

Návrh a optimalizace vtokového systému tlakové licí formy s využitím CAD systému a simulačního programu

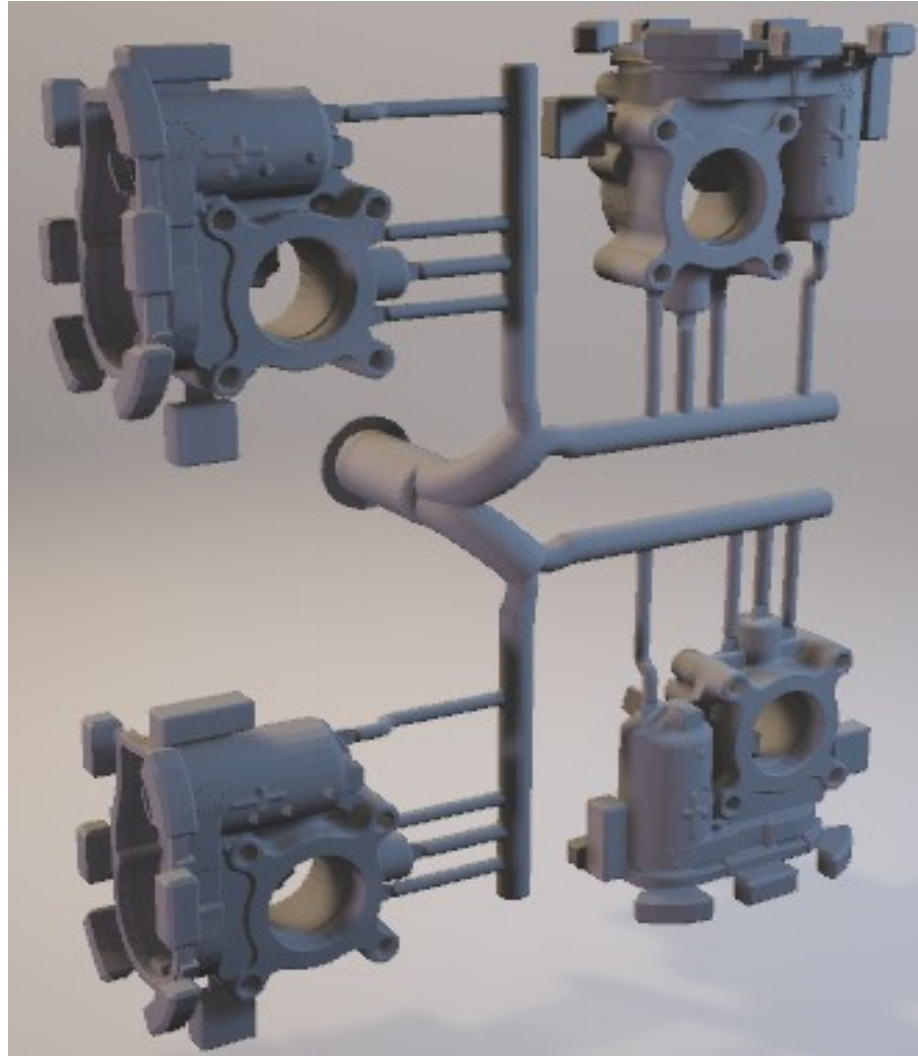
Jiří Kraffer

Vysoká škola technická a
ekonomická v Českých
Budějovicích



Vedoucí práce: Ing. Ján Majerník, Ph.D.

