



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

## ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

## ROZBOR A VÝROBA DÍLU ZE VSTŘIKOVACÍ FORMY

ANALYSIS AND PRODUCTION OF A PART FROM AN INJECTION MOLD

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ladislav Dudek

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Milan Kalivoda

BRNO 2017

## Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav strojírenské technologie  
Student: **Ladislav Dudek**  
Studijní program: Strojírenství  
Studijní obor: Stavba strojů a zařízení  
Vedoucí práce: **Ing. Milan Kalivoda**  
Akademický rok: 2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### Rozbor a výroba dílu ze vstřikovací formy

#### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Rozbor konkrétního technologického procesu ve velké strojírenské firmě. Návrh na zlepšení v jeho kritickém místě. Doložení technicko-ekonomických údajů, vycházejících z podmínek ve firmě.

#### Cíle bakalářské práce:

1. Rozbor vstřikovací formy (konstrukce, materiály).
2. Vytipování dílčí součásti pro řešení.
3. Konstrukce 3D modelu.
4. Sestavení výrobního procesu.
5. Rozbor stěžejní operace.
6. Technicko-ekonomické posouzení.
7. Diskuze výsledků.

#### Seznam literatury:

FOREJT, Milan a Miroslav PÍŠKA. Teorie obrábění, tváření a nástroje. 1. vyd. Brno: CERM, s.r.o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.

ZEMČÍK, Oskar. Nástroje a přípravky pro obrábění. 1. vyd. Brno: CERM, s.r.o., 2003. 193 s. ISBN 80-214-2336-6.

SVOBODA, Pavel, Jan BRANDEJS a Jiří DVOŘÁČEK. Základy konstruování. 5. vyd. Brno: CERM, s.r.o., 2013. 236 s. ISBN 978-80-7204-839-7.

FREIBAUER, Martin, Hana VLÁČILOVÁ a Milena VILÍMKOVÁ. Základy práce v CAD systému SolidWorks. 2. vyd. Brno: Computer Press, a.s., 2010. 326 s. ISBN 978-80-251-2504-5.

FREMUNT, Přemysl a Tomáš PODRÁBSKÝ. Konstrukční oceli. 1. vyd. Brno: CERM, s.r.o., 1996. 262 s. ISBN 80-85867-95-8.

FREMUNT, Přemysl, Jiří KREJČÍK a Tomáš PODRÁBSKÝ. Nástrojové oceli. 1. vyd. Brno: Dům techniky Brno, 1994. 234 s.

HUMÁR, Anton. Materiály pro řezné nástroje. 1. vyd. Praha: MM publishing, s.r.o., 2008. 240 s. ISBN 978-80-254-2250-2.


Příručka obrábění, kniha pro praktiky. 1. vyd. Praha: Sandvik CZ, s.r.o. a Scientia, s.r.o., 1997. 857 s. ISBN 91-972299-4-6.

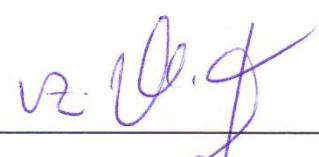
LEINVEBER, Jan, Jaroslav ŘASA a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 3. vyd. Praha: Scientia, s.r.o., 2000. 986 s. ISBN 80-7183-164-6.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17.

V Brně, dne 4. 11. 2016



  
\_\_\_\_\_  
prof. Ing. Miroslav Píška, CSc.  
ředitel ústavu

  
\_\_\_\_\_  
doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce bylo zhotovit 3D model vstříkovací formy pro vstříkolis, stanovit výrobní postup a zhodnotit technicko-ekonomická hlediska. V první části tématu jsou popsány vstupní parametry, které je třeba vyjasnit a stanovit před započítáním konstrukce nástroje. V druhé tématu jsou rozebrány jednotlivé díly vstříkovací formy a jejich řešení. Třetí část tématu se zabývá tvorbou 3D modelu formy. Programem ve kterém byl model vytvořen a hlavními funkcemi programu. Čtvrtá část obsahuje postup výroby s popisem jednotlivých operací. To, pro který díl formy je daná operace zavedená, co se na díle má operací vytvořit a proč byla zvolena tato operace. V páté části jsou rozebrány dvě z výrobních operací a to hrubování a EDM. V šesté části jsou popsána technická hlediska, jež jsou nutná pro zhotovení nástroje a vyhodnocená ekonomická stránka výroby. V poslední části jsou shrnuty hlavní údaje z celého tématu.

## KLÍČOVÁ SLOVA

vstříkovací forma, výlisek, 3D model, konstrukce, výroba

## ABSTRACT

The aim of the thesis was to make a 3D model of the injection mold for injection moulding machine, to determine the production process and to evaluate the technical and economic aspects. The first part describes the input parameters, which need to be clarified and determined before the construction of the tool. In the second part the individual parts of the injection mold and their solutions are analyzed. The third part of the thesis deals with the creation of a 3D model of mold. The program in which the model was created and the main features of the program. The fourth part describes the production process with a description of each operation. What part of the mold is the given operation introduced, what to do with the operation and why this operation has been selected. In the fifth part, two of the production operations, namely roughing and EDM, are analyzed. The sixth part describes the technical aspects that are necessary for the construction of the tool and the evaluated economic aspect. The last part summarizes the main data from the whole work.

## KEYWORDS

injection mold, molding, 3D model, construction, manufactory

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

DUDEK, L. *Rozbor a výroba dílu ze vstřikovací formy*. Brno, 2017. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav strojírenské technologie. 32 s. 8 příloh. Vedoucí bakalářské práce Milan Kalivoda.

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Milana Kalivody a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 26. května 2017

.....

Ladislav Dudek

## PODĚKOVÁNÍ

Děkuji panu Ing. Kalivodovi za konzultace při tvorbě bakalářské práce.

Děkuji panu Ing. Vojtěchu Sedlákovvi za konzultace ke konstrukci a dílčím řešením.

Děkuji panu Ing. Davidu Burianovi za mnoho informací z oblasti konstrukce.

Děkuji panu Zdeňku Ivánkovi za předané zkušenosti v oblasti kalkulace nákladů.

Děkuji panu Petru Vaškovi za znalosti z oblasti konstrukce a výroby.

Děkuji panu Tomáši Neuerovi za informace z oblasti technologie a výroby.

Děkuji rodině, mámě, tátovi a babičce. Mám v nich velkou podporu, dostávám od nich povzbuzení a ocenění. Vím, že za nimi můžu kdykoliv přijít a oni pro mě budou mít svůj čas.

Děkuji Janě, úžasné ženě, partnerce, ve které mám velkou podporu a je mi velkou motivací.

Děkuji Ing. Ondřeji Ryglovi M. Sc. za jeho rady a za jeho povzbuzování během studia.

## OBSAH

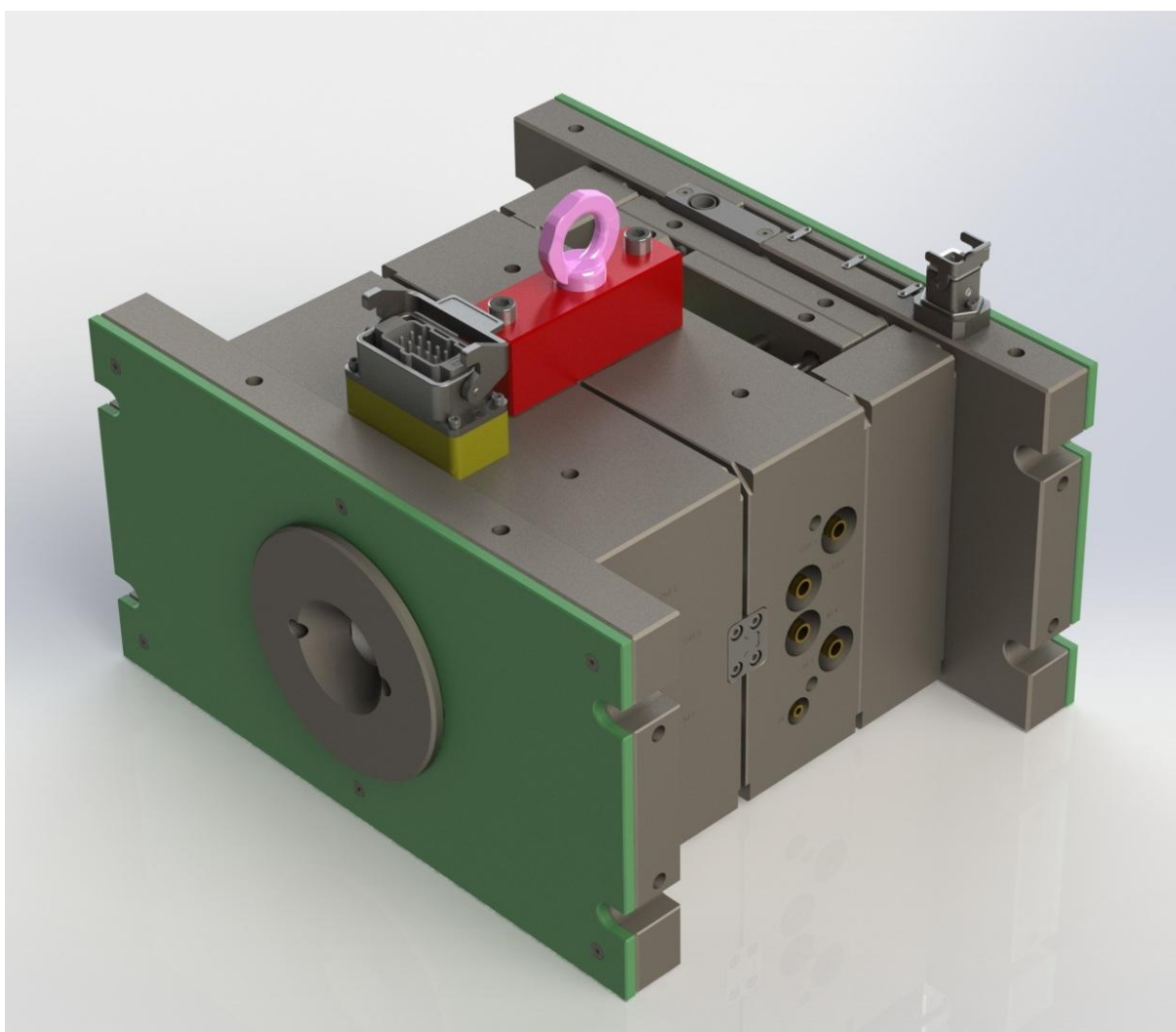
ÚVOD.....	10
1 ROZBOR VSTŘIKOVČÍ FORMY .....	11
1.1 Výlisek.....	11
1.2 Modflow analýza .....	12
1.3 Volba lisu.....	12
1.4 Parametry formy .....	12
2 VYTIPOVÁNÍ DÍLČÍCH SOUČÁSTÍ PRO ŘEŠENÍ.....	13
2.1 Sestava formy .....	13
2.2 Tvárník.....	14
2.3 Tvárnice .....	15
2.4 Modelové desky.....	16
2.5 Vyhazování .....	17
2.6 Upínací desky .....	18
2.7 Izolační desky .....	18
2.8 Horká tryska.....	18
2.9 Převravní trámek.....	18
3 KONSTRUKCE 3D MODELU .....	19
3.1 Díl .....	19
3.2 Sestava .....	20
3.3 Výkres.....	20
4 SESTAVENÍ VÝROBNÍHO PROCESU .....	21
4.1 Hrubování .....	21
4.2 Vrtání děr .....	21
4.3 Kalení.....	21
4.4 Broušení .....	21
4.5 Dokončovací frézování .....	21
4.6 Erodování.....	21
4.7 Laserový popis.....	22
4.8 Ruční úprava .....	22
4.9 Lícování formy .....	22
4.10 Průběžná měrová kontrola.....	22
5 ROZBOR OPERACE.....	23
5.1 Hrubování .....	23
5.2 Erodování.....	23

---

6	TECHNICKO-EKONOMICKÉ POSOUZENÍ.....	24
7	DISKUZE VÝSLEDKŮ .....	27
7.1	Alternativní řešení.....	27
7.2	Komunikace se zákazníkem.....	28
	ZÁVĚR.....	29
	Seznam použitých symbolů a zkratk .....	31
	Seznam příloh.....	32

## ÚVOD

Téma bakalářské práce bylo zvoleno na základě nových pracovních zkušeností ve firmě, která je zaměřená především na konstrukci a výrobu vstřikovacích forem. Téma bylo zvoleno, protože je výroba těchto nástrojů pro autora velice zajímavá a zároveň si v rámci závěrečné práce mohl prohloubit znalosti z oboru. Dalším důvodem bylo, že se chtěl naučit pracovat v programu Solidworks. Cílem závěrečné práce je stanovit co je potřeba před konstrukcí vstřikovací formy (obr. 0) znát, rozebrat základní konstrukční prvky, popsat postup výroby a částečně ukázat finanční stránku výroby nástroje.



*Obr. 0 Vstřikovací forma*

# 1 ROZBOR VSTŘIKOVACÍ FORMY (KONSTRUKCE, MATERIÁLY)

Před započítím konstrukce a výrobních prací je vždy zapotřebí vyjasnit základní parametry nástroje. Pro nástroj vstřikovací formy jsou těmito údaji tvar, funkce a materiál vylisku, jež má forma produkovat. Dále je to lis, na kterém má být forma provozována parametry formy jako je počet dutin (cavit), tedy počet vylisků, které má forma vytvořit na jeden pracovní cyklus, to z jakého materiálu má být forma vyrobena a její životnost.

## 1.1 VÝLISEK

Pro toto téma byl navržen vylisek (obr. 1), který by měl sloužit jako krytka tištěného spoje. Na povrchu vylisku je otvor na tlačítko a na malý display. Vnější povrch je uvažován leštěný.



Obr. 1 Vylisek

### 1.1.1 DESIGN A VYROBITELNOST VÝLISKU

Při návrhu formy bylo nutné zkontrolovat vyrobiteľnosť vylisku, zda je celý odformovatelný a nejsou tu negativní úhly. Stanovit na základě tvaru vylisku vhodný směr odformování. Volba směru závisí kromě tvaru také na vzhledových požadavcích, to kde mohou být stopy po vyhazovačích, které slouží k uvolnění vylisku z formy a k jeho výhozu. U našeho vylisku byla uvažována vzhledová venkovní plocha, čili stopy mohly být na vnitřní straně. V případě, že vylisek má záporné úhly nebo například boční otvory, řeší se to pomocí mechanických nebo hydraulických šíbrů, pohyblivých vložek, které při odformování odjedou a umožní tím volné odejmutí vylisku z formy, což u našeho tvaru nebylo nutné. Je však možné vytvořit i model vylisku, který odformovat nejde a tím pádem je nevyrobiteľný. Pro odformování je nutné dělat na stěnách ve směru výhozu úkosy, nejméně 1°. V tomto případě bylo zvoleno pro snadnější vyjmutí z formy 3° na každou stěnu.

### 1.1.2 MATERIÁL

Kvůli požární bezpečnosti byl zvolen materiál polyamid 66, který je vhodný pro použití ve spojitosti s elektrickými zařízeními. Konkrétně jde o materiál TECHNYL A 60G1 V25 NATURAL což je polyamid 66 zesílený 25% skelných vláken, viz příloha 1. Důležitým faktorem je smrštění plastu po ztuhnutí. Tento plast má smrštění 5 % ve směru toku a 9 % napříč tokem. V praxi se volí střední hodnota, tedy 7 %. O tuto hodnotu je nutné namodelovat dutinu ve formě větší, aby výlisek po ztuhnutí měl požadované rozměry.

## 1.2 MODFLOW ANALÝZA

Moldflow analýza slouží k simulaci toku materiálu, výpočtu času cyklu, vstřikovacích rychlostí, tlaků, působících sil atd. Dále je program schopný přímo na 3D modlu zobrazit čas plnění jeho částí, tlaky, teploty, místa s možnou deformací a mnoho jiného. Analýza je doplňkovým modulem programu Solidworks. Kompletní analýza je v příloze 2.

## 1.3 VOLBA LISU

Zvoleným lisem byl stroj KraussMaffei KM 160 CX s uzavírací silou 160 kN, viz příloha 3. Pro návrh formy jsou důležité rozměry pro montáž na lis. Jsou to rozměry mezi sloupky lisu, kudy je třeba formu protáhnout. Je to upínací rozměr, čili rozteč děr pro upnutí formy na upínacích deskách lisu. Pro vycentrování formy při nasazování slouží středící kroužky, jejichž průměr bývá různý. KM 160 má vzdálenost mezi vodícími sloupky 520 mm, rozteče děr pro upnutí jsou dle standardu Euromap a průměr středící kroužek 160 mm na straně trysky (pevné straně) a 125 mm na vyhazovací straně (pohyblivé straně). Dalším důležitým údajem je minimální a maximální vzdálenost mezi upínacími deskami lisu. Vzhledem k teplotní degradaci plastu v průběhu času se vybírá adekvátní průměr komory, kterou je plast dopravován k trysce formy. Tento faktor hraje velice významnou roli hlavně u čirých optických výlisků, kde plast postupně vlivem tepla žloutne a tím pádem nejsou zajištěny požadované optické vlastnosti. Materiál polyamid 66 je černý, proto není velikost komory až tak významná. Vzhledem k velikosti výlisku vyhovuje komora s průměrem 30-45mm.

