je možné čiastočne pracovať s dotlakom. Celá sústava umožňuje jednoduchú demontáž, čistenie a spätnú montáž. [1]

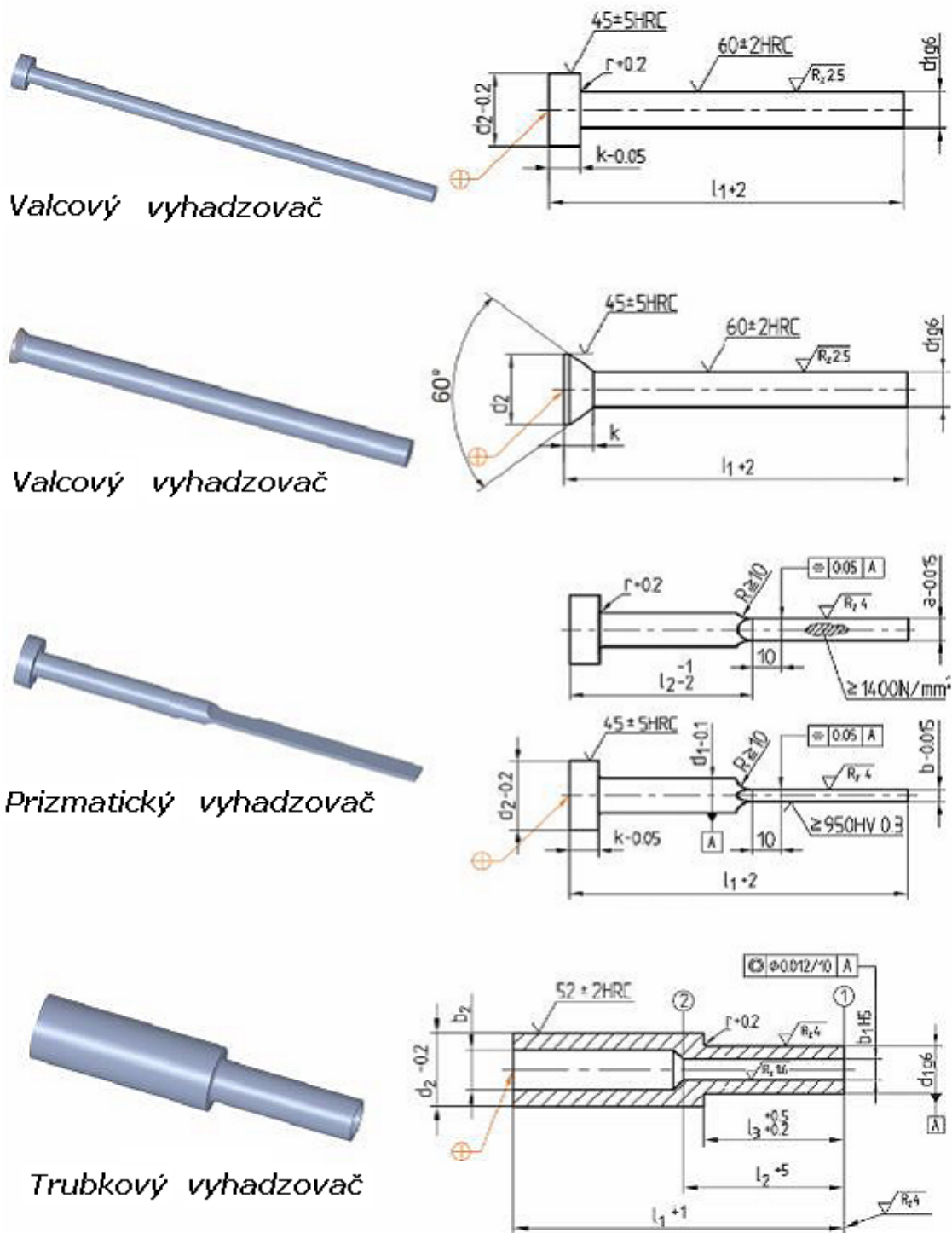
### 3.6 Vyhadzovací systém

Vyhadzovanie výstrekov z formy je činnosť, kedy sa z dutiny, alebo z tvárniku otvorenej formy vysunie, alebo vytlačí zhotovený výstrek. K tomu slúži vyhadzovacie zariadenie ktoré dopĺňa formu a svojou funkciou má zaisťovať automatický výrobný cyklus. Samotné vyhadzovanie má dopredný pohyb a spätný pohyb, čo je návrat do pôvodnej polohy. Základnou podmienkou dobrej funkcie vyhadzovacieho systému je vhodná konštrukcia výrobku, jeho hladký povrch a úkosovitosť stien v smere vyhadzovania. Vysúvanie výrobku má byť rovnomerné, aby nedochádzalo k spriechovaniu výstreku, alebo jeho trvalým plastickým deformáciám. [2]

#### 3.6.1 Vyhadzovanie vyhadzovacími kolíkmi

Je najčastejším a najlacnejším spôsobom vyhadzovania výstreku. Tento systém je možné použiť tam, kde je možné umiestniť vyhadzovače proti ploche výstreku v smere vyhodenia. Správna voľba tvaru vyhadzovacieho kolíku i jeho vhodné umiestnenie umožní ľahké vyhodenie výstreku bez poškodenia.

Vyhadzovacie kolíky sú základným prvkom mechanického vyhadzovania. Majú byť dostatočne tuhé a ľahko vyrobiteľné. Sú obvykle valcové. Môžu mať i iný tvar. Sú ukotvené vo vyhadzovacích doskách. Vôľa v uložení pôsobí ako odvzdušnenie. Tvar a spôsob ukotvenia ukazuje nasledujúci obrázok. [2]



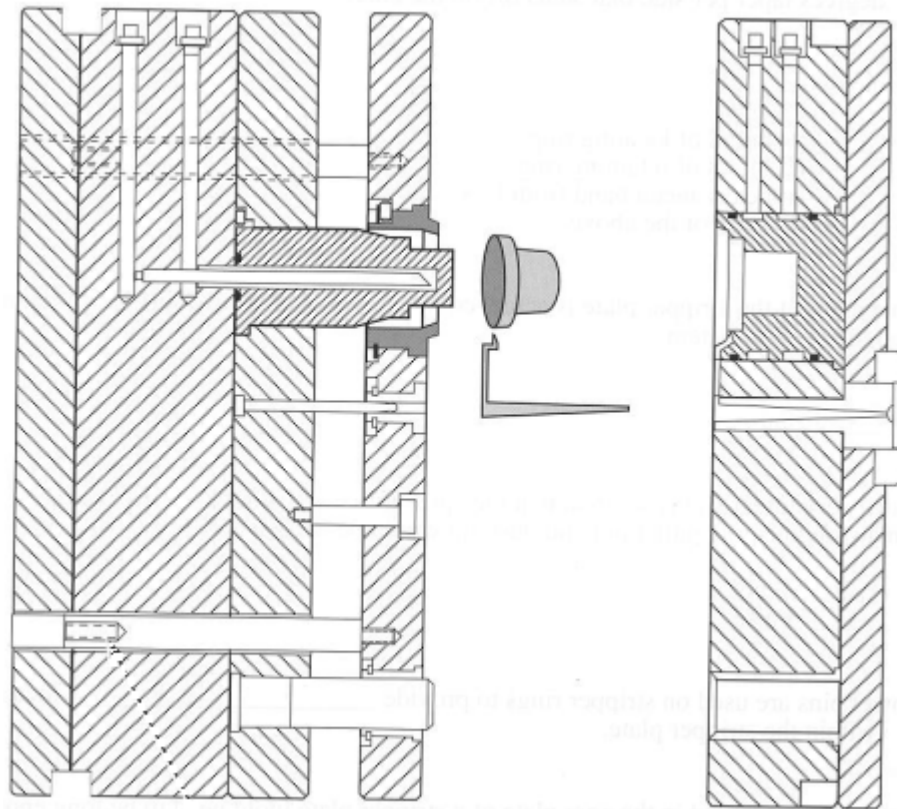
Obr. 7. Vyhadzovacie kolíky

### 3.6.2 Vyhadzovanie stieracou doskou

Predstavuje sťahovanie výstreku z tvárniku po celom jeho obvode. Vzhľadom k veľkej stykovej ploche, nezanecháva na výstreku stopy po vyhadzovaní. Jeho deformácie

sú potom minimálne a stieracia sila veľká. Používa sa predovšetkým u tenkostenných výstrekov, kde je nebezpečenstvo ich deformácie. Tento spôsob sa používa tiež u viacnásobnej formy. Pohyb stieracej dosky môže byť vyvolaný tlakom vyhadzovacieho systému, ako aj v špeciálnych prípadoch ťahom. Sila môže byť vyvolaná tiež pružinami, hydraulickým, alebo pneumatickým zariadením.

Pre zvýšenie životnosti je stieracia doska obvykle vyložená tepelne upravenou tvarovou vložkou, upevnenou v doske. [2]



Obr. 8. Stieracia doska

### 3.6.3 Vyhadzovanie pomocou šikmých vyhadzovačov

Je špeciálnou formou mechanického vyhadzovania. Vyhadzovacie kolíky nie sú kolmé k deliacej rovine, ale sú uložené k nej pod určitými uhlami. Využívajú sa k vyhadzovaniu malých a stredne veľkých výstrekov s plytkým vnútorným, alebo vonkajším zápičom. Tým sa odstráni náročná posuvná čelusta s klinovým mechanizmom. [2]

### 3.7 Temperácia foriem

Temperácia slúži k udržiavaniu konštantného teplotného režimu formy. Cieľom je dosiahnuť optimálne krátkeho pracovného cyklu pri dodržaní technologických požiadavkov na výrobu. Deje sa tak ochladzovaním, prípadne vyhrievaním celej formy, alebo jej časti.

Behom vstrekovania sa do formy privádza roztavený polymér, ktorý sa v jej dutine ochladzuje na teplotu vhodnú pre vyhodenie výstreku. Temperácia teda ovplyvňuje plnenie tvarovej dutiny a zaisťuje optimálne tuhnutie a chladnutie plastu. Aby sa každý ďalší výstrek vyrobil pri stanovenej teplote je nutné prebytočné teplo behom pracovného cyklu odvieť temperačnou sústavou formy. Úlohou temperácie je:

- zaistiť rovnomernú teplotu formy po celom povrchu jej dutiny,
- odvieť prebytočné teplo z dutiny formy naplnenej taveninou tak, aby celý pracovný cyklus mal ekonomickú dĺžku.

Temperačný systém formy je tvorený sústavou kanálov a dutín, ktorými prúdi vhodné temperačné médium. U foriem, kde sa vyžaduje vyššia teplota, sa používa spravidla elektrické vyhrievanie. [2]

#### 3.7.1 Zásady voľby temperačných kanálov

Rozmery a rozmiestnenie temperačných kanálov a dutín sa volí s ohľadom na celkové riešenie formy. Vzdialenosť kanálov od funkčnej dutiny má byť optimálna. Je treba dbať na dostatočnú pevnosť a tuhosť steny funkčnej dutiny. Je vhodnejšie použiť väčší počet menších kanálov s malými rozmermi, než naopak. Okolo dutiny formy sa kanály rozmiestňujú rovnomerne a všade v rovnakej vzdialenosti. Prierez kanálov sa volí podľa veľkosti výstreku, druhu plastu a rámu formy. Najbežnejší prierez je kruhový. Tiež sa používajú kanály s obdĺžnikovými prierezmi, alebo sa do nich vkladajú tenkostenné medené trubky. Ďalšie zásady voľby kanálov:

- kanály sa umiestňujú tam, kde je forma v styku s prúdom taveniny (oproti vtoku),
- prietok chladiacej kvapaliny je regulovaný tak, aby prúdila od najteplejšieho miesta k najchladnejšiemu (u ohrevu naopak),
- v kanáloch nesmú byť prítomné mŕtve kúty, pretože sú ohniskami korózie,
- pred vstupom kvapaliny do úzkych temperačných kanálov býva zaradený filter,

- kanály sa dimenzujú tak, aby sa dali prepojiť hadicami rôznymi spôsobmi a s rôznym poradím (pre prípadnú optimalizáciu).

V praxi sú temperačné kanály často volené podľa skúseností konštruktéra. Tieto návrhy sú však u zložitejších foriem málokedy optimálne. S rozvojom výpočtovej techniky sa stále viac používajú simulačné programy, ktoré pomáhajú optimálnej voľbe temperačného systému analýzou tepelných procesov pri výrobe. Výsledok má vplyv na kvalitu i produktivitu výroby. [2]

### 3.7.2 Temperačné prostriedky

Predstavujú médiá, ktoré svojim pôsobením umožňujú forme pracovať v optimálnych tepelných podmienkach. Ich voľba je ovplyvnená predovšetkým koncepciou formy a požiadavkami na technológiu výroby výstrelu. Rozdeľujú sa na:

- aktívne, ktoré pôsobia priamo vo forme,
- pasívne, ktoré svojimi fyzikálnymi vlastnosťami ovplyvňujú tepelný režim formy.

U aktívnych médií sa spravidla jedná o kvapaliny, ktoré núteným prúdením pretekajú temperačnými kanálmi. Dochádza tak k prestupu tepla medzi kvapalinou a formou. Medzi najčastejšie používané kvapaliny patria:

- *voda*: výhodou vody je nízka cena, viskozita, vysoký prestup tepla a ekologická nezávadnosť. Nevýhodou je rozsah použiteľnosti (bez použitia tlakových obvodov len do 90°C) a zanášanie kanálov vodným kameňom či koróziou,
- *oleje*: sú temperovateľné i nad 100°C, majú však vyššiu viskozitu a zhoršený prestup tepla. Pri poruche obvodu znečisťujú prostredie,
- *glykoly*: nespôsobujú koróziu a ucpávanie systému, časom sa však ich kvalita zhoršuje. Náročná je aj ich likvidácia.

Chladienie vzduchom sa používa najmä k odvodu tepla z povrchu formy a stroja. Vzhľadom k jeho malej účinnosti ho používame len tam, kde použitie kvapaliny nie je kvôli nedostatku miesta možné (tenké tvárniky, jadrá a vyhadzovače). V prípade, že teplo dodané taveninou je menšie ako tepelné straty do okolia, inštalujú sa do formy výhrevné elektrické patróny. Je treba dbať na to, aby boli vždy v tesnom kontakte s povrchom formy, čím sa zabráni lokálnemu prehriatiu a poškodeniu patrón. Možno je i využitie špeciálnych gélov s vysokým prestupom tepla, ktoré jednak eliminujú vzduchové medzery a tiež bránia zava-

reniu patróny do formy. Doporučuje sa tiež, aby elektrické vývody boli zavedené do pevného konektoru na tele formy. Pre umiestňovanie týchto patrón platia obdobné zásady ako pre rozmiestňovanie rozvodných kanálov.

Ako pasívne prostriedky sú označované tepelne izolačné materiály, ktoré izolujú formu od stroja, leštenie povrchu formy pre zabránenie strát vyžarovaním, rôzne tepelne vodivé materiály atď. [2]

### 3.8 Odvzdušnenie foriem

Odvzdušnenie tvarových dutín foriem zdanlivo nepatrí k dominantným problémom pri navrhovaní foriem. Jeho dôležitosť obvykle vyplynie až pri skúšaní hotového nástroja, kedy odvzdušnenie môže byť príčinou nekvalitného vzhľadu výstreku, alebo jeho nízkych mechanických vlastností.

Dutina formy je pred vstrekaním naplnená vzduchom. Pri jej plnení taveninou je treba zaistiť únik vzduchu a prípadných splodín. Čím je väčšia rýchlosť plnenia, tým účinnejšie musí byť odvzdušnenie tvarovej dutiny. Najčastejším javom pri rýchlom plnení je stlačenie vzduchu, ktorý sa vplyvom vysokého tlaku silne ohrieva a spôsobuje tzv. Diesellov efekt. Je to spálené miesto na výrobku, ktoré vzniká dôsledkom zvýšenej teploty komprimovaného vzduchu. Protitlak stlačeného vzduchu tiež zvyšuje pri plnení dutiny nároky na vstrekovací tlak, ktorého zvyšovaním sa vnášajú do výrobku zbytočné pnutia. Pri nižších teplotách a teda zvýšenej viskozite taveniny môže zase dôjsť vplyvom stlačeného vzduchu k nedostatočnému zatekaniu taveniny do dutiny a teda nedotečenému výstreku. V neposlednej rade môže tento vzduch spôsobovať bubliny vo výrobku, čo je opäť nežiadúce.

Voľba miesta pre odvzdušnenie vo forme je niekedy zrejماً z tvaru výstreku, inokedy je iba obtiažne zistiteľná. Odvzdušnenie je možné realizovať:

- stredným trňom,
- odvzdušňovacími vložkami z poréznych materiálov,
- okolo vyhadzovačov (vôľa v uložení),
- delenými kruhovými vložkami,
- drážkami frézovanými pre tento účel (priemery rádovo  $10^{-2}$  mm).

Rozmery odvzdušňovacích kanálov sa volia s prihliadnutím na viskozitu použitého materiálu, použitý vstrekovací tlak, objem a tvar výrobku i umiestnenie vtokov do dutiny formy. Je tiež treba pamätať na pravidelné čistenie týchto kanálov, ktoré sa vplyvom splo-



dín ľahko zanášajú, čím sa znižuje efektivita odvzdušňovania formy, teda i kvalita výrobkov. [2]

### 3.9 Materiály pre výrobu foriem

Formy ako komplikované a nákladné nástroje pre vstrekovanie musia splniť vysoké nároky na kvalitu, životnosť a výrobné náklady. Významným činiteľom pre splnenie týchto podmienok je materiál, z ktorého je forma vyrobená. Je ovplyvnený rôznymi podmienkami výroby, ako druhom použitého plastu, požiadavkami na presnosť a akosť výrobku, podmienkami pri vstrekaní (tlak, teplota) či samotným vstrekovacím strojom.

Pre výrobu foriem sa teda používajú materiály, ktoré sú schopné zaručiť kvalitnú a ekonomicky rentabilnú výrobu. Sú to najmä ocele vhodných vlastností, nežeľzné zliatiny kovov a iné materiály (izolačné).

Ocele sú najpoužívanejším materiálom pri výrobe foriem. Svojimi mechanickými vlastnosťami sú takmer nenahraditeľné.

Jednotlivé diely foriem vyžadujú svojou funkciou špecifické vlastnosti použitého materiálu. Od použitých materiálov na výrobu foriem sa vyžaduje najmä dostatočná mechanická pevnosť a dobrá obrobitelnosť. Životnosť a správna funkcia formy je tiež podmienená správnym zaobchádzaním a údržbou.

Z hľadiska technológie výroby má materiál funkčných dielov zaistiť špeciálne požiadavky na kvalitu štruktúry:

- dobrá leštitelnosť a obrobitelnosť,
- odolnosť voči oteru,
- odolnosť voči korózii a chemickým vplyvom,
- vyhovujúca kalitnosť,
- stálosť rozmerov.

Pri voľbe ocelí na jednotlivé diely je potrebné vždy brať do úvahy viacero faktorov, akými sú samozrejme kvalitatívne požiadavky (pevnosť, povrchové vlastnosti, rozmerová stabilita), no nemožno zabúdať ani na ekonomickú dostupnosť zvolených materiálov. Forma sa konštruuje tak, aby bola pri čo najnižšej cene jej kvalita čo najvyššia a výsledné výrobky dosahovali požadovanú kvalitu. [2]

## II. PRAKTICKÁ ČASŤ

## 4 POUŽITÝ PROGRAM

Na modelovanie vsterkovacej formy bol použitý program CATIA V5R17 od firmy Dassault Systemes. Pri modelovaní boli použité normálie od firmy HASCO. Niektoré rozmery normalizovaných súčiastok boli dodatočne upravené (dĺžky vodiacich púzdiar, čapov, skrutiek).

### 4.1 Catia

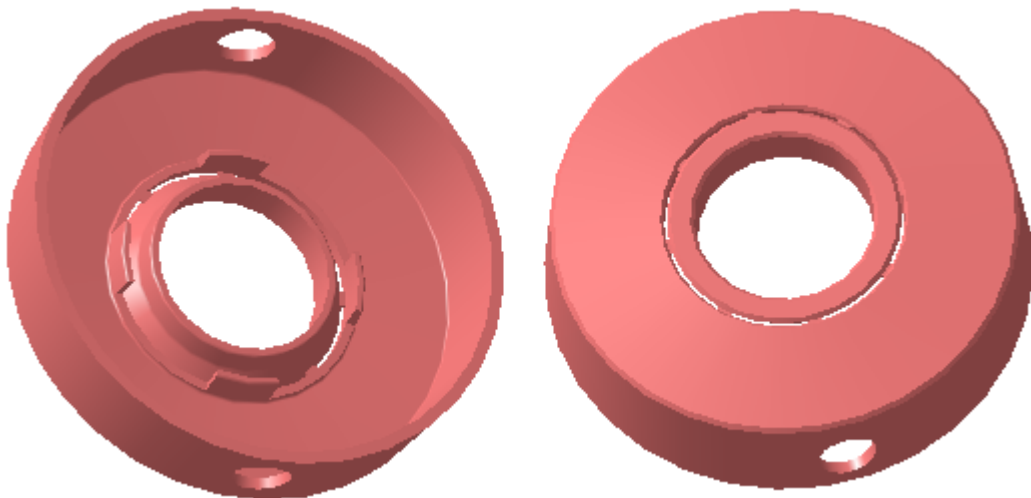
Catia alebo inak (Computer Aided Three dimensional Interactive Application) je PLM/CAD/CAM/CAE komerčný software vyvíjaný firmou Dassault Systemes a svetovo predávaný aj firmou IBM. Je známy aj ako 3D PLM (Product Lifecycle Management) software. Podporuje rôzne stupne vývoja produktov. Tieto sa týkajú konceptualizácie, cez dizajn (CAD) a výrobu (CAM), až po analýzu (CAE). Catia je riešená ako otvorená vývojová architektúra postavená na rozhraniach, ktoré umožňujú prispôsobovanie alebo vyvíjať nové aplikácie. Systém Catia prináša konkurencieschopnosť technologicky vyspelých podnikov. Zdokonalené výrobné procesy a vyššiu produktivitu. Riadenie bázy podnikových znalostí, lepšie produkty zásluhou návrhov založených na vedomostných analýzach. Umožňuje využitie potenciálu webovej siete pri flexibilnom vývoji výrobkov. Catia ponúka rôzne užívateľské rozhrania podľa potrieb zákazníka. V súčasnosti sa používajú verzie CATIA V4 a V5.

## 5 VSTREKOVANÁ SÚČIASTKA

Výrobok je ružica slúžiaca ako krytka, ktorá zakrýva neupravenú časť steny pri výstupe zamurovanej trubky zo steny. Ružica je vyrobená pre dva priemery, kedy v pôvodnom stave je pre priemer  $\varnothing=30\text{mm}$  a po vylúpnutí stredovej časti pre priemer  $\varnothing=40\text{mm}$ .

### 5.1 Špecifikácia výrobku

Vstrekovaným výrobkom je krycia ružica.



Obr. 9. Zadaný výrobok (ružica)

Materiál výrobku je nízko hustotný polyetylén (LDPE). Je to plast, ktorý sa vyznačuje dobrou pružnosťou, húževnatosťou a klznosťou. Má nižšiu odolnosťou voči oteru. Jeho teplotná stálosť je od  $-85^{\circ}\text{C}$  do  $+80^{\circ}\text{C}$ . Má veľmi dobré elektroizolačné vlastnosti a je dobre obrábatelný. Je odolný voči väčšine polárnych rozpúšťadiel (do teploty  $60^{\circ}\text{C}$ ), kyselinám, zásadám, alkoholom, olejom. [7]

V tomto prípade sa presnejšie jedná o Bralen VA 20-60. Je to druh nízko hustotného polyetylénu, ktorý je používaný na výrobu spotrebných predmetov a technických výstrekov zložitých tvarov vstrekovaním. Vyznačuje sa dobrou zatekavosťou a nedoporučuje sa používať v prostredí, ktoré spôsobuje koróziu. Je vyrábaný spoločnosťou Slovnaft Bratislava a.s.

Tab. 1. Vlastnosti LDPE Bralen VA 20-60 [5]

Vlastnosti	Metóda testu	Jednotka	Typická hodnota
Index toku taveniny (190°C/2.16 kg)	ISO 1133	g/10 min	20
Hustota (23°C)	ISO 1183-2	kg/m <sup>3</sup>	914
Medza pevnosti v tahu	ISO 527-1.2	MPa	8
Tepelná odolnost podľa Vicata	ISO 306	°C	84
Tvrdość Shore D	ISO 868	-	41

## 6 KONŠTRUKCIA FORMY

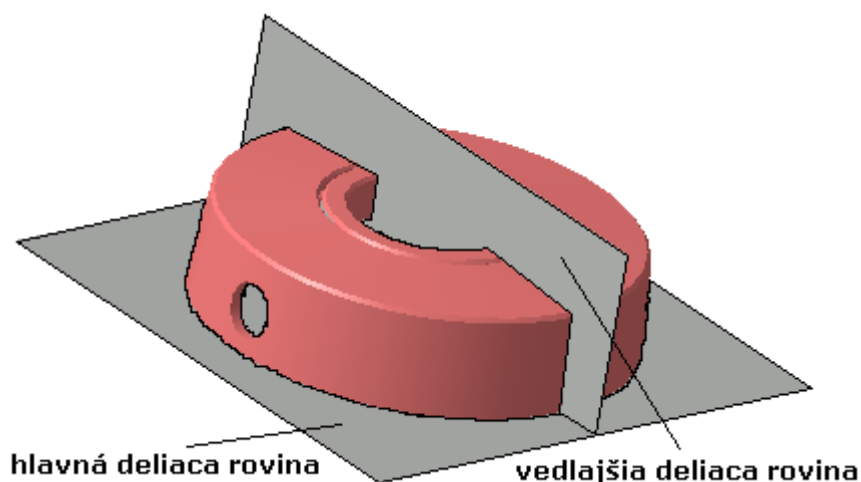
Pri konštruovaní formy pre zadaný výrobok bolo snahou čo najviac využiť normálií HASCO, ISO a taktiež modulu Mold Tooling Design programu Catia z dôvodu efektivity návrhu formy.

### 6.1 Násobnosť formy

Pri voľbe násobnosti formy treba brať do úvahy viaceré hľadiská. Musí sa zohľadniť charakter a presnosť výrobku, požadované množstvo výrobkov, veľkosť a kapacita vstrekovacieho stroja a taktiež ekonomika výroby. Pre násobnosť, ktorá je optimálna treba voliť kompromis všetkých týchto požiadaviek. V tomto prípade bola zvolená štvornásobná forma.

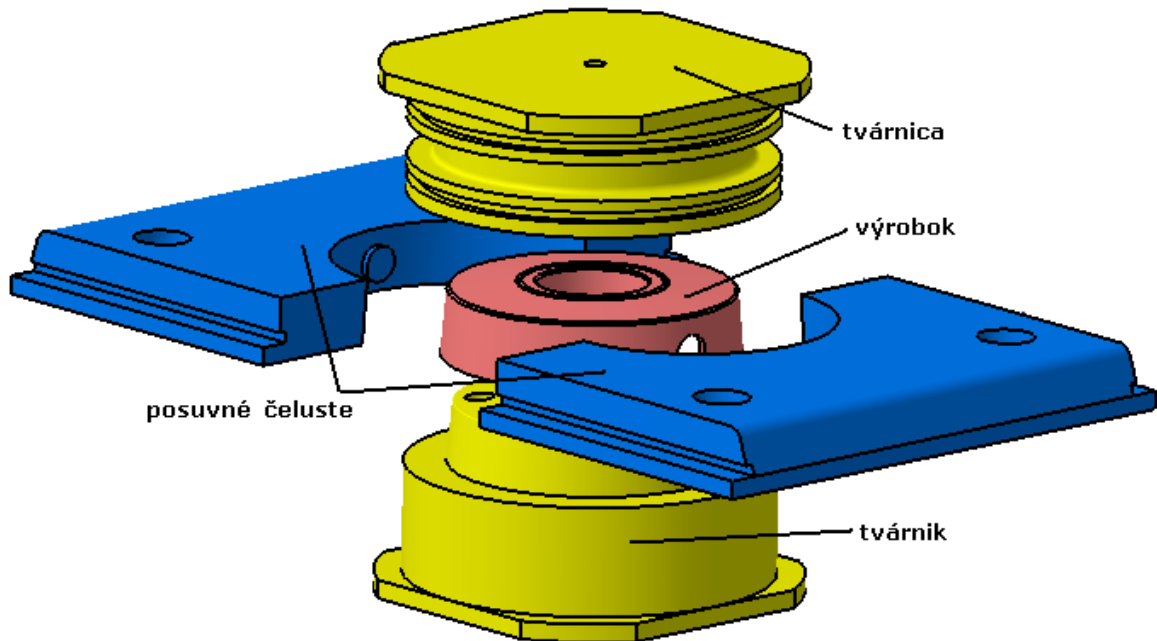
### 6.2 Zaformovanie výrobku a deliace roviny

Hlavná deliaca rovina je volená rovnobežne s doskami formy a to medzi tvarovými doskami. Vzhľadom na tvar výrobku je treba voliť ďalšie vedľajšie deliace roviny, ktoré sú kolmé na hlavnú rovinu. Tieto roviny sú volené z dôvodu použitia posuvných čelustí pre vytvorenie bočných otvorov na výrobku, ktoré sa posúvajú pomocou šikmých čapov. Z dôvodu volenia trojdoskovej konštrukcie formy je treba voliť ďalšiu vedľajšiu rovinu na vytrhnutie vtoku od výrobku a odstránenie vtokového zostatku.



Obr. 10. Deliace roviny

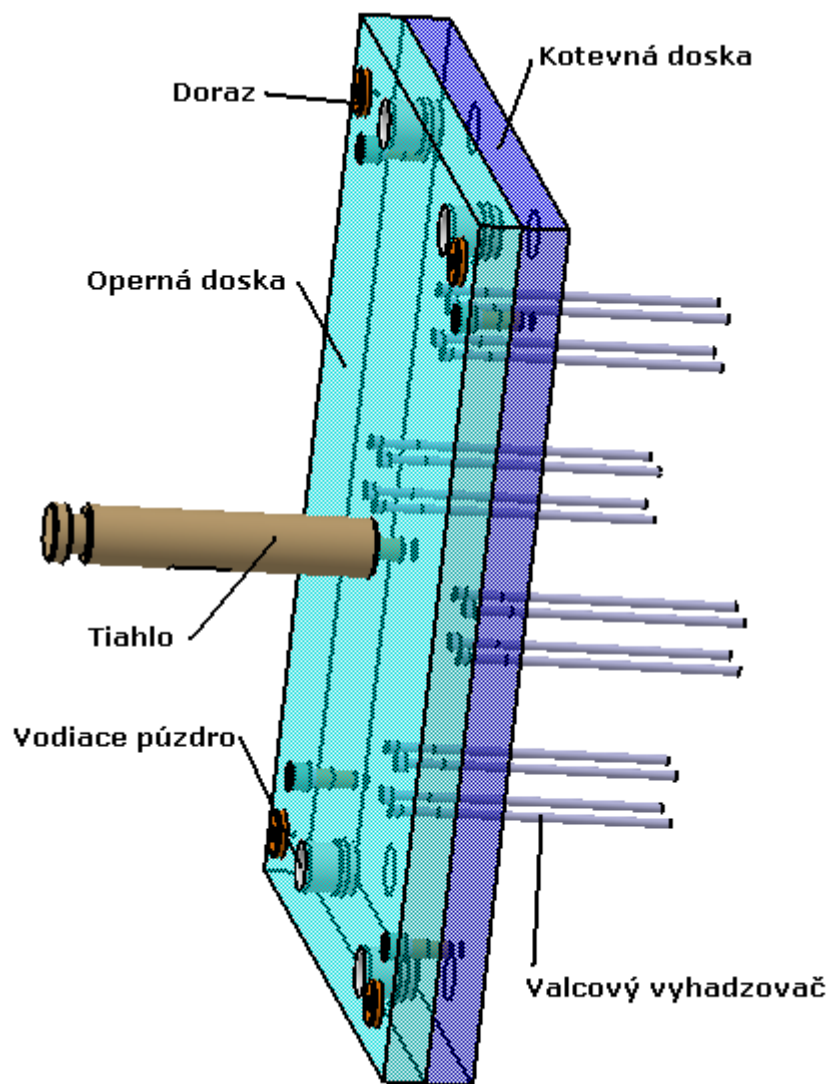
Pri otváraní formy je najskôr otvorenie vedľajšej deliacej roviny, kedy nastane vytrhnutie vtoku a až po zachytení otváracích čapov otvorenie hlavnej deliacej roviny a ďalších vedľajších deliacich rovín pre odformovanie výrobku. Po odformovaní zostáva výstrek na tvárniku, ktorý je chladený a vyhadzovacím systémom vyhodенý.



Obr. 11. Odformovanie výrobku

### 6.3 Vyhadzovací systém

Vyhodenie dostatočne ochladeného výrobku je zaistené pomocou valcových vyhadzovačov. Tie sú uložené v kotevnej doske vyhadzovacieho systému zaistené opernou doskou. Vyhadzovače sú ukončené na stene tvárnika. Vzhľadom na to, že čelo vyhadzovačov je upravené (skosené-zaoblené) je ich treba zaistiť proti pootočeniu. To je realizované tvarom hlavy vyhadzovača v tvare piškóty. Po vyhodení nastávajú na výrobku stopy, ktoré sú však z vnútornej strany, takže nie sú prekážkou. Posuv vyhadzovacieho systému je zabezpečený hydraulickým okruhom stroja pomocou tiahla, ktoré je závitom uchytené v opernej doske. Vedenie vyhadzovacieho systému je zaistené vodiacimi čapmi. Tie sú vedené vodiacimi púzdrani uchytenými medzi kotevnou a opernou doskou.



Obr. 12. Vyhadzovací systém

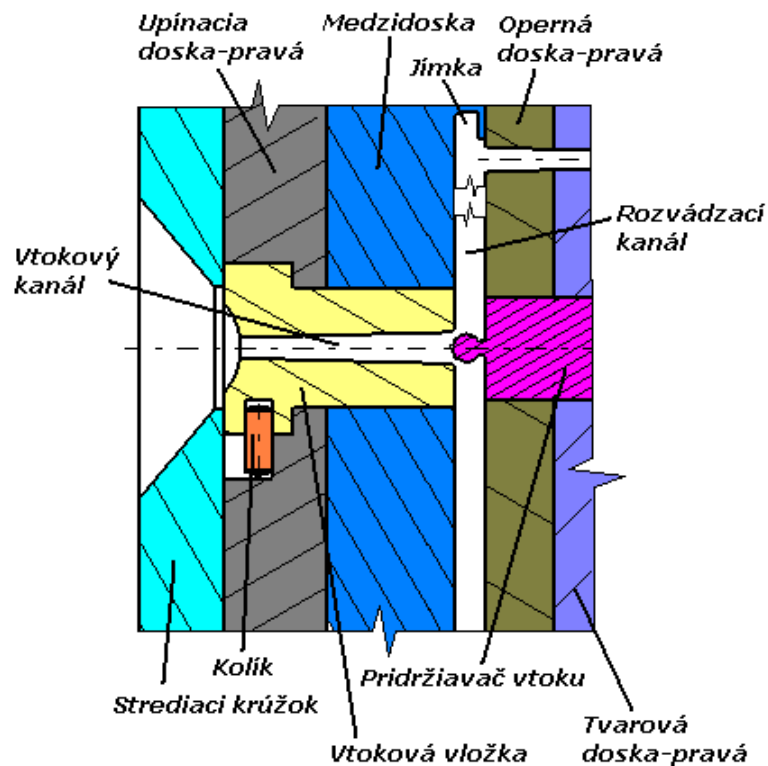


Obr. 13. Valcový vyhazovač – detail

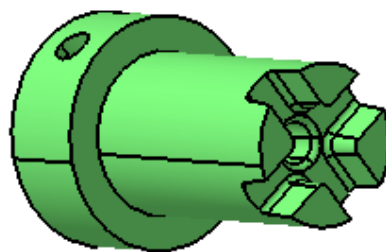


## 6.4 Vtokový systém

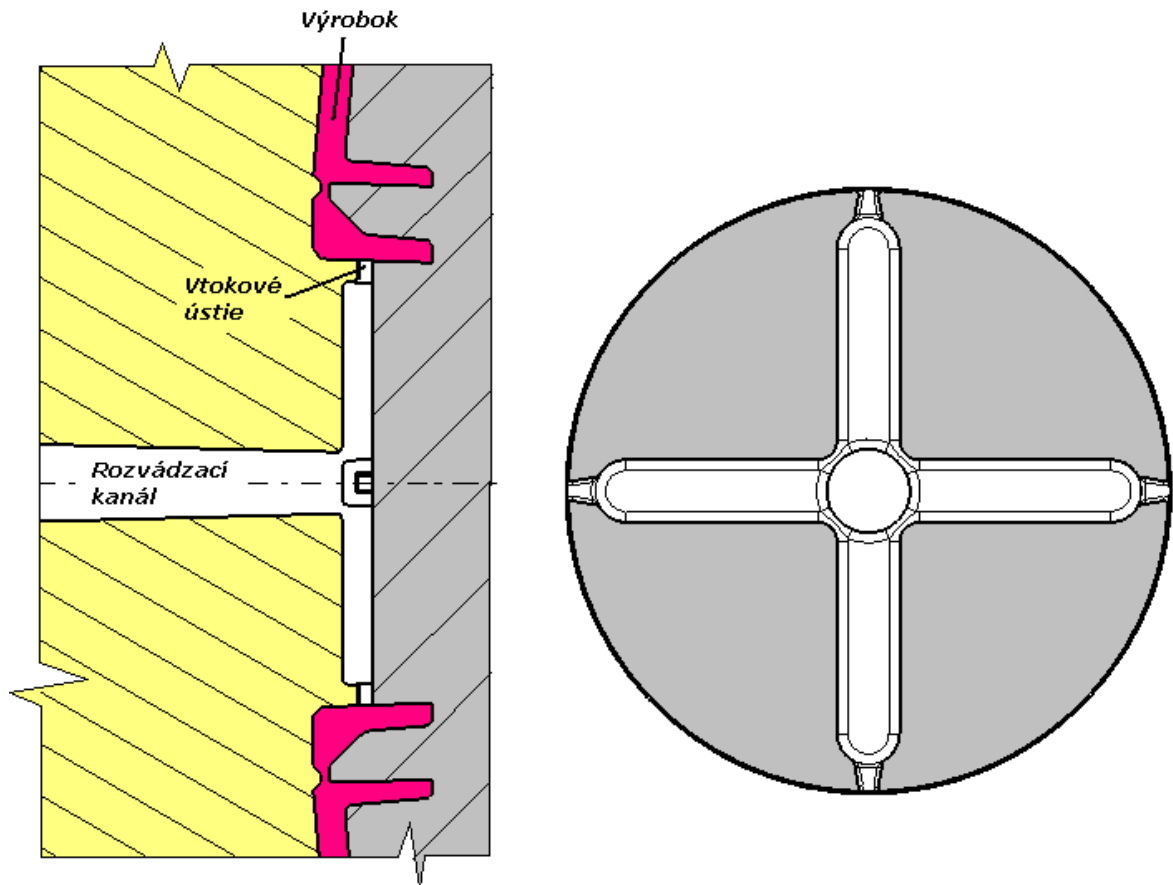
Pre tento výrobok bola zvolená studená vtoková sústava. Vtoková vložka prechádza medzidoskou, je uložená vo vybraní pravej upínacej dosky a zaistená pravým strediacim krúžkom. Pretože sa jedná o štvornásobnú formu so štyrmi rozvádzacími kanálmi je aj čelo vtokovej vložky na to prispôbené. Aby nedošlo k pootočeniu je vtoková vložka zaistená kolíkom. Pre vytrhnutie vtoku od výrobku je vtoková sústava volená tak, že na konci každého rozvádzacieho kanála je jímka posunutá o niekoľko milimetrov od otváracej roviny. Pre dokonalé zatečenie plastu je nutné voliť vtokové ústia priamo do rebier výrobku. Z toho dôvodu je volené plnenie viacerými vtokmi. Vtokový zostatok je prichytený pridržiavačom vtoku.



Obr. 14. Vtokový systém



Obr. 15. Vtoková vložka



Obr. 16. Vtokové ústia - plnenie viacerými vtokmi

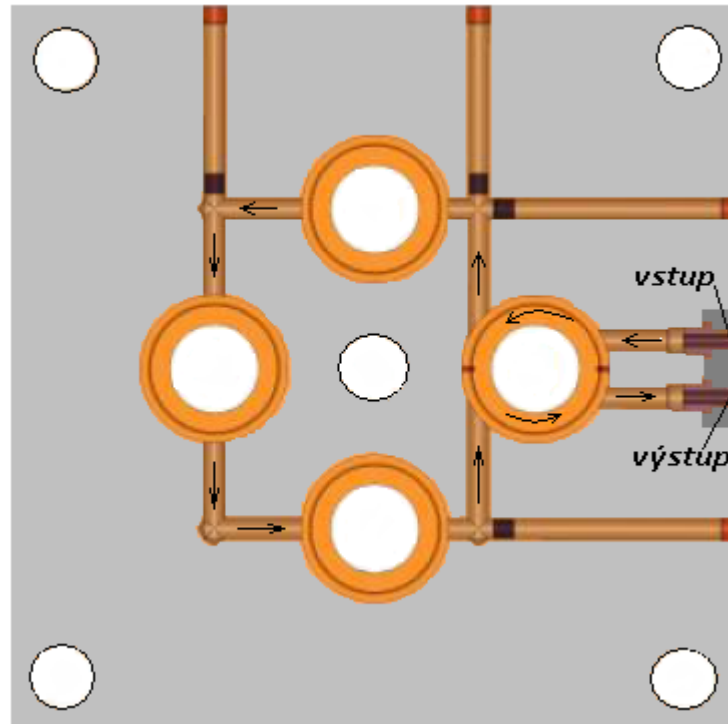
## 6.5 Odvzdušnenie formy

Dutina formy je pred vstrekováním naplnená vzduchom. Pri jej plnení taveninou je treba zaistiť únik vzduchu a prípadných splodín. Čím je rýchlosť plnenia väčšia, tým účinnejšie musí byť odvzdušnenie tvarovej dutiny. Pre odvzdušnenie dutiny bola zvolená metóda odvzdušnenia vôľou medzi pohyblivými časťami. Časť vzduchu stačí uniknúť i deliacou rovinou.

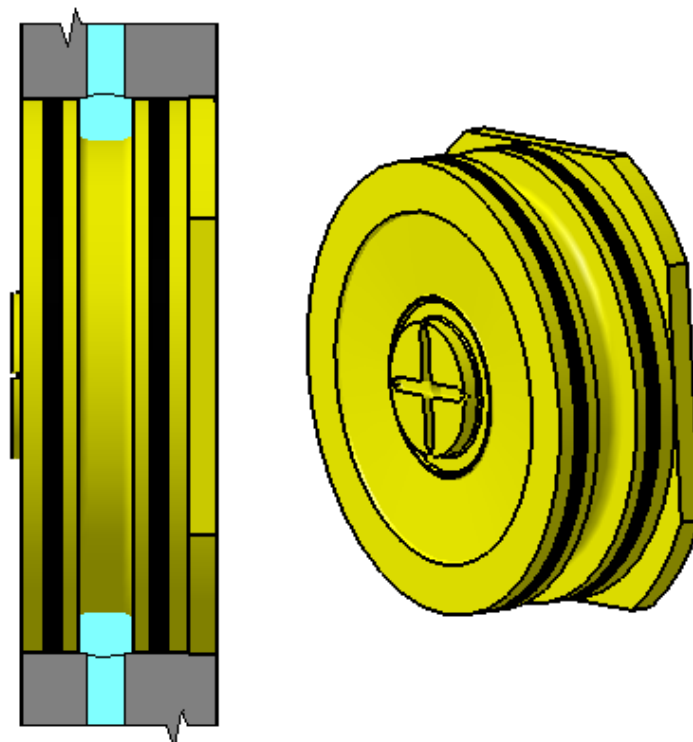
## 6.6 Temperácia formy

Aby sa dosiahla optimálna dĺžka vstrekovacieho cyklu pri zachovaní technologických požiadavkov na výrobu je nutné formu chladiť. V tomto prípade je nutné chladiť jak tvárnice tak i tvárniky. Chladienie tvárník pravej strany formy je realizované sústavou vzájomne poprepájaných vŕtaných kanálov priemeru 9 mm. Temperačné kanály sú volené tak, aby priviedli temperačné médium postupne ku každej tvárnici. Aby nedošlo k unikaniu temperačného média sú pretŕčajúce kanály utesnené ucpávkami. Pre prúdenie média tvárniciami

je na nich zhotovený obdĺžnikový kanál, ktorý je po stranách utesnený tesniacimi o-krúžkami. V prvej tvárnici sú zhotovené prepážky, ktoré oddeľujú vstup a výstup chladiaceho média.

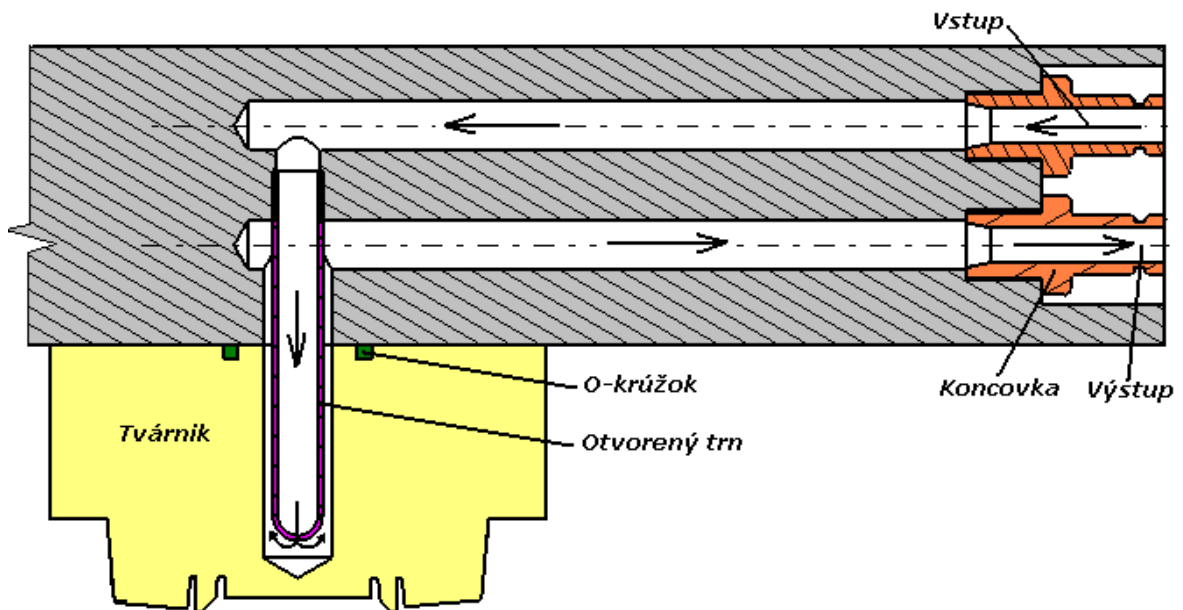


Obr. 17. Temperačné kanály



Obr. 18. Chladenie tvárnice

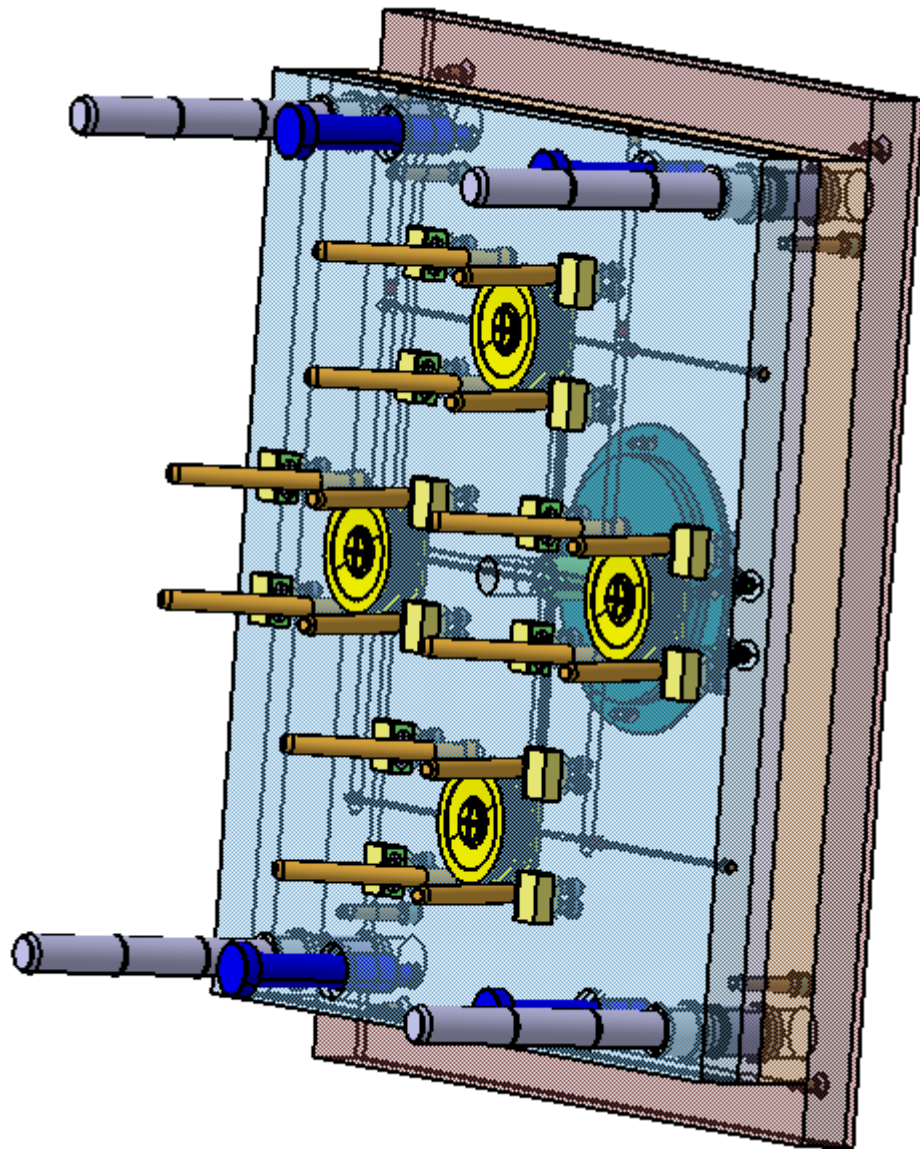
Na chladenie tvárnikov v ľavej strane formy bol použitý otvorený trn. Tvárník je na vloženie trnu prispôsobený vrtanou dierou a je utesnený o-krúžkom. Každý tvárník je temperovaný samostatne a pre prívod a odvod média sú v doskách vrtané kanály o priemere 10 mm. Chladiace médium vstupuje trnom, ochlazuje tvárník a vystupuje druhým kanálom. Prepojenie temperačného systému mimo formu je realizované prívodnými hadicami napojenými a utesnenými na koncovkách.



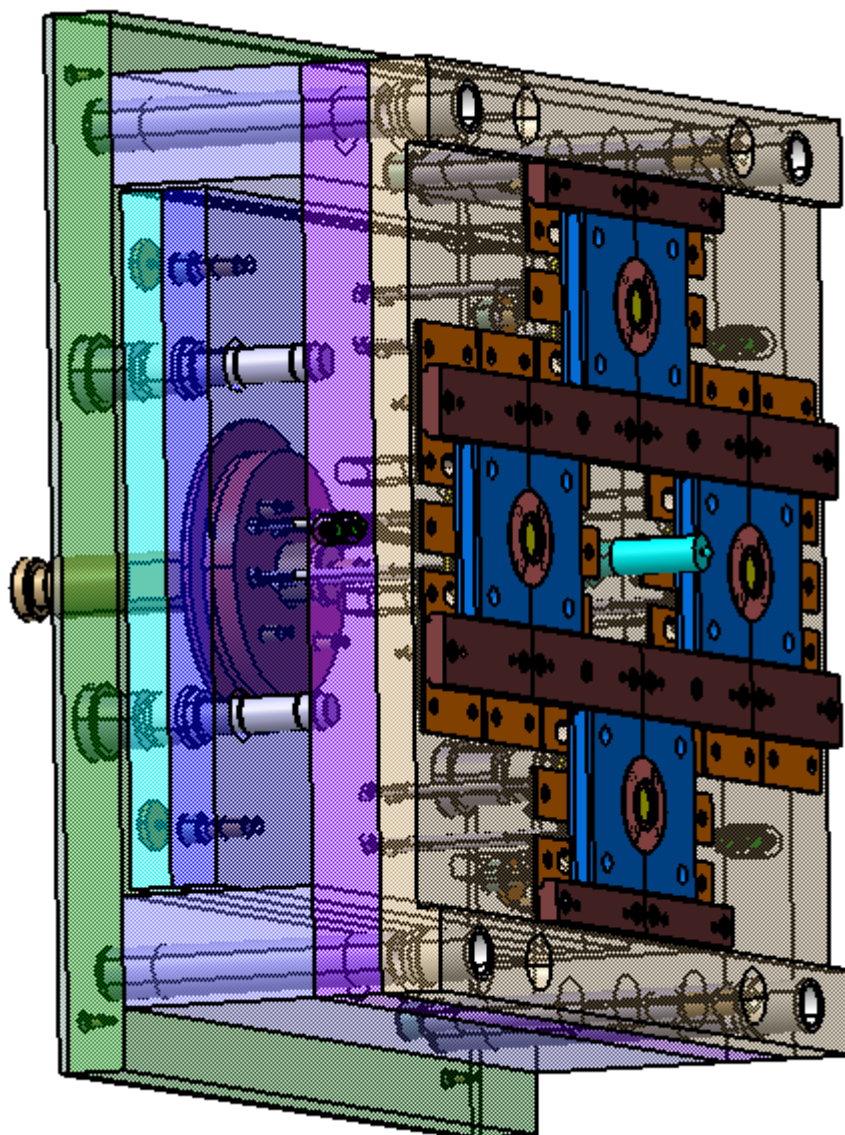
Obr. 19. Chladenie tvárniku

## 6.7 Výsledná konštrukcia formy

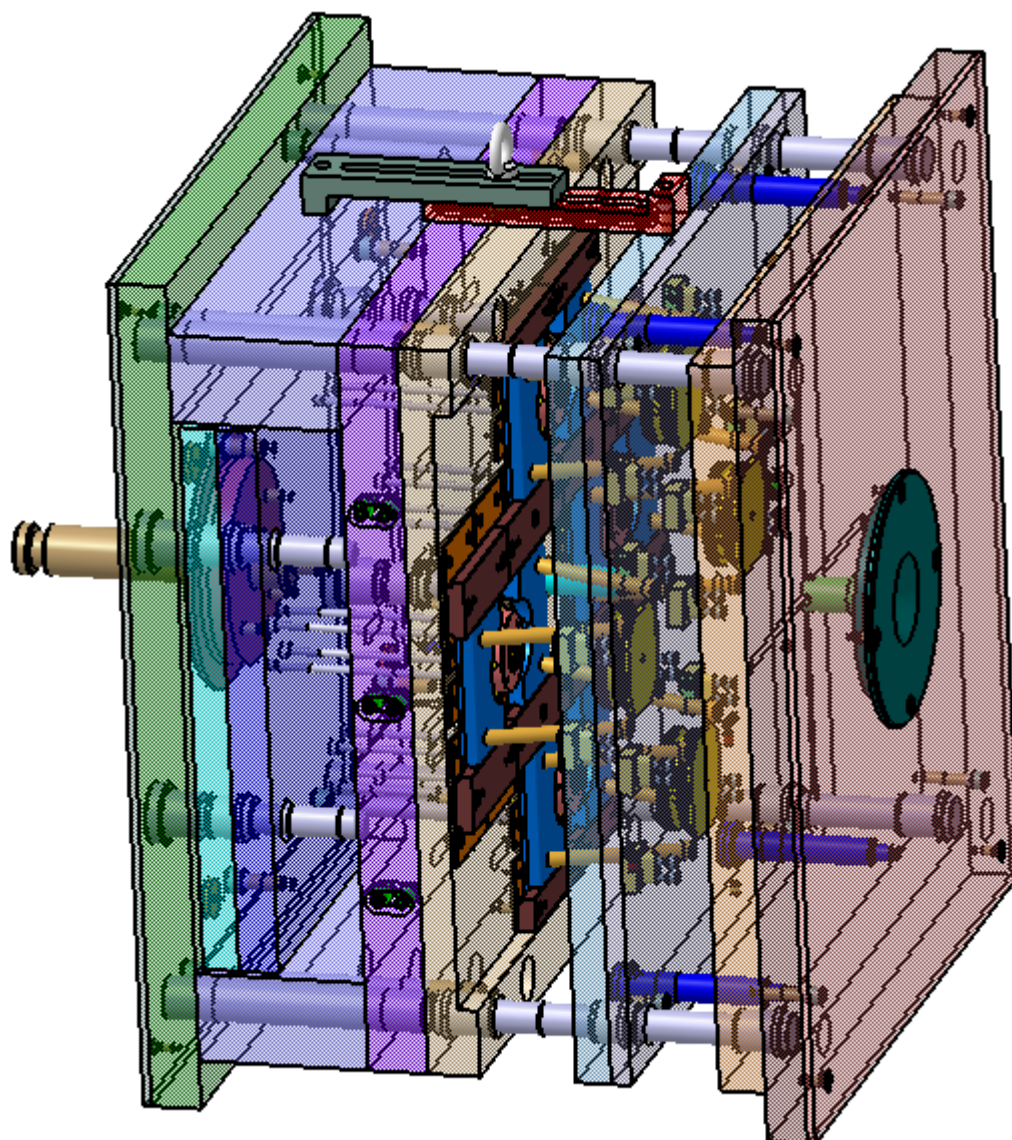
Po navrhnutí všetkých konštrukčných prvkov bola zhotovená štvornásobná forma pre vstrekovanie zadaného plastového výrobku-ružice. Odformovanie výrobku je pomocou dvoch posuvných čelostí. Forma obsahuje studenú vtokovú sústavu, temperačný systém tvarových častí pravej i ľavej strany formy a vyhazovací systém tvorený valcovými vyhazovačmi.



*Obr. 20. Pohľad na pravú časť formy*



*Obr. 21. Pohľad na ľavú časť formy*



Obr. 22. Forma (otvorená)

## 7 VSTREKOVACÍ STROJ

Podľa veľkosti formy a potrebného vsterkovaného množstva polyméru bol zvolený vsterkovací stroj Mitsubishi 850 MMG. Jedná sa o hydraulický vsterkovací stroj od firmy KM-SYSTÉM, s.r.o.



*Obr. 23. Vsterkovací stroj Mitsubishi*

*Tab. 2. Základné parametre vsterkovacieho stroja*

Uzatváracia sila:	850 ton
Prechod medzi stĺpmi:	1060x1060 mm
Výška formy (min/max):	500/1100 mm
Zdvih vyrážača	200 mm
Vsterkovací objem:	3140-6780 cm <sup>3</sup>
Rýchlosť vstrekú:	790-965 cm <sup>3</sup> /s



## ZÁVER

Cieľom tejto práce bolo navrhnuť vstrekovaciú formu pre zadaný plastový diel. Prvá časť práce je zameraná na teoretickú problematiku vstrekovania a konštrukcie foriem. Druhá časť práce popisuje konkrétne návrh vstrekovacej formy.

Pri návrhu formy bolo prihliadané na zásady, ktorými sa konštrukcia foriem riadi. Hlavný vplyv na výber typu formy mal tvar výrobku, ktorý má postranné otvory. Z toho dôvodu bola zvolená forma so šikmými čapmi a posuvnými čelust'ami, ktoré zabezpečujú zaformovanie výrobku a vytvorenie postranných otvorov. Konštrukcia formy bola realizovaná postupne cez návrh násobnosti formy, vtokového systému, temperačného systému, vyhadzovacieho systému, odvzdušnenia formy, až po voľbu vstrekovacieho stroja.

Celá konštrukcia formy, model výrobku a výkresová dokumentácia bola realizovaná v programe CATIA V5R17 s maximálnym využitím normalizovaných súčiastok HASCO a ISO.

**ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY**

- [1] BOBČÍK, L. a kol. Formy pro zpracování plastu, I. díl–Vstřikování termoplastu. 2. vydání BRNO:UNIPLAST, 1999, 134s.
- [2] BOBČÍK, L. a kol. Formy pro zpracování plastu,II. díl–Vstřikování termoplastu. 1. vydání BRNO:UNIPLAST, 1999, 212s.
- [3] TOMIS, F., HELŠTÝN, J. Formy a přípravky. 2. vydání BRNO:VUT, 1985, 278s.
- [4] KOLOUCH, J. Strojírenské výrobky z plastu vyráběné vstřikováním. 1. vydání PRAHA:SNTL, 1986. 229 s.
- [5] <http://www.slovnaft.sk>
- [6] <http://www.hasco.de>
- [7] <http://www.sk.wikipedia.org/wiki/>
- [8] <http://www.km-system.cz>

**ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK**

LDPE Nízko hustotný polyetylén.

T<sub>m</sub> Teplota tavenia.

T<sub>g</sub> Teplota skelného prechodu.

CAD Počítačom podporovaná konštrukcia (computer aided design).

CAM Počítačom podporovaná výroba (computer aided manufacturing).

CAE Počítačom podporovaná inžiniérska činnosť (computer aided engineering).

UV Ultrafialové žiarenie.

VVS Vyhrievaná vtoková sústava.

**ZOZNAM OBRÁZKOV**

Obr.1.	Oblasti použitia u amorfných a semikryštalických termoplastov.....	11
Obr.2.	Vstrekovací stroj.....	18
Obr.3.	Rez vstrekovacou formou.....	20
Obr.4.	Studený vtokový systém formy.....	23
Obr.5.	Základné typy vtokových ústí.....	25
Obr.6.	Vyhrievaná vtoková sústava.....	26
Obr.7.	Vyhadzovacie kolíky.....	28
Obr.8.	Stieracia doska.....	29
Obr.9.	Zadaný výrobok (ružica).....	36
Obr.10.	Deliace roviny.....	38
Obr.11.	Odformovanie výrobku.....	39
Obr.12.	Vyhadzovací systém.....	40
Obr.13.	Valcový vyhadzovač - detail.....	40
Obr.14.	Vtokový systém.....	41
Obr.15.	Vtoková vložka.....	41
Obr.16.	Vtokové ústia - plnenie viacerými vtokmi.....	42
Obr.17.	Temperačné kanály.....	43
Obr.18.	Chladienie tvárnice.....	43
Obr.19.	Chladienie tvárniku.....	44
Obr.20.	Pohľad na pravú časť formy.....	45
Obr.21.	Pohľad na ľavú časť formy.....	46
Obr.22.	Forma (otvorená).....	47
Obr.23.	Vstrekovací stroj Mitsubishi.....	48

**ZOZNAM TABULIEK**

Tab. 1. Vlastnosti LDPE Bralen VA 20 - 60.....	37
Tab. 2. Základné parametre vstrekovacieho stroja.....	48

**ZOZNAM PRÍLOH**

P1: Pohľad do pravej strany roviny formy

P2: Pohľad do lavej strany roviny formy

P3: Rez vstrekovacou formou

– Rez A-A

– Rez B-B

P4: Vstrekovacia forma-kusovník (2 listy)

P5: Výkres súčiastky-ružica

P6: CD disk obsahujúci:

– Model formy a výkresovú dokumentáciu v programe CATIA V5R17

– Textovú časť bakalárskej práce

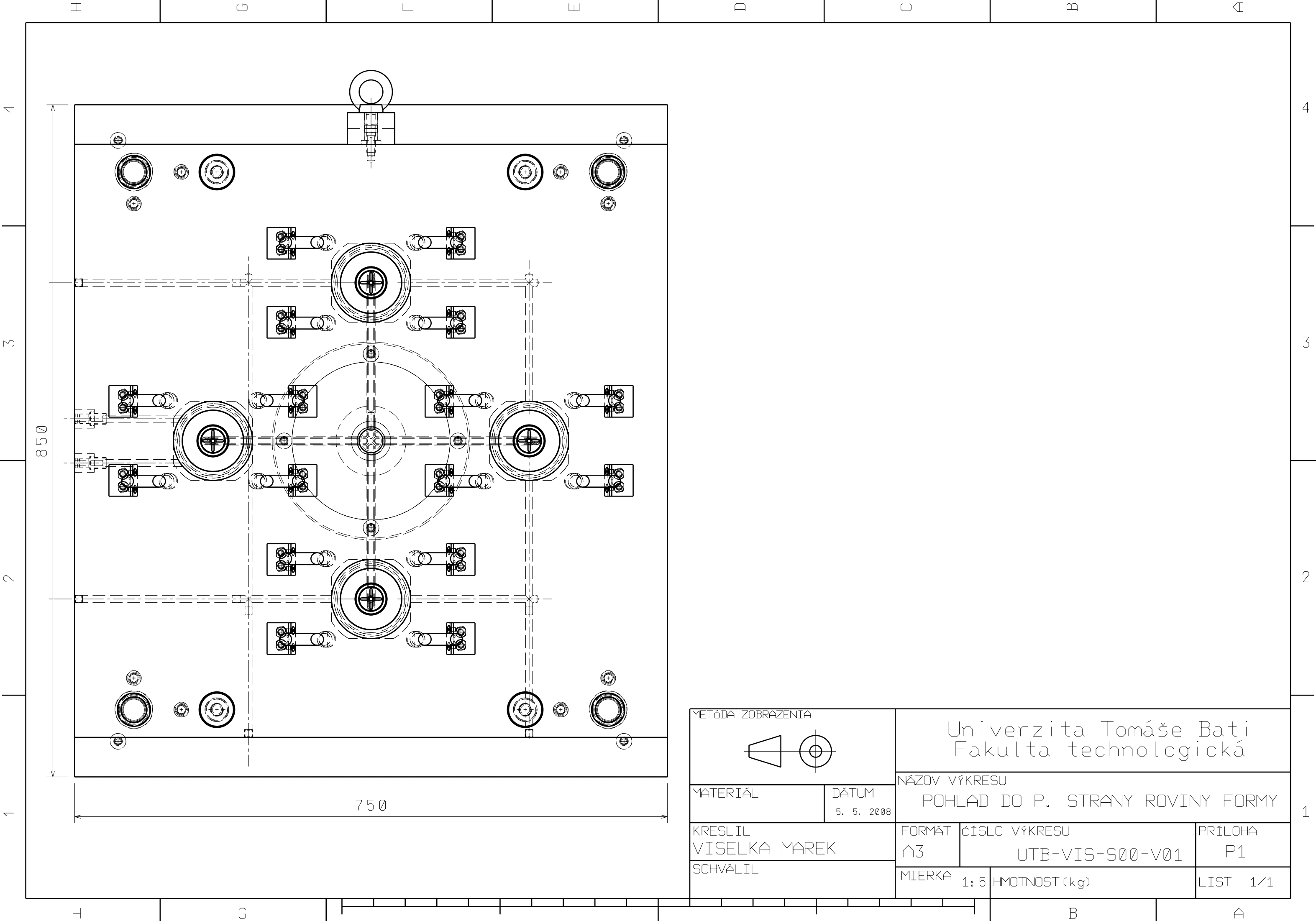




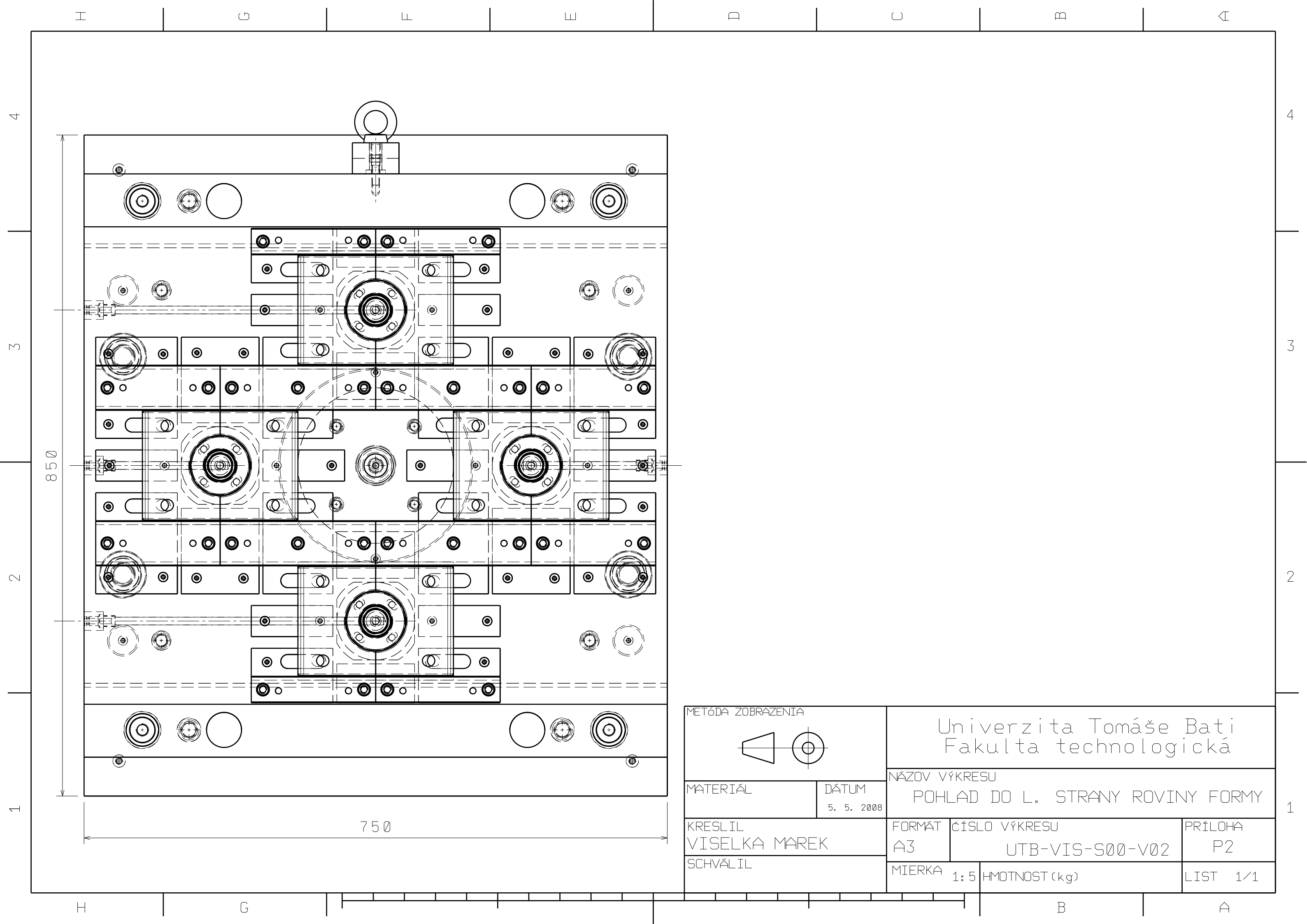






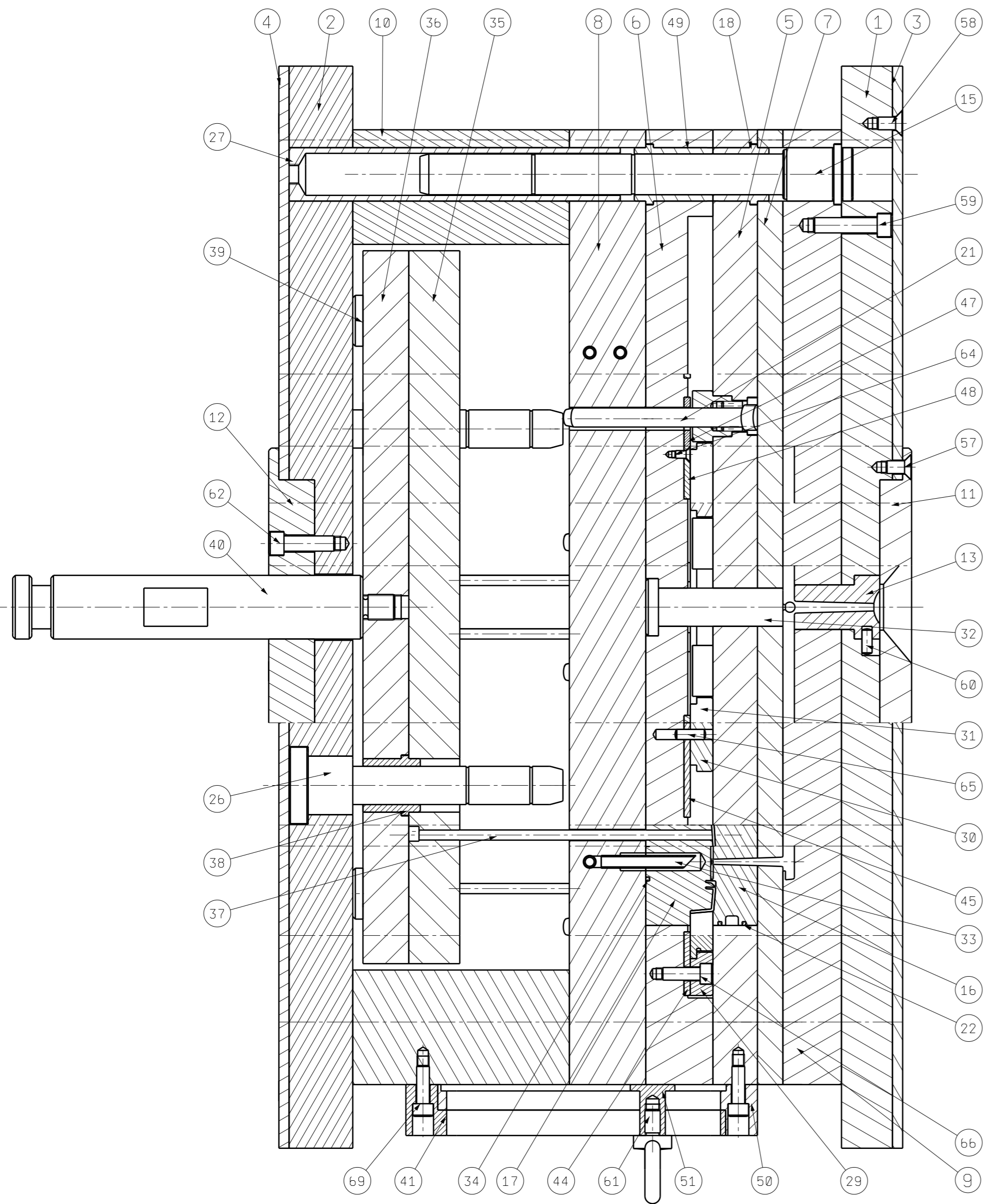


METÓDA ZOBRAZENIA		Univerzita Tomáše Bati Fakulta technologická		
		NÁZOV VÝKRESU POHLAD DO P. STRANY ROVINY FORMY		
MATERIÁL	DÁTUM 5. 5. 2008	FORMÁT A3	ČÍSLO VÝKRESU UTB-VIS-S00-V01	PRÍLOHA P1
KRESLIL VISELKA MAREK	SCHVÁLIL	MIERKA 1:5	HMOTNOST (kg)	LIST 1/1

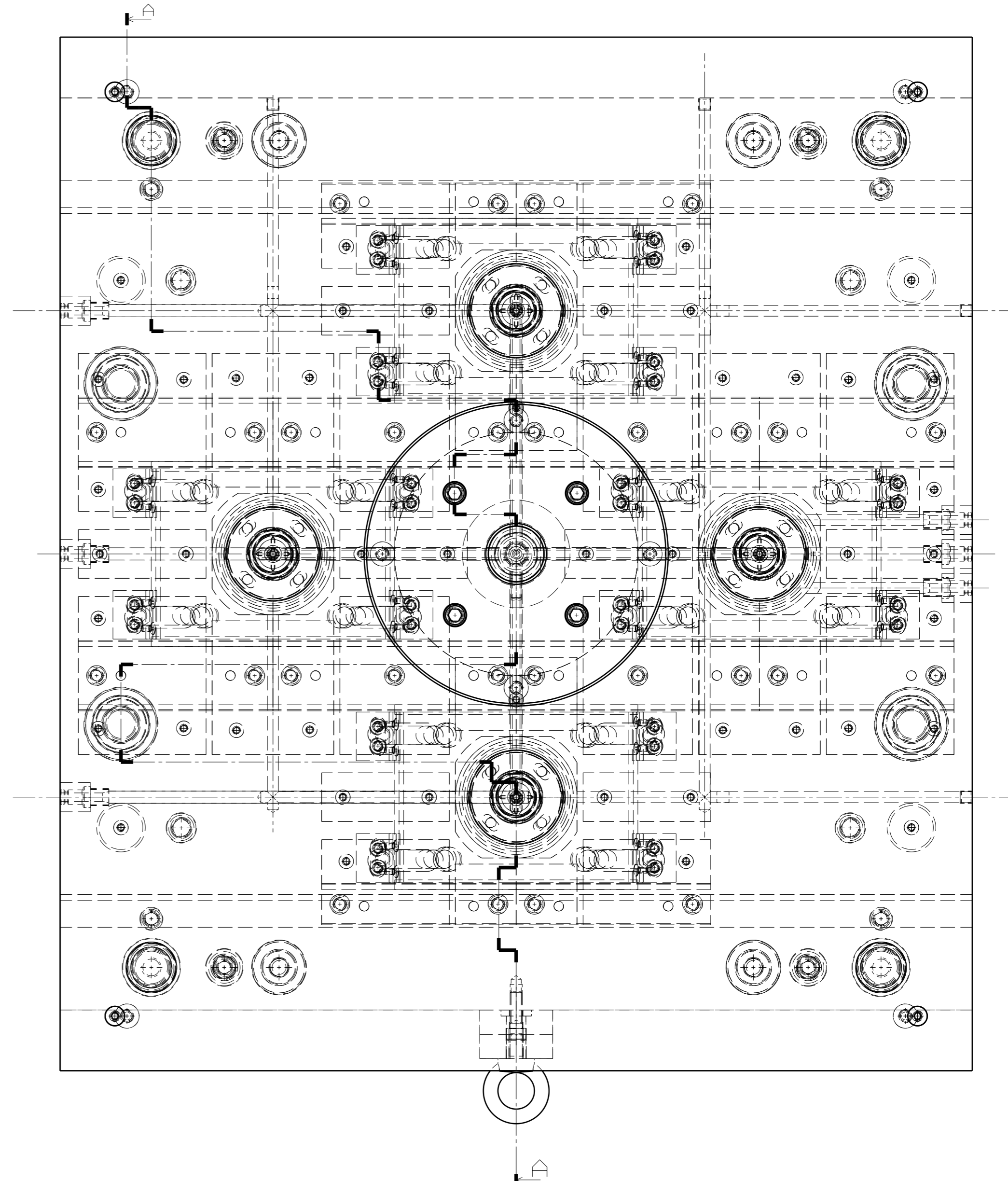


METÓDA ZOBRAZENIA	
MATERIÁL	DÁTUM
	5. 5. 2008
KRESLIL	FORMÁT
VISELKA MAREK	A3
SCHVÁLIL	MIERKA
	1:5

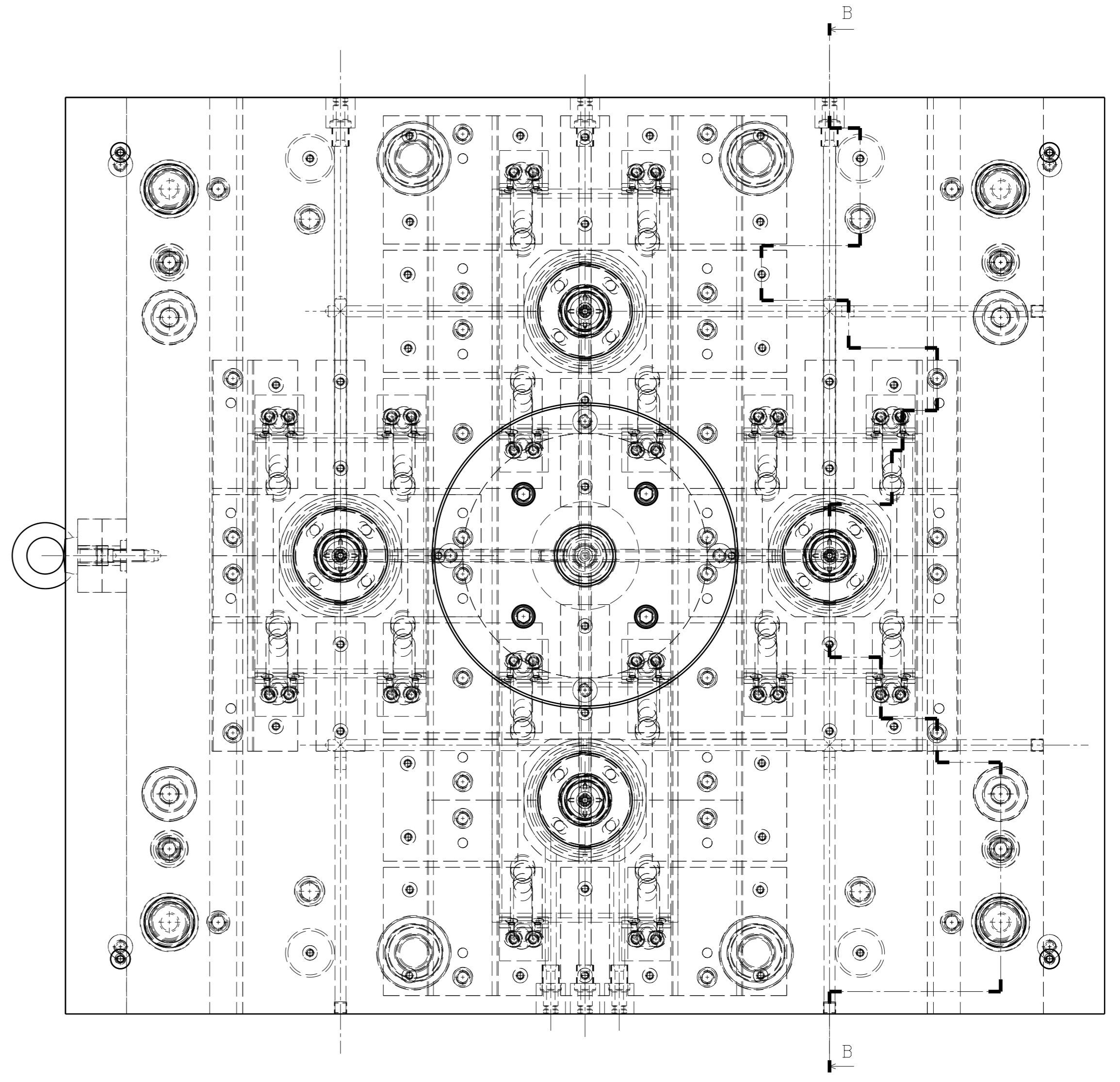
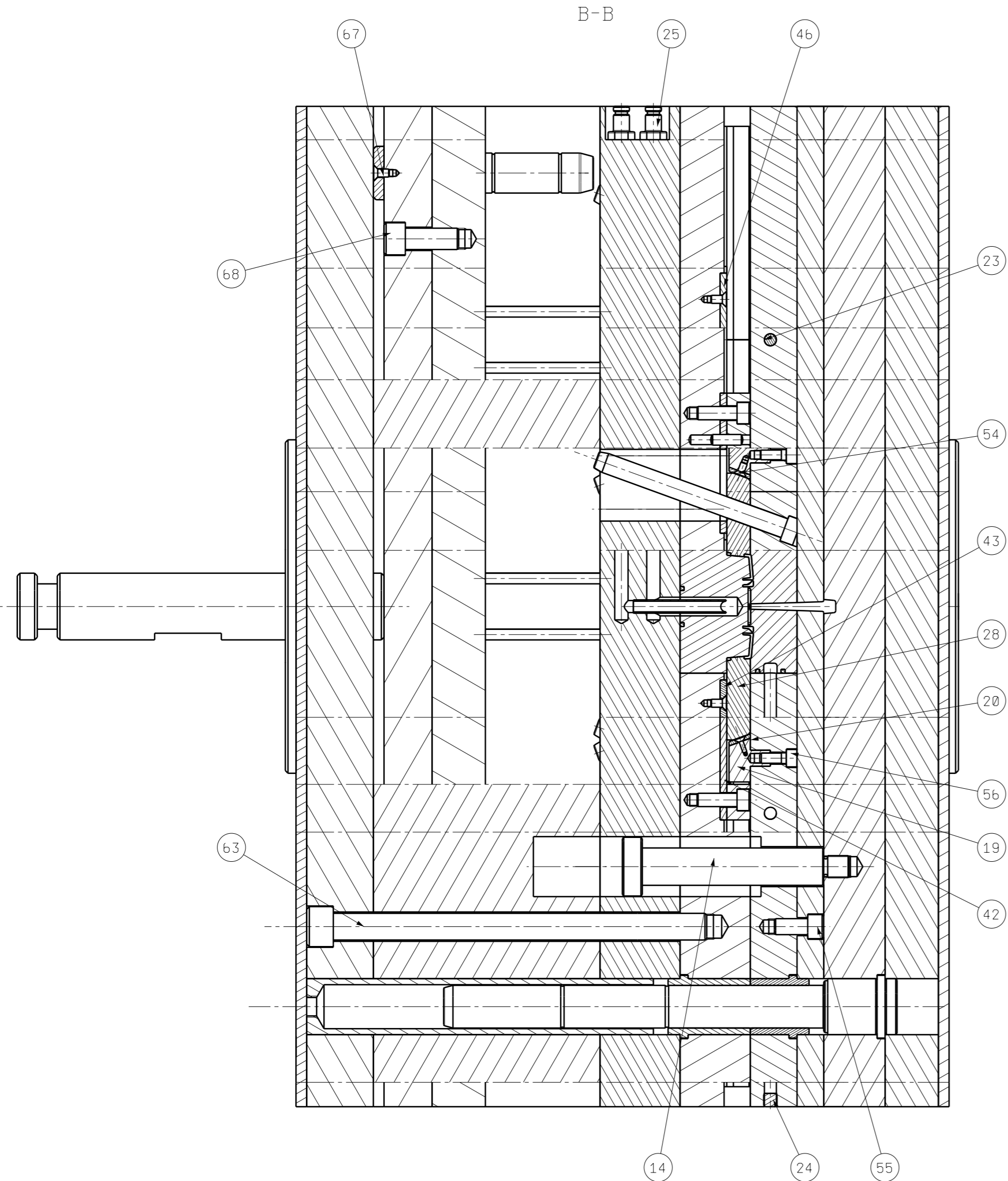
Univerzita Tomáše Bati Fakulta technologická		
NÁZOV VÝKRESU POHLAD DO L. STRANY ROVINY FORMY		
FORMÁT	ČÍSLO VÝKRESU	PRÍLOHA
A3	UTB-VIS-S00-V02	P2
MIERKA	HMOTNOST (kg)	LIST
1:5		1/1



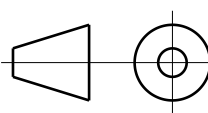
A-A



METÓDA ZOBRAZENIA 		Univerzita Tomáše Bati Fakulta technologická		
MATERIAL		DÁTUM 5. 5. 2008		NÁZOV VÝKRESU REZ VSTREKOVACOU FORMOU
KRESLIL VISELKA MAREK		FORMÁT A2	ČÍSLO VÝKRESU UTB-VIS-S00-V03	PRÍLOHA P3
SCHVÁLIL		MIERKA 1:3	HMOTNOST (kg)	LIST 1/1



METÓDA ZOBRAZENIA 		Univerzita Tomáše Bati Fakulta technologická	
MATERIAL		NÁZOV VÝKRESU REZ VSTREKOVACOU FORMOU	
DÁTUM 5. 5. 2008		FORMÁT A2	PRÍLOHA P3
KRESLIL VISELKA MAREK		CÍSLO VÝKRESU UTB-VIS-S00-V03	HMOTNOST (kg)
SCHVÁLIL		MIERKA 1:3	LIST 1/2

	D	C	M	K	
	43	KLZNÁ DOSKA 40x105x5	2.0492	UTB-VIS-43	8
	42	KLZNÁ DOSKA 70x105x5	2.0492	UTB-VIS-42	4
	41	ZÁVES VRCHNÝ	11 700	UTB-VIS-41	1
	40	TIAHLO	14 220	UTB-VIS-40	1 CEM., KAL. 59-61HRC
	39	DORAZ	11 423	UTB-VIS-39	4
4	38	VODIACA VLOŽKA	14 220	UTB-VIS-38	4 CEM., KAL. 59-61HRC
	37	VALCOVÝ VYHADZOVAČ	19 552	UTB-VIS-37	16 CEM., KAL. 52-54HRC
	36	VYHADZOVACIA OPERNÁ	11 600	UTB-VIS-36	1
	35	VYHADZOVACIA KOTEVNÁ	11 600	UTB-VIS-35	1
	34	TESNIACI O-KRÚŽOK	62 2015	UTB-VIS-34	4
	33	CHLADIACI TRN	17 042	UTB-VIS-33	4
	32	PRIDRŽIAVAČ VTOKU	19 552	UTB-VIS-32	1 CEM., KAL. 52-54HRC
	31	VODIACA LIŠTA 3	14 220	UTB-VIS-31	4 CEM., KAL. 59-61HRC
	30	VODIACA LIŠTA 2	14 220	UTB-VIS-30	4 CEM., KAL. 59-61HRC
	29	VODIACA LIŠTA 1	14 220	UTB-VIS-29	4 CEM., KAL. 59-61HRC
	28	ČELUST	19 552	UTB-VIS-28	8 CEM., KAL. 52-54HRC
	27	STREDIACA TRUBKA	12 020	UTB-VIS-27	4 CEM., KAL. 59-61HRC
	26	VODIACI ČAP	14 220	UTB-VIS-26	4 CEM., KAL. 59-61HRC
	25	VÝVOD	17 042	UTB-VIS-25	10
	24	ZÁTKA	11 600	UTB-VIS-24	4
5	23	UCPÁVKA	62 2015	UTB-VIS-23	4
	22	TESNIACI O-KRÚŽOK	62 2015	UTB-VIS-22	8
	21	ŠIKMÝ ČAP	14 220	UTB-VIS-21	16 CEM., KAL. 59-61HRC
	20	KLZNÁ DOSTIČKA	2.0492	UTB-VIS-20	16
	19	ZÁMOK	11 600	UTB-VIS-19	16
	18	VODIACA VLOŽKA	14 220	UTB-VIS-18	4 CEM., KAL. 59-61HRC
	17	TVÁRNIK	19 552	UTB-VIS-17	4 CEM., KAL. 52-54HRC
	16	TVÁRNICA	19 552	UTB-VIS-16	4 CEM., KAL. 52-54HRC
	15	VODIACI ČAP	14 220	UTB-VIS-15	4 CEM., KAL. 59-61HRC
	14	OPERNÝ ČAP	14 220	UTB-VIS-14	4 CEM., KAL. 59-61HRC
	13	VTOKOVÁ VLOŽKA	19 552	UTB-VIS-13	1 CEM., KAL. 52-54HRC
	12	STREDIACI KRÚŽOK L	11 600	UTB-VIS-12	1
	11	STREDIACI KRÚŽOK P	11 600	UTB-VIS-11	1
	10	ROZPERKA	11 600	UTB-VIS-10	2
	9	MEDZIDOSKA	19 552	UTB-VIS-09	1 CEM., KAL. 52-54HRC
	8	OPERNÁ DOSKA L	11 600	UTB-VIS-08	1
2	7	OPERNÁ DOSKA P	19 552	UTB-VIS-07	1 CEM., KAL. 52-54HRC
	6	TVAROVÁ DOSKA L	11 600	UTB-VIS-06	1
	5	TVAROVÁ DOSKA P	11 600	UTB-VIS-05	1
	4	IZOLAČNÁ DOSKA L	62 2015	UTB-VIS-04	1
	3	IZOLAČNÁ DOSKA P	62 2015	UTB-VIS-03	1
	2	UPÍNACIA DOSKA L	11 600	UTB-VIS-02	1
	1	UPÍNACIA DOSKA P	11 600	UTB-VIS-01	1
	Poz.	NÁZOV-ROZMER	MATERIÁL	NORMA	k <sub>s</sub> TEP. SPRACOVANIE
	METÓDA ZOBRAZENIA		Univerzita Tomáše Bati Fakulta technologická		
					
	MATERIÁL		NÁZOV VÝKRESU		
	DATUM		VSTREKOVACIA FORMA-KUSOVNÍK		
	5. 5. 2008				
	KRESLIL		FORMÁT	ČÍSLO VÝKRESU	PRÍLOHA
	VISELKA MAREK		A4	UTB-VIS-S00-V04	P4
	SCHVÁLIL		MIERKA	HMOTNOST (kg)	LIST 1/1
	D				A

D

C

B

A

4

4

3

3

2

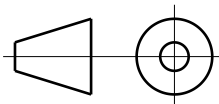
2

1

1

69	SKRUTKA M10x30		STN 021143	2	
68	SKRUTKA M16x40		STN 021143	4	
67	SKRUTKA M6x12		STN 021151	4	
66	SKRUTKA M10x30		STN 021143	28	
65	KOLÍK 8x24		STN 022150	24	
64	SKRUTKA M6x12		STN 021151	42	
63	SKRUTKA M20x280		STN 021143	4	
62	SKRUTKA M12x40		STN 021143	4	
61	SKRUTKA M12		STN 021369	1	
60	KOLÍK 8x20		STN 022151	1	
59	SKRUTKA M12x50		STN 021143	4	
58	SKRUTKA M10x20		STN 021151	4	
57	SKRUTKA M10x20		STN 021151	4	
56	SKRUTKA M8x20		STN 021143	32	
55	SKRUTKA M12x25		STN 021143	4	
54	SKRUTKA M5x10		STN 021151	32	
53					
52					
51	POSUVNÁ MATICA	11 700	UTB-VIS-51	1	
50	ZÁVES SPODNÝ	11 700	UTB-VIS-50	1	
49	VODIACA VLOŽKA	14 220	UTB-VIS-49	4	CEM., KAL. 59-61HRC
48	KLZNÁ DOSKA 60x100x5	2. 0492	UTB-VIS-48	2	
47	KLZNÁ DOSKA 90x130x5	2. 0492	UTB-VIS-47	4	
46	KLZNÁ DOSKA 100x110x5	2. 0492	UTB-VIS-46	4	
45	KLZNÁ DOSKA 105x130x5	2. 0492	UTB-VIS-45	4	
44	KLZNÁ DOSKA 50x100x5	2. 0492	UTB-VIS-44	2	
Poz.	NÁZOV-ROZMER	MATERIÁL	NORMA	ks	TEP. SPRACOVANIE

METÓDA ZOBRAZENIA



Univerzita Tomáše Bati  
Fakulta technologická

NÁZOV VÝKRESU  
VSTREKOVACIA FORMA-KUSOVNÍK

MATERIÁL

DATUM

5. 5. 2008

KRESLIL  
VISELKA MAREK

FORMÁT  
A4

ČÍSLO VÝKRESU  
UTB-VIS-S00-04

PRÍLOHA  
P4

SCHVÁLIL

MIERKA

HMOTNOST (kg)

LIST 1/2

D

A