ÚVOD



CÍL PRÁCE

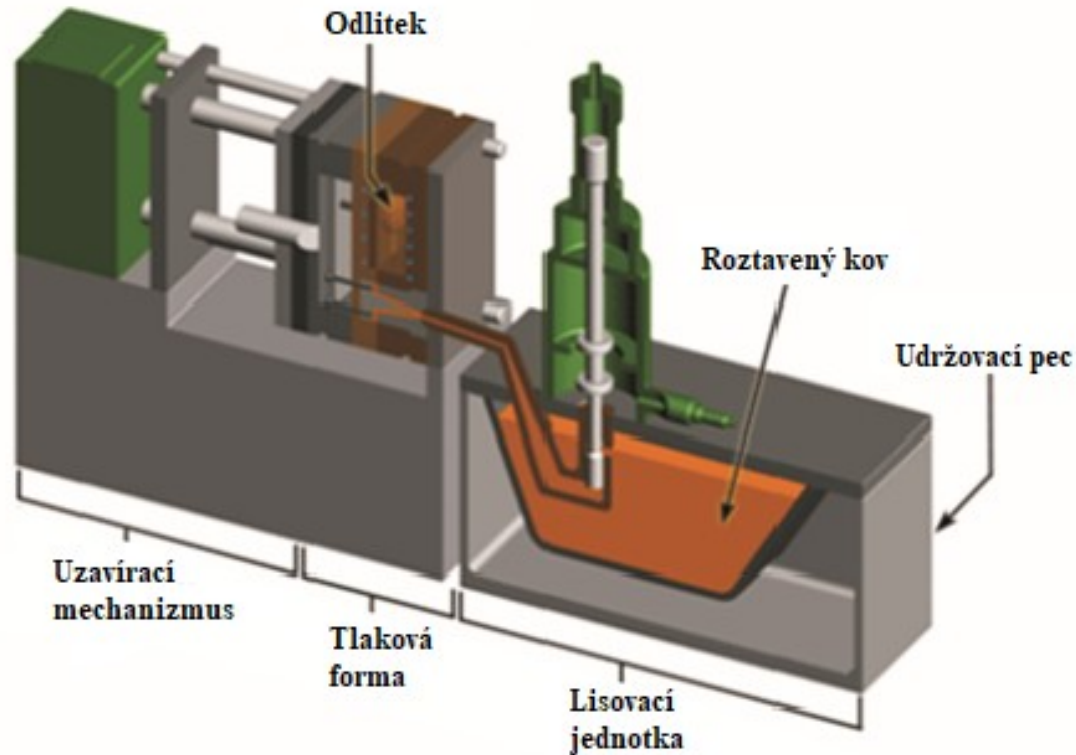
Cílem práce je numerické navržení vtokového systému tlakové licí formy a jeho optimalizace na základě simulace ve zvoleném simulačním programu.

TECHNOLOGIE TLAKOVÉHO LITÍ

Hlavní výhody:

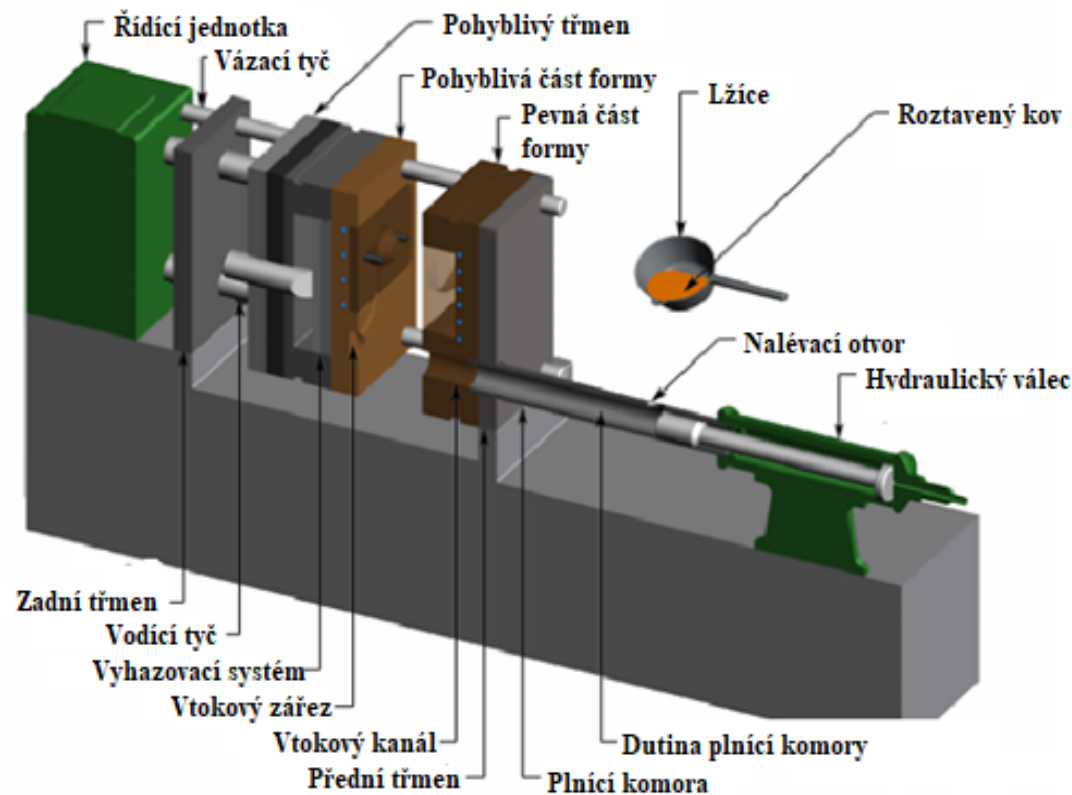
- možnost výroby odlitků v úzkých tolerančních mezích
- velké množství odlitků vyrobených z jedné formy
- možnost výroby tenkostěnných a tvarově složitých odlitků
- malá produkce odpadu, což má za následek nižší náklady na vstupní materiál
- hladký povrch odlitků

STROJE PRO LITÍ KOVŮ POD TLAKEM



Licí stroj s teplou
komorou

STROJE PRO LITÍ KOVŮ POD TLAKEM

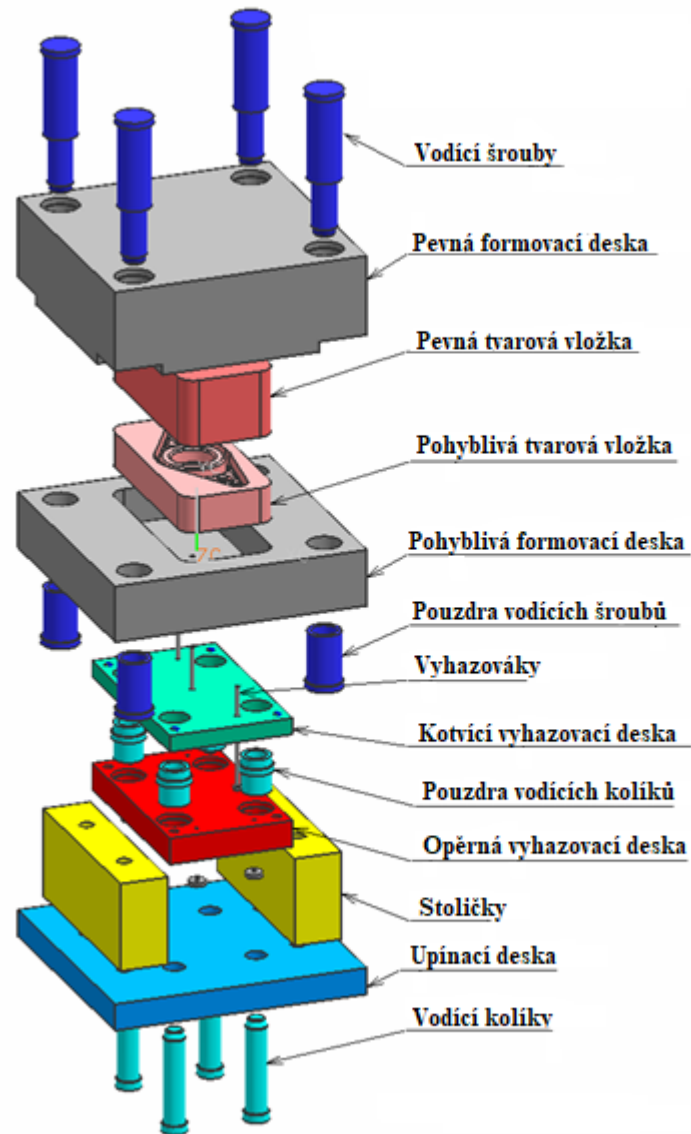


Licí stroj se studenou
horizontální komorou

HLAVNÍ TECHNOLOGICKÉ PARAMETRY

- Teplotní parametry procesu lití
(Teplota plnicí komory, teplota roztavené slitiny, teplota formy)
- Parametry lisovacího systému
(Lisovací rychlost v plnicí komoře, měrný tlak, čas plnění dutiny formy)
- Parametry vyplývající z vlastností taveniny
(Sklon k naplynění, sklon ke tvorbě sraženin)

FORMY PRO LITÍ KOVŮ POD TLAKEM



ZÁKLADNÍ TEZE

1. Navrhnutí možnosti řešení vtokového systému pro konkrétní typ tlakového odlitku
2. Analyticky vypočítat a navrhnout rozměry jednotlivých částí vtokového systému
3. Na základě výpočtů tento vtokový systém vymodelovat pomocí PC softvéru
4. U navrženého modelu simulovat proces plnění dutiny formy pomocí simulačního programu
5. Dle výsledků ze simulace navrhnout vhodnou optimalizaci vtokového systému

METODIKA EXPERIMENTU A ZKOUŠENÝ MATERIÁL

Parametry tlakového liciho stroje Müller Weingarten 600

Rozměry (šířka/výška/délka)	2 x 3,2 x 8,7 m
Váha	27t
Výkon motoru	37kW
Uzavírací síla	600t
Vstřikovací síla	65t
Vyhazovací síla	35t
Min./max. výška formy	400-900 mm
Max. váha Al odlitku	12 kg

Technologické parametry liciho cyklu

Konkrétní parametr	Hodnota
Teplota taveniny	708 °C
Teplota formy	220 °C
Rychlost lisovacího pístu	2,9 m.s ⁻¹
<u>Dotlak</u>	25 <u>MPa</u>

ANALYTICKÝ NÁVRH VTOKOVÉHO SYSTÉMU

Objemová a hmotnostní charakteristika odlitku	
Veličina	Hodnota
Objem odlitku	191133,4 · 10 ⁻⁹ m ³
Hustota slitiny	2650 <u>kg</u> · m ⁻³
Hmotnost odlitku	0,507 kg
Slitina	EN AC 47100 – AlSi12Cu (Fe)

Při výpočtu samotných rozměrů a návrhu vtoků bylo postupováno dle československé státní normy „Tlakové licí formy, zásady pro navrhování“ ČSN 22 8601.

VÝPOČET VLASTNÍCH ROZMĚRŮ

Čas plnění dutiny formy:

$$t = K \left(\frac{T_i - T_f + S * Z}{T_f - T_d} \right) * T = 31,2 \left(\frac{708 - 663 + 0,73 * 480}{663 - 199} \right) * 0,0044 = 0,117s$$

Rychlost ve vtokovém zářezu:

$$v_z = \frac{m_0}{\rho * t * d_p * 0,785} = \frac{507}{2,65 * 0,117 * 70 * 0,785} = 29,76m.s^{-1}$$

Plocha vtokového zářezu:

$$S_z = \frac{G}{\rho * t * v_z} = \frac{633}{2,65 * 0,177 * 2976} = 68,6mm^2$$

VÝPOČET VLASTNÍCH ROZMĚRŮ

Výpočet délek a výšek vtokových zářezů: 1, 2 a 3

$$S_{z1} = S_1 + S_2 + S_3 = 48\text{mm}^2 \Rightarrow$$

$$S_1 = 16\text{mm}^2$$

$$S_2 = 16\text{mm}^2$$

$$S_3 = 16\text{mm}^2$$

$c_{1,2,3} = 1,75 \text{ mm}$ – hodnota zvolená podle tabulek

$$a_{1,2,3} = \frac{s_v + \left[2 * c^2 \left(\frac{1}{\cos 15^\circ} - \frac{\text{tg} 15^\circ}{2} - \frac{75^\circ * \pi}{360^\circ} \right) \right]}{c} =$$

$$\frac{16 + \left[2 * 1,75^2 \left(\frac{1}{\cos 15^\circ} - \frac{\text{tg} 15^\circ}{2} - \frac{75^\circ * \pi}{360^\circ} \right) \right]}{1,75} = 9,43\text{mm}$$

VÝPOČET VLASTNÍCH ROZMĚRŮ

Výpočet délky a výšky vtokového zářezu: 4

$$S_{z2} = S_4 = 20,6\text{mm}^2$$

$c_4 = 2,5\text{mm}$ – hodnota zvolená podle tabulek

$$a_4 = \frac{s_v + \left[2 * c^2 \left(\frac{1}{\cos 15^\circ} - \frac{\text{tg} 15^\circ}{2} - \frac{75^\circ * \pi}{360^\circ} \right) \right]}{c}$$
$$= \frac{20,6 + \left[2 * 2,5^2 \left(\frac{1}{\cos 15^\circ} - \frac{\text{tg} 15^\circ}{2} - \frac{75^\circ * \pi}{360^\circ} \right) \right]}{2,5} = 9,47\text{mm}$$

VÝPOČET VLASTNÍCH ROZMĚRŮ

Výpočet ploch vtokových kanálů

Plocha vedlejšího kanálu:

$$S_{KV} = 2 * S_Z + 10\%$$

$$S_{KV1,2,3} = 2 * 16mm + 10\% = 35,2mm^2$$

$$S_{KV4} = 2 * 20,6mm + 10\% = 45,32mm^2$$

$$S_{KV1,2,3} = \pi * r^2 \Rightarrow r_{1,2,3} = 3,35mm$$

$$S_{KV4} = \pi * r^2 \Rightarrow r_4 = 3,8mm$$

Plocha kanálu společného pro vedlejší kanály (KH1):

$$S_{KH1} = S_{k1} + S_{k2} + S_{k3} + S_{k4} + 10\% = 166mm^2$$

$$S_{KH1} = \pi * r^2 \Rightarrow r = 7,27mm$$

VÝPOČET VLASTNÍCH ROZMĚRŮ

Výpočet ploch vtokových kanálů

Plocha kanálu KH2:

$$S_{KH2} = S_{KH1a} + S_{KH1b} + 10\% = 365,2\text{mm}^2$$

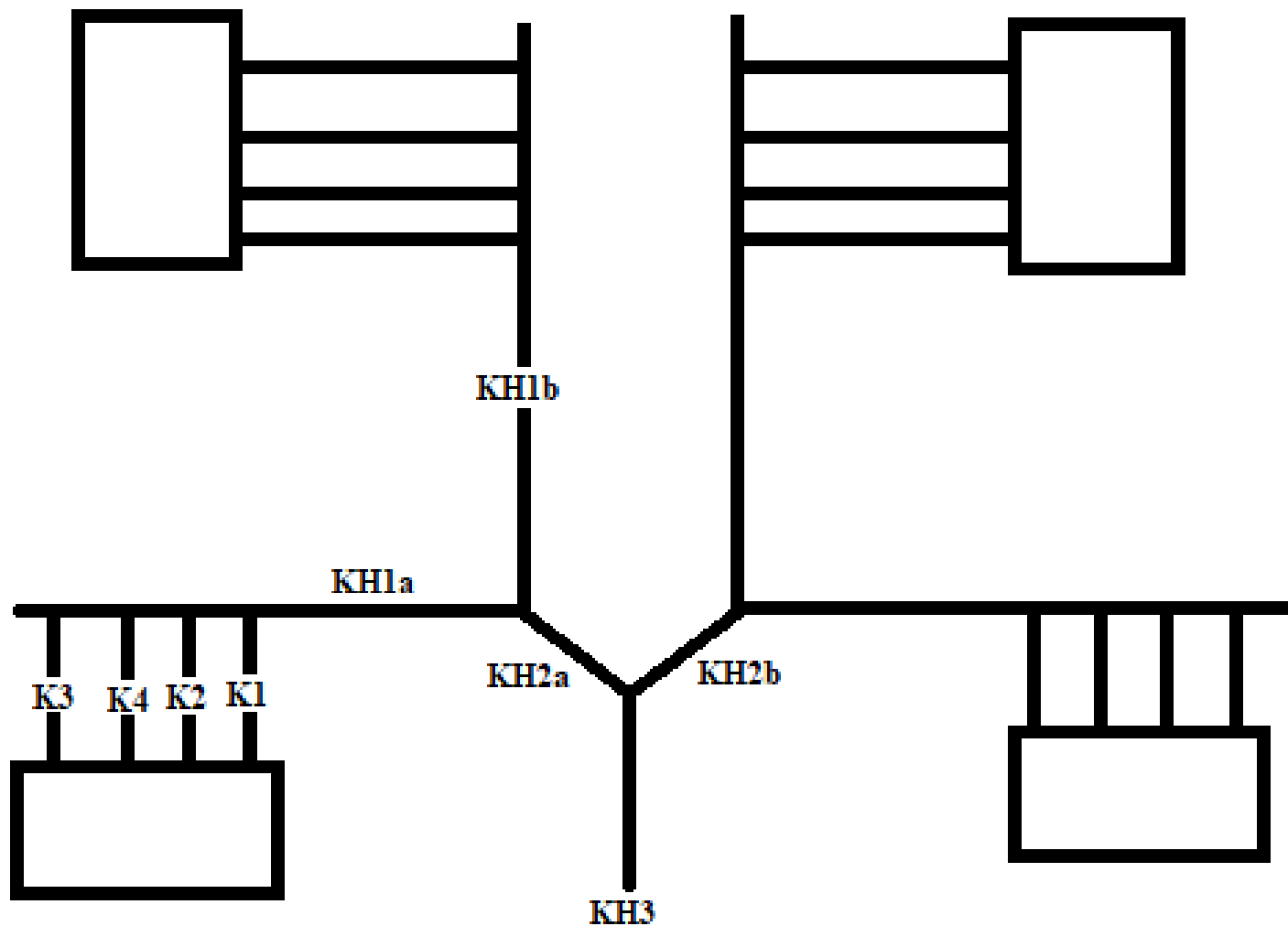
$$S_{KH2} = \pi * r^2 \Rightarrow r = 10,78\text{mm}$$

Plocha kanálu KH3
vedoucího od tablety:

$$S_{KH3} = S_{KH2a} + S_{KH2b} + 10\% = 803,44\text{mm}^2$$

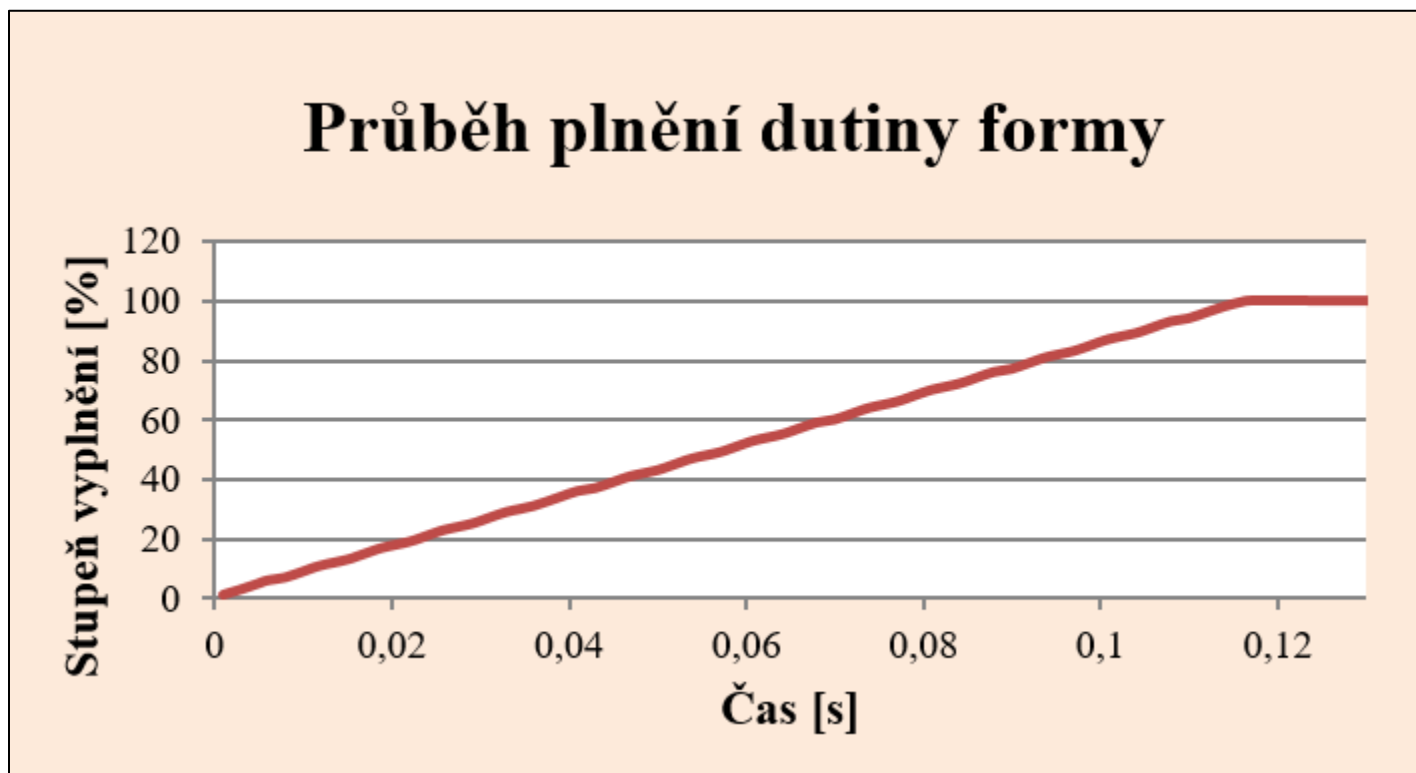
$$S_{KH3} = \pi * r^2 \Rightarrow r = 16\text{mm}$$

VÝPOČET VLASTNÍCH ROZMĚRŮ



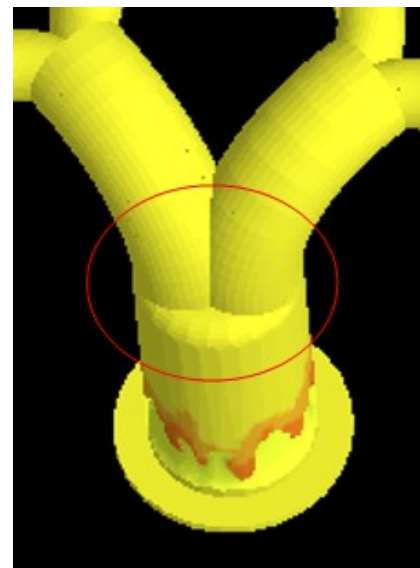
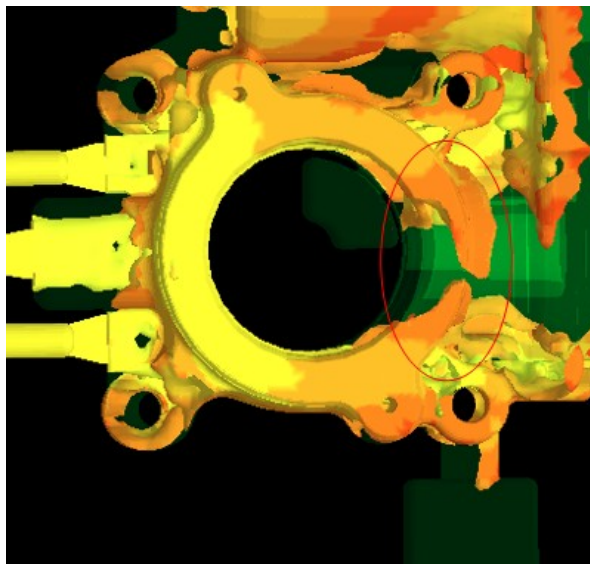
Simulační zkouška navržené vtokové soustavy

PARAMETR	HODNOTA
Délka procesu vyplnění dutiny formy [h:m:s]	000:00:00,117
Doba vytuhnutí odlitku [h:m:s]	000:00:13,034
Plnostní podíl [%]	95,5

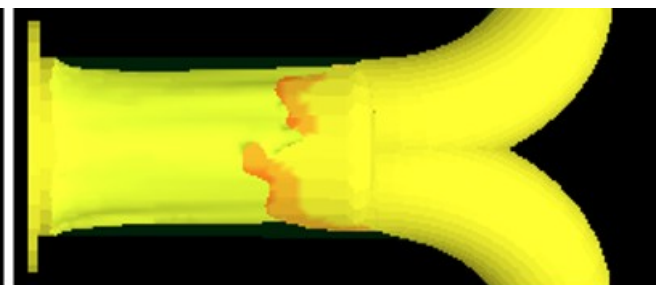


Simulační zkouška navržené vtokové soustavy

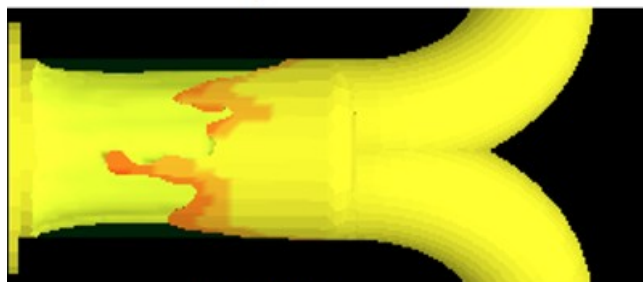
Kritické oblasti:



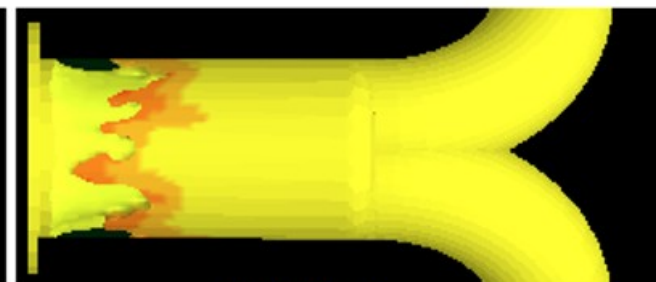
$t=0,004s$



$t=0,005s$



$t=0,008s$

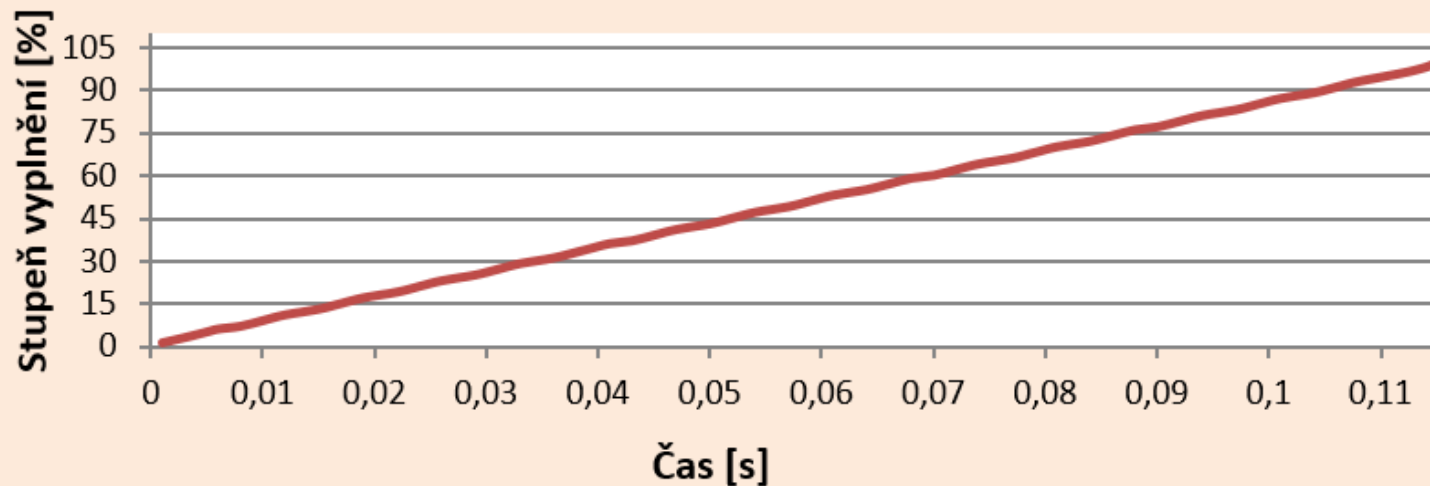


$t=0,011s$

Simulační zkouška zoptimalizované vtokové soustavy

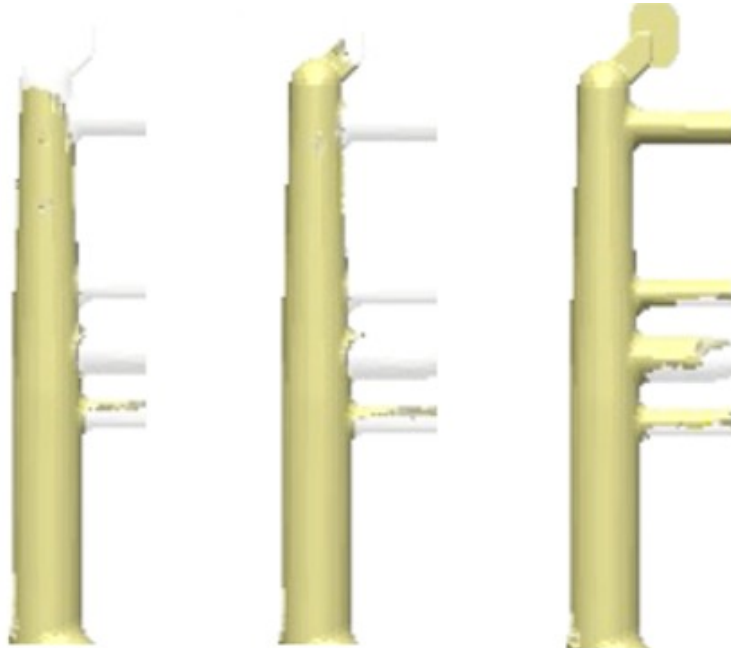
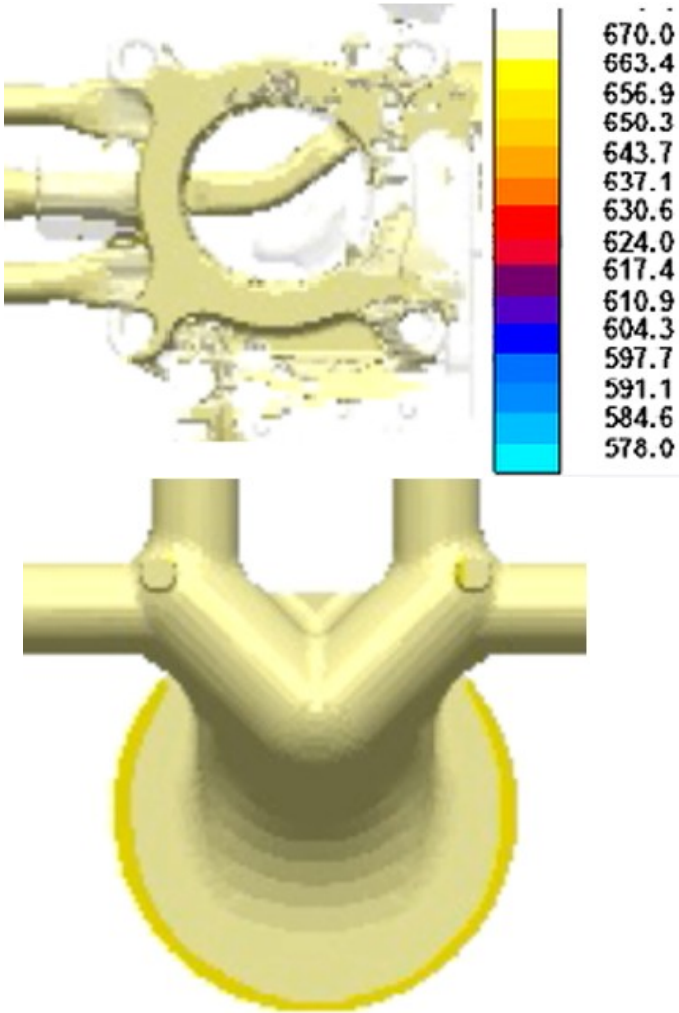
PARAMETR	HODNOTA
Délka procesu vyplnění dutiny formy [h:m:s]	000:00:00,116
Doba vytuhnutí odlitku [h:m:s]	000:00:12,978
Plnostní podíl [%]	95,7

Průběh plnění dutiny formy



Simulační zkouška zoptimalizované vtokové soustavy

Zoptimalizovaná místa:



$t=0,015s$ $v=10,75 m/s$ $t=0,016s$ $v=10,82 m/s$ $t=0,018s$ $v=10,68 m/s$

ZÁVĚR

- Vtokový systém musí být navržen tak, aby proudění v něm bylo co nejvíce plynulé a byla zajištěna dostatečná rychlost proudění.
- Klíčový význam pro rovnoměrné plnění všech částí formy taveninou má správné rozmístění vtokových zářezů.
- Správný návrh vtokového systému je společně s vhodným nastavením technologických parametrů lití klíčový pro získání kvalitních odlitků.

Děkuji za pozornost 😊