

# Konstrukce vyfukovací formy

Martin Kudláček

---

Bakalářská práce  
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

**Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně**  
Fakulta technologická  
Ústav výrobního inženýrství  
akademický rok: 2005/2006

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin KUDLÁČEK**  
Studijní program: **B 3909 Procesní inženýrství**  
Studijní obor: **Technologická zařízení**

Téma práce: **Konstrukce vyfukovací formy**

Zásady pro vypracování:

- Vypracovat literární studii na zadané téma.
- Navrhnout vyfukovací formu čtyřnásobnou na dózu prášku.
- Zvolit vhodný vyfukovací stroj a navrhnout osekávací zařízení přetoku.
- Vytvořit parametrický model formy včetně osekávacího zařízení.
- Provést pohybovou studii.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

(1) Tomis, F., Helštýn, J.,Kaňovský, J. Formy a přípravky. Brno, 1979

(2) Bobčík, I. Formy pro zpracování plastů : vstřikování termoplastů. Díl 1. Brno : Uniplast, 1999

(3) Bobčík, I. Formy pro zpracování plastů : vstřikování termoplastů. Díl 2. Brno : Uniplast, 1999

(4) Lee, N. Blow Molding Design Guide

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Petr Halaška**

Ústav výrobního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

**14. února 2006**


Termín odevzdání bakalářské práce:

**13. června 2006**

Ve Zlíně dne 1. února 2006



prof. Ing. Josef Šimoník, CSc.  
*děkan*



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

## **ABSTRAKT**

Cílem této práce bylo vypracovat literární studii na dané téma, navrhnout vyfukovací formu pro zadaný plastový díl, nakreslit zadaný plastový díl ve 3D, vytvořit pohybovou studii, nakreslit sestavu vyfukovací formy v programu CATIA P3 V5R15. Funkční systém formy byl koncipován tak, aby vyfukovací cyklus mohl být plně automatizován. Zadaný plastový díl je práškové sypátko, z polyethylenového materiálu. Základní informace z oblasti konstrukce forem jsou uvedeny v literární studii.

Klíčová slova: Konstrukce, vyfukovací forma, plastový díl.

## **ABSTRACT**

Goal of the bachelor thesis were to wrote a literature review, designed the blow mould for required part, drew 3D model of the part, carried out movement analysis and drew whole injection mould using CATIA P3 V5R15 tool. Function system of mould has established of full automatization machine cycle. Required plastic part is powdery sifter compound of polyethylen materiál. Basic information from sphere mould construction has introduced in literarure part.

Keywords: Design, Blow Mould, Plastic Part.

### **Poděkování:**

Touto cestou děkuji svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Petrovi Halaškovi za odborné vedení, ochotně poskytnuté rady, za čas a pozornost, kterou mi věnoval při vypracování bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat panu Renému Uherovi, vedoucímu podniku Zálesí Luhačovice s.r.o., za pomoc při řešení praktických konstrukčních problémů.

Souhlasím s tím, že s výsledky mé práce může být naloženo podle uvážení vedoucího bakalářské práce a ředitele ústavu. V případě publikace budu uveden jako spoluautor. Prohlašuji, že jsem na celé bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

Ve Zlíně, 06. 06. 2006

.....

podpis

**OBSAH**

<b>ÚVOD .....</b>	<b>8</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>9</b>
<b>1 LITERÁRNÍ STUDIE .....</b>	<b>10</b>
1.1 ZPŮSOBY VYFUKOVÁNÍ .....	10
1.2 VYFUKOVACÍ STROJE .....	15
1.3 VYFUKOVACÍ TRN .....	18
1.4 KONSTRUKCE FOREM .....	20
1.5 SHRUTÍ STUDIJNÍ ČÁSTI .....	22
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>23</b>
<b>2 NÁVRH VYFUKOVACÍ FORMY ČTYŘNÁSOBNÉ NA DÓZU PRÁŠKU .....</b>	<b>24</b>
2.1 SPECIFIKACE VÝROBKU .....	24
2.2 ZÁKLADNÍ ČÁSTI FORMY .....	25
2.2.1 Základní deska .....	25
2.2.2 Tělo formy .....	26
2.2.3 Tvárník pro hrdlo .....	27
2.2.4 Kroužek na hrdlo .....	27
2.2.5 Hrdlo .....	28
2.2.6 Tvárník pro dno .....	28
2.2.7 Dno .....	29
2.2.8 Středící čep a jeho protikus .....	30
<b>3 ZVOLENÝ VHODNÝ VYFUKOVACÍ STROJ .....</b>	<b>31</b>
3.1 UŽITÍ STROJE .....	31
3.2 POPIS STROJE .....	31
3.3 VYFUKOVACÍ JEDNOTKA .....	31
3.4 HYDRAULICKÝ SYSTÉM .....	31

3.5 PNEUMATICKÝ SYSTÉM .....	32
3.6 ŘÍDÍCÍ SYSTÉM .....	32
3.7 TECHNICKÁ DATA VYFUKOVACÍCH AUTOMATŮ FIRMY CHODOS .....	32
<b>4 PARAMETRICKÝ MODEL FORMY VČETNĚ OSEKÁVACÍHO ZAŘÍZENÍ ...</b>	<b>35</b>
4.1 PARAMETRICKÝ MODEL .....	35
4.2 OSEKÁVACÍ ZAŘÍZENÍ .....	40
<b>5 PLASTIFIKAČNÍ JEDNOTKA .....</b>	<b>42</b>
5.1 VYTLAČOVACÍ HUBICE .....	42
5.2 VYTLAČOVACÍ TRN .....	42
5.3 VYFUKOVACÍ HLAVICE .....	43
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>44</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>45</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>46</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>47</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>49</b>

## ÚVOD

Vyfukovací formy slouží k výrobě dutých těles, jako obalů, hraček, konví, sudů apod., vyrobených z termoplastů. Řešení vyfukovacích forem ovlivňuje zejména druh plastů a zvolený výrobní postup. Při metodě vytlačování vyfukování se vytlačováním vyrobí parizon, který se potom uzavře obvykle do dvoudílné formy. Přitom se svaří příslušné části parizonu a stlačeným vzduchem ve formě se výrobek vyfukuje do konečného tvaru. Po ochlazení a snížení tlaku vzduchu se forma otevře a dutý výrobek se z ní vyjme, případně se současným odstraněním přetoků.

U vstříkovací vyfukovací metody lze pracovat s dvěma formami, které mají společné jádro, nebo jen s jedinou formou. V prvním případě jedna forma slouží k výrobě příslušného polotovaru-výstřiku. Z ní se výstřik i s jádrem ještě dostatečně teplý přemístí do druhé formy, kde se vyfoukne požadovaný tvar a výrobek se ochladí. Polotovar lze také připravit vytlačováním vyfukovacího trnu do taveniny v tvárnici. Při práci s jednou formou se dávka taveniny vstříkne do ní, když dno formy je v horní poloze. Potom se do dávky zavede vzduch s vysokým a nízkým tlakem, který dávku vytvaruje do požadovaného tvaru; dno se přitom posune do dolní polohy. Následuje pak ochlazení výrobku a vyprázdnění formy. Vlastní řešení formy pak ovlivňují ještě velikost výrobních sérií.

V této bakalářské práci se budu zabývat výrobou čtyřnásobné formy na dózu prášku, zvolím vhodný vyfukovací stroj a navrhnu osekávání přetoku. Základní chody formy jsou doplněné pohybovou studií.



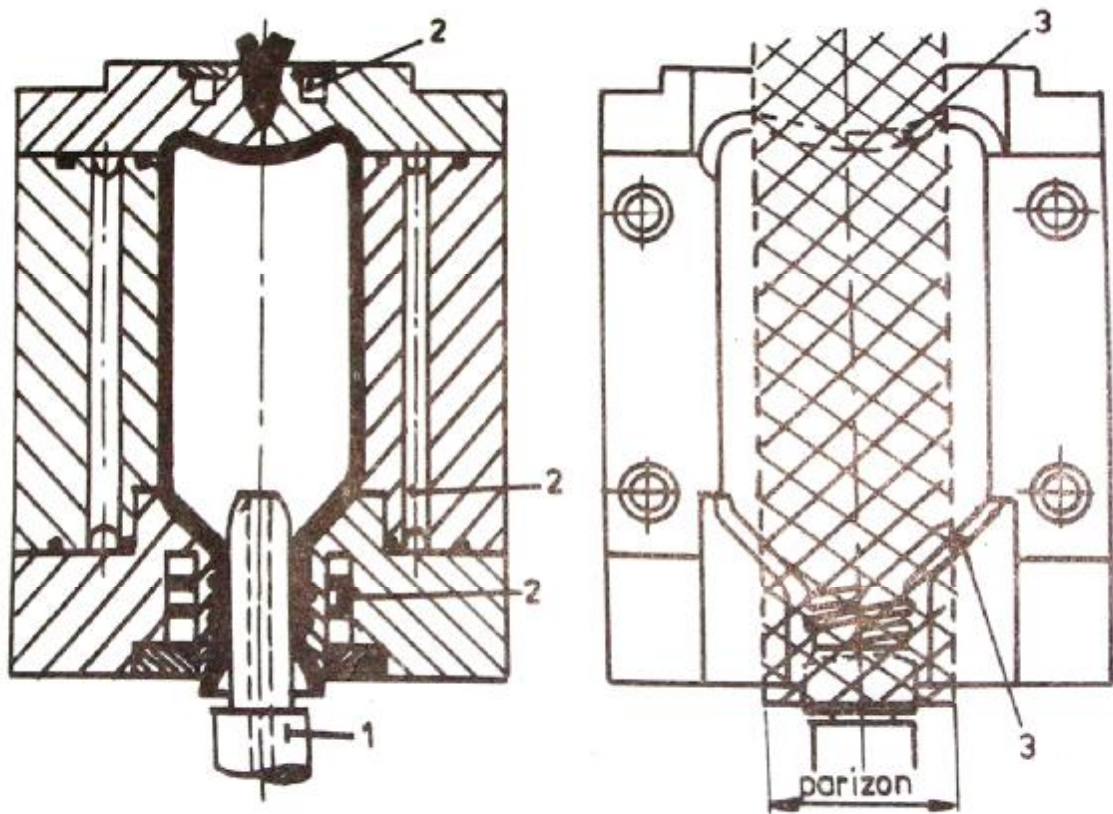
## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 LITERÁRNÍ STUDIE NA ZADANÉ TÉMA

## 1.1 Způsoby vyfukování

### Formy pro vytlačovací vyfukování

Formy pro vytlačovací vyfukování se obvykle řeší jako dvoudílné tvárnice, zpravidla s možností temperace. Mohou být jednonásobné i vícenásobné.

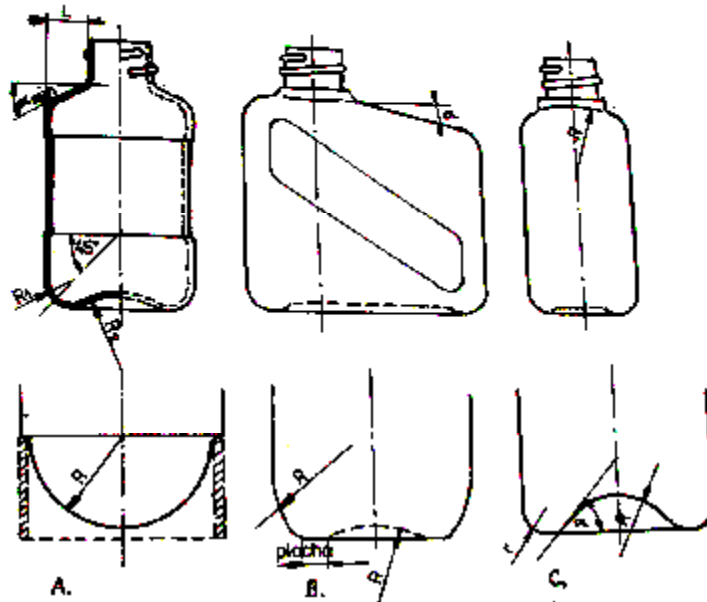


Obr. 1 Schéma vyfukovací formy na láhve

1 – vyfukovací trn, 2 – chlazení, 3 – svařovací plochy

### Návrh dutiny formy

Dutina formy odpovídá v podstatě vnějšímu tvaru vyfukovaného výrobku, který musí splňovat jak technické, tak i estetické požadavky. Z důvodů tuhosti se požaduje, aby úhel přechodu k hrdlu byl pro délku  $L = 12\text{mm}$  alespoň  $12^\circ$  a pro  $L=50\text{mm}$  alespoň  $30^\circ$ .

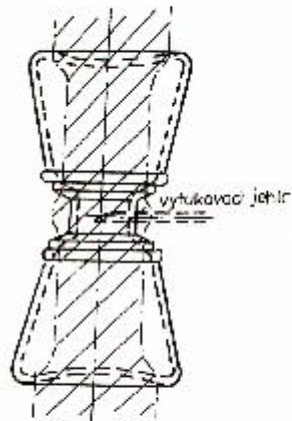


Obr. 2 Tvarové úpravy dutých výrobků

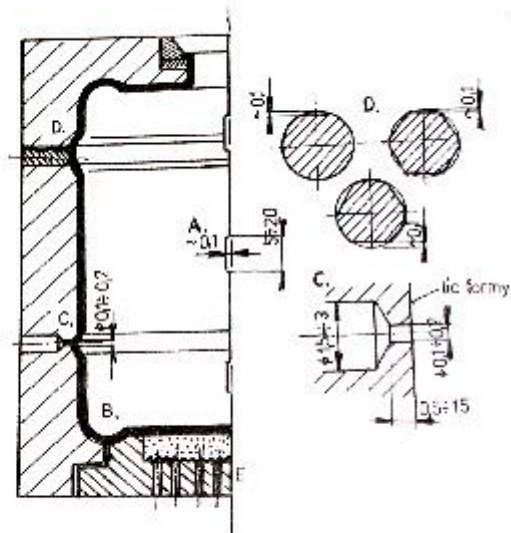
U nesouměrného umístění hrdla je třeba úhel volit přiměřeně rozměrům výrobku. Hrany se zaoblují a plochy pokud nejsou určeny pro potisk, mají klenutí. Dno dutého výrobku může mít různé tvary, avšak bez nepřiměřeného zeslabení rohů. Kulové dno(A) vyžaduje pomocný prstenec pro manipulaci s výrobkem. Nejvhodnější úprava zvláště pro větší výrobky je v provedení (B). Hluboké klenutí dna(C) není vhodné, neboť se výrobek obtížně vyjímá z formy. Za výhodný se považuje celkový tvar výrobku, který se příliš neliší od válce. Ploché protáhlé tvary jsou nevhodné vzhledem k nerovnoměrným tloušťkám stěny a k vyšší spotřebě materiálu. Vyfukovací poměr by neměl překročit 1: 4.

Dělicí rovina se umísťuje u rotačních těles u meridiánového řezu. Eliptická tělesa mají dělicí rovinu zpravidla v delší ose. U těla jiného tvaru bývá dělicí rovina v rovině souměrnosti.

Hranatá tělesa mají přednostně dělicí rovinu ve střední příčce.



Obr. 3 Vyfukovací dvojče



Obr. 4 Odvzdušnění vyfukovacích forem

Rozměry dutiny formy se stanoví s ohledem na smrštění, které se podle druhu hmoty a polohy parizonu pohybuje mezi 0,5 – 3%. Aby se usnadnilo vyjímání výrobku z formy jsou stěny opatřeny úkosy podobně jako u výlisků nebo výstřiků. Hrany a kouty jsou zaobleny co největšími poloměry. Velké plochy jsou klenuté. S výhodou lze některé výrobky sdružovat do dvojic, které se pak po vyfouknutí rozdělí na samostatné výrobky. Líc dutiny formy má obyčejný mírný lesk. Vysoký lesk se používá pro vyfukování čirých výrobků, např. PS, PVC, PC apod. Pro PE je vhodné líc dutiny formy mírně zdrsnit opískováním nebo naleptáním. Zdrsněný povrch umožňuje lepší odzdušnění dutiny formy, což je podmínkou dodržení přesného tvaru vyfukovaného výrobku i jeho rovnoměrného chlazení. Pro odzdušnění se umísťují odzdušňovací štěrby do dělicí roviny formy. Hloubka těchto štěrbin dostává kolem 0,1 mm v délce 3-5 mm. Potom se štěrbina rozšiřuje.

U forem na velké duté výrobky se odzdušňovací otvory umísťují také do stykových ploch jednotlivých částí formy, případně ozdobných nebo výstužných žebírek. V provedení (D) je ve formě vyvrtán větší otvor, který se pak vložkuje válcovým profilem se sraženou plochou, případně upraveným tříhranným nebo šestihranným profilem. V některých případech lze také použít porézních vložek ze spékaných kovů.

Vložky na rubové straně jsou zdrsněny. Spojení s atmosférou pak zajišťují vrtané otvory.

### Extruzní vyfukování



Obr. 5 Extruzní vyfukování

Při extruzním vyfukování je neustále vytačována hadice. Ta se z obou stran odstřihne a je předána do formy. Ve formě je horká hadice tlakem vzduchu vyfouknuta do tvaru formy. Zpracováván je především polyethylen (PE). Tato technologie je používána na výrobu lahví, kanystrů a dóz.

### Vstřikovyfukování



Obr. 6 Vstřikovyfukování

Při vstřikovyfukování je roztavený granulát vystříknut do tvaru předlisku, který má již hotový horní průměr hrdla. Tento předlisek je poté předán na druhé zařízení kde dochází k jeho roztáhnutí a vyfouknutí dle tvaru formy. K tomuto kroku se využívá zbývající teplo vstřikovacího procesu. Zpracovává se polyethylen (PE), polypropylen (PP) a polykarbonát

(PC). Tato technologie se používá na výrobu 5-ti galonových nádob na vodu, kořenek, tub na hořčice a lahví na mléko.

### Multipak



Obr. 7 Multipak

Výrobní portfolio K3 kelímků od greiner packaging vám nabízí rozmanité návrhy pro jistotu vašeho úspěchu. Dvou, čtyř i šestikomorové multipaky

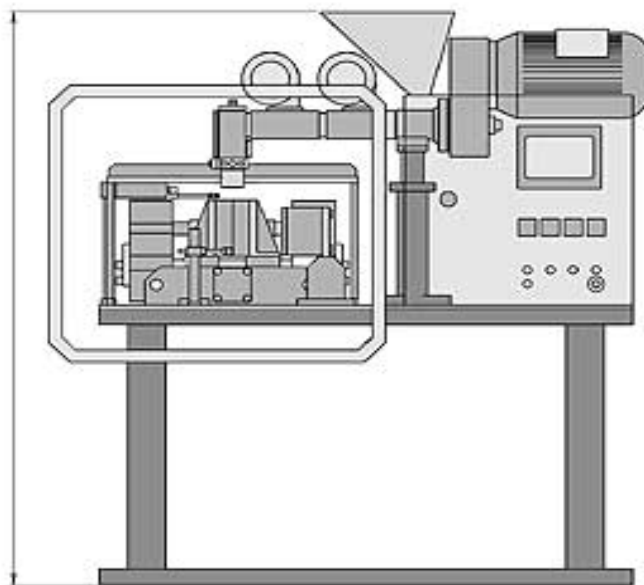
### Polystyren inline



Obr. 8 Polystyren inline

Kartonové segmenty jsou v prvním kroku svinuty. Do takto svinutého kartonu jsou natvarovány tenkostěnné PS kelímky. Celá výroba probíhá inline, na pro tento účel speciálně vyvinutém stroji.

## 1.2 Vyfukovací stroje

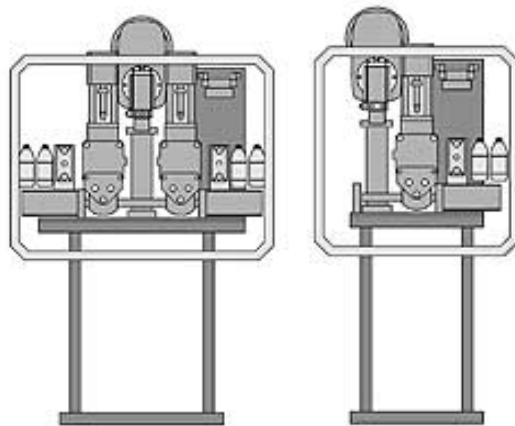


Obr. 9a Vyfukovací stroj GM 250

Vyfukovací stroje GM jsou určeny k výrobě dutých těles z plastů jako např. PE, PP, PETG, PC, PVC. Stroj GM 250 se vyznačuje kompaktní konstrukcí, malými rozměry, nízkou energetickou náročností a jednoduchou obsluhou. Při výrobě vyfukovacích strojů používáme výhradně komponenty osvědčených dodavatelů (Bosch - Rexroth, SMC, Omron apod.).

Výška formy	160 mm	Počet forem	1	2
Šířka formy	100 mm	Průměr šneku	25 mm	32 mm
Tloušťka formy	45 mm	Pohon extruderu	3,7 kW	7,5 kW
Rozevření formy	60 mm	Celkový příkon	7 kVA	9 kVA
Zavírací síla	9 200 N	Šířka stroje	700	1 000
Počet otisků	1,2	Délka stroje	1 600	1800
		Výška stroje	1700	1800
		Hmotnost	600Kg	1000Kg

Tab.10 Hodnoty formy



Obr.9b Vyfukovací stroj

**Typickými vyfukovanými výrobky jsou :**

- lahve a kanystry pro bytovou chemii
- flakony pro kosmetiku
- obaly pro potravinářský a farmaceutický průmysl
- technické výrobky pro použití v automobilovém průmyslu apod.

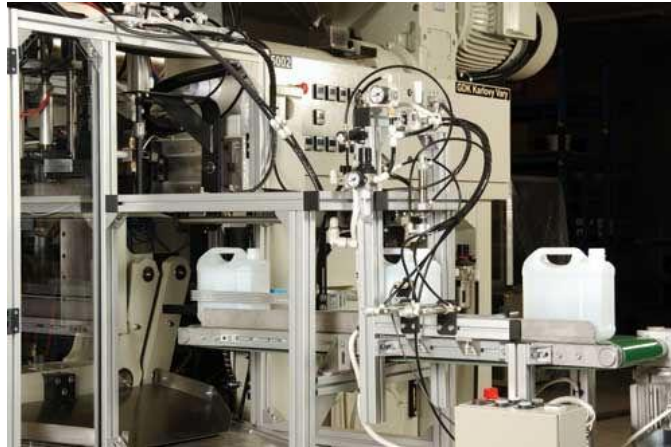
Stroje GM se vyznačují kompaktní konstrukcí, malými rozměry, nízkou energetickou náročností a jednoduchou obsluhou.



Obr. 11 Pacifik Direct

Holice v Čechách - 7 strojů GM 251





Obr. 12 Kyjovan Trade

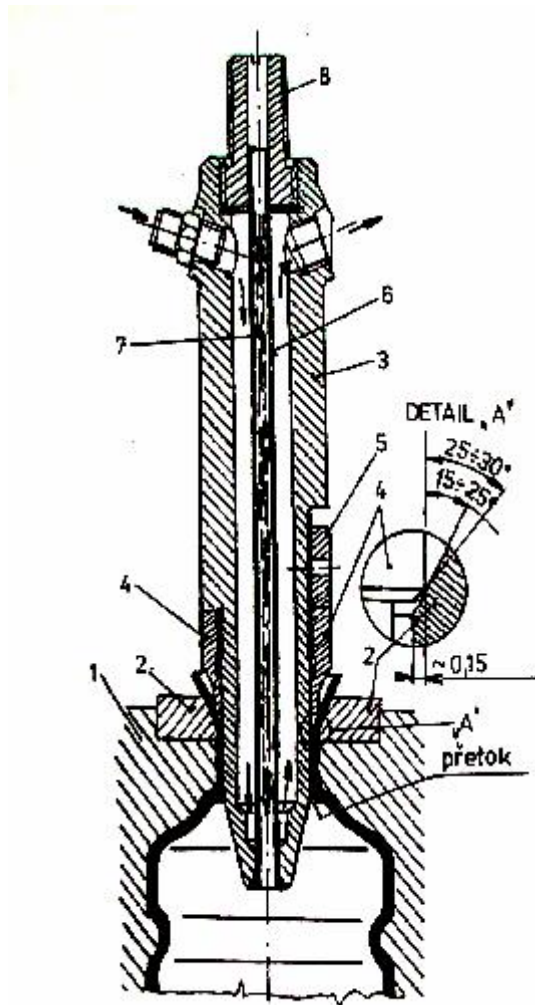
GM (1 x GM 502, 2 x GM 752, 2 x GM 5001, 2 x GM 5002)



Obr. 13 Chemopetrol Litvínov - stroj GM 5001

- stroj GM 5001 používají k testování výrobních dávek PE a PP před expedicí k zákazníkovi

### 1.3 Vyfukovací trn



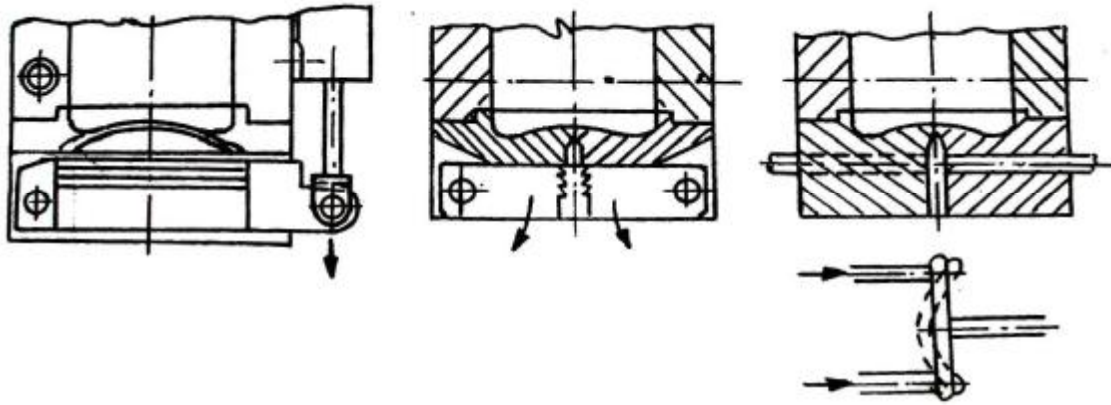
Obr. 14 Horní vyfukování  
 1 – tvárnice, 2 – vložka, 3 – těleso trnu,  
 4 – sekací kroužek, 5 – pojistná matka,  
 6 – trubka, 7 – přepážka, 8 – šroubení

Hrdla dutých výrobků se řeší především s ohledem na typ použitého vyfukovacího zařízení. Běžně se používá buď spodní nebo horní vyfukování. V prvním případě se hrdlo kalibruje na vyfukovacím trnu, který byl volně zasunut do parizonu. Přetok se potom vytváří převážně u svařovacích ploch. U horního vyfukování se kalibrace hrdla zajistí axiální posuvem vyfukovacího trnu, přitom se rozměr hrdla a parizonu nesmí od sebe příliš lišit, aby se uvnitř lahve nevytvořil nežádoucí přetok. Na chlazeném vyfukovacím trnu je pak umístěn kroužek s ostříhovací hranou pro oddělení zbytku parizonu od tuhého výrobku. Kroužek je buď našroubován na doraz nebo je jeho poloha zajišťována pojišťovací matkou. Chladicí prostor je rozdělen přepážkou, která usměrňuje proudění chladicího média. Poněkud jiná řešení ukazuje obr.14. Hrdlo dutého výrobku má prodlouženou kulovou nebo válcovou část, která se po vyfouknutí oddělí. Hrdlo pak není kalibrováno. Uvedená úprava se často používá u širokohrdlých nádob. Pro snazší odtržení prodloužené části hrdla se do formy vkládá vložka s ostrou hranou. Při vyfouknutí se vytvoří zeslabený průřez, ve kterém se pak prodloužená část snadno oddělí. Stlačený vzduch se zavede do výrobku otvorem dutou jehlou právě v prodloužené části hrdla. Po vyjmutí z formy se prodloužená část hrdla odstraňuje. Tak jako u hrdla, je i u dna třeba přebytek parizonu odstranit. Děje se tak přímo ve formě, nebo také mimi ni protlačením výrobku vhodnou šablonou.

Hrdla dutých výrobků se řeší především s ohledem na typ použitého vyfukovacího zařízení. Běžně se používá buď spodní nebo horní vyfukování. V prvním případě se hrdlo kalibruje na vyfukovacím trnu, který byl volně zasunut do parizonu. Přetok se potom vytváří převážně u svařovacích ploch. U horního vyfukování se kalibrace hrdla zajistí axiální posuvem vyfukovacího trnu, přitom se rozměr hrdla a parizonu nesmí od sebe příliš lišit, aby se uvnitř lahve nevytvořil nežádoucí přetok. Na chlazeném vyfukovacím trnu je pak umístěn kroužek s ostříhovací hranou pro oddělení zbytku parizonu od tuhého výrobku. Kroužek je buď našroubován na doraz nebo je jeho poloha zajišťována pojišťovací matkou. Chladicí prostor je rozdělen přepážkou, která usměrňuje proudění chladicího média. Poněkud jiná řešení ukazuje obr.14. Hrdlo dutého výrobku má prodlouženou kulovou nebo válcovou část, která se po vyfouknutí oddělí. Hrdlo pak není

### Temperace forem

Teplota formy se někdy udržuje samovolně, případné přehřátí se kompenzuje ufučováním. Velké formy lze chladit také vodní mlhou nebo vodní sprchou. Výkonné formy se však opatřují vodními kanály nebo komorami. Vodní kanály lze dělit do sekcí, které je možno zapojit za sebou nebo vedle sebe. Část u hrdla a dna vyžaduje rychlejší odvod tepla, aby sváry rychle ztuhly. Potom každá sekce vyžaduje samostatný chladicí okruh. Chladicí kanály ve formě se umísťují podle údajů uvedených v tabulce. Do válcových kanálů lze vkládat šroubovitě vynuté pásky, aby se zvýšila intenzita přestupu tepla.



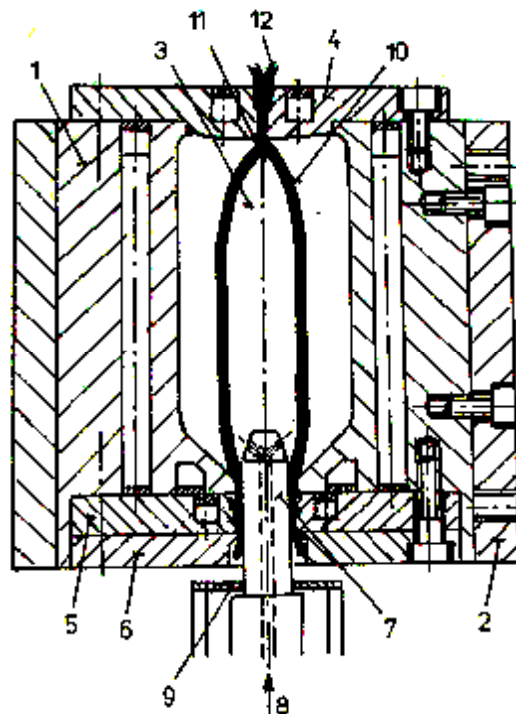
Obr. 15 Oddělování přebytku parizonu u dna

## 1.4 Konstrukce forem

### Některé typy vyfukovacích forem a jejich konstrukce

Široký sortiment typů vyfukovacích forem nedovoluje všechny uvádět podrobně. Proto budou dále uvedeny jen některé typy jako ilustrace reálných případů.

Na obrázku 16 je nakreslena jednonásobná forma pro vyfukování zdola. Kalibrační hrdla zajišťuje axiálně posuvný kalibrační trn. Oddělování přebytku parizonu u hrdla usnadňuje otisk ostré hrany na vložce. Chladicí systém se dělí do tří sekcí, v každé půlce formy samostatně. Přebytek parizonu u dna se odděluje mimo formu.



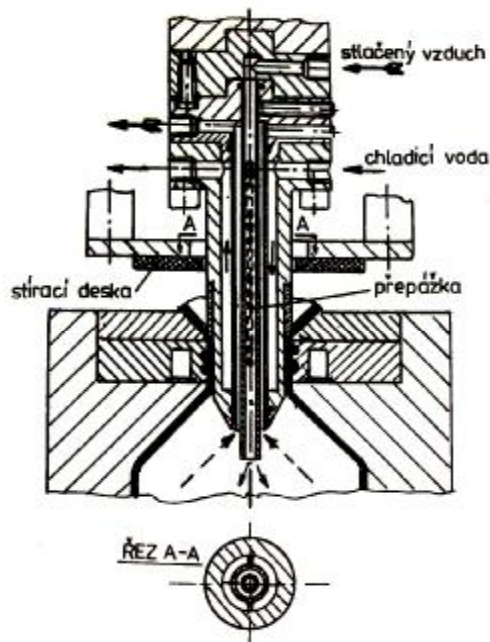
Obr. 16 Jednonásobná vyfukovací forma

1 – tvárnice, 2 – upínací deska, 3 – dělicí rovina, 4 – dno tvárnice, 5 – hrdlo, 6 – příložka s ostrou hranou, 7 – kalibrační trn, 8 – stlačený vzduch, 9 – stírací deska, 10 – parizon, 11 – svar, 12 - přetok

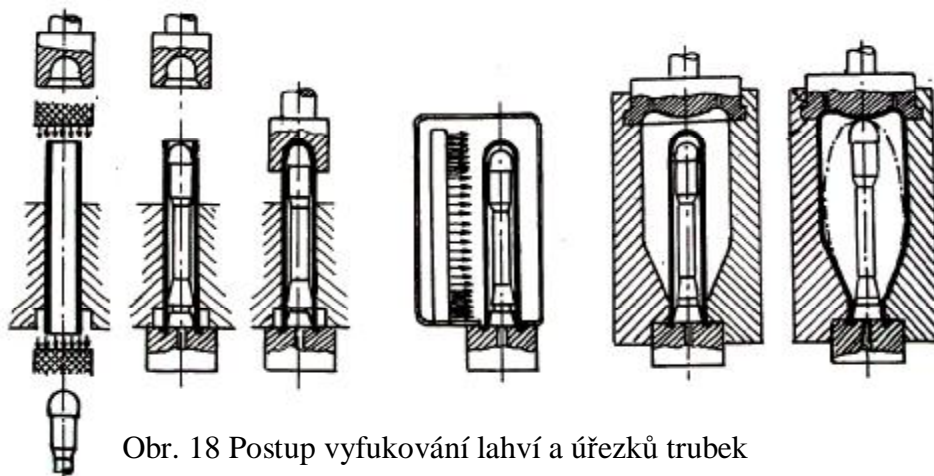
Vyfukovací formy lze také řešit s ohledem na použití ochlazených úřezků trubek. Nejprve se ohřejí konce trubek, aby se mohlo vytvarovat dno a hrdlo dutého výrobku. Potom následuje ohřev, jehož intenzita je největší v místech největších deformací, to je u dna a hrdla nádoby. Po obvodu musí být ohřev rovnoměrný, dosáhne se ho otáčením trnu kolem vlastní osy. Přehřátý polotovar se přemístí do vyfukovací formy, kde se dokončí vyfukování a chlazení. Vyfukovací formy jsou chlazeny vzduchem. Vlastní provedení forem je analogické jako pro běžné vytlačovací vyfukování, pouze s tím rozdíle, že zde chybějí svařovací plochy. Popsaný

způsob se používá pro vyfukování lahví z PE a PVC. Úřezy trubek musí mít tloušťku stěny s přesností na 0,2 mm. Větší úchytky by způsobily nestejný ohřev a pak zmetky při vyfukování. Na rozdíl od prostorového vyfukování se zde některé operace mohou překrývat.

Pro tvarově složité výrobky se řeší vyfukovací formy podobně jako vstřikovací formy. Skládá se ze dvou částí. V horní části jsou umístěny posuvné čelisti, z nichž jedna obsahuje přívod stlačeného vzduchu. Parizon se nejprve přetvaruje nižším tlakem a pak se dotvaruje vyšším tlakem. U formy velmi záleží na seřízení pohybu čelistí a přívodu stlačeného vzduchu.



Obr. 17 Chlazený vyfukovací trn



Obr. 18 Postup vyfukování lahví a úřezků trubek

### **1.5 Shrnutí studijní části**

V této části jsou uvedeny základní teoretické poznatky o vyfukování. Z těchto poznatků je zřejmé, že existuje více možností, jak lze formu pro danou součást navrhnout. Je důležité znát co nejvíce možných způsobů návrhů vyfukování, abychom se byli schopni rozhodnout pro co nejlepší řešení z hlediska dobrého technologického zpracování a z hlediska ekonomické výroby formy.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

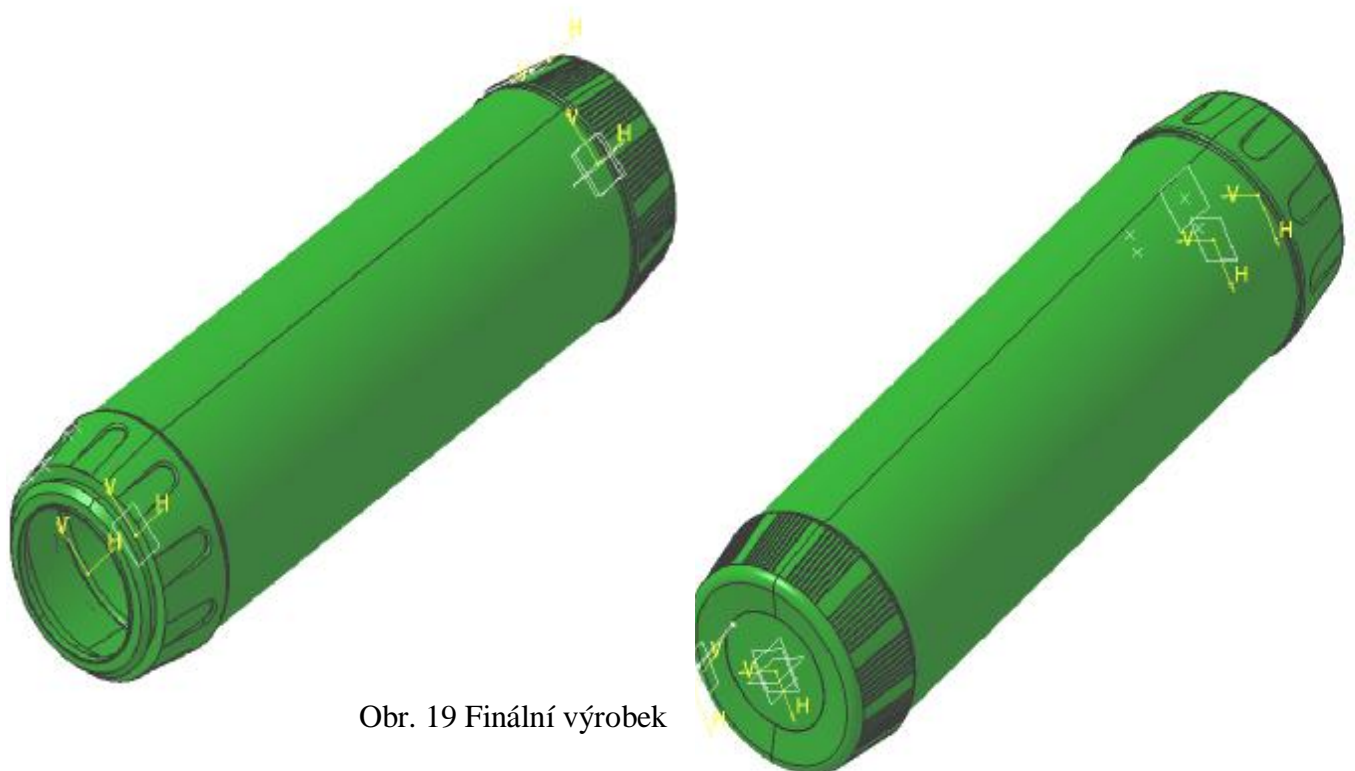
## 2 NÁVRH VYFUKOVACÍ FORMY ČTYŘNÁSOBNÉ NA DÓZU PRÁŠKU

Cílem experimentální části této bakalářské práce je navrhnout vyfukovací formu pro zadaný plastový díl, vymyslet osekávací zařízení a vytvořit pohybovou studii. Pro návrh veškerých dílů, při převádění 3D modelu na výkresovou dokumentaci a při vyhotovení pohybové studie byl použit 3D program CTATIA P3 V5R13.

### 2.1 Specifikace výrobku

Při navrhování bylo využito stavebnicového typu konstrukce formy a to použitím normálií z CAD knihovny HNM 3D V9.0 HASCO. Pro návrh veškerých dílů, při převádění 3D modelu na výkresovou dokumentaci a při vyhotovení pohybové studie byl použit 3D program CTATIA P3 V5R13.

Zadám byl plastový výlisek z polyethylenu (HDPE). Čtyřnásobnost formy udává počet výrobků na jeden vyfukovací cyklus. Je patrné že z důvodů větší násobnosti bude forma využívána na velkou sériovou výrobu. S násobností formy roste též váha samotné formy v náš neprospěch. Proto byla forma konstruována co do nejmenších rozměrů jak jen bylo možné.



Obr. 19 Finální výrobek

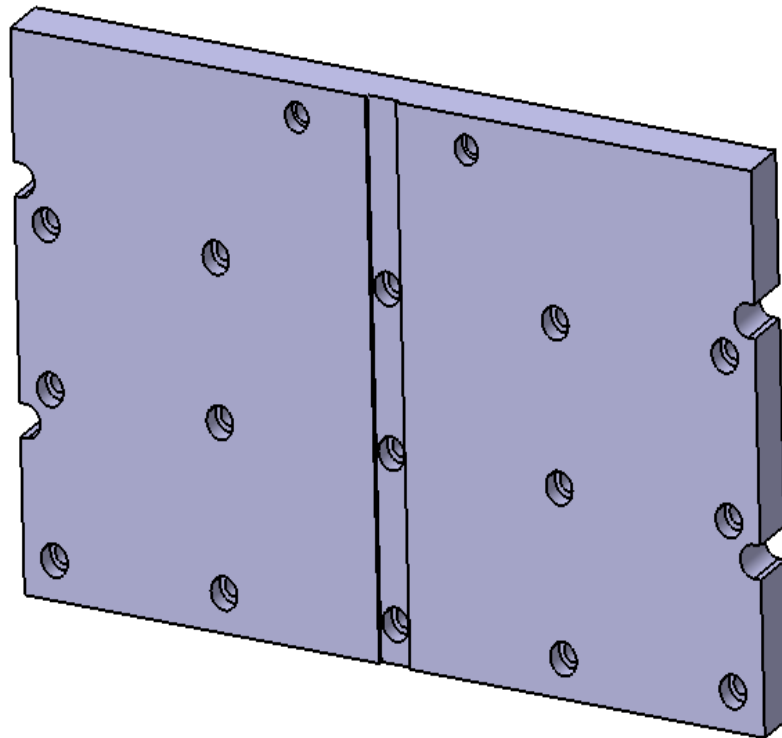


## 2.2 Základní části formy

Forma se skládá ze sedmi základních částí, dále je pak doplněna normalizovanými součástmi které jsou nezbytné pro její funkci.

### 2.2.1 Základní deska

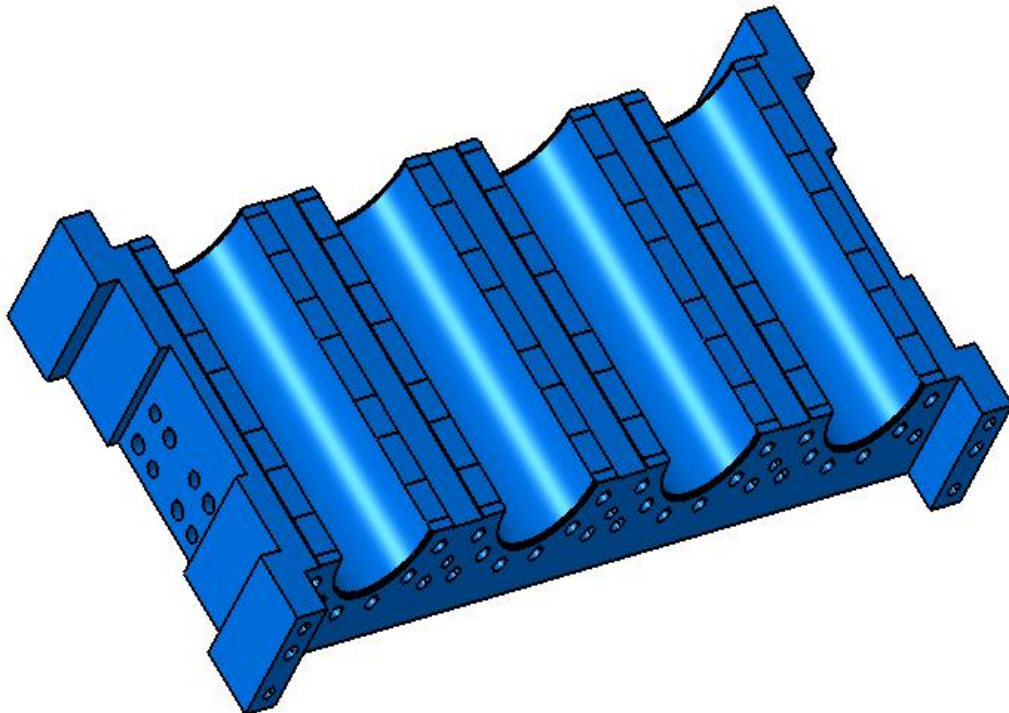
Jak již z názvu vyplívá, je základní součást pro formu. Nese veškeré komponenty a je jako jediná spojena s vyfukovacím automatem. Ke spojení slouží zářezy na bocích desky a drážka uprostřed k přesnému umístění na stroj. K tomu, aby byla zajištěna přesná poloha všech dílců k desce slouží kolíky, pomocí kterých se dílce nejdříve přesně zapoložují a poté sešroubují.



Obr. 20 Základní deska

### 2.2.2 Tělo formy

Je to nejmohutnější část celé formy. Je provrtána drážkami kruhového průřezu pro dostatečné chlazení celé formy. Dráhy jednotlivých dutin jsou navrženy v co nejideálnějším rozpoložení tak, aby k ochlazování jednotlivých výrobních dílců docházelo postupně bez velkých teplotních rozdílů.

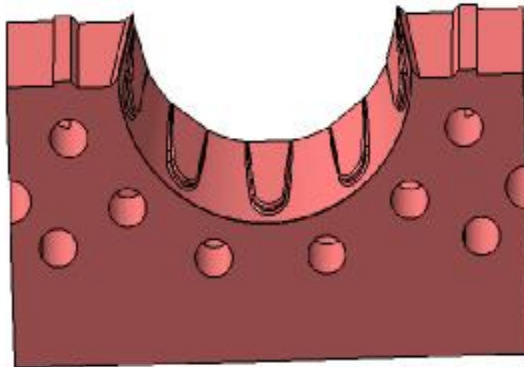


Obr. 21 Tělo formy

Mezi jednotlivými dutinami pro výrobky jsou vytvořeny štěrby velikosti 0,03mm, k odchodu vzduchu při vyfukovacím cyklu. Tím je odstraněn nežádoucí přetlak, který by mohl ve formě vzniknout. Díry vytvořené na boku těla slouží k uchycení čepů, důležitých k zajištění přesné polohy protikusu.

### 2.2.3 Tvárník pro hrdlo

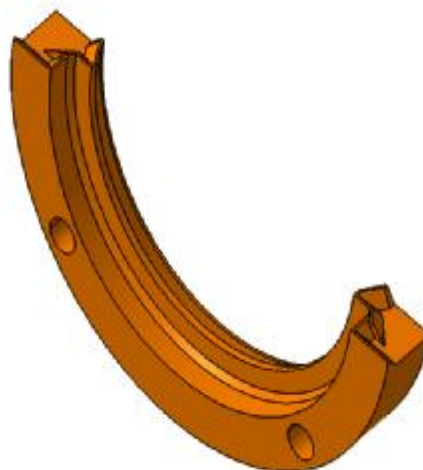
Pro velkou složitost výroby tohoto dílce ho bylo nutné rozdělit na čtyři části, pro každou dutinu zvlášť. K zajištění přesné polohy je opět nejdříve zakolíkován k tělu formy a poté sešroubován. Dutiny v tvárníku slouží opět k cirkulaci chladící kapaliny.



Obr.23 Tvárník pro hrdlo

### 2.2.4 Kroužek na hrdlo

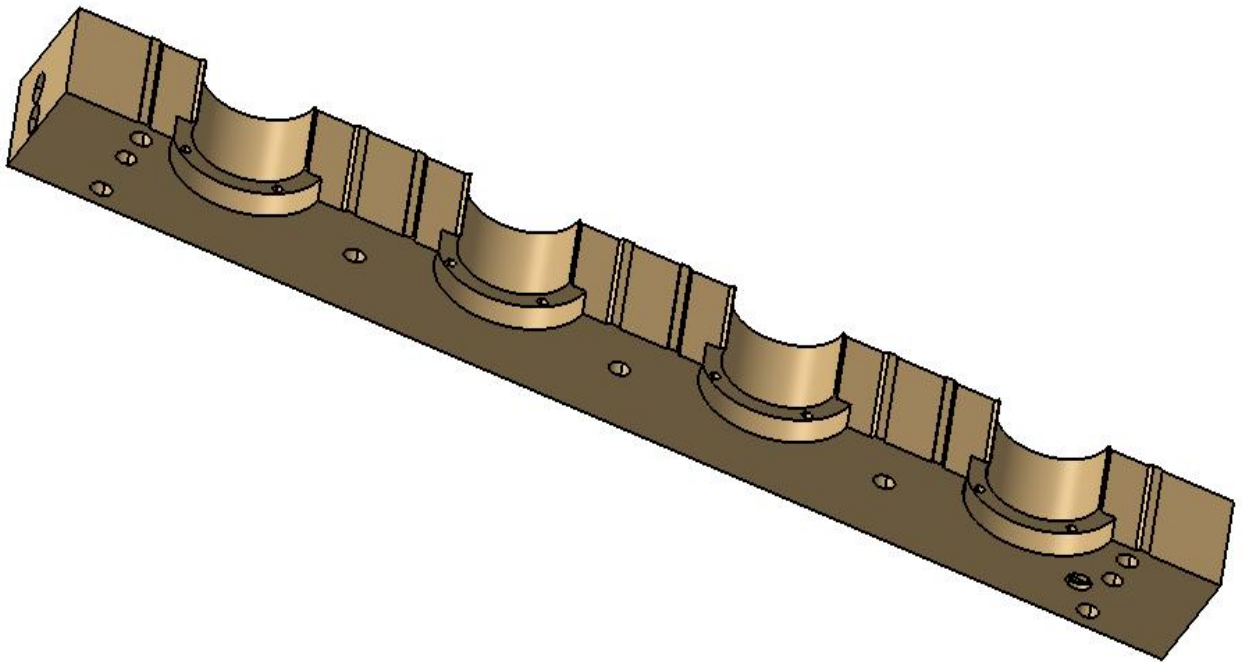
Tvoří vrchní část výrobku a je oddělen od tvárníku hrdla kvůli zjednodušení výroby. Jeho poloha je dána opět kolíky.



Obr.24 Kroužek na hrdlo

### 2.2.5 Hrdlo

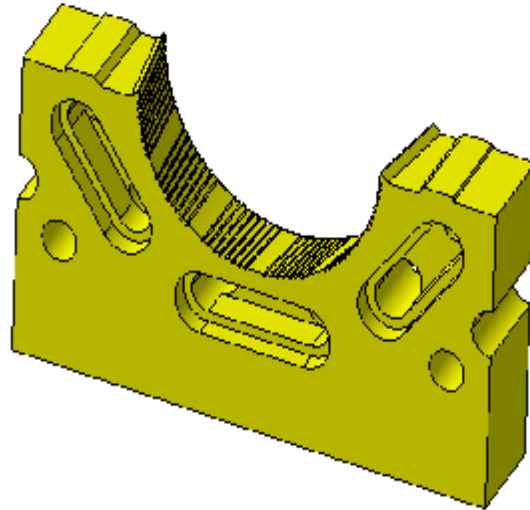
Uzavírá nám celou vrchní část formy. Díky němu se pevně fixují kroužky k tělu formy. Z vrchní části k němu přijíždí parizon na vytlačovací hlavici. Ta se v horní dutině hrdla střídá s vyfukovací hlavici, která nám nafoukne parizon do finálního tvaru podle dutiny formy. Celé hrdlo je chlazeno samostatným okruhem. Přívod chladicí kapaliny je zrealizován přes upínací desku, na jejíž spodní straně má vstup a výstup. Chladicí dutiny mezi tělem a hrdlem formy jsou těsněny gumovými kroužky.



Obr.25 Hrdlo

### 2.2.6 Tvárník pro dno

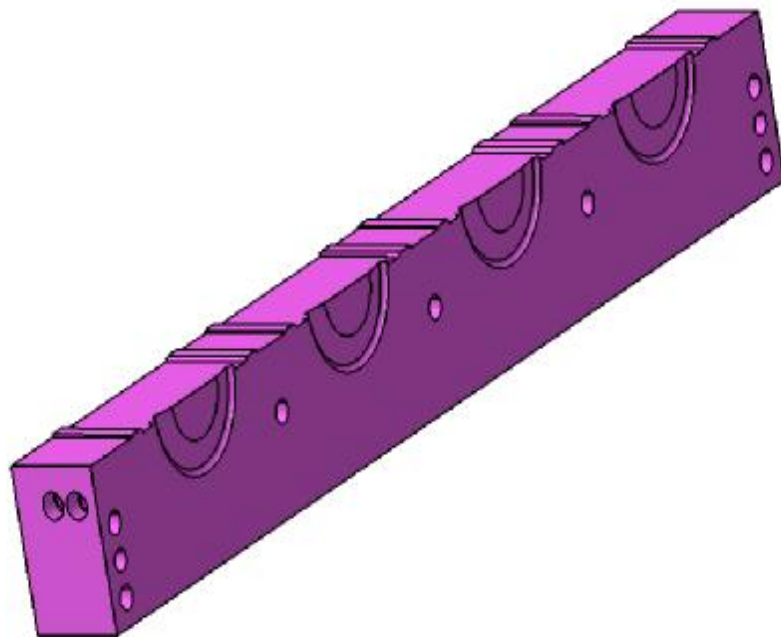
Stejně jako u tvárníku pro hrdlo, byla i část spodní dutiny pro každý výrobek samostatně rozdělena. Jak je vidět na obr.26 dochází na tomhle dílci ke změně směru toku chladicí kapaliny. Aby byla změna toku patřičně zrealizovaná, dosadíme do drážek gumové těsnění. Toto těsnění je drženo následujícím dílcem obr.27.



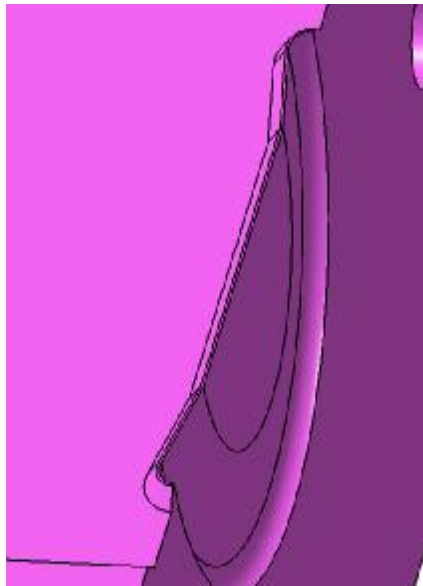
Obr.26 Tvárník pro dno

### 2.2.7 Dno

Doplňuje spodní část celé formy. Mimo jiné má také funkci svařovací. Při sevření parizonů se přebývající část délky ustříhne a zároveň svaří. K tomu byly zvoleny ostré hrany trojúhelníkového průřezu, umístěny v dělicí rovině, obr.28. Chladicí okruh je řešen opět samostatně.



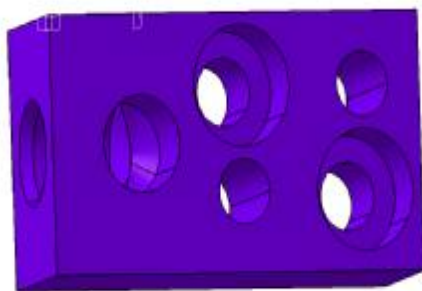
Obr.27 Dno



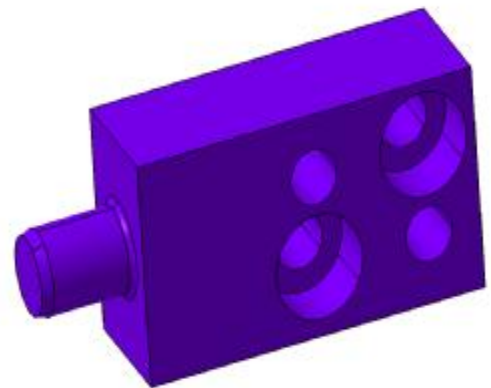
Obr.28 Detail ostré hrany

### 2.2.8 Vodící čep a jeho protikus

Část formy nezbytně nutná k přesnému spojení levé a pravé poloviny formy dohromady. Průměr čepu na obr. 30 je 12f7 a průměr protikusu díry na obr. 29 je 12H7. Zalícováním funkčních rozměrů čepu a díry získáme co nejpřesnější polohu levé a pravé strany vůči sobě. Dílce jsou vyrobeny z materiálu 14 220, cementovány 0,4-0,6 a kaleny na HRC = 58-60



Obr.29 Vodící pouzdro



Obr.30 Vodící čep

### 3 ZVOLENÝ VHODNÝ VYFUKOVACÍ STROJ

Forma byla navrhována pro vyfukovací automat typ 033 002/M005 firmy Chodos Obr.31

#### 3.1 Užití stroje

Vyfukovací automat je určen pro výrobu dutých těles o různých jmenovitých objemech. Na vyfukovacím automatu lze zpracovávat termoplasty následujících skupin PE-LD, PE-HD, PVC-U, PP a v některých případech také PET-G.



Obr.31 Vyfukovací automat

#### 3.2 Popis stroje

Vyfukovací automat se skládá z celosvařovaného rámu, vytlačovacího stroje, vyfukovací jednotky, hydraulického systému, pneumatického systému a řídicí části. Vytlačovací stroj je osazen plynulou regulací otáček šneku a ve spojení s různými druhy šneků umožňuje vysoký plastikační výkon pro různé druhy termoplastů.

#### 3.3 Vyfukovací jednotka

Vyfukovací jednotka je řešena tak, aby umožňovala vyosení popřípadě vyklonění hrdla vyfukovaného tělesa.

#### 3.4 Hydraulický systém

Hydraulický systém slouží k pohonu ústrojí forem a k oddělení přetoků.

### 3.5 Pneumatický systém

Pneumatický systém slouží k vyfukování dutých předmětů, dochlazování výrobků, oddělování parizonu a k pohonu oddělovacího systému.

### 3.6 Řídící systém

Řídící část je ovládána programovatelným řídicím systémem se standardním softwarem. Pohyby všech mechanismů jsou v celém průběhu výrobního cyklu monitorovány. Na strojích jsou použity následující ovládací prvky: REXROTH, FESTO, BACH, ALLEN BRADLEY, PHILIPS, SIEMENS.

### 3.7 Technická data vyfukovacích automatů firmy Chodos

Typ		033 002 M005	033 004 M004	033 006 M001	033 007 M001	033 011 M001	
Obchodní označení		VA116	VA123	VA211	VA221	VA311	
Extruder	Průměr šneku [mm]	60	80	45	60	45	
	Délka šneku [L/D]	20	20	23	20	23	
	Počet topných zón	3	3	3	3	3	
	Jmenovitý výkon pohonu šneku [kW]	20	45	11	20	14,6	
	Otáčky šneku [rozsah]	0-80	0-90	0-78	0-80	4-78	
	Plastifikační výkon [kg]	PE-LD	80	120	40	80	40
		PE-HD	90	140	45	90	45
		PVC	55	70	22	55	22
PP		80	140	45	80	45	



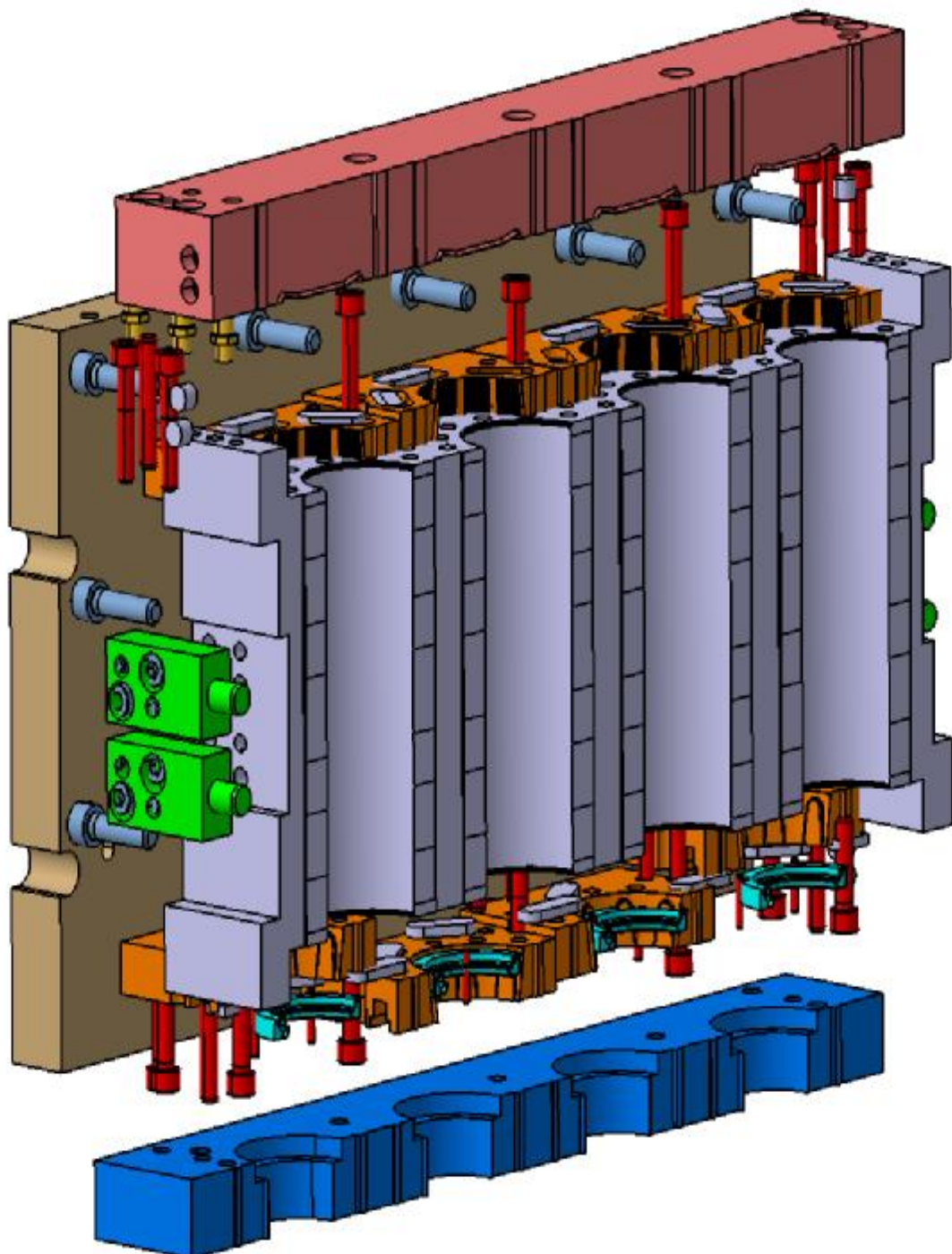
Vytlačovací hlavy	Průměr 1-cestná PE, PVC [mm]	200/100	140/100	80	80	80
	Průměr 2-cestná PE, PVC [mm]	80/60	60	40	40	40
	Průměr 3-cestná PE [mm]	60	40	20	20	20
	Rozteč 2-cestná [mm]	165	125	100	100	100
	Rozteč 3-cestná [mm]	2x110	2x85	2x70	2x70	2x70
Vyfukovací jednotka	Max svěrná síla [kN]	140	100	40	40	40
	Strojní mrtvý čas [s]	2,5	1,8	1,9	1,9	3
	Vyosení vyf. trnu 1-cestná [mm]	140	90	60	60	60
	Vyosení vyf. trnu 2-cestná [mm]	50	50	30	30	30
	Vyklonění vyf. trnu 1-cestná [°]					
	30	30	20	20	20	
Max průměr vyf. trnu [mm]	60	60	30	30	30	
Hydraulika	Tlak hyd. systému [MPa]	13	16	16	16	13
	Objem zásobníku oleje [l]	100	250	100	100	100
Potřeba zdrojů energie	Instalovaný příkon [kW]	72	86	55	66	50
	Chladicí voda 2-6 bar, 8°C chladicí výkon [kW]	12	20	1,8	3	4-5

Rozměry a hmotnost	Délka [mm]	3300	3740	3269	3256	3485	
	Šířka [mm]	2385	3332	1370	3320	1180	
	Výška [mm]	3790	3120	2465	2465	2114	
	Hmotnost [kg]	3500	7200	4000	5500	3500	
Výrobní možnosti	1-cestná hlava	Průměr [mm]	200	140	105	105	105
		Délka [mm]	400	375	80-300	80-300	300
	2-cestná hlava	Průměr [mm]	130	100	84	84	84
		Délka [mm]	400	375	80-300	80-300	300
		Rozteč [mm]	165	125	100	100	100
	3-cestná hlava	Průměr [mm]	90	70	50	50	50
		Délka [mm]	400	375	80-300	80-300	300
		Rozteč [mm]	2x110	2x85	2x70	2x70	2x70
	Max objem vyfukovaného tělesa [l]	15	10,5	2	2	2,5	
	Forma	Výška [mm]	470	420	350	350	350
Šířka [mm]		370	280	220	220	220	
Hloubka [mm]		2x135	2x100	2x75	2x75	2x70	
Max rozevření [mm]		230	180	120	120	120	

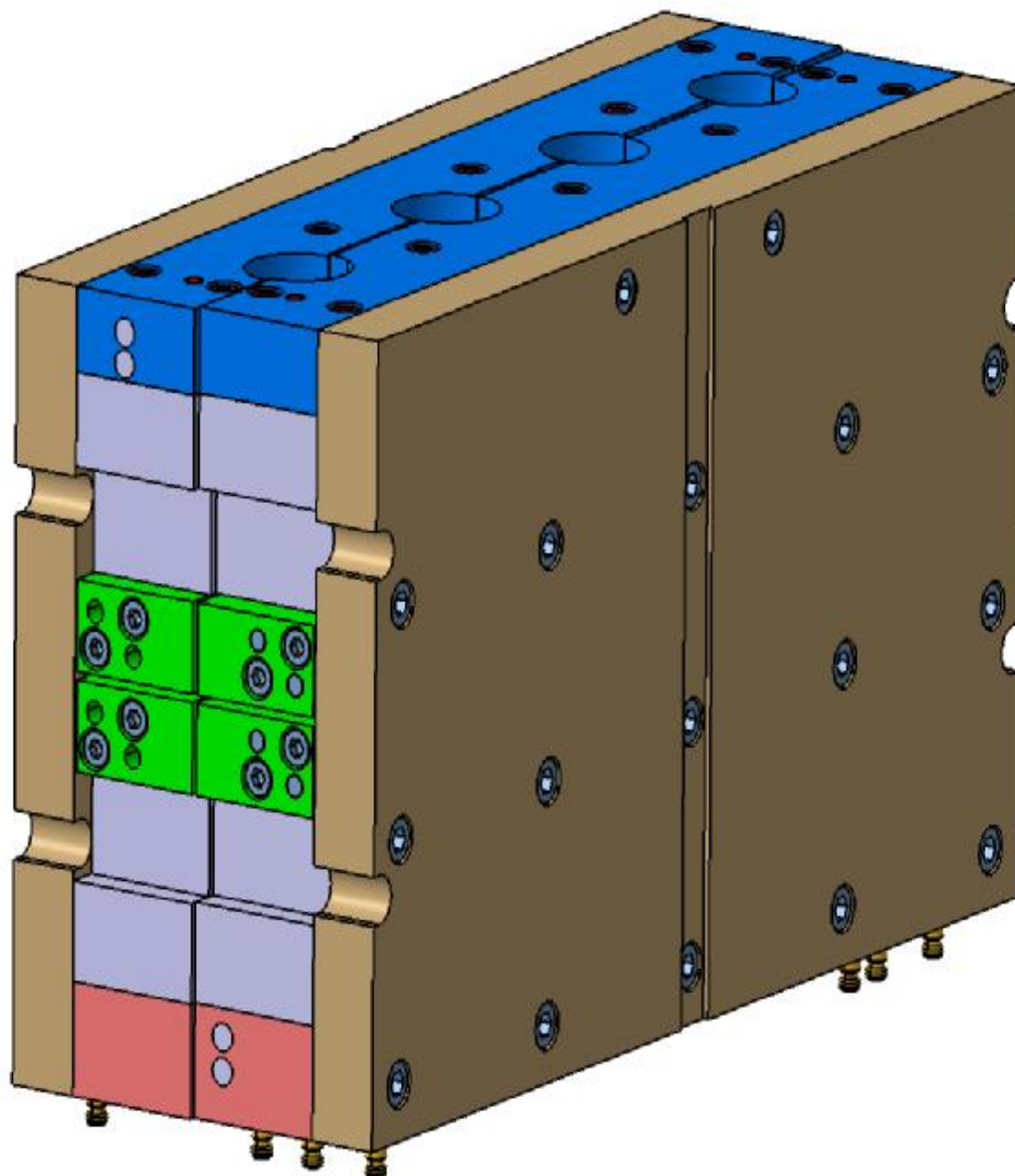
Tab.32 Parametry strojů firmy Chodos Chodov

## 4 PARAMETRICKÝ MODEL FORMY VČETNĚ OSEKÁVACÍHO ZARÍZENÍ

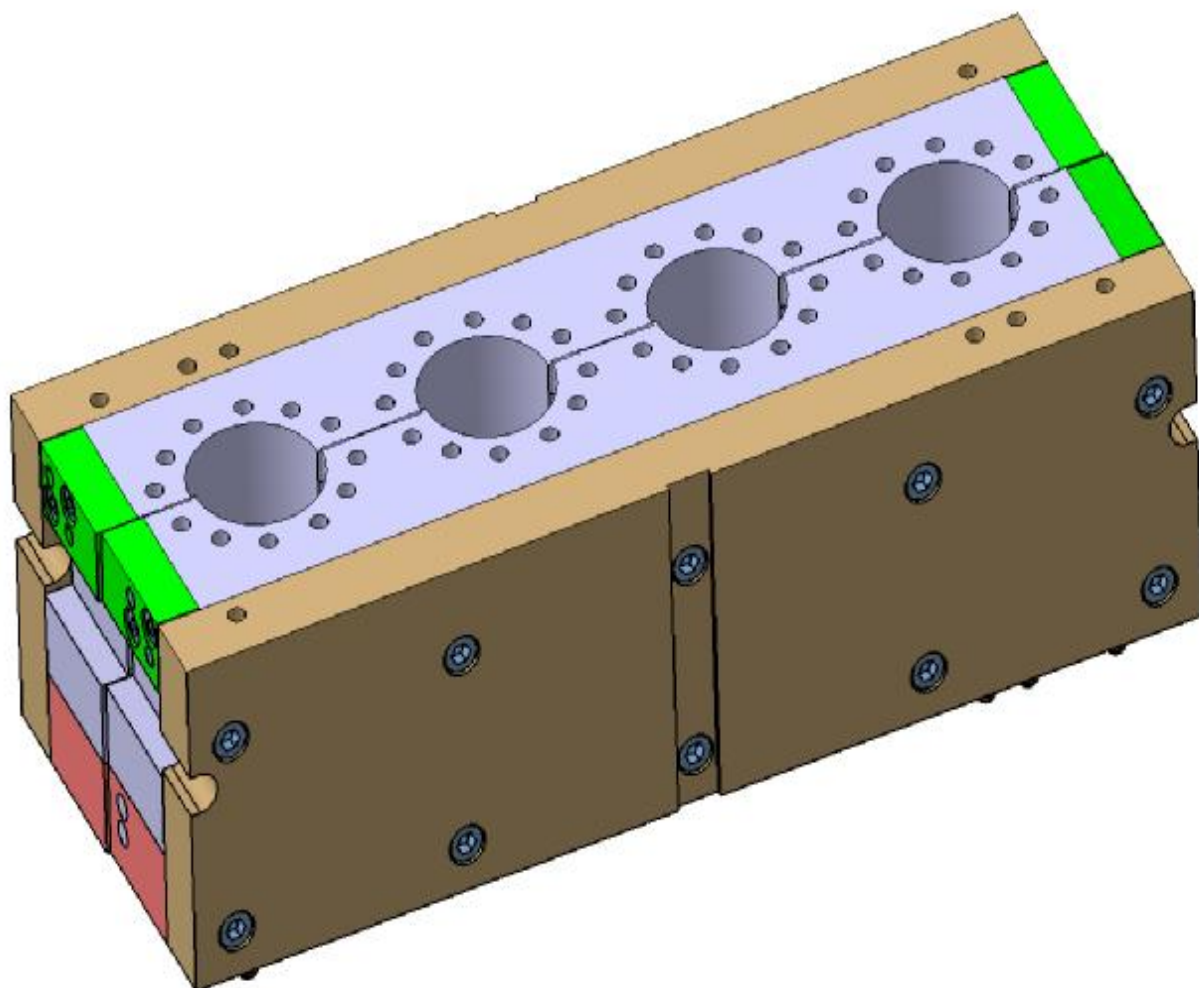
### 4.1 Parametrický model



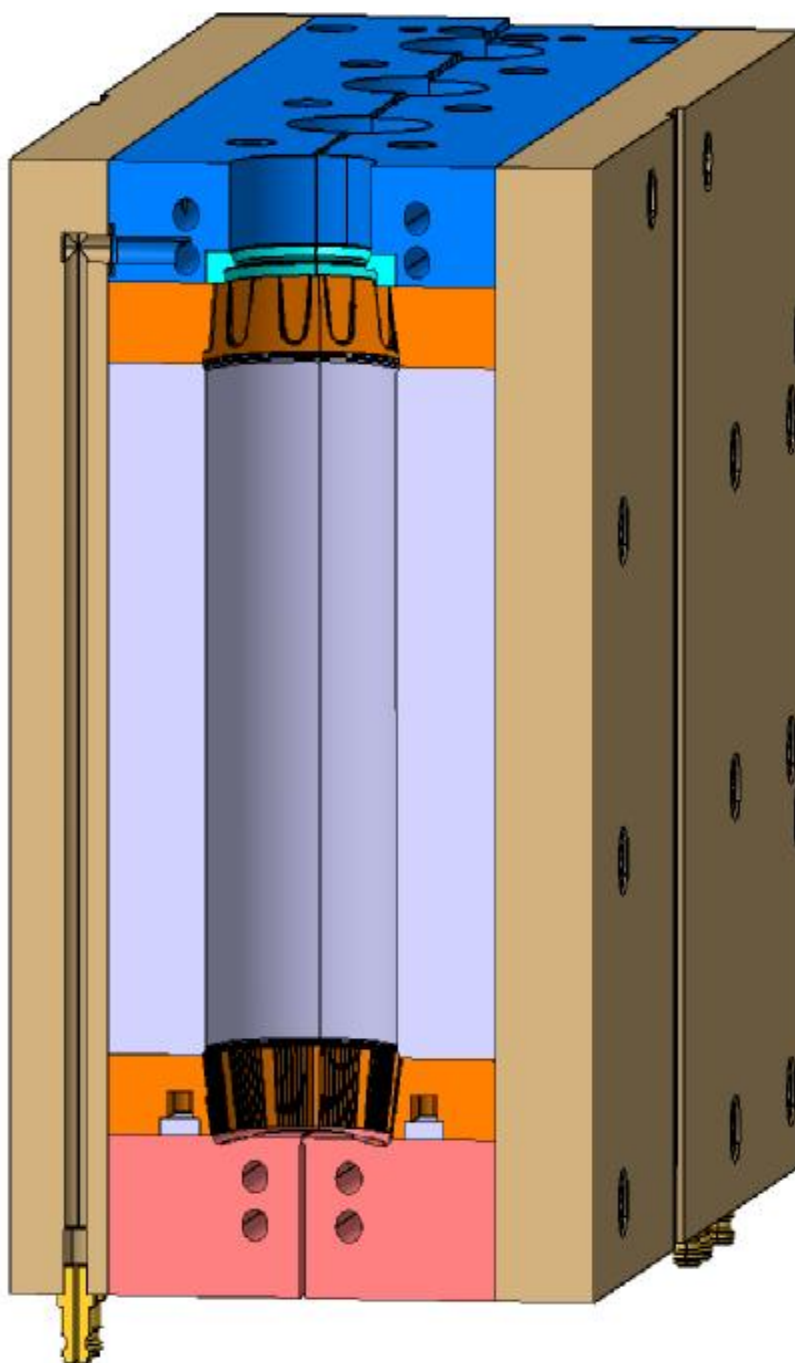
Obr.33 Rozložená levá strana formy



Obr.34 Vyfukovací forma

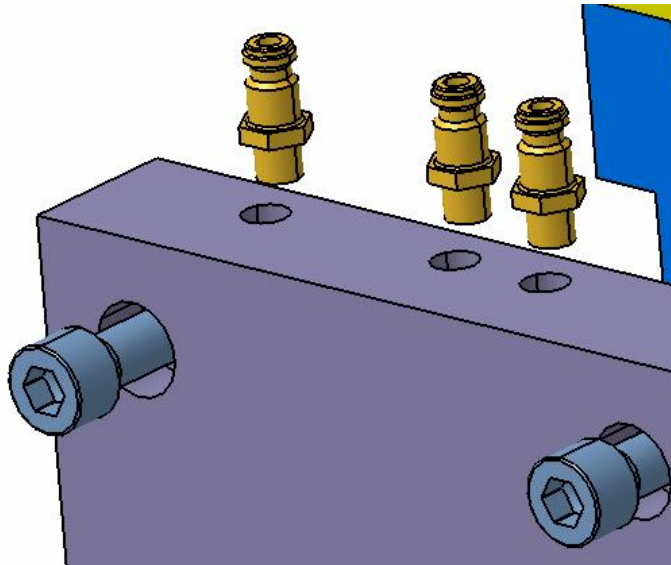


Obr.35 Řez chladícími dutinami



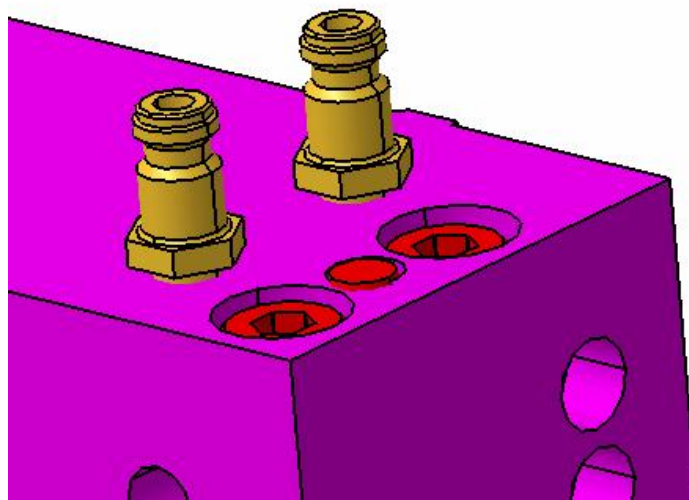
Obr.36 Řez dutinou formy

Ze spodní strany základní desky jsou našroubovány rychlospojky HASCO, pro přívod a odchod chladicí kapaliny Obr.37



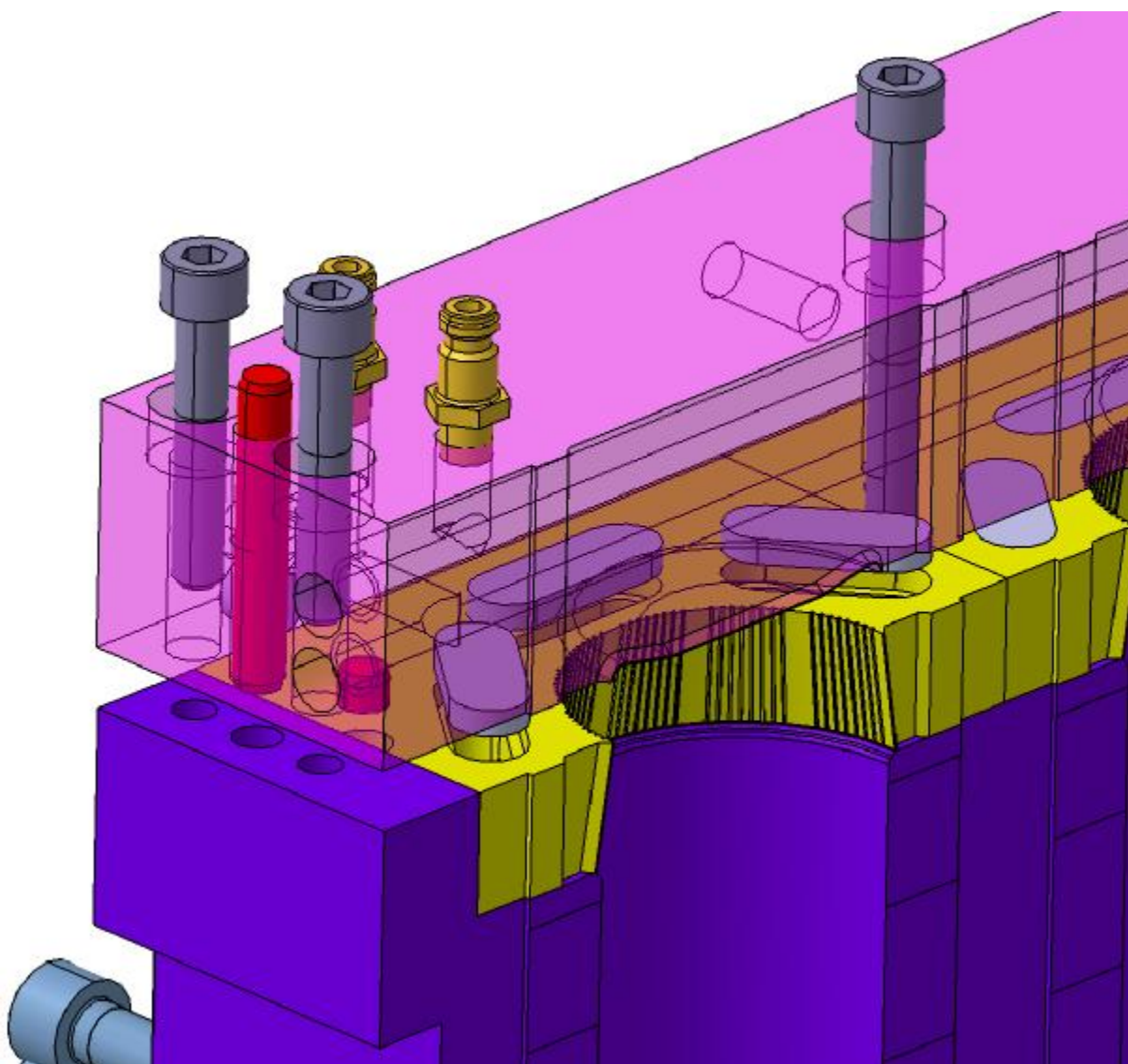
Obr.37 Detail polohy rychlospojek

Jsou použity též na druhém samostatném chladícím okruhu pro dno Obr.38



Obr. 38 Detail polohy rychlospojek 2

Jak z horní části, tak ze spodní jsou tvárníky staženy šrouby přes desku dna a desku hrdla  
Obr. 39

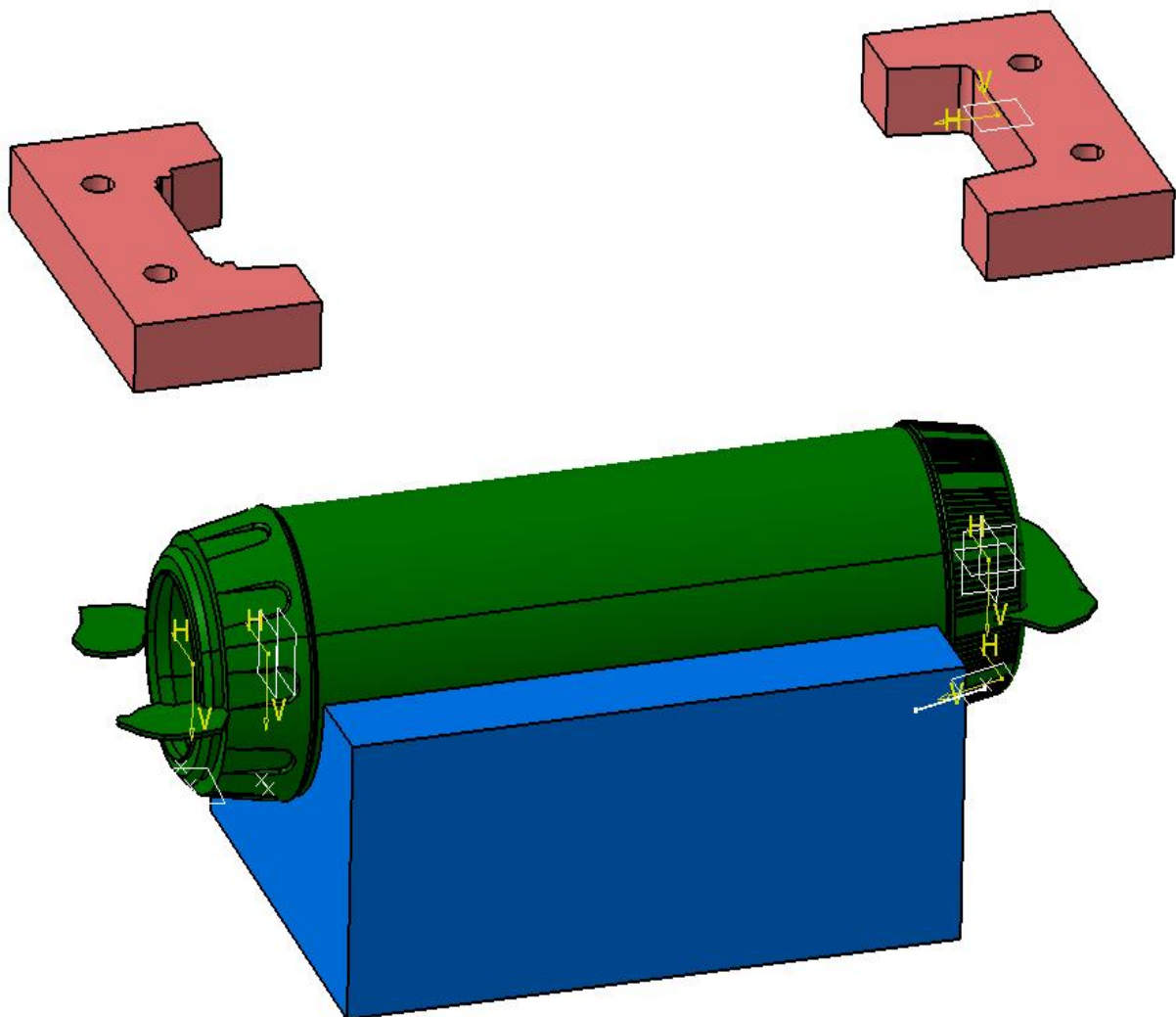


Obr. 39 Detail zaploňování tvárníku a těsnících vložek



## 4.2 Osekávací zařízení

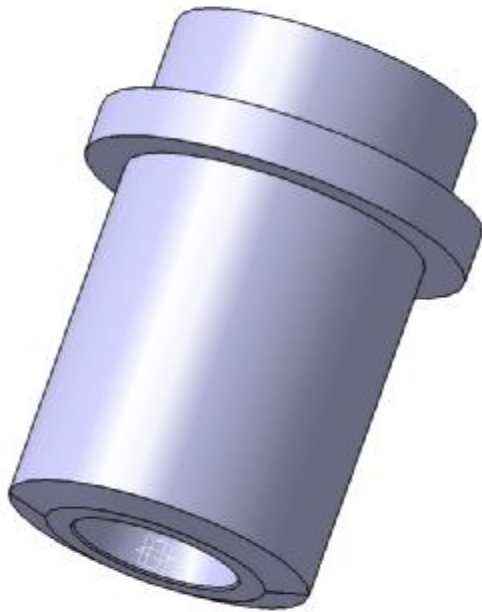
Výrobek který nám vyjede z formy musí být zbaven nežádoucích přetoku, které vzniknou u hrdla a dna. Po vyfouknutí je polotovár situován na opěrnou desku a přetoky jsou odstraněny noži jejichž kontura přesně kopíruje tvar dna a hrdla.



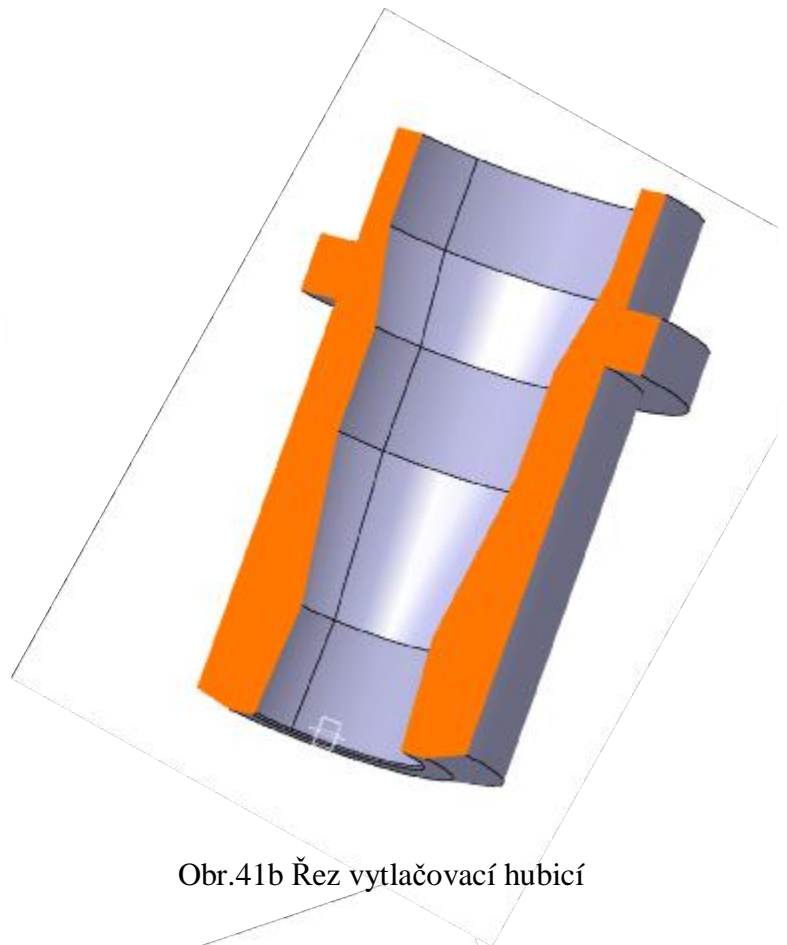
Obr.40 Osekávací zařízení

## 5 PLASTIFIKAČNÍ JEDNOTKA

### 5.1 Vytlačovací hubice

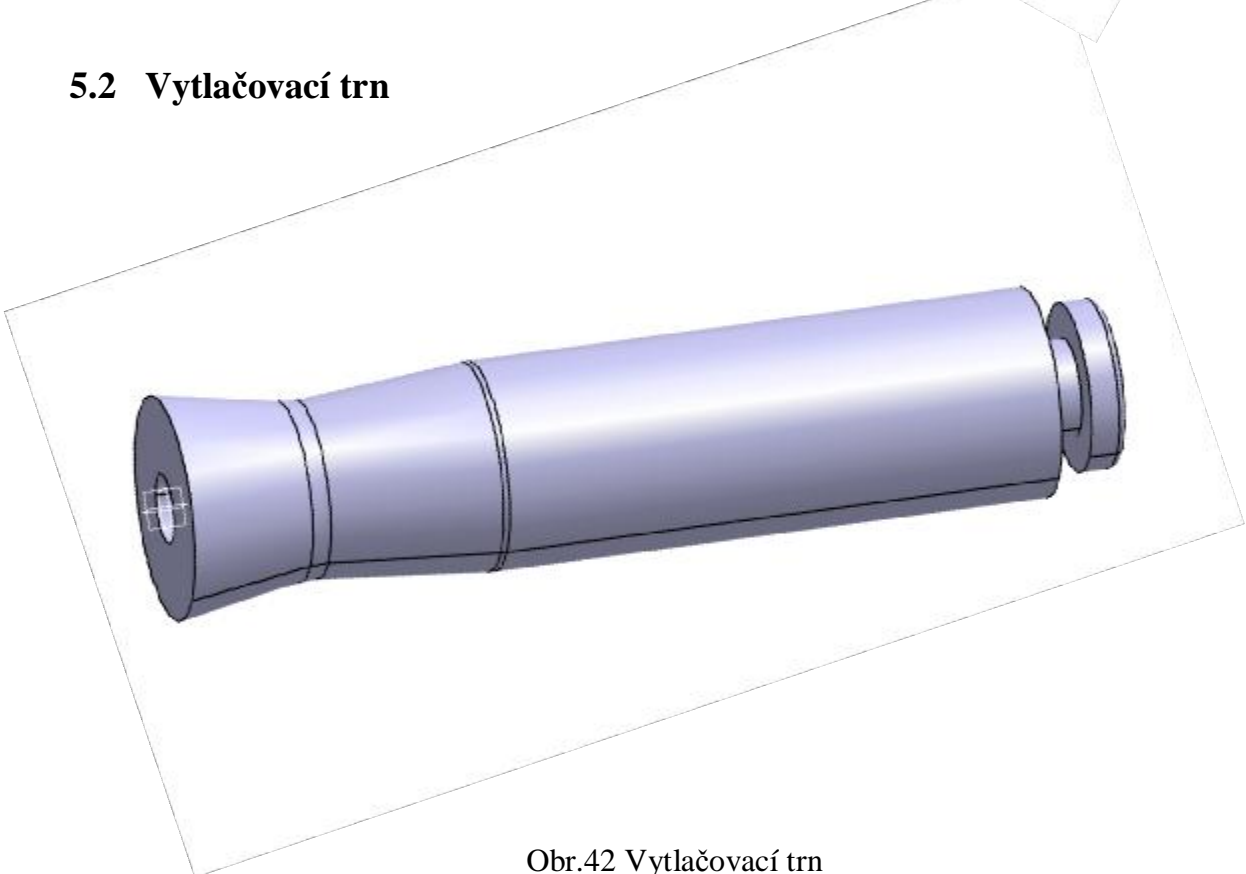


Obr.41a Vytlačovací hubice



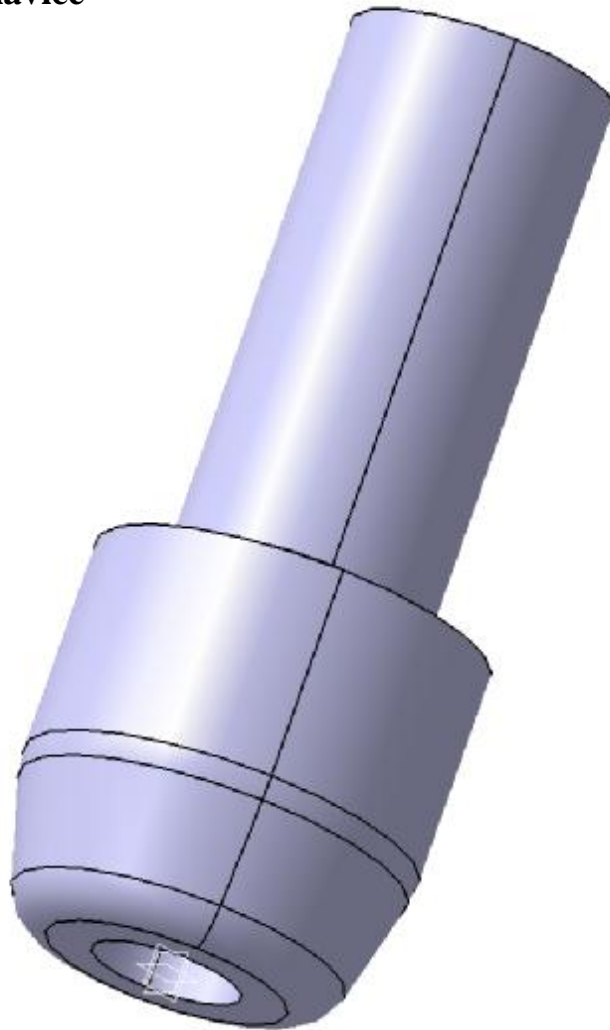
Obr.41b Řez vytlačovací hubicí

### 5.2 Vytlačovací trn



Obr.42 Vytlačovací trn

### 5.3 Vyfukovací hlavice



Obr.43 Vyfukovací hlava

Vytlačovací segment, z něhož získáváme parizon se skládá z vytlačovací hubice a vytlačovacího trnu. Protože do sebe zapadají po kuželu, můžeme tloušťku parizonu měnit vzdalováním a přibližováním trnu. Po vytlačení parizonu si pro něj přijede forma, sevře jej pravou a levou půlkou a vyfukovací segment odjíždí. Následuje vyfukovací hlava. Ta má za úkol parizon rozfouknout do patřičných rozměrů podle dutiny formy. Zároveň nám svým axiálním posuvem do formy kalibruje hrdlo.

## **ZÁVĚR**

Na základě zadaného plastového výrobku firmou ,byla zkonstruována čtyřnásobná vyfukovací forma pro vyfukovací automat. Při kreslení bylo využito stavebnicového systému konstrukce formy. Pro návrh veškerých dílů, při převádění 3D modelu na výkresovou dokumentaci a při vyhotovení pohybové studie byl použit 3D program CTATIA P3 V5R15.

Jako vyfukovací stroj byl použit automat od firmy Chodos Chodov s.r.o. 033 002/M005 z důvodu patřičných rozměrů a patřičného výkonu pro navrhovaný výrobek.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- (1) TOMIS, F., HELŠTÝN, J. *Formy a přípravky*. 2. vyd. Praha : SNTL, 1985. 374 s.  
ISBN 414-33580.
- (2) BOBČÍK, L. a kol. *Formy pro zpracování plastů I.díl – Vstřikování termoplastů*.  
2. vyd. Brno : UNIPLAST, 1999. 134 s.
- (3) BOBČÍK, L. a kol. *Formy pro zpracování plastů II.díl – Vstřikování termoplastů*.  
1. vyd. Brno : UNIPLAST, 1999. 212 s.
- (4) LEE, N. *Blow Moulding Design Guide*

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

L.....	délka
PS.....	polystyren
PVC.....	polyvinylchlorid
PC.....	polykarbonát
PE.....	polyethylen
PP.....	polypropylen

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1 Schéma vyfukovací formy na láhve.....	10
Obr. 2 Tvarové úpravy dutých výrobků.....	11
Obr. 3 Vyfukovací dvojče.....	12
Obr. 4 Odvzdušnění vyfukovacích forem.....	12
Obr. 5 Extruzní vyfukování.....	13
Obr. 6 Vstřikovyfukování.....	13
Obr. 7 Multipak.....	14
Obr. 8 Polystyren inline.....	14
Obr. 9a Vyfukovací stroj GM 250.....	15
Tab. 10 Hodnoty formy.....	15
Obr. 9b Vyfukovací stroj.....	16
Obr. 11 Pacifik Direct.....	16
Obr. 12 Kyjovan Trade.....	17
Obr. 13 Chemopetrol Litvínov - stroj GM 5001.....	17
Obr. 14 Horní vyfukování.....	18
Obr. 15 Oddělování přebytku parizonu u dna.....	19
Obr. 16 Jednonásobná vyfukovací forma.....	20
Obr. 17 Chlazený vyfukovací trn.....	21
Obr. 18 Postup vyfukování lahví a úřezků trubek.....	21
Obr. 19 Finální výrobek.....	24
Obr. 20 Základní deska.....	25
Obr. 21 Tělo formy.....	26
Obr.23 Tvárník pro hrdlo.....	27
Obr.24 Kroužek na hrdlo.....	27
Obr.25 Hrdlo.....	28
Obr.26 Tvárník pro dno.....	29
Obr.27 Dno.....	29
Obr.28 Detail ostré hrany.....	30
Obr.29 Vodící pouzdro.....	30
Obr.30 Vodící čep.....	30
Obr.31 Vyfukovací automat.....	31

Tab. 32 Parametry strojů.....	32
Obr. 33 Rozložená levá strana formy.....	35
Obr.34 Vyfukovací forma.....	36
Obr.35 Řez chladícími dutinami.....	37
Obr.36 Řez dutinou formy.....	38
Obr.37 Detail polohy rychlospojek 1.....	39
Obr 38 Detail polohy rychlospojek 2.....	39
Obr 39 Detail zapolohování tvárníku a těsnících vložek.....	40
Obr.40 Osekávací zařízení.....	41
Obr. 41a Vytlačovací hubice.....	42
Obr. 41b Řez vytlačovací hubicí.....	42
Obr.42Vytlačovací trn.....	42
Obr.43 Vyfukovací hlava.....	43



## **SEZNAM PŘÍLOH**

CD-ROM obsahující:

- Model formy, výkresovou dokumentaci a simulace v programu  
CATIA P3 V5R15
- Bakalářské práce-textovou část
- Kusovník