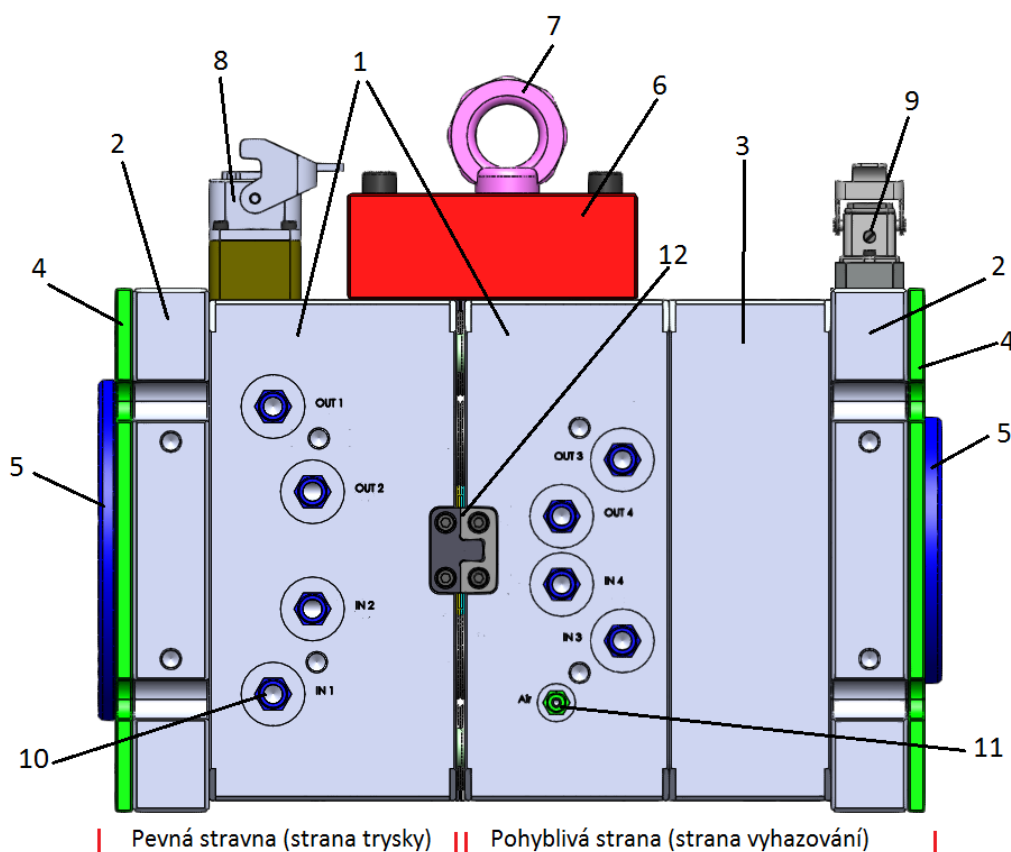
## 1.4 PARAMETRY FORMY

Základním požadavkem je počet dutin (cavit) kolik má forma mít, tedy kolik výlisků má vyrobit na jeden pracovní zdvih. V případě této konstrukce je uvažována dvoudutinová forma. Materiál formy byl uvažován 1.2343 a 1.2343 esu pro výrobu tvárnice. Ocel je vhodná ke kalení, je houževnatá, odolná proti vzniku trhlinek, dobře snáší změny teploty a je dobře obrobitelná. Vhodná je pro výrobu forem, nástroje chlazené vodou, velmi namáhané díly. Varianta esu je vhodná pro leštěné plochy. Životnost je standardně uvažována 1 000 000 zdvihů.

## 2 VYTIPOVÁNÍ DÍLČÍCH SOUČÁSTÍ PRO ŘEŠENÍ

### 2.1 SESTAVA FORMY

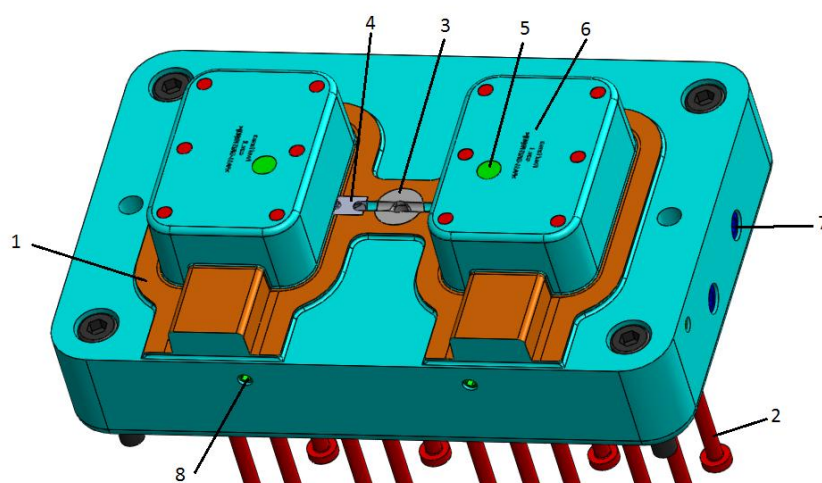
Sestava formy (obr. 2) se dělí na dvě hlavní části a to pevnou a pohyblivou stranu. Pevnou stranou formy je nazývána strana vstřikovací komory lisu, strana tvárnice. Při provozu lisu je v klidu. Pohyblivá strana se při provozu lisu pohybuje spolu s upínací deskou lisu. Je v ní zabudován vyhazovací mechanismus, který se stará o vyhození vylisku z formy.



Obr. 2 Sestava formy: 1 - modelové desky, 2 – upínací desky, 3 – rozpěrné desky, 4 – izolační desky, 5 – středící kroužky, 6 – přepravní trámeček, 7 – závěsné oko, 8 – zásuvka horkého systému, 9 – zásuvka koncového spínače, 10 – vývodka pro vodu, 11 – vývodka pro vzduch

## 2.2 TVÁRNÍK

Tvárník (obr. 3) byl navržen nedělený, z jednoho kusu. Umístěn je v modelové desce pohyblivé strany formy. Ve tvárníku je umístěn rozvodový kanál plastu do dutin, do kterého ústí jedna horká tryska. Rozvodový kanál je tvořen třemi vtokovými vložkami a drážkou pro rozvod plastu přímo ve tvárníku. Tvárník obsahuje jeden temperanční okruh pro zajištění optimální teploty nástroje a dosažení ideálních technologických parametrů. Tvárníkem prochází část mechanismu vyhazování. Manipulační závity slouží ke vkládání a vyndávání tvárníku z modelové desky.



Obr. 3 Tvárník: 1 – dělicí rovina, 2 – vyhazovač, 3 – vtoková vložka, 4 – vložka tunelového vtoku, 5 – ventil, 6 – popis dílu, 7 – ucpávka temperančního okruhu, 8 – ucpávka vzduchového okruhu

### 2.2.1 ROZVOD MATERIÁLU

Rozvodový kanál je tvořen třemi vtokovými vložkami a drážkou pro rozvod plastu přímo ve tvárníku. Dvě vtokové vložky zakončené tunelovým vtokem slouží k plnění dutin a to do spodní části stěny výlisku tak, aby po odlomení nevznikla stopa na pohledové ploše. Zvolen byl tunelový vtok z důvodu požadavku na automatizaci výroby, na niž je v dnešní době kladen důraz. Při použití tunelového vtoku se totiž vtokový zbytek při výhozu sám odlomí. Odpadá tak práce operátora, který by musel vtokové zbytky odlamovat nebo odřezávat ručně. Třetí vložka slouží jak k rozvodu plastu, tak k přidržení vtokového zbytku aby při otevření formy sám nevytáhl, ale mohl být odebrán robotem. Schémata instalace vtokových vložek viz přílohy 4.

### 2.2.2 TEMPERACE

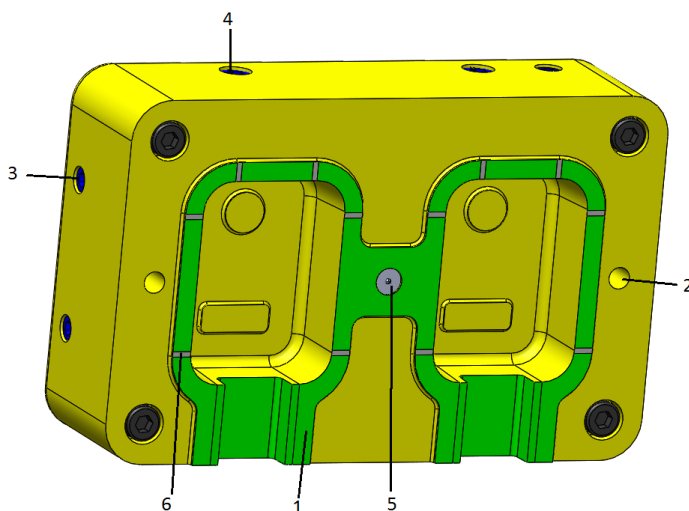
Pro zajištění technologicky stálých podmínek je důležité tvarové části (tvárník a tvárnici) temperovat. Pro materiál polyamid 66 je ideální provozní teplota nástroje mezi 60 °C a 80 °C. Pro tvárník byl použit jednoduchý obvod doplněný „fontánami“ aby byla temperace účinnější. Temperace prováděna vodou. Schéma obvodu viz příloha 5.

### 2.2.3 POMOCNÉ VZDUCHOVÉ VYHAZOVÁNÍ

Tento systém je možné použít k usnadnění vyhození vylisku. Umožní použití menšího množství vyhazovačů, přičemž odstraní nebezpečí deformace vylisku. V okamžiku před vyhozením poslouží vzduch z ventilku k odlepení a uvolnění vylisku od tvárníku. Schéma obvodu viz příloha 5.

## 2.3 TVÁRNICE

Tvárnice (obr. 4) je zasazená v modelové desce pevné strany formy. Prochází jí tryska horkého systému, která vstříkne plast do rozvodového kanálu tvárníku. V dělicí ploše tvárnice jsou drážky pro odvzdušnění. Odvzdušnění je nezbytné, aby mohl vzduch volně opustit dutinu, zatímco do ní proudí plast. Drážky jsou namodelované 0,01 mm hluboké. Do takovéto spáry plast nezateče, ale vzduch jí odejde. Temperace tvárnice je řešena podobně jako u tvárníku, viz schéma v příloze 6.



Obr. 4 – Tvárnice: 1 – dělicí rovina, 2 – manipulační závit, 3 – ucpávka, 4 – vložka fontány, 5 – tryska horkého systému, 6 - odvzdušnění

## 2.4 MODELOVÉ DESKY

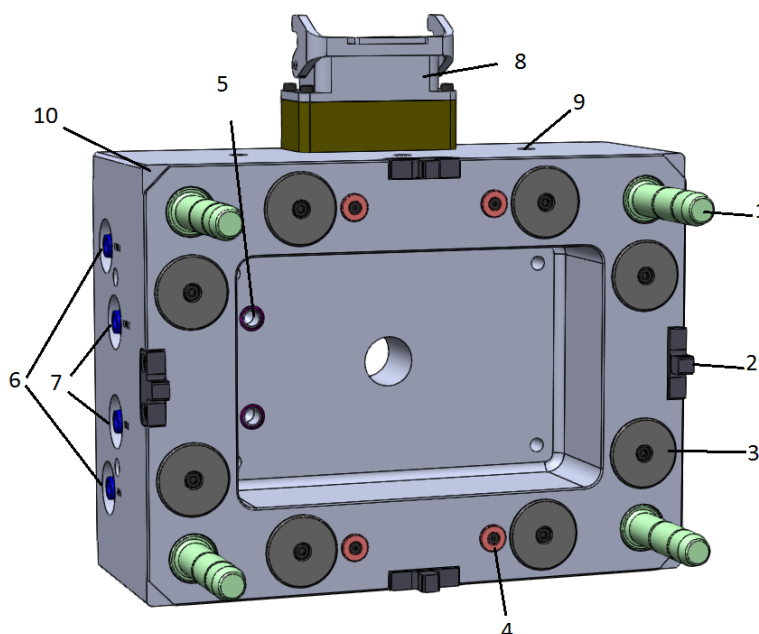
V modelových deskách (obr. 5) jsou zasazeny vložky tvárník a tvárnice.

Temperování je v tomto případě řešeno pouze jednoduchým obvodem. Má za úkol urychlit vytápění vložek a zajistit vyšší stabilitu procesu.

Vodící kolíky jsou voleny na pevné straně formy z důvodu uvažovaného odebírání výlisků robotickou hlavou. Na pohyblivé straně by mohli této hlavě překážet.

Dosedací destičky mají za úkol zachytit tlakovou sílu, aby nedocházelo k vymačkávání dosedací plochy vložek. Z tohoto důvodu by měla plocha dosedacích destiček tvořit alespoň 80 % celkové dosedací plochy.

Centrování formy má za úkol navést pevnou a pohyblivou stranu formy přesně na sebe. K centrování dochází až v posledních několika milimetrech pohybu.



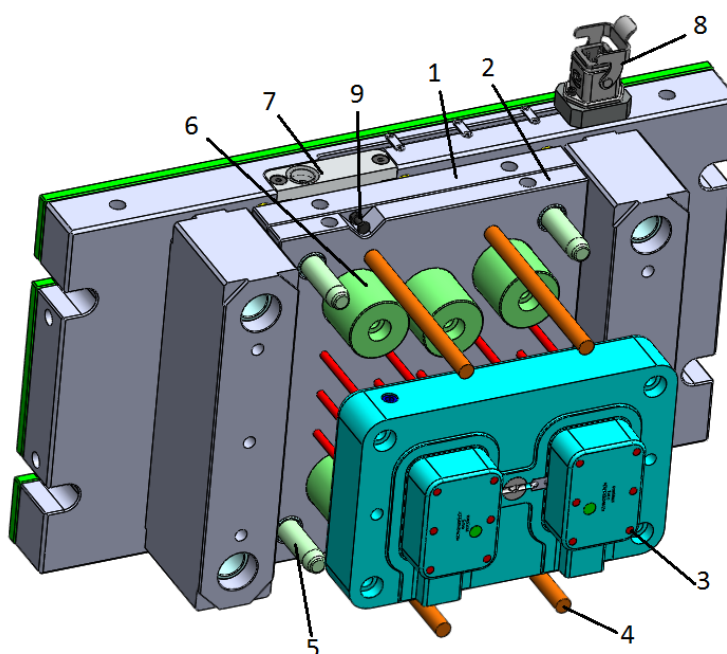
Obr. 5 Modelová deska pevné strany: 1 – vodící kolík, 2 – středění formy, 3 – dosedací destička, 4 – dosedací destička pro vratný kolík, 5 – otvor pro propojení temperace modelové desky a tvárnice, 6 – vývodky pro temperaci modelové desky, 7 – vývodky pro temperaci tvárnice, 8 – zásuvka horkého systému, 9 – manipulační závít, 10 – vybrání pro rozevření desek

## 2.5 VYHAZOVÁNÍ

Vyhazování (obr. 6) zajišťuje uvolnění a vyhození vylisku z formy. Po otevření formy jsou kotevní a opěrná deska spolu s vyhazovači tlačeny ve směru k trysce lisu vyhazovacím čepem. Ten je napojen na vyhazovací tyč lisu. Po vyhození vylisku se desky opět vrátí do výchozí polohy. Desky jsou voděny vodícími kolíky.

### 2.5.1 VYHAZOVAČE

Pro každou dutinu bylo zvoleno šest válcových vyhazovačů, rozmístěných tak, aby zajistily rovnoměrné vyhození vylisku. Jeden další je použit pro vyhození vtokového zbytku. Vyhazovače jsou usazeny v sedlech vyfrézovaných v kotevní desce. Opřeny jsou o opěrnou desku, která doléhá na kotevní.



Obr. 6 Mechanismus vyhazování: 1 – Opěrná deska, 2 – kotevní deska, 3 – Vyhazovač, 4 – vratný kolík, 5 – vodící kolík vyhazování, 6 – rozpěrka, 7 – koncový spínač, 8 – zásuvka koncového spínače, 9 – šroub seřízení koncového spínače

### 2.5.2 OCHRANA FORMY

Pro formu je navržena dvojitá ochrana, která zabraňuje v zavření formy s vyjetými vyhazovači, což by způsobilo její poškození. První ochrana je elektronická tvořena koncovým spínačem, který sepne ve chvíli, kdy jsou vyhazovače zasunuty. Seřízení se dá provádět pomocí seřizovacího šroubu. Druhá ochrana je zajištěna vratnými kolíky, pokud selže ochrana elektronická. Vratné kolíky se pohybují spolu s vyhazovači. V případě zavření formy s vyjetými vyhazovači se kolíky opřou o dosedací destičky modelové desky pevné strany a mechanicky zasunou vyhazovací desky s vyhazovači do výchozí polohy.

## 2.6 UPÍNACÍ DESKY

Upínací desky slouží k upnutí formy na upínací desku lisu. Jejich rozměr je standardizován a vychází z roztečí děr upínacích desek lisu. Vzhledem k použití lisu KM 160 byly zvoleny rozměry desek 446 x 246 mm.

## 2.7 IZOLAČNÍ DESKY

Forma je vybavena izolačními deskami aby se zamezilo přestupu tepla z formy na upínací desky lisu. V případech, kdy je forma vytápěna na vysoké teploty, je vhodné ji obložit i z bočních stran aby se zabránilo tepelným ztrátám.

## 2.8 HORKÁ TRYSKA

Horká tryska slouží k dopravení plastu s požadovanou teplotou do rozvodového kanálu. Při konstrukci formy byla zvolena tryska Meusbarger avšak nejpoužívanějšími jsou trysky od firem Synventive a Moldmaster. Detailní parametry viz příloha 7.

## 2.9 PŘEPRAVNÍ TRÁMEK

Přepavní trámek opatřený závěsným okem je umístěn z důvodu lepší manipulace s formou v jejím těžišti. Při jeho návrhu je třeba uvažovat hmotnost formy a zvolit dostatečný průměr závitů.

Formu je dále dobré doplnit informačními štítky s údaji o formě, schématem zapojení vody, případně štítkem elektrického zapojení horké trysky.

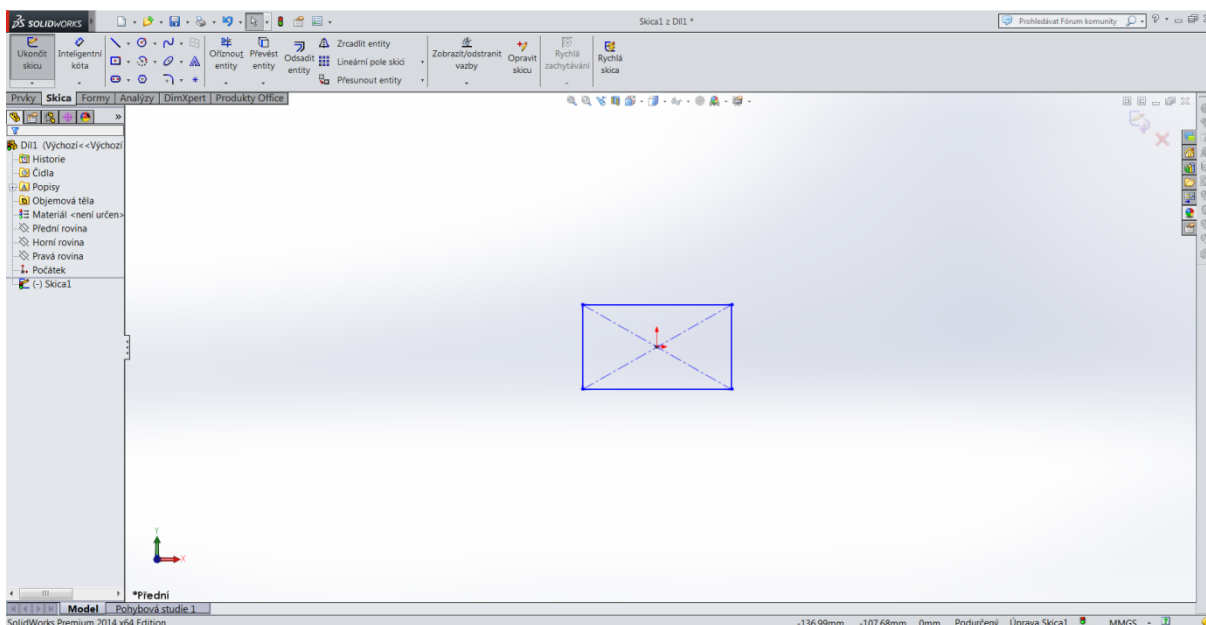
### 3 KONSTRUKCE 3D MODELU

Pro model formy byl zvolen program Solidworks ve verzi 2014. Důvodem je jeho zaměření a funkce určené k modelování forem. Práce s tímto programem je velice intuitivní a i laik se v něm může velmi rychle zorientovat. Program je kompletně v češtině a obsahuje bohatou nápovědu, která uživatele vede krok za krokem.

Po startu programu je na výběr ze tří možností. Jsou to díl, sestava a výkres. Níže jsou jednotlivé možnosti rozebrány detailněji.

#### 3.1 DÍL

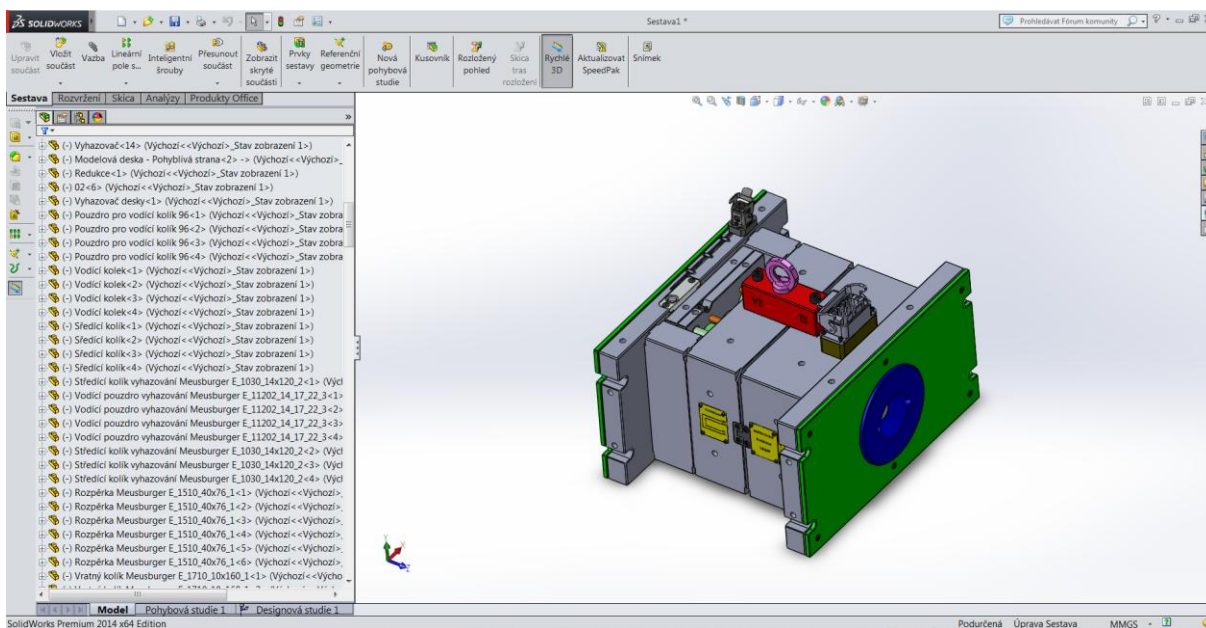
Při tvorbě modelu dílu byly využívány čtyři záložky: prvky, skica (obr. 7), formy a analýza. Prvním krokem bylo vytvoření 2D skici v záložce „skica“. Po kliknutí na položku „Načrtnout skicu“ je uživatel vyzván k určení roviny, v níž chce skicu načrtnout. Po zvolení roviny je možné využít sadu geometrických tvarů pro náčrt. Výbornou funkcí je „Inteligentní kóta“. Ta umožňuje zadat prvkům přesný rozměr. Když je náčrt hotový, je možné pokračovat v záložce „Prvky“, kde lze vytvořit 3D model z náčrtu. K tomu slouží nástroj „Přidání vysunutím“ nebo „Přidat rotací“. Dalšími použitými funkcemi v záložce „Prvky“ byly „odebírání vysunutím, odebírání rotací, průvodce dírami, zaoblení a zkosení“. Odebírání je principiálně stejné jako přidávání. Je zapotřebí vytvořit náčrt v dané rovině a pak pro něj použít funkce odebírání. Průvodce dírami umožňuje vkládat díry, závitové díry, díry se zahloubením pro hlavu atd. a to podle několika norem. Zaoblení a zkosení je možné používat jak pro hrany, tak pro plochy. V záložce „Formy“ jsou obsaženy funkce pro tvorbu dělicí roviny, vytvoření otisku výlisku ve tvárníku a tvárnici, analýza úkosů, změna měřítka atd. V záložce analýza jsou funkce pro měření a různé analýzy. Při modelování formy stačila funkce „Změřit“ pro měření vzdáleností a průměrů a funkce „Fyzikální vlastnosti“ pro určení těžiště a objemu těles. Program umožňuje volnou rotaci s model ale má i několika pohledů, mezi kterými si uživatel může volit. Stejně tak je možno zvolit z několika zobrazení modelu. Další užitečnou možností je zobrazení v řezech využitě například při tvorbě temperančních okruhů.



Obr. 7 Okno programu Solidworks - skica

### 3.2 SESTAVA

Tato část slouží k sestavování dílů do jedné sestavy (obr. 8). Díly, do sestavy, se vkládají skrze záložku „Sestava“ a v ní funkci „Vložit součást“. Mezi součástmi lze pomocí funkce „Vazby“ vytvářet vztahy a tím je na sebe navázat. Dále je v sestavě možné dělat veškeré úpravy dílů stejně jako v části „Díl“. Při modelování je velice výhodné využívat pro tvorbu normálií katalogy výrobců. Obzvláště to platí pro konstrukci vstřikovací formy. Na stránkách některých výrobců jsou v katalogu ke stažení model. V případě této práce bylo využito modelů normálií z internetových stránek firmy Meusburger a HASCO, které se specializují na komponenty pro formy.



Obr. 8 Okno programu Solidworks - sestava

### 3.3 VÝKRES

V této části programu lze kreslit 2D výkres ale i vložit díl nebo sestava z 3D modelu.

## 4 SESTAVENÍ VÝROBNÍHO PROCESU

Výroba vstřikovacích forem je velice náročný proces s velkým důrazem na přesnost.

### 4.1 HRUBOVÁNÍ

Hrubování bylo uvažováno pro modelové desky, tvárník, tvárnici a kotevní desku. U těchto dílů je nutné odebrat velké množství materiálu před tím, než bude probíhat dokončovací operace. Tato operace a operace vrtání je prováděna ještě před kalením.

### 4.2 VRTÁNÍ DĚR

Vrtání se dá rozdělit do dvou fází. V první je použit horizontální vyvrtávací a frézovací stroj. Jím jsou vrtány díry pro temperaci formy, případně frézovány díry pro pouzdra vodicích kolíků. V druhé fázi jsou pomocí souřadnicové vrtačky vytrvány ostatní díry. Nakonec jsou zhotoveny závity.

### 4.3 KALENÍ

Kalení je v tomto případě nutné pouze pro tvárník a tvárnici. Kalením se zvýší odolnost materiálu proti opotřebení proudicím plastem a odolnost vůči vymačkání dosedací plochy.

### 4.4 BROUŠENÍ

Operace broušení je zapotřebí pro konečnou úpravu všech dosedacích ploch desek.

### 4.5 DOKONČOVACÍ FRÉZOVÁNÍ

U modelových desek je frézováním zhotoveno vybrání pro tvarové vložky, vybrání pro dosedací destičky, středění formy a v modelové desce pevné strany vybrání pro trysku a kabely. U tvarových vložek se frézují všechny tvarové části, U tvárníku je potřeba nechat přídavek na leštění. U upínacích desek je dokončováno vyhrání pro středící kroužky. U opěrné desky je zapotřebí pro sedla vyhazovačů a u kotevní desky pro sedlo vyhazovacího čepu.

### 4.6 ERODOVÁNÍ

Operace erodování je uvažována v minimální míře z důvodu nutnosti výroby elektrod. Je použita jen pro vyhloubení děr pro vložky tunelových vtoků.

#### **4.7 LASEROVÝ POPIS**

Laserový popis je používán k popisu jednotlivých dílů, kdy jsou díly pro identifikaci označeny číslem pozice. Dalším popisem bývá popis pro výlisek. Ten je zhotovován na nevhledové plochy. V této formy to znamená na tvárník. Popis je pak otištěn na výlisku ze spodní strany. Obsahem popisu výlisku je název dílu, použitý materiál a číslo dutiny.

#### **4.8 RUČNÍ ÚPRAVA**

Ruční úprava dílů obnáší jejich odjehlování, srážení ostrých rohů kde je třeba, přečišťování stop po obrábění, leštění, zapojení elektrických komponent, atd. Pro tuto formu je zapotřebí přechistit boční tvary tvárníku kvůli snadnému odformování výlisku. Pokud by se přečištění nezajistilo, mohl by výlisek držet na tvárníku. Tvarovou část tvárnice je potřeba vyleštit do vysokého lesku skrze požadavek na vzhled.

#### **4.9 LÍCOVÁNÍ FORMY**

Při lícování formy se používá postup, při němž je na jednu stranu dosedací plochy nanesena tuširovací barva. Následně jsou plochy dotlačeny na sebe, aby se barva otiskla i na druhou dosedací plochu. Místa, která zůstanou bez barvy, na sebe nedoléhají a je třeba je obrobit (slícovat). Při lícování jsou dosedací plochy přebušovány, až dojde k celkovému otištění barvy. Pokud by na sebe plochy zcela doléhaly, hrozila by možnost zatečení plastu do mezery a vznik zástřiku.

#### **4.10 PRŮBĚŽNÁ MĚROVÁ KONTROLA**

Průběžné kontrola rozměrů je nezbytnou součástí precizní přesné výroby. Při měření jsou díly porovnávány vůči 3D modelu. Data jsou ukládána z důvodu pozdějšího možného dohledání.

## 5 ROZBOR OPERACE

### 5.1 HRUBOVÁNÍ

Hrubování je využito kvůli schopnosti rychlého úbytku materiálu. Použito je pro Modelové desky, tvarové vložky a opěrnou desku. Při programování je možné použít hrubší toleranci výpočtů než pro dokončovací operaci. Výsledkem sice méně kvalitní povrch ale práce se tím urychlí. Na počátku hrubování jsou použity nástroje s břitovými destičkami, později monolitní fréza až do průměru 2 mm. Pro vyšší efektivnost výroby je vhodné využívat paletový systém. Vyžaduje to mít zespodu závity M8 a rastr 50 x 50. Takto se dá použít podávání robotem. Výrobce například Erowa. Přídavky pro dokončovací frézování jsou voleny 0,4 mm. Výrobní čas závisí na zručnosti a zkušenostech programátora. Příkladem programu je WorkNC.

### 5.2 ERODOVÁNÍ

Hloubení je dobré používat jen v nejnútnejších případech. Své opodstatnění má v případě, kdy je zapotřebí tvořit hlubší tvary kam se nedostane fréza nebo ostré hrany. Na velké tvary se používá hrubovací elektroda. Použití hrubovací elektrody umožňuje využít vyšší proudy. Výhodou je rychlejší úběr materiálu za daň nižší přesnosti výroby. Následně se používá dokončovací elektroda. Jako materiály pro výrobu elektrod se používají grafit a měď. Grafitové elektrody jsou levnější a snadnější na výrobu. Během hloubení se rychleji opotřebovávají. Měděné elektrody jsou vhodné k dokončování a pro velmi malé tvary.

Pro formu je uvažovaná výroba dvou elektrod. Jedné grafitové hrubovací a jedné měděné pro dokončení. Hloubit je nutné pouze díry pro vložky tunelových vtoků. Stačí jedna od každé elektrody, protože jsou díry totožné.

## 6 TECHNICKO-EKONOMICKÉ POSOUZENÍ

Posouzení ceny při prvních kalkulacích, ve většině případů za účelem nabídky, probíhá na základě zkušeností z předešlých projektů. To jestli se kalkulace sbodne s výslednou cenou závisí na zkušenostech. Někdy je obtížné určit, zda je cena dostatečná, aby byla zakázka výdělečná ale zároveň zajímavá pro zákazníka. V dnešní době se začínají objevovat softwary schopné kalkulací po zadání vstupních informací. Pro účely této kapitoly byl použit způsob kalkulace bez softwaru, pouze na základě zkušeností. Hodinové sazby jsou zvoleny a nenáleží žádné konkrétní nástrojárně.

### 6.1.1 NÁKLADY NA VÝROBU FORMY

Kalkulace formy se skládá z několika částí. Je to cena materiálu, cena normálií, horkého systému. Jsou to náklady na práci při konstrukci a výrobě. Část nákladů tvoří kooperace, tzn. operace, které není nástrojárna schopná udělat ať už z technologických nebo kapacitních důvodů. Součástí jsou i náklady za zkoušení formy, dopravu atd.

#### MATERIÁL

Cena materiálu se určuje na základě výpočtu hmotnosti neobrobených kusů. Pro rámové desky tzn. modelové desky, upínací atd., se počítá s cenou cca 100,- Kč/kg. Pro materiál na vložky 130,- Kč/kg. Do materiálu je započítáván i grafit a měď na elektrody.

#### HORKÝ SYSTÉM

Cena horkého systému se z pravidla odvíjí na základě poptávky a nabídky. Příčinou je fakt, že systém bývá většinou vyroben dodavatelem na míru pro danou formu. Pro účely kalkulace je cena stanovena na základě odborného odhadu.

#### NORMÁLIE

Normálie jsou uvedeny v katalogu daného výrobce, avšak dopředu jde jen o odborný odhad, protože na počátku zakázky není známo, co všechno konstruktér navrhne. Reálný výsledek závisí tedy na konstruktérovi a na nákupčím jakého dodavatele zvolí.

#### KONSTRUKCE

Konstrukce je počítána dle hodinové sazby a odborného odhadu pracnosti. Velký vliv má rychlost práce konstruktéra. Někdy se délka práce přihlíží i tomu kdo bude nástroj kreslit, pokud je to známo předem.

Samostatně se pak počítají náklady na konstrukci elektrod. Ty však již nekreslí tentýž konstruktér.

#### VÝROBA

Nejlépeším způsobem pro odborný odhad pracnosti výroby je porovnávání s již hotovými zakázkami. Ideální je, když firma disponuje elektronickým systémem, dle kterého je možnost zpětně nahlédnout do předešlých zakázek. Zpětná vazba je velmi cenná. Pracovník má takto možnost vidět proč daná zakázka vyšla nebo nevyšla a z jakých důvodů. Výrobní náklady pro vstříkovací formy se dělí do dvou hlavních částí. Jsou to náklady do prvního zkoušení nástroje a náklady za optimalizace.

## KOOPERACE

Plánováno je pouze kalení tvarových vložek a leštění tvárnice. Častými technologickými kooperacemi kromě kalení bývají povrchové úpravy, jakými jsou různé druhy dezénů, zrcadlové leštění atd. Tyto úpravy dělají specializované firmy.

## OSTATNÍ NÁKLADY

Mezi ostatními náklady je zahrnuto zkoušení formy. Interní zkoušení je vždy dobré provádět před odesláním k zákazníkovi, který pak formu zkouší na svém produkčním lise. Je tu takto možnost odstranit některé nedostatky ještě v nástrojárně. Další položkou je interní doprava například do kalení, leštění atd.

Detailně rozepsaný kalkulační list pro formu je obsažen v příloze 8.

### 6.1.2 KALKULACE CENY VÝLISKU

Cena výlisku se v první řadě odvíjí od délky pracovního cyklu. Dále dle ceny materiálu. Váhy výhozu. Spadají sem i náklady za obalový materiál, robotickou odebírací hlavu, měřicí přípravky, popřípadě montážní přípravky. Důležitým faktorem je požadované množství během životnosti projektu.

Jako příklad je stanovena hodinová sazba stroje 1000 Kč/hod. Hodinová sazba za práci operátora 150 Kč/hod. Cena Materiálu TECHNYL A 60G1 V25 NATURAL 95 Kč/kg (závisí na odebraném množství). Váha výlisku včetně vtokového zbytku 24,25 g. Délka pracovního cyklu dle moldflow je 14,24 s (9,24 s doba cyklu + 5 s pro odebrání výlisku). Pro balení jsou použity kartonové krabice 400 x 300 x 300 s cenou 14 Kč/ks, proložky s cenou 2 Kč/ks a Mirelon s cenou 1 Kč/ks (opět závisí na odebraném množství).

#### POČET VÝLISKŮ VYPRODUKOVANÝCH ZA HODINU

$$p_h = \text{hodina} \div \text{čas cyklu} [-] \quad (6.1)$$

$$3600 \div 14,24 = 252,81$$

Jelikož je forma dvounásobná, bude vyrobených 503,62 výlisků za hodinu.

#### NÁKLADY ZA HODINU LISOVÁNÍ

$$n_{hl} = \text{náklady stroje} + \text{náklady na operátora} + \text{cena materiálu} [Kč \cdot \text{hod}^{-1}] \quad (6.2)$$

$$1000 + 150 + 503,62 \cdot 24,25 \cdot 0,095 = 2310,21 \text{ Kč} \cdot \text{hod}^{-1}$$

#### NÁKLADY NA BALÍCÍ MATERIÁL

Balení je uvažováno 8 pater v krabici po 25 ks, pro každé patro proložka a 2 ks Mirelonu (ze spodní a z horní strany výlisku).

$$n_b = \text{cena jednoho balení} \div \text{počet ks v balení} [Kč] \quad (6.3)$$

$$46 \div 200 = 0,23 \text{ Kč}$$

**NÁKLADY NA VÝROBU VÝLISKU**

$$n_v = \text{hodinové náklady} \div \text{hodinová produkce} + \text{balení [Kč]} \quad (6.4)$$

$$= 2310,21 \div 503,62 + 0,23 = 4,72 \text{ Kč}$$

## 7 DISKUZE VÝSLEDKŮ

### 7.1 ALTERNATIVNÍ ŘEŠENÍ

#### 7.1.1 RÁMOVÉ DESKY

Rozměry modelových, upínacích a rozpěrných desek je výhodnější volit dle normalizovaných rozměrů. Při konstrukci formy nebyl tento fakt ještě znám, proto mají modelové a rozpěrné desky atypické rozměry. Dodržování normalizovaných rozměrů je výhodné z důvodu možnosti nákupu již broušených rámových desek s přesným rozměrem, čímž odpadá výroba práce.

#### 7.1.2 ROZPĚRNÉ A VYHAZOVACÍ DESKY

Z hlediska tuhosti formy je lepším řešením umístit rozpěrné desky pod delší strany modelové desky. Zároveň je vhodné zmenšit vyhazovací desky, tedy kotevní a opěrnou. Zmenší se tak vzdálenost mezi vodícími kolíky a tím zmenší tendence ke křížení.

#### 7.1.3 VYHAZOVÁNÍ

Ve zpracování konstrukci je vyhazování řešeno pomocí kombinace válcových vyhazovačů a vzduchového vyhazování. Jinou možností je použití blokových vyhazovačů, jež by tlačily do spodních hran obvodu výlisku. Tato varianta by však byla nákladnější.

#### 7.1.4 DĚLENÉ TVAROVÉ VLOŽKY

Pro velké výlisky se někdy používá samostatná vložka pro každou dutinu. Toto řešení je výhodnější z hlediska manipulace při výrobě a při sestavě. Použití jednotné vložky má výhodu vyšší tuhosti a rychlejšího obrobení.

#### 7.1.5 ODLEHČENÍ TVAROVÝCH VLOŽEK

Ve zpracované konstrukci je provedeno odlehčení na tvárníku i na tvárnici s tím, že je na tvárnici vyvedeno odvodu vzduchu. Pro zjednodušení a zkrácení výroby bývá odlehčení zhotoveno jen na jedné z tvarových vložek. Takto by bylo odlehčení jen na tvárníku spolu s odvodu vzduchu a dosedací plocha tvárnice by se pouze brousila namísto použití CNC frézování.

### **7.1.6 STŘEDĚNÍ FORMY**

Při konstrukci formy a volbě středění nebylo uvažováno s jeho vhodností vůči výrobě. Kapsy pro použité středění je nutné frézovat z bočních stran modelových desek. Praktičtější je použití středění, pro které je možné zhotovit kapsy ze strany dělicí roviny, čímž by se ušetřily čtyři upnutí na každou z desek.

## **7.2 KOMUNIKACE SE ZÁKAZNÍKEM**

Komunikace se zákazníkem má v rámci trvání projektu několik fází, které jsou uvedeny níže. Hlavním cílem nejsou jednorázové zakázky, ale nejdůležitější je budování dlouhodobých vztahů.

### **POČÁTEK PROJEKTU**

Komunikace začíná na základě zákaznické poptávky na výrobu nástroje nebo dílů, na jejímž základě je zaslána zpět nabídka. Pokud je nabídka pro zákazníka zajímavá a strany se domluví, posílá zákazník objednávku na dílo.

### **PRŮBĚH KONSTRUKCE – VYJASNĚNÍ SPECIFIKACÍ**

Zákazník buď dodává svoji konstrukci, nebo je mu zhotovena. Před jejím započítím je nutné vyjasnit všechny požadavky a specifikace. V pozdější fázi rozpracovanosti konstrukce formy jsou data zasílána ke schválení zákazníkem. Po schválení může být konstrukce dokončena a vydána výkresová dokumentace.

### **PRŮBĚH VÝROBY**

Během výroby je zákazník průběžně informován o stavu rozpracovanosti. To může být zprostředkováno akčním plánem a jeho plněním, dodávanými fotografiemi z výroby nebo jen emailovou a telefonickou komunikací.

### **OBDOBÍ OD PRVNÍHO ZKOUŠENÍ DO PŘEDÁNÍ NÁSTROJE**

Po prvním zkoušení určí zákazník vady na výlisku, které mu vadí a požaduje je odstranit, případně funkční vady formy. Pro zhotovení oprav je na základě komunikace se zákazníkem stanoven termín oprav, po nichž následuje další zkoušení nástroje. Tyto optimalizační smyčky jsou opakovány do odstranění všech závad. Ve chvíli, kdy je nástroj ve stavu, který zákazníkovi vyhovuje, může dojít k předání nástroje zákazníkovi.

## ZÁVĚR

Výsledkem je konstrukce formy, jež je schválena z konstrukčního, výrobního i ekonomického hlediska a bylo by ji možné zadat do výroby.

### VÝSLEDNÉ PARAMETRY FORMY

Jedná se o dvounásobnou formu s jednou centrální neuzavíratelnou horkou tryskou.

Rozměry D x Š x V: 235 x 310 x 380 mm

Váha: 235 Kg

Materiál: 1.2343 a 1.2343 ESU

Tvarová plocha tvárnice leštěná.

Formu je možné vyrobit s náklady pod 540 000 Kč za 11 týdnů čteně konstrukce.

### PARAMETRY PRO LISOVÁNÍ

Forma určena pro lis KraussMaffei 160 CX

Provozní teplota formy 60 °C

Teplota vstříkovaného materiálu 285 °C

Vstříkovací tlak 73,1575 MPa.

Materiál vylisku PA 66 + 25 % GF

Délka cyklu 14,24 s.

Váha vylisku 11,9 g.

Náklady na výrobu vylisku 4,72 Kč.

## POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] [ONLINE KATALOG NORMÁLÍÍ]. In: *Meusburger* [online]. [cit. 2017-05-15].  
Dostupné z: <http://ecom.meusburger.com/index/index.asp?rnd=27760>
- [2] [ONLINE KATALOG NORMÁLÍÍ]. In: *HASCO* [online]. [cit. 2017-05-17]. Dostupné z:  
<https://www.hasco.com/hasco/en/Product-catalogue/Z/c/PIM03>
- [3] TECHNYL A 60G1 V25 NATURAL. In: *Prospector®* [online]. [cit. 2017-04-10].  
Dostupné z: <https://plastics.ulprospector.com/datasheet/e295329/technyl-a-60g1-v25-black-2n>
- [4] *Krauss Maffei Technical Data*. 3. Auflage. Bundesrepublik Deutschland: Krauss-Maffei Kunststofftechnik, 2004.
- [5] Ing. Vojtěch Sedlák - konzultace (PP&T Linhartice 127) dne 30. března 2017
- [6] Ing. David Burian - konzultace (PP&T Linhartice 127) dne 5. dubna 2017
- [7] Zdeněk Ivánek - konzultace (PP&T Linhartice 127) dne 17. května 2017
- [8] Tomáš Neuer - konzultace (PP&T Linhartice 127) dne 15. května 2017
- [9] Petr Vašek - konzultace (PP&T Linhartice 127) dne 3. dubna 2017

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratka/symbol	Jednotka	Popis
Šíbr	-	Pohyblivý vložka
$p_h$	[-]	Počet vyprodukovaných výlisků za hodinu.
$n_{hl}$	[Kč · hod <sup>-1</sup> ]	Náklady za hodinu lisování.
$n_b$	[Kč]	Náklady na balení výlisku.
$n_v$	[Kč]	Náklady na výrobu výlisku.

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1 Materiálové listy

Příloha 2 Moldflow analýza

Příloha 3 Technické specifikace stroje KraussMaffei KM 160 CX

Příloha 4 Schémata instalace vtokových vložek

Příloha 5 Temperační a vzduchový obvod tvárníku

Příloha 6 Temperační obvod tvárnice

Příloha 7 Specifikace horké trysky

Příloha 8 Kalkulační list formy

**TECHNYL® A 60G1 V25 NATURAL**

Polyamide 66

Solvay Engineering Plastics

**PROSPECTOR®**

www.ulprospector.com

## Technical Data

**Product Description**

TECHNYL® A 60G1 V25 Natural is a 25% GF reinforced organophosphorous flame retarded grade based on a patented high flow polyamide 66 resin.

This product is heat stabilized and provides optimized injection moulding performance. This product is available in

**General**

Material Status	<ul style="list-style-type: none"> <li>Commercial: Active</li> </ul>
Literature <sup>1</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Processing - Rhodia Injection Molding (English)</li> <li>Processing - Technyl A &amp; C Injection Molding (English)</li> <li>Technical Datasheet (English)</li> </ul>
Search for UL Yellow Card	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solvay Engineering Plastics</li> <li>TECHNYL® A</li> </ul>
Availability	<ul style="list-style-type: none"> <li>Africa &amp; Middle East</li> <li>Asia Pacific</li> <li>Europe</li> <li>Latin America</li> <li>North America</li> </ul>
Filler / Reinforcement	<ul style="list-style-type: none"> <li>Glass Fiber, 25% Filler by Weight</li> </ul>
Additive	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flame Retardant</li> <li>Heat Stabilizer</li> </ul>
Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flame Retardant</li> <li>Good Electrical Properties</li> <li>Good Processability</li> <li>Heat Stabilized</li> <li>High Flow</li> </ul>
Uses	<ul style="list-style-type: none"> <li>Automotive Applications</li> <li>Automotive Under the Hood</li> </ul>
Agency Ratings	<ul style="list-style-type: none"> <li>UU 453/2010/EC</li> </ul>
RoHS Compliance	<ul style="list-style-type: none"> <li>RoHS Compliant</li> </ul>
Appearance	<ul style="list-style-type: none"> <li>Black</li> <li>Colors Available</li> <li>Grey</li> <li>Natural Color</li> </ul>
Processing Method	<ul style="list-style-type: none"> <li>Injection Molding</li> </ul>
Part Marking Code (ISO 11469)	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt;PA66-GF25 FR(40)&lt;</li> </ul>

Physical	Dry	Conditioned	Unit	Test Method
Density	1.38	–	g/cm <sup>3</sup>	ISO 1183/A
Melt Mass-Flow Rate (MFR) (275°C/0.005 kg)	27	–	g/10 min	ISO 1133
Molding Shrinkage				Internal Method
Across Flow	0.90	–	%	
Flow	0.50	–	%	
Water Absorption (23°C, 24 hr)	0.83	–	%	ISO 62
Outdoor Suitability	f1	–		UL 746C
Molding Shrinkage Isotropy	0.500	–		Internal Method
Mechanical	Dry	Conditioned	Unit	Test Method
Tensile Modulus	9500	8000	MPa	ISO 527-2/1A
Tensile Strength				
Break	130	–	MPa	ASTM D638
Break	142	88.0	MPa	ISO 527-2/1A
Tensile Elongation				
Break	2.8	–	%	ASTM D638
Break	2.0	2.7	%	ISO 527-2/1A
Flexural Modulus	8300	–	MPa	ASTM D790
Flexural Strength	195	–	MPa	ASTM D790
Impact	Dry	Conditioned	Unit	Test Method
Charpy Notched Impact Strength (23°C)	6.0	8.0	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179/1eA
Charpy Unnotched Impact Strength				
-30°C	60	–	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179/1fU
23°C	65	85	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 179/1eU



Materiálové listy

**TECHNYL® A 60G1 V25 NATURAL**  
 Polyamide 66  
 Solvay Engineering Plastics

**PROSPECTOR®**  
 www.ulprospector.com

Impact	Dry	Conditioned	Unit	Test Method
Notched Izod Impact				
23°C	95	–	J/m	ASTM D256
23°C	6.8	9.0	kJ/m <sup>2</sup>	ISO 180/1A
Thermal	Dry	Conditioned	Unit	Test Method
Heat Deflection Temperature				
0.45 MPa, Unannealed	260	–	°C	ISO 75-2/Bf
1.8 MPa, Unannealed	246	–	°C	ASTM D648
1.8 MPa, Unannealed	240	–	°C	ISO 75-2/Af
Melting Temperature				
–	263	–	°C	ISO 11357-3
–	262	–	°C	ASTM D3418
CLTE - Transverse (23 to 85°C)	3.0E-5	–	cm/cm/°C	ISO 11359-2
Electrical	Dry	Conditioned	Unit	Test Method
Electric Strength	30	28	kV/mm	IEC 60243-1
Comparative Tracking Index (Solution A)	550	600	V	IEC 60112
Flammability	Dry	Conditioned	Unit	Test Method
Flame Rating				UL 94
0.800 mm	V-0	–		
1.60 mm	V-0	–		
3.20 mm	V-0	–		
Glow Wire Flammability Index				IEC 60695-2-12
0.800 mm	960	–	°C	
1.60 mm	960	–	°C	
3.20 mm	960	–	°C	
Glow Wire Ignition Temperature				IEC 60695-2-13
1.60 mm	775	–	°C	
3.20 mm	775	–	°C	
Oxygen Index	33	–	%	ISO 4589-2
Injection	Dry Unit			
Drying Temperature	80.0 °C			
Suggested Max Moisture	0.20 %			
Rear Temperature	260 to 275 °C			
Middle Temperature	275 to 280 °C			
Front Temperature	280 to 285 °C			
Mold Temperature	60.0 to 80.0 °C			

**Notes**

<sup>1</sup> These links provide you with access to supplier literature. We work hard to keep them up to date; however you may find the most current literature from the supplier.

<sup>2</sup> Typical properties: these are not to be construed as specifications.



Příloha 2 - 1/33

Moldflow analýza

### Informace o modelu

#### Komentáře:



<u>Název</u>	<u>Výchozí</u>
<u>Typ</u>	<u>Tělo</u>
<u>Prvek</u>	161314
<u>Uzel</u>	67893
<u>Plocha symetrie</u>	Ne
<u>Objem</u>	12.03 (cm3)
<u>Hmotnost</u>	11.90 (G)

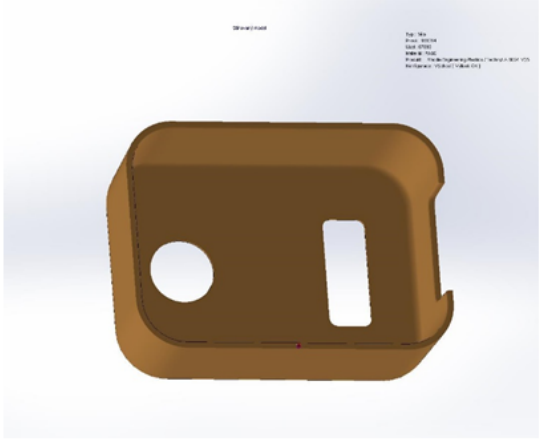
Moldflow analýza

<b>Velikost</b>	75.00 (mm) x 27.01 (mm) x 55.00 (mm)
-----------------	--------------------------------------

**Vlastnosti materiálu**

**Komentáře:**

**Polymer**

Odkaz modelu	Vlastnosti
	<b>Název materiálu</b> PA66
	<b>Název produktu</b> Rhodia Engineering Plastics / Technyl A 60G1 V25
	<b>Teplota taveniny</b> 285.00 °C
	<b>Teplota formy</b> 60.00 °C
	<b>Teplota vyhazování</b> 130.00 °C
	<b>Teplota přechodu na sklovitost</b> 235.00 °C
	<b>Měrné teplo</b> 4.4000000000e+007 erg/(g-C)
	<b>Tepelná vodivost</b> 2.5000000000e+004 erg/(sec-cm-K)
	<b>Youngův modul pružnosti</b> 5.3000000000e+010 dyne/cm2
	<b>Poissonova konstanta</b> 4.8000000000e-001

Moldflow analýza

**Parametry procesu**

Komentáře:

**Nastavení plnění**

<b>Doba plnění</b>	1.01 sec
<b>Teplota taveniny hlavního materiálu</b>	285 °C
<b>Teplota stěny formy</b>	60 °C
<b>Mezní vstřikovací tlak</b>	100 MPa
<b>Limit průtoku</b>	194 cc/s
<b>Bod přechodu plnění/dotlak (% vyplněného objemu)</b>	100 %

<b>Doba udržování tlaku</b>	2.65 sec
<b>Celkový čas ve fázi dotlaku</b>	8.25 sec
<b>% vláken (od 0 do 100)</b>	25 %
<b>Automatický čas plnění (1: Ano, 0: Ne)</b>	1
<b>Automatický čas dotlaku (1: Ano, 0: Ne)</b>	1
<b>Analýza odvzdušnění (1: Ano, 0: Ne)</b>	0
<b>Počáteční tlak vzduchu dutiny</b>	0.1 MPa
<b>Počáteční teplota vzduchu dutiny</b>	25 °C

**Nastavení deformace**

<b>Teplota vzduchu</b>	30 °C
------------------------	-------

Moldflow analýza

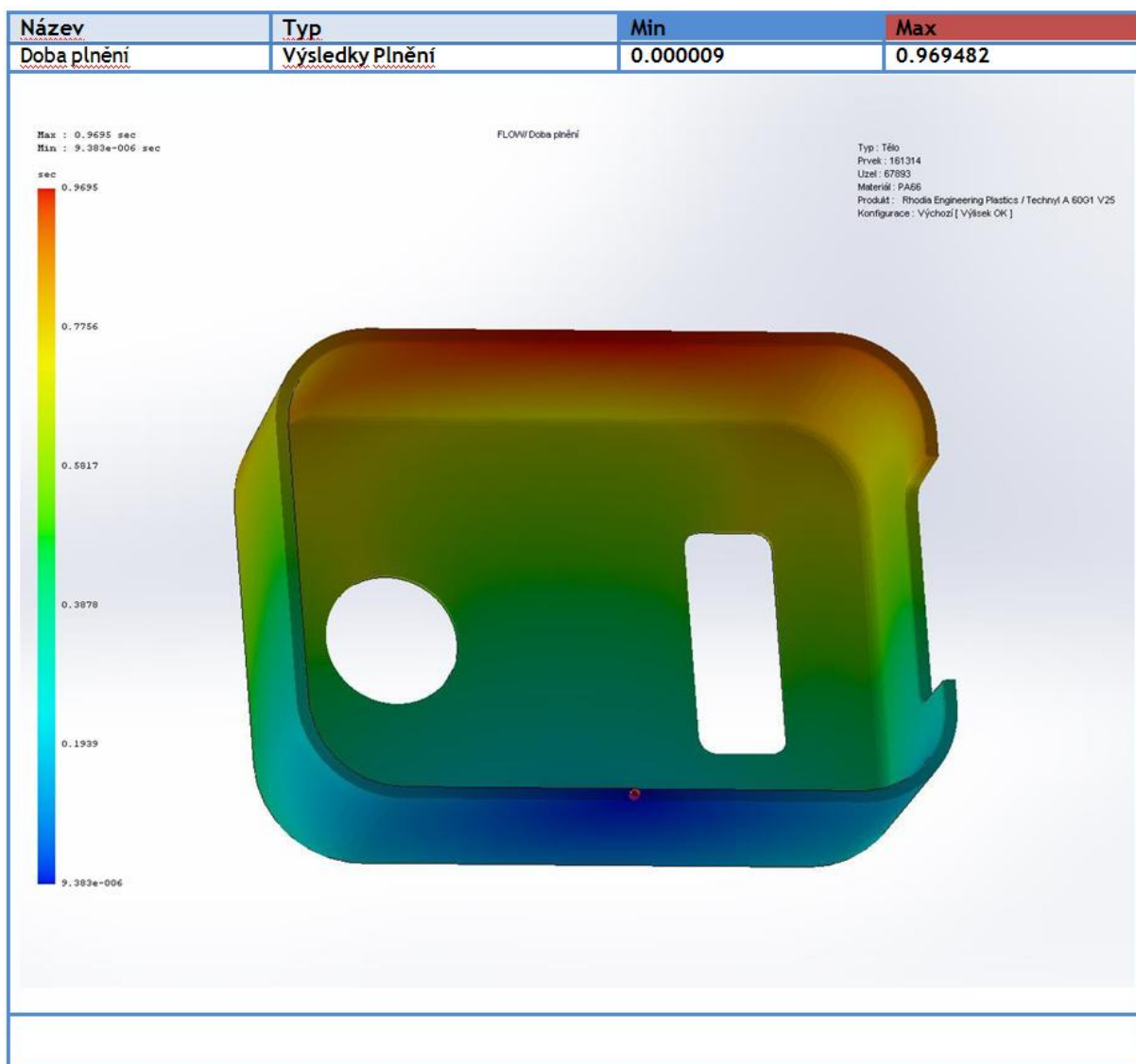
**Výsledky Plnění**

**Komentáře:**

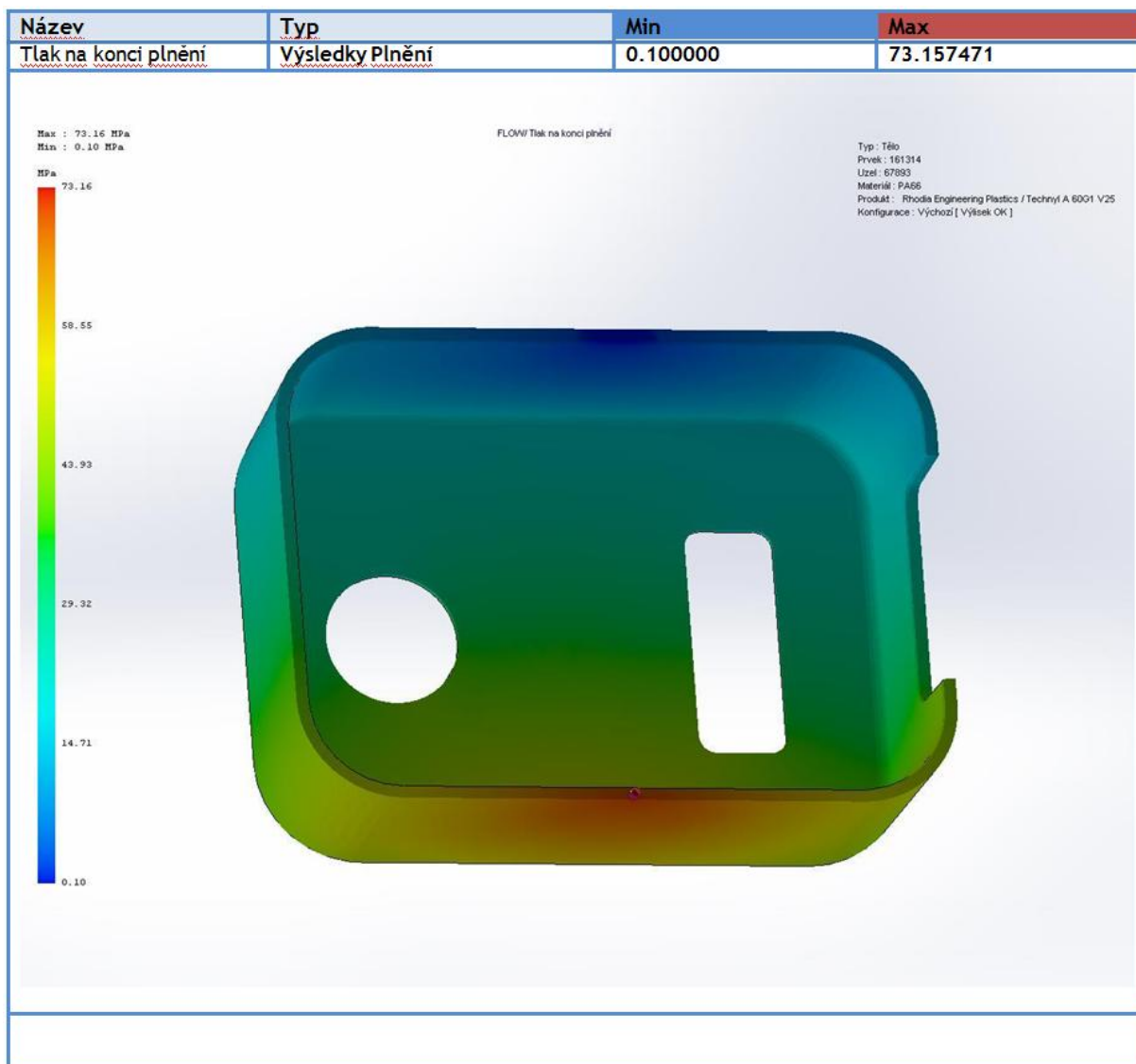
**Shrnutí toku**

<b>Upínací síla ve směru X</b>	5.7890 Tonne (6.3800 Ton U.S)
<b>Upínací síla ve směru Y</b>	9.6291 Tonne (10.6000 Ton U.S)
<b>Upínací síla ve směru Z</b>	10.5732 Tonne (11.7000 Ton U.S)
<b>Vyžadovaný tlak vstřikování</b>	73.1575 MPa (10600.0000 psi)
<b>Max. reálná teplota</b>	285.7833 °C (546.0000 °F)
<b>Max. střední objemová teplota</b>	285.6783 °C (546.0000 °F)
<b>Max. smykové napětí</b>	0.7108 MPa (103.0000 psi)
<b>Max. smyková rychlost</b>	24918.3500 1/sec
<b>Čas procesoru</b>	1106.22 sec
<b>Doba cyklu</b>	9.24 sec
- 1. Doba plnění	0.97 sec
- 2. Celkový čas ve fázi dotlaku	8.27 sec
- a). Doba udržování tlaku	2.77 sec
- b). Doba čistého chlazení	5.50 sec

Moldflow analýza

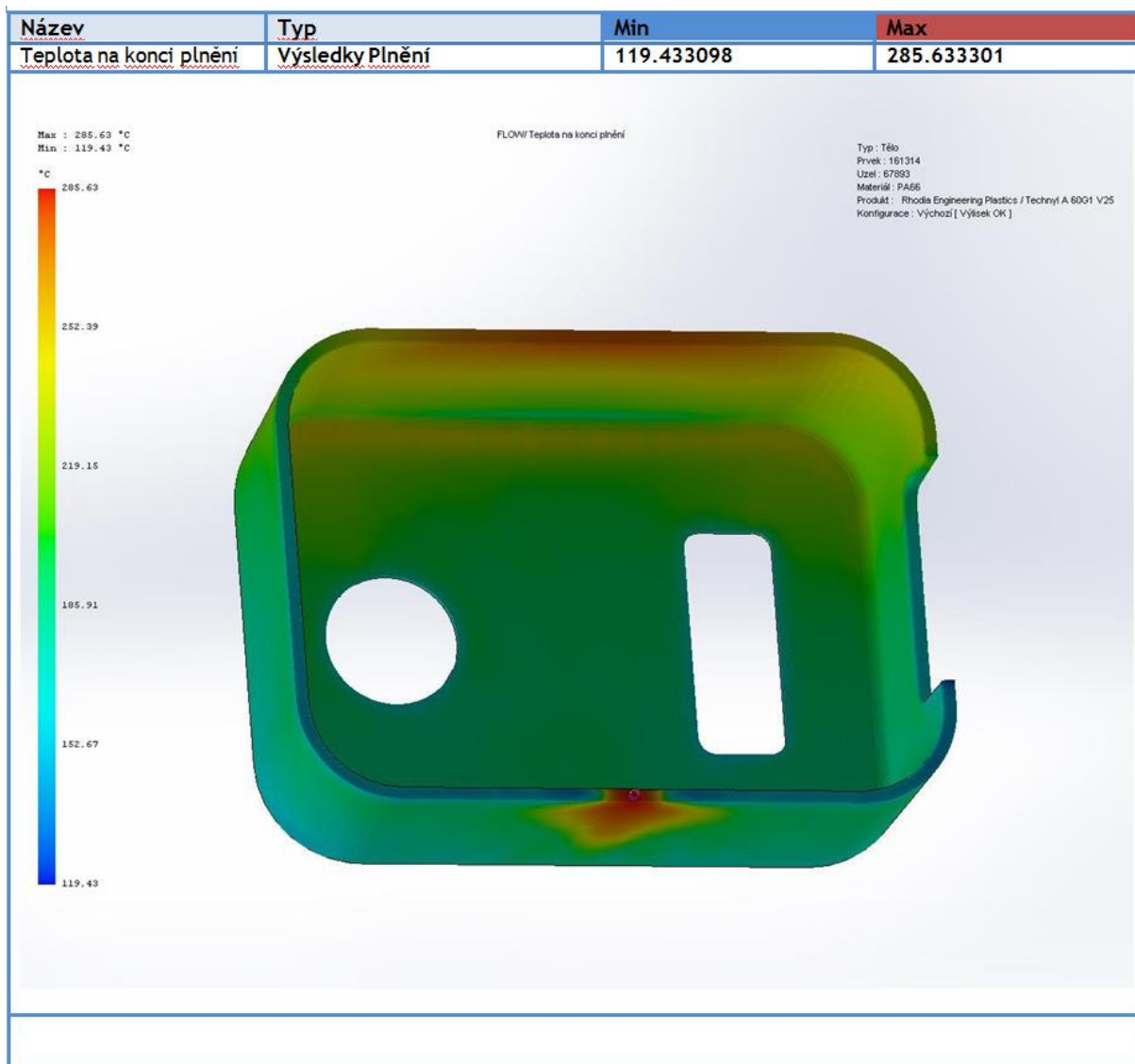


Moldflow analýza

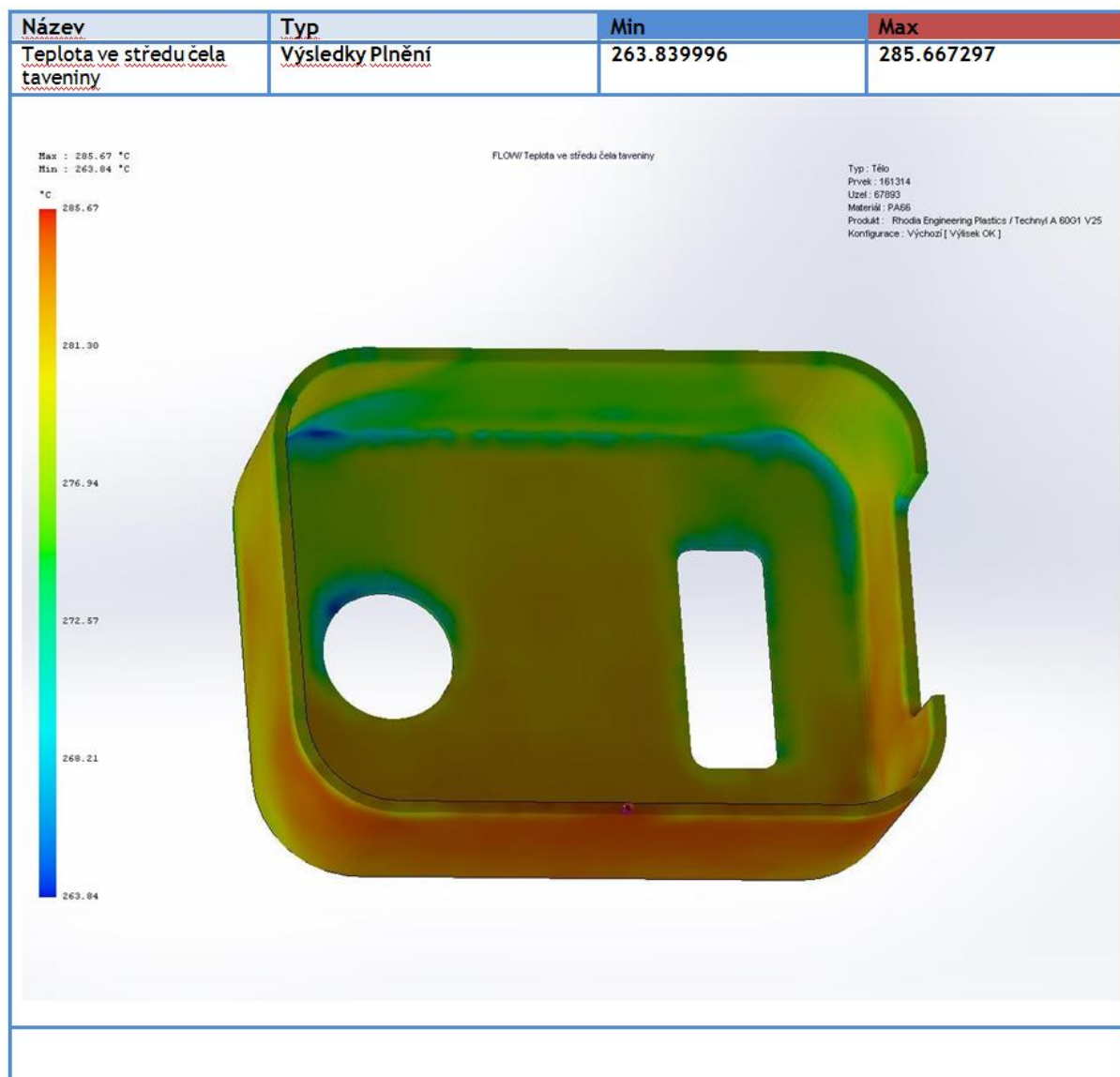


Příloha 2 - 7/33

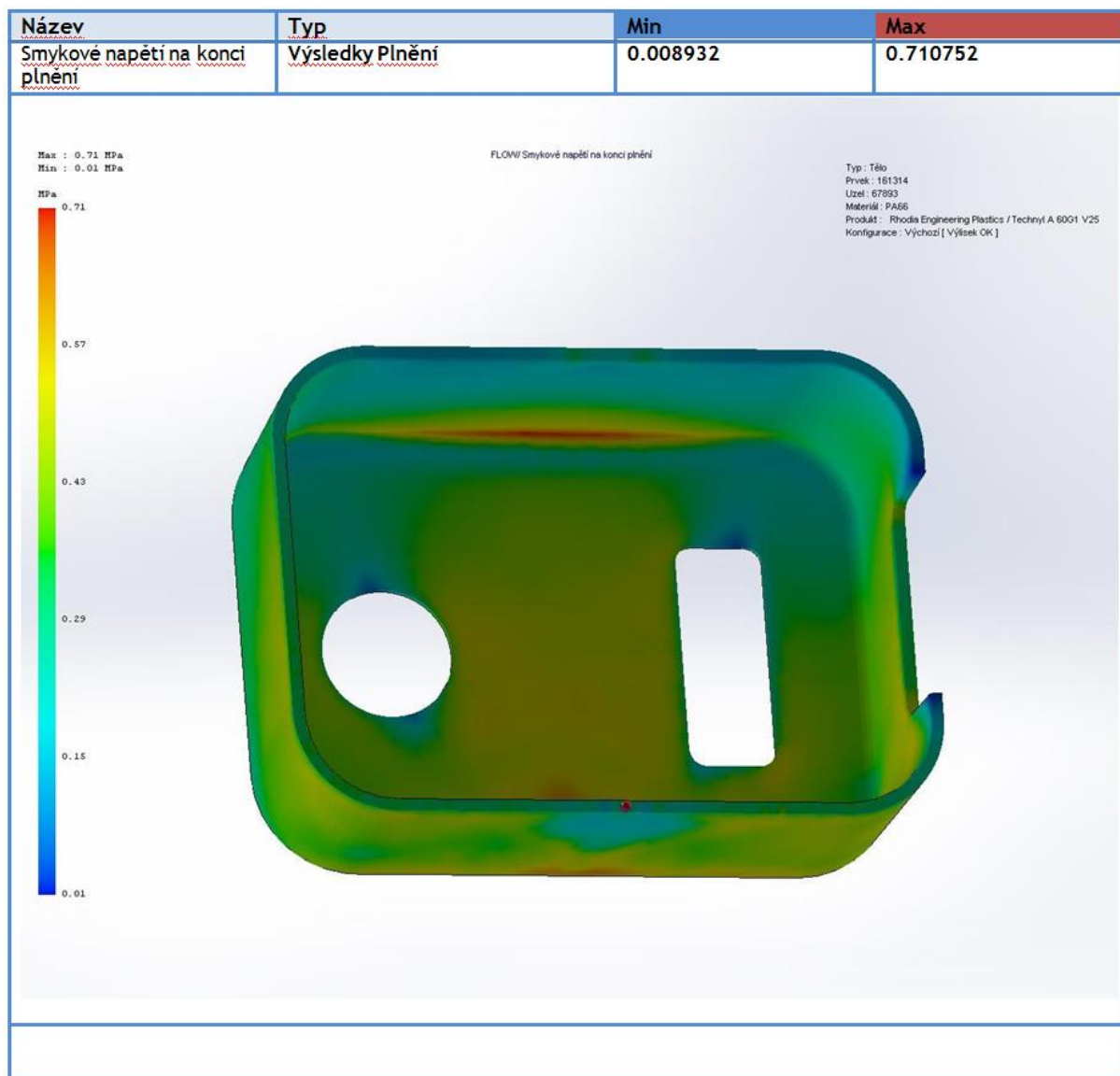
Moldflow analýza



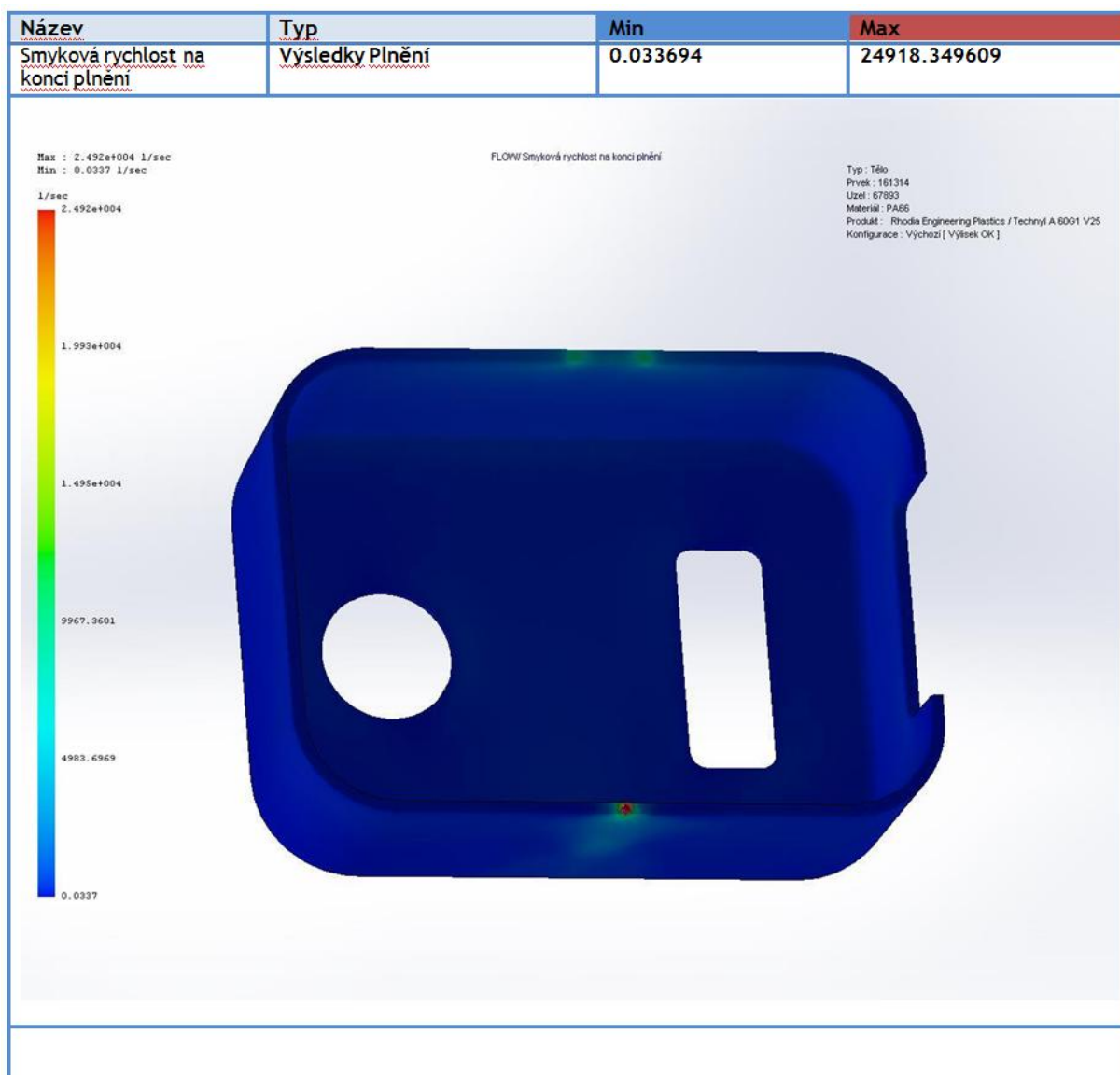
Moldflow analýza



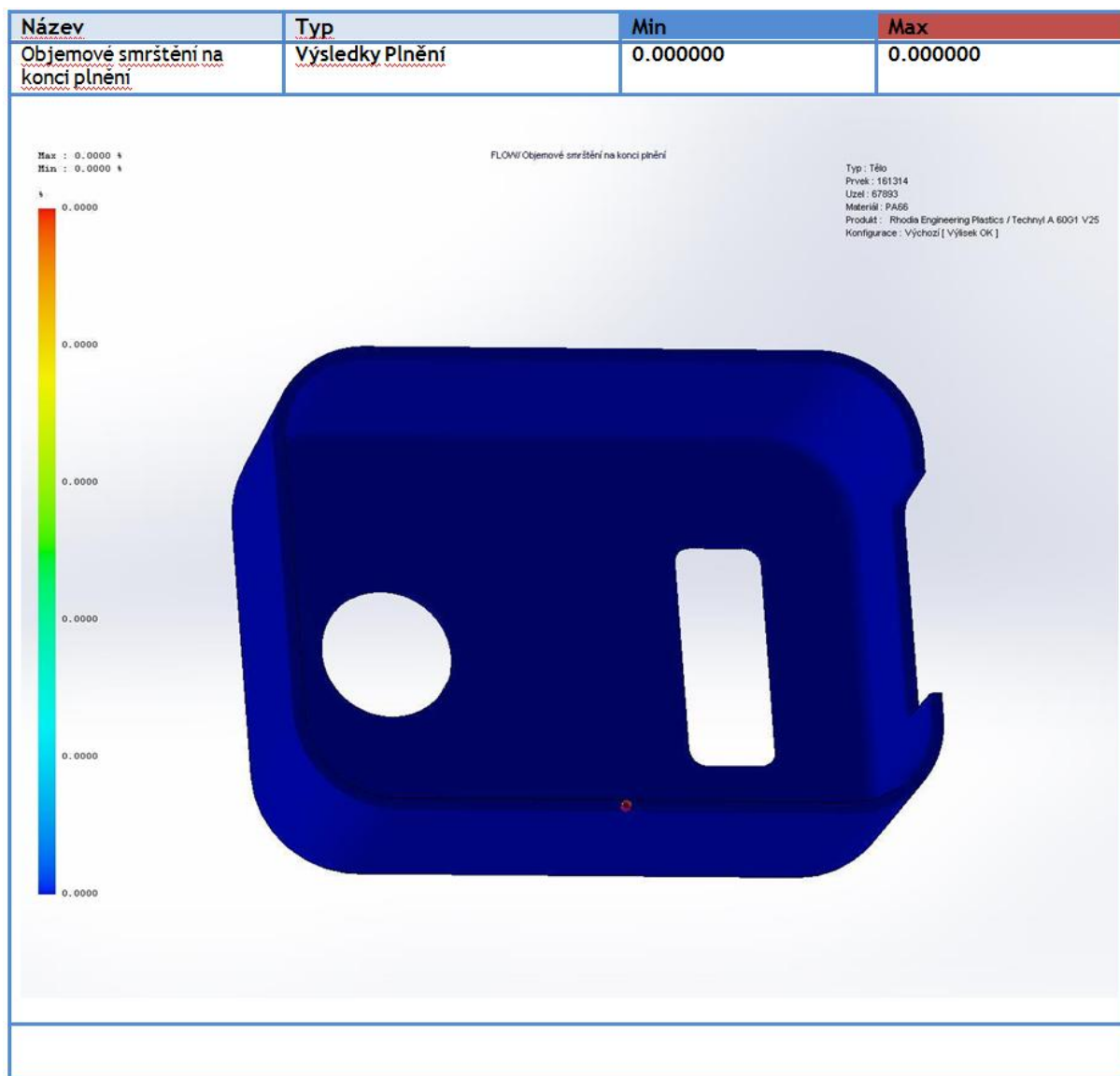
Moldflow analýza



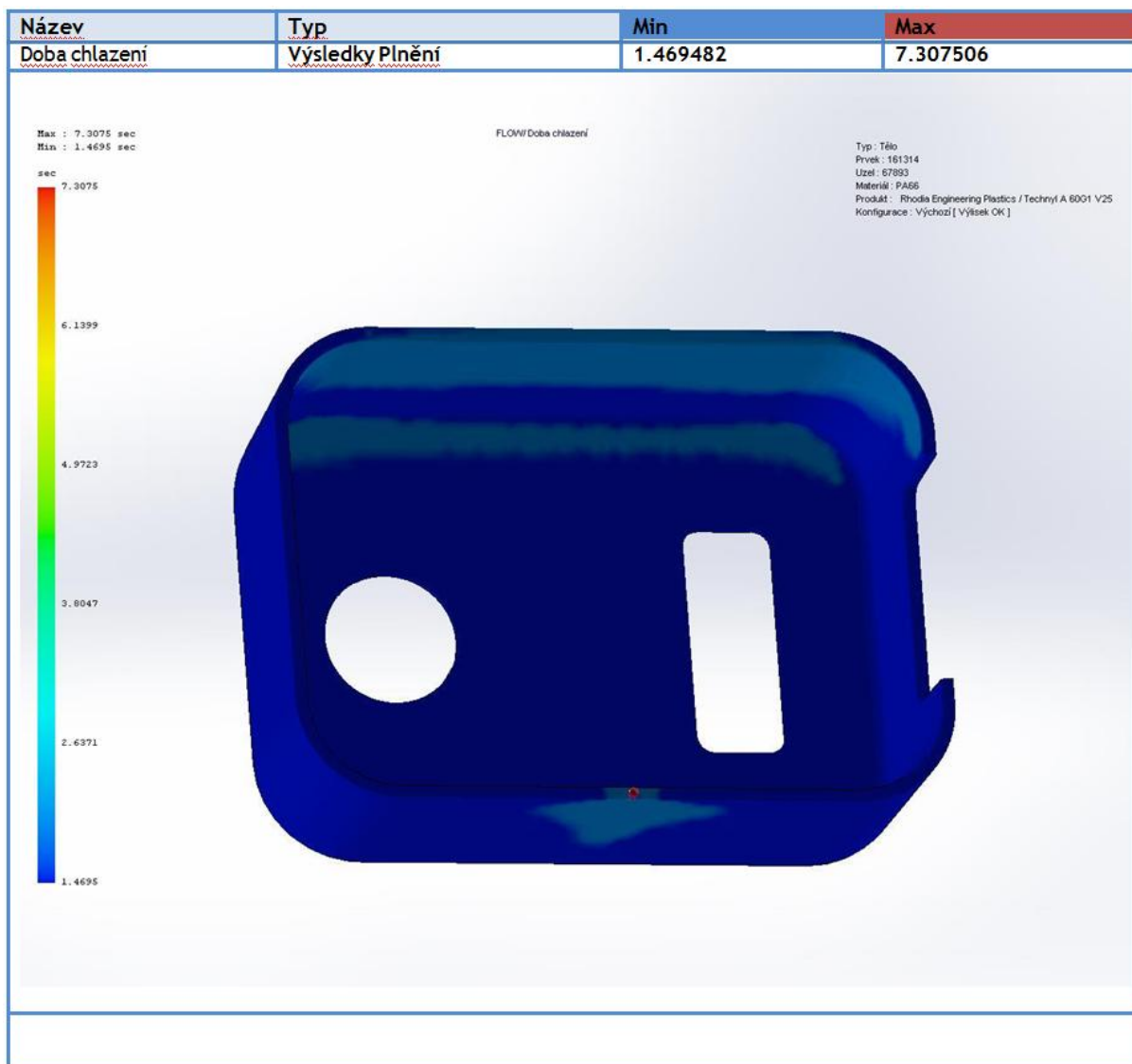
Moldflow analýza



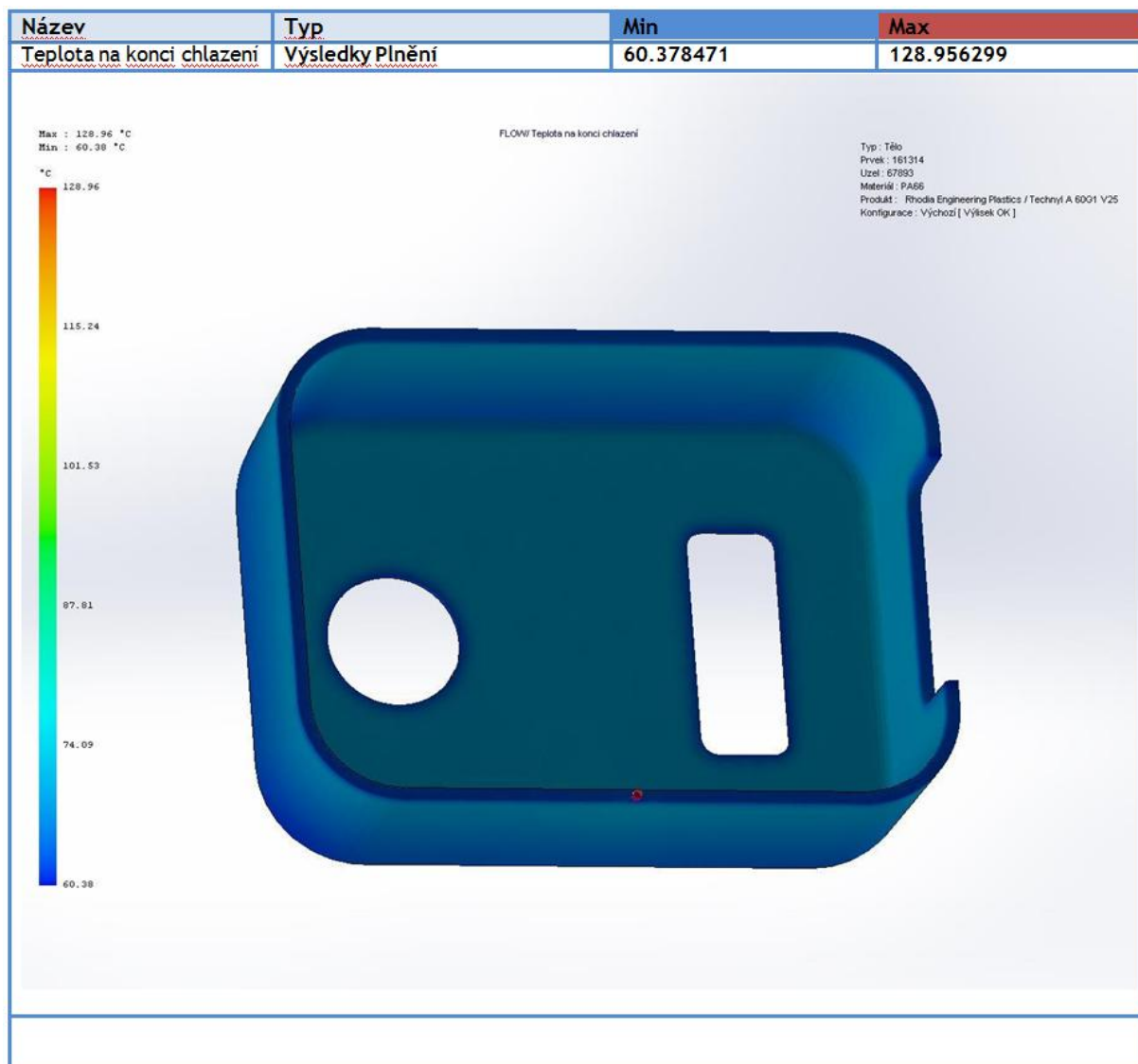
Moldflow analýza



Moldflow analýza

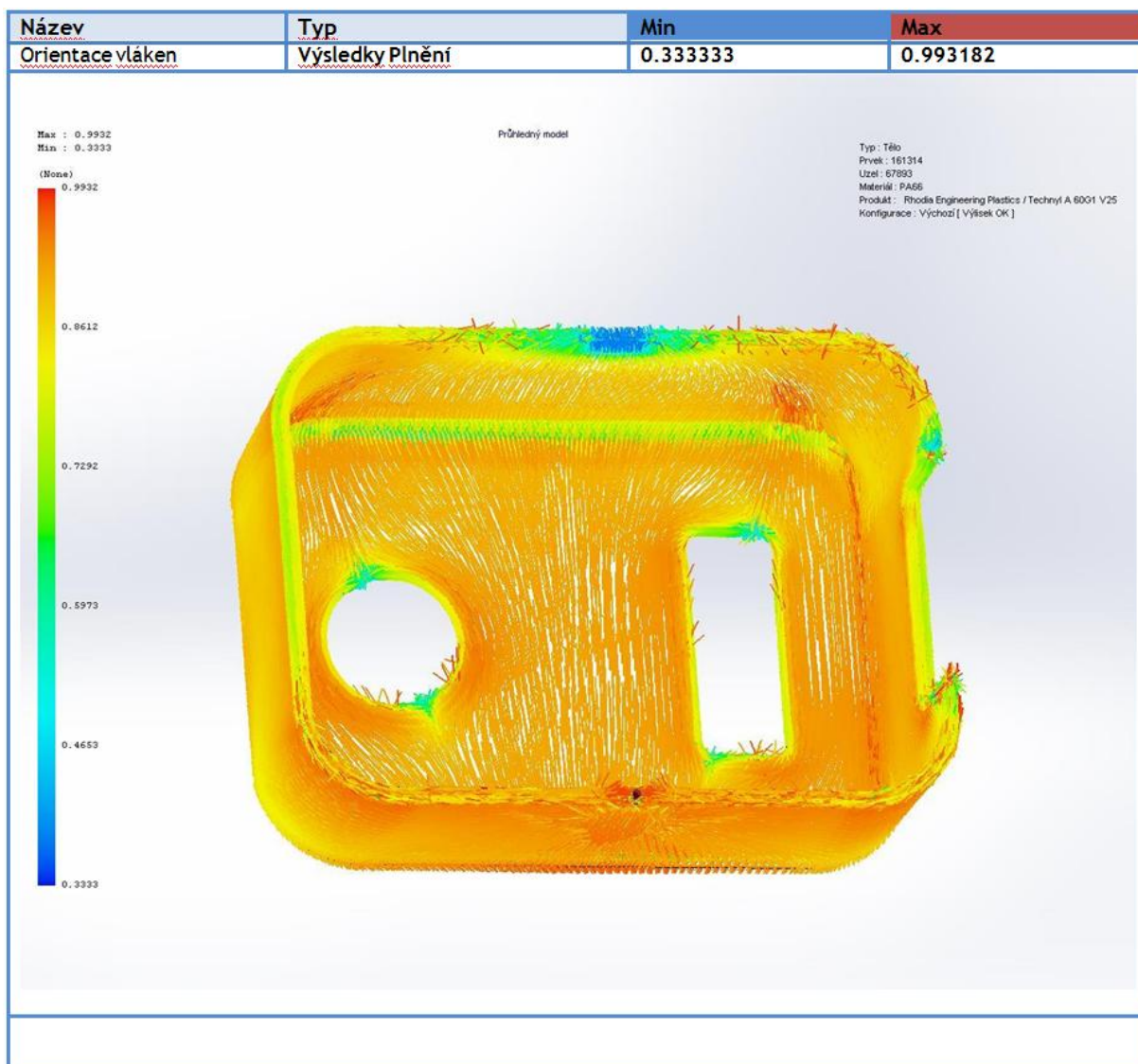


Moldflow analýza



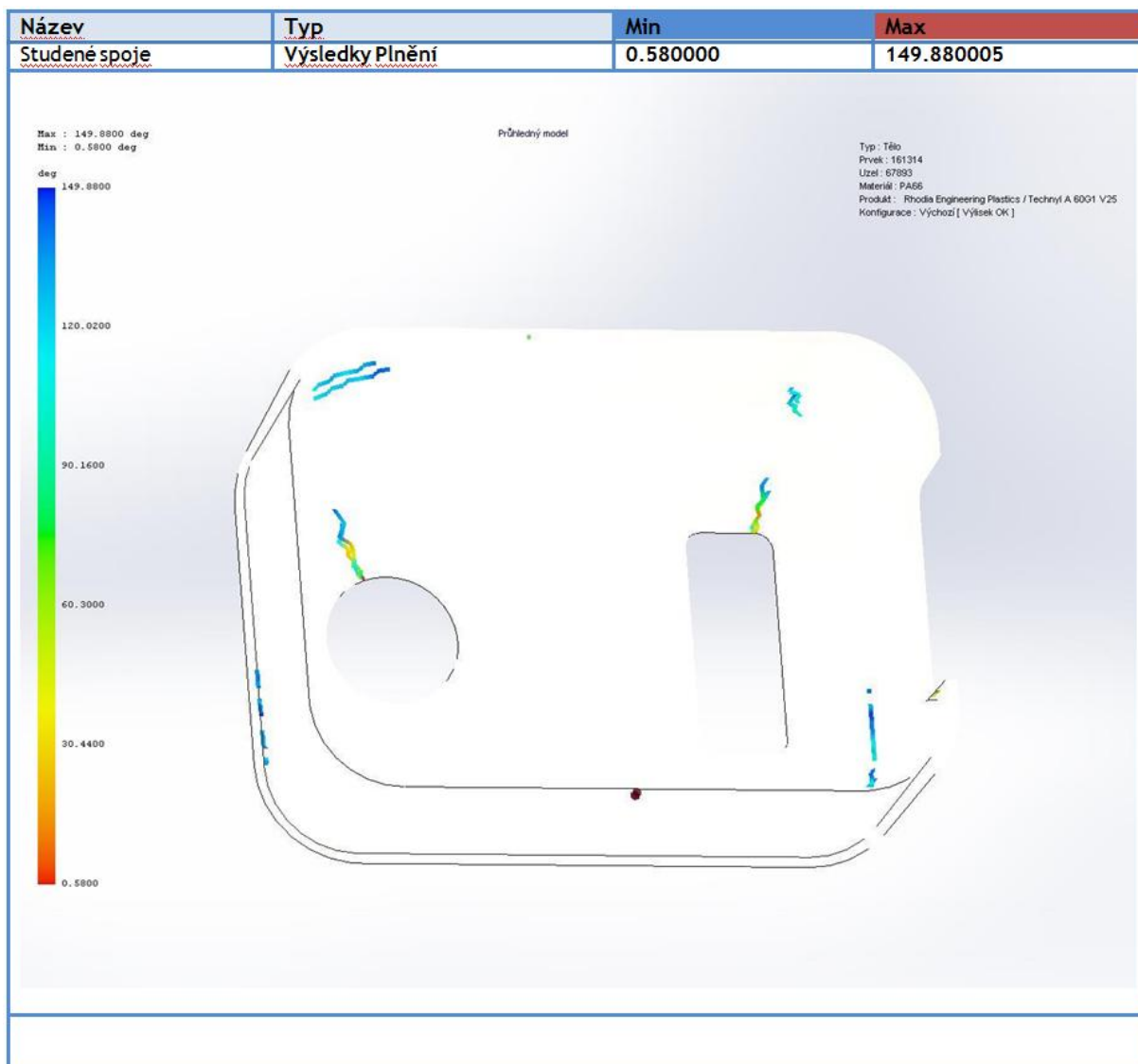


Moldflow analýza

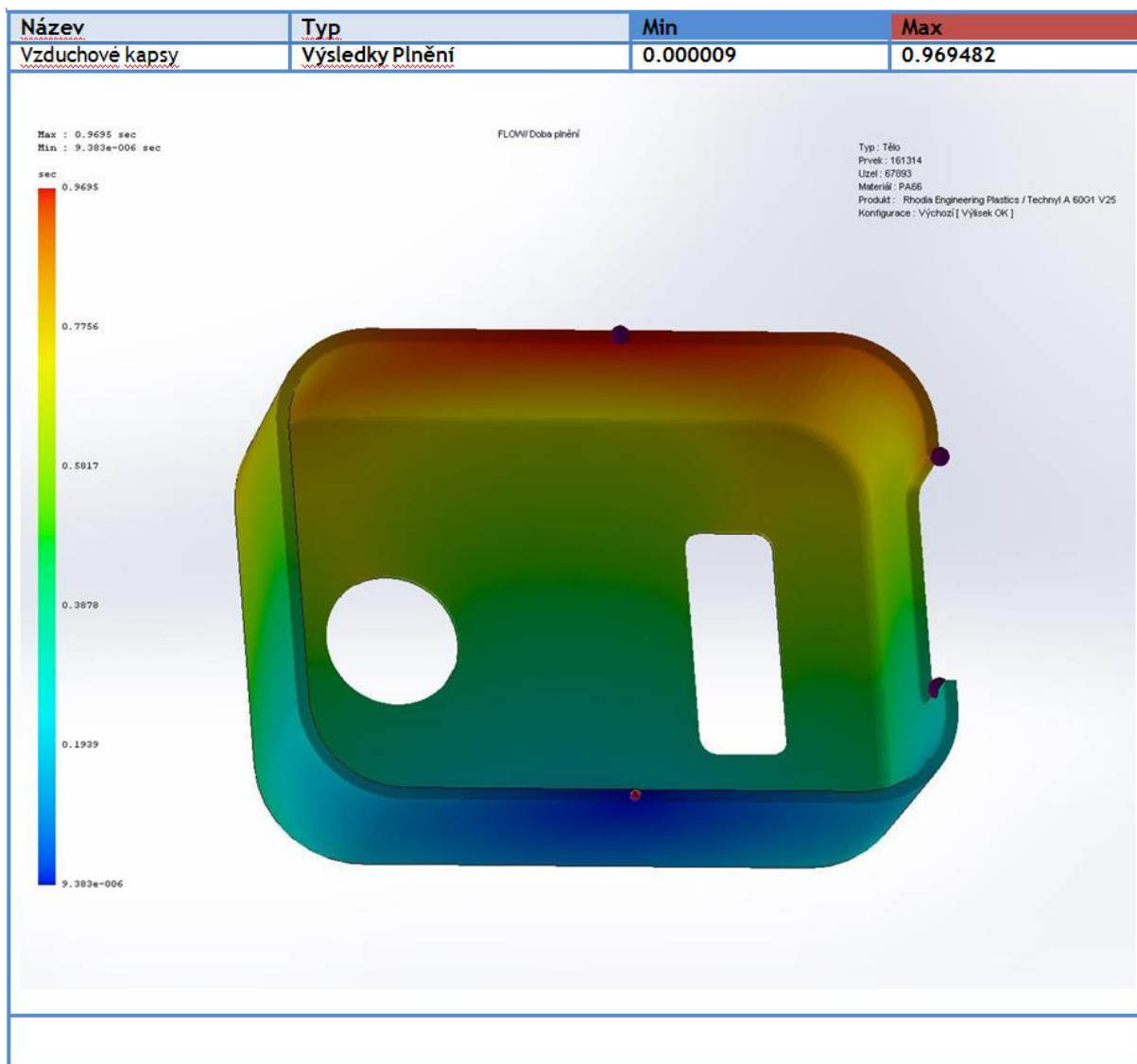


Příloha 2 - 16/33

Moldflow analýza



Moldflow analýza



Moldflow analýza

**Výsledky Dotlaku**

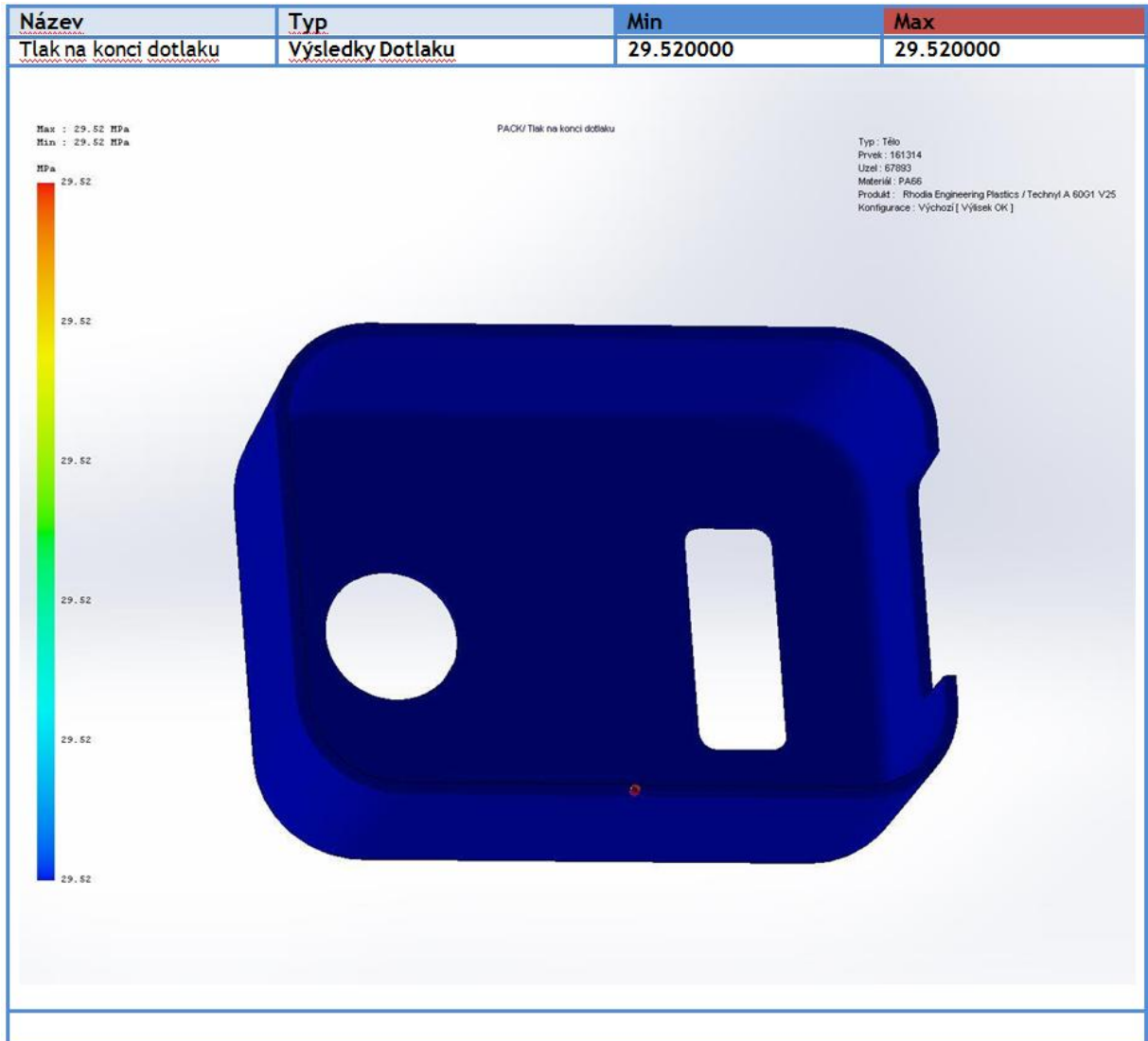
Komentáře:

**Shrnutí dotlaku**

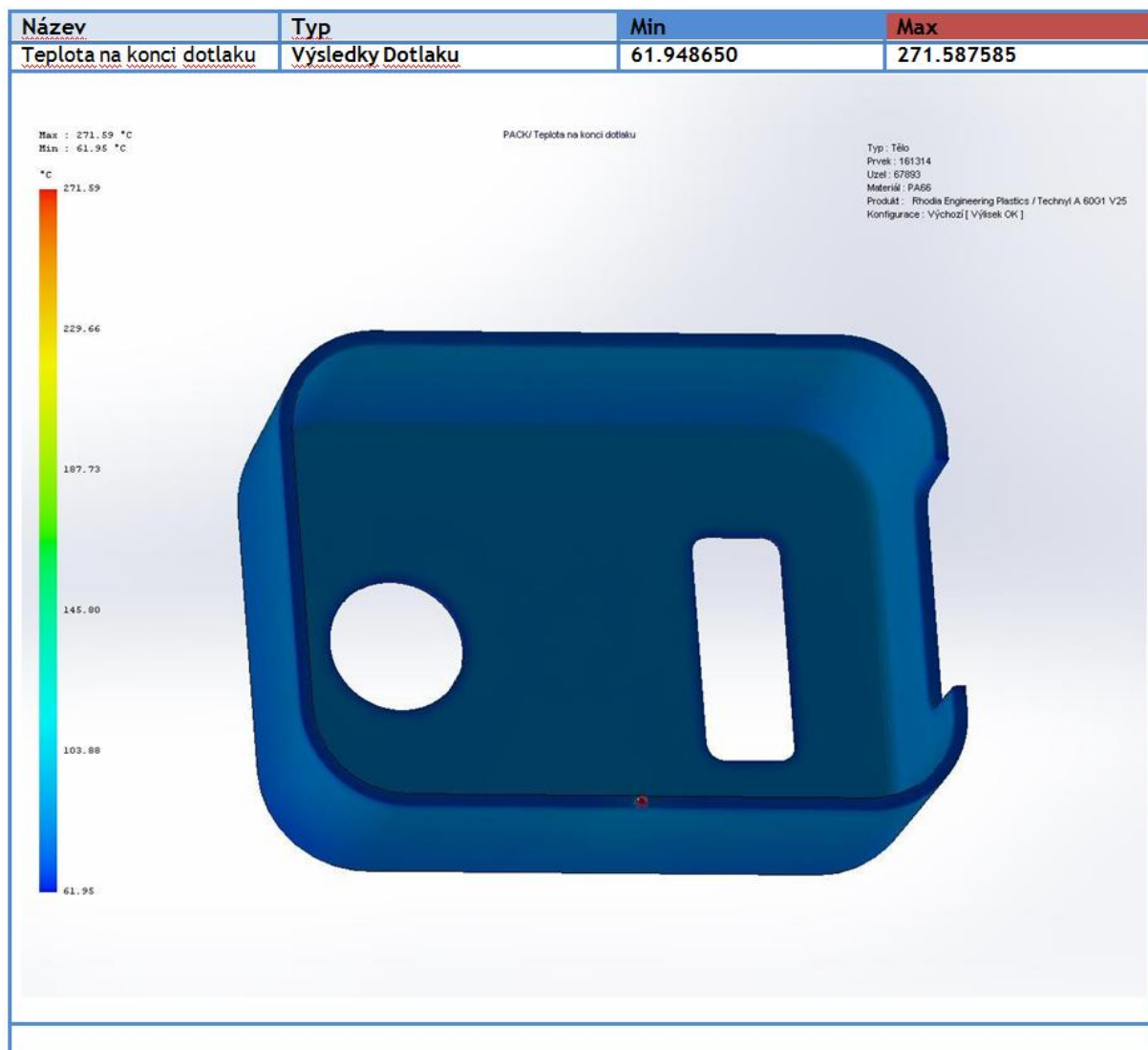
Upínací síla ve směru X	15.1722 Tonne (16.7000 Ton U.S)
Upínací síla ve směru Y	21.0340 Tonne (23.2000 Ton U.S)
Upínací síla ve směru Z	22.8279 Tonne (25.2000 Ton U.S)
Max. reálná teplota	102.4951 °C (216.0000 °F)
Max. střední objemová teplota	187.8126 °C (370.0000 °F)
Max. smykové napětí	0.0000 MPa
Max. smyková rychlost	0.0000 1/sec
Max. zbytkové napětí	124.6321 MPa (18100.0000 psi)

Příloha 2 - 19/33

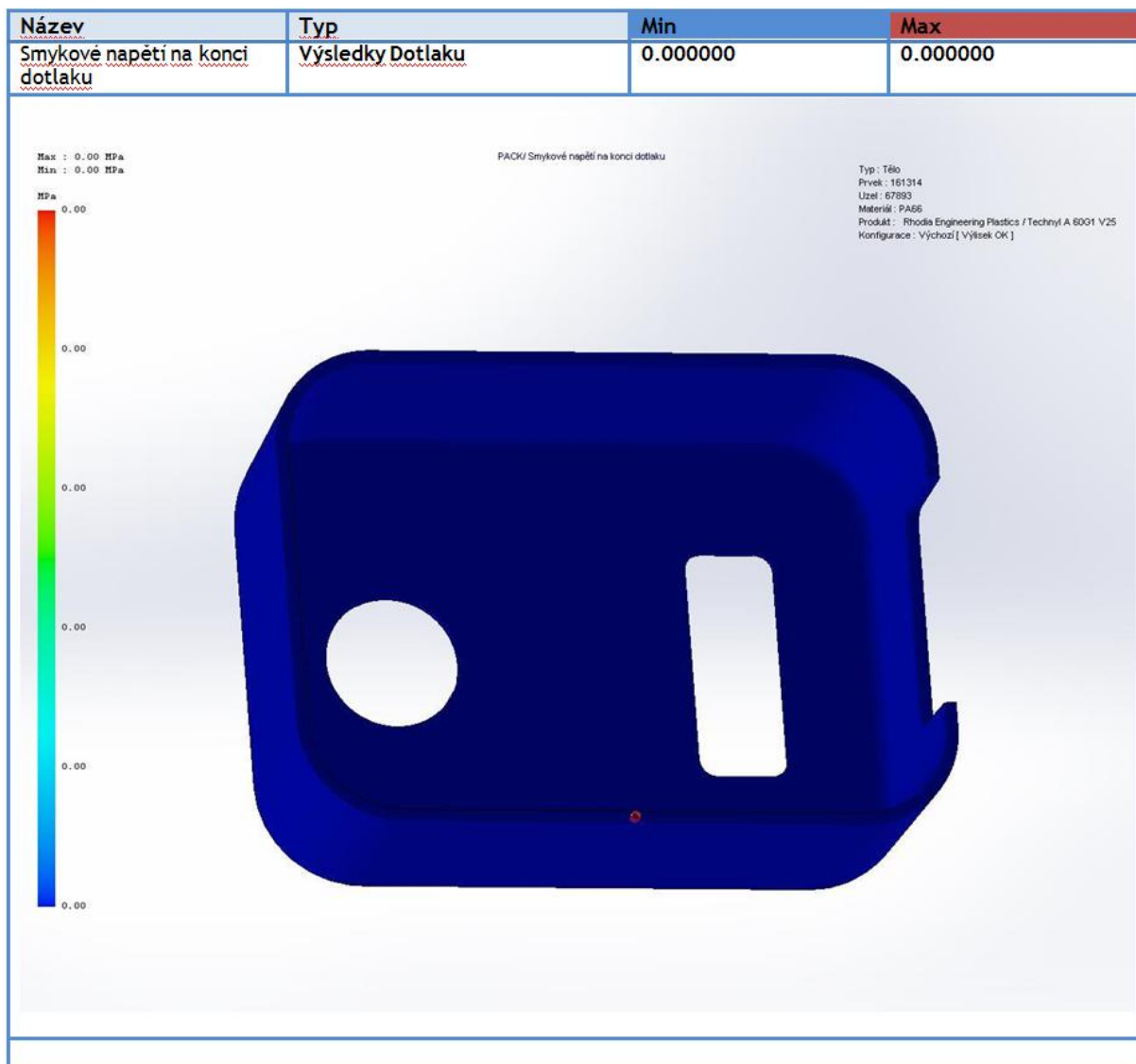
Moldflow analýza



Moldflow analýza

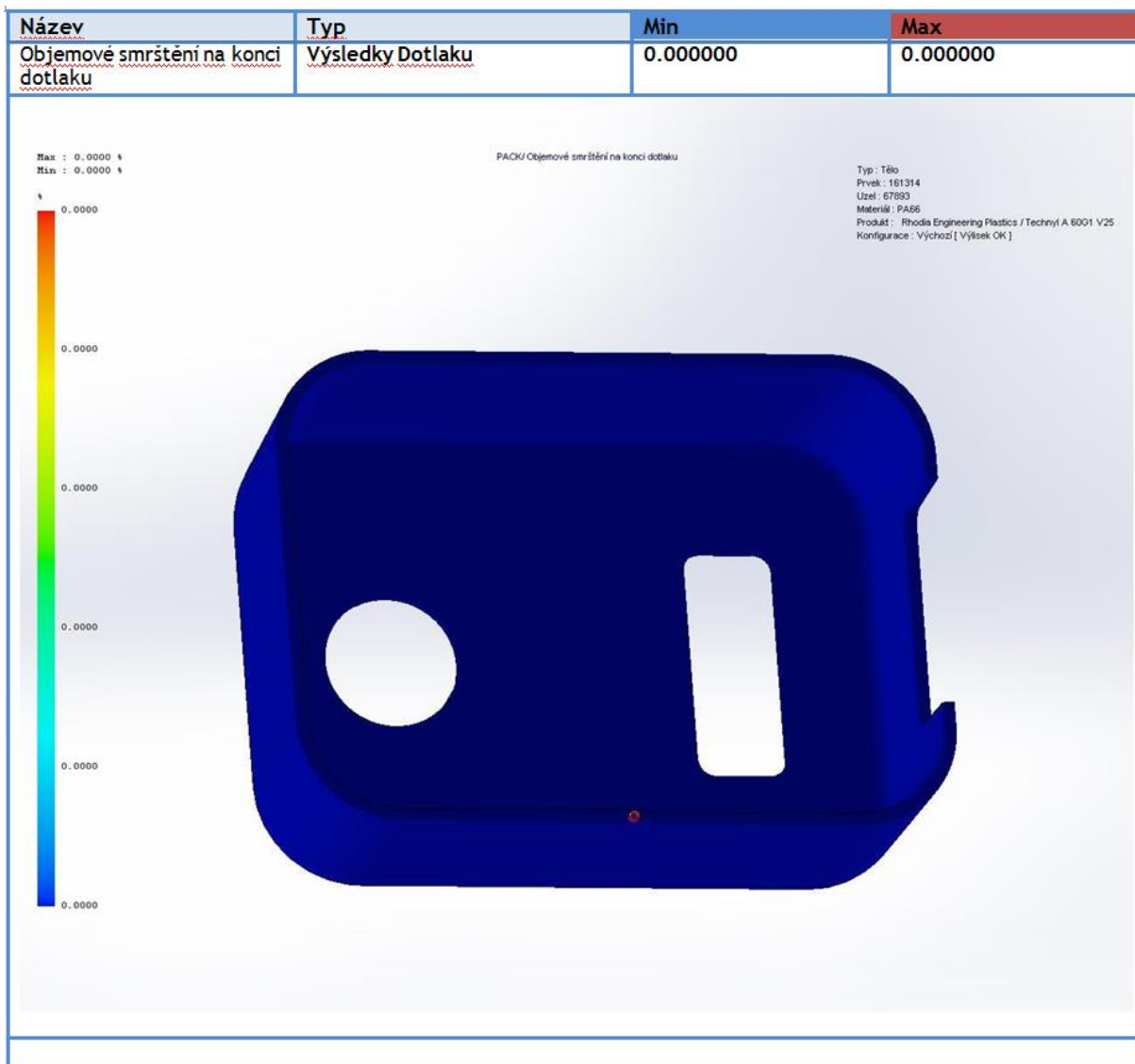


Moldflow analýza





Moldflow analýza



Příloha 2 - 24/33

Moldflow analýza

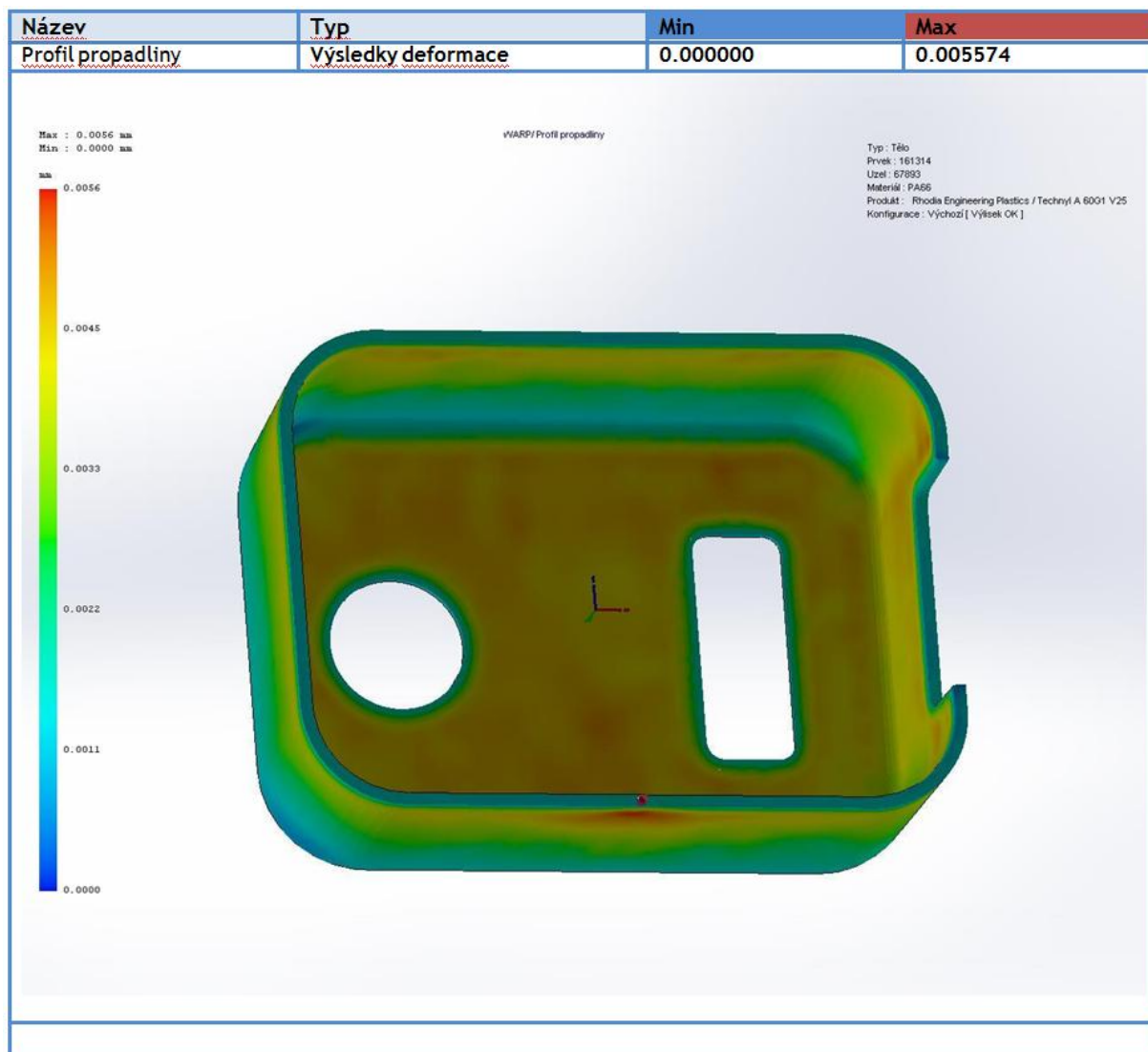
### Výsledky deformace

Komentáře:

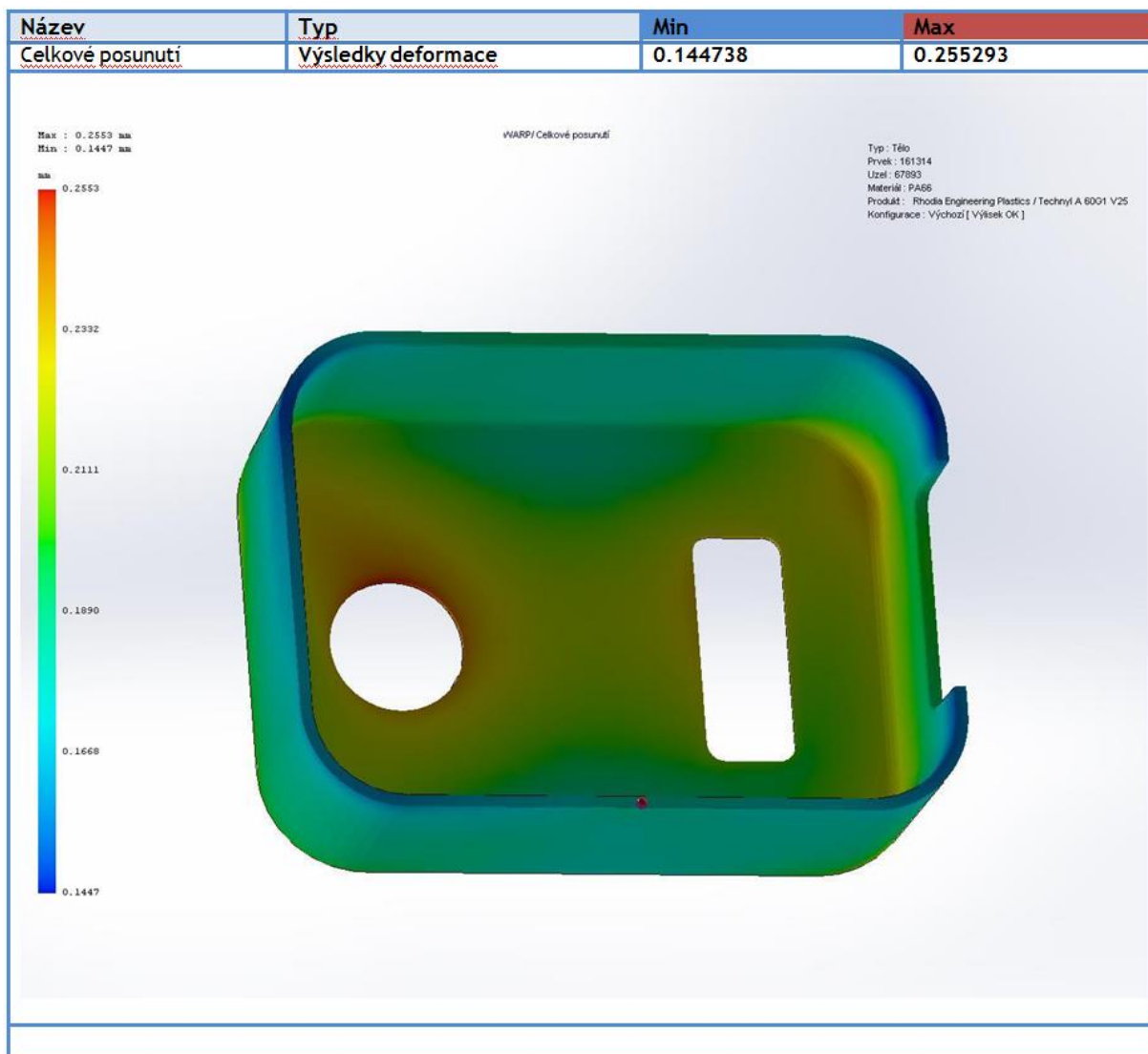
### Shrnutí deformace

<u>Posunutí ve směru X</u>	0.3895 mm (0.0153 in)
<u>Posunutí ve směru Y</u>	0.3343 mm (0.0132 in)
<u>Posunutí ve směru Z</u>	0.3574 mm (0.0141 in)
<u>Max. celkové posunutí</u>	0.3940 mm (0.0155 in)
<u>CPU Time</u>	654.44 sec

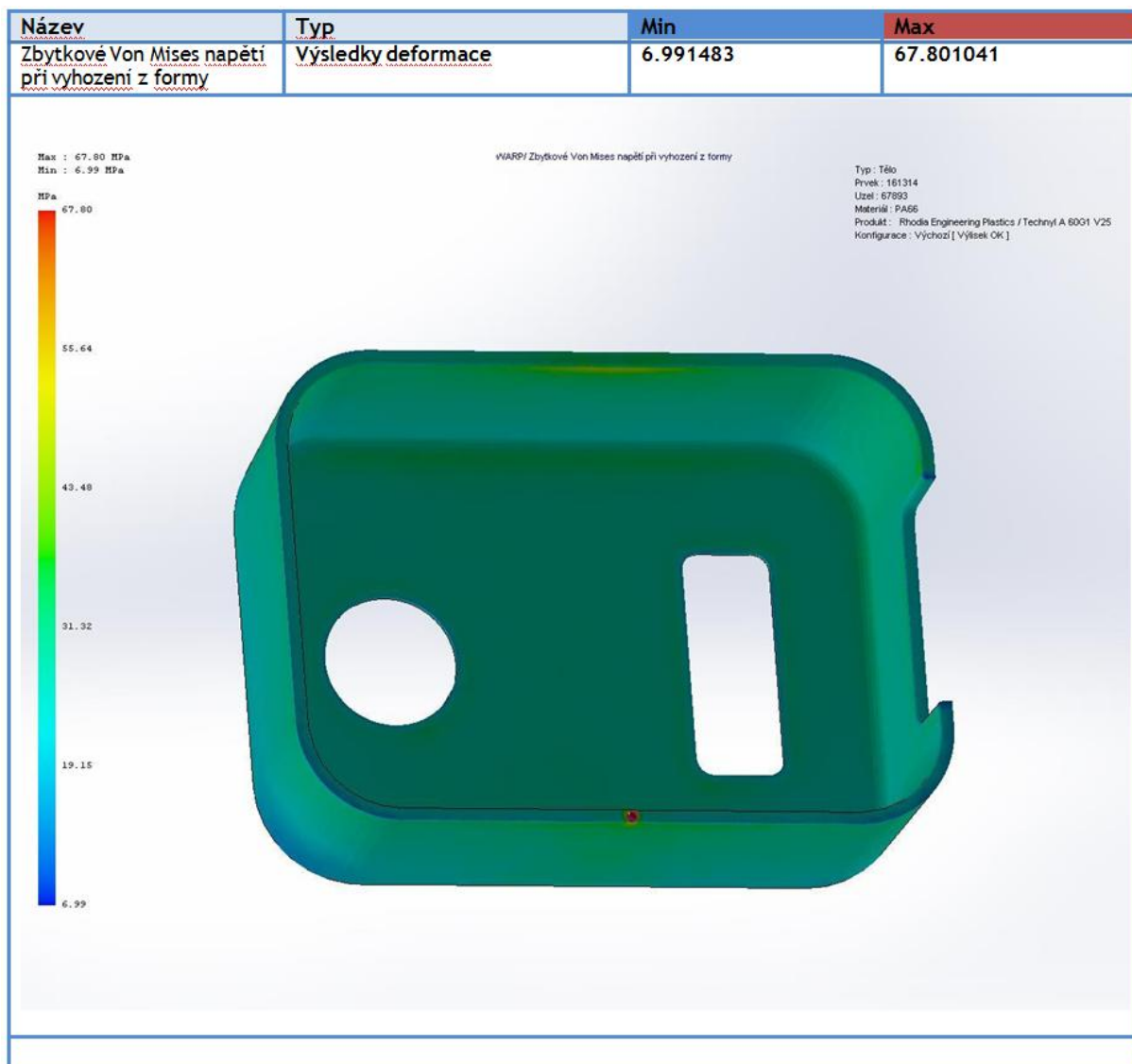
Moldflow analýza



Moldflow analýza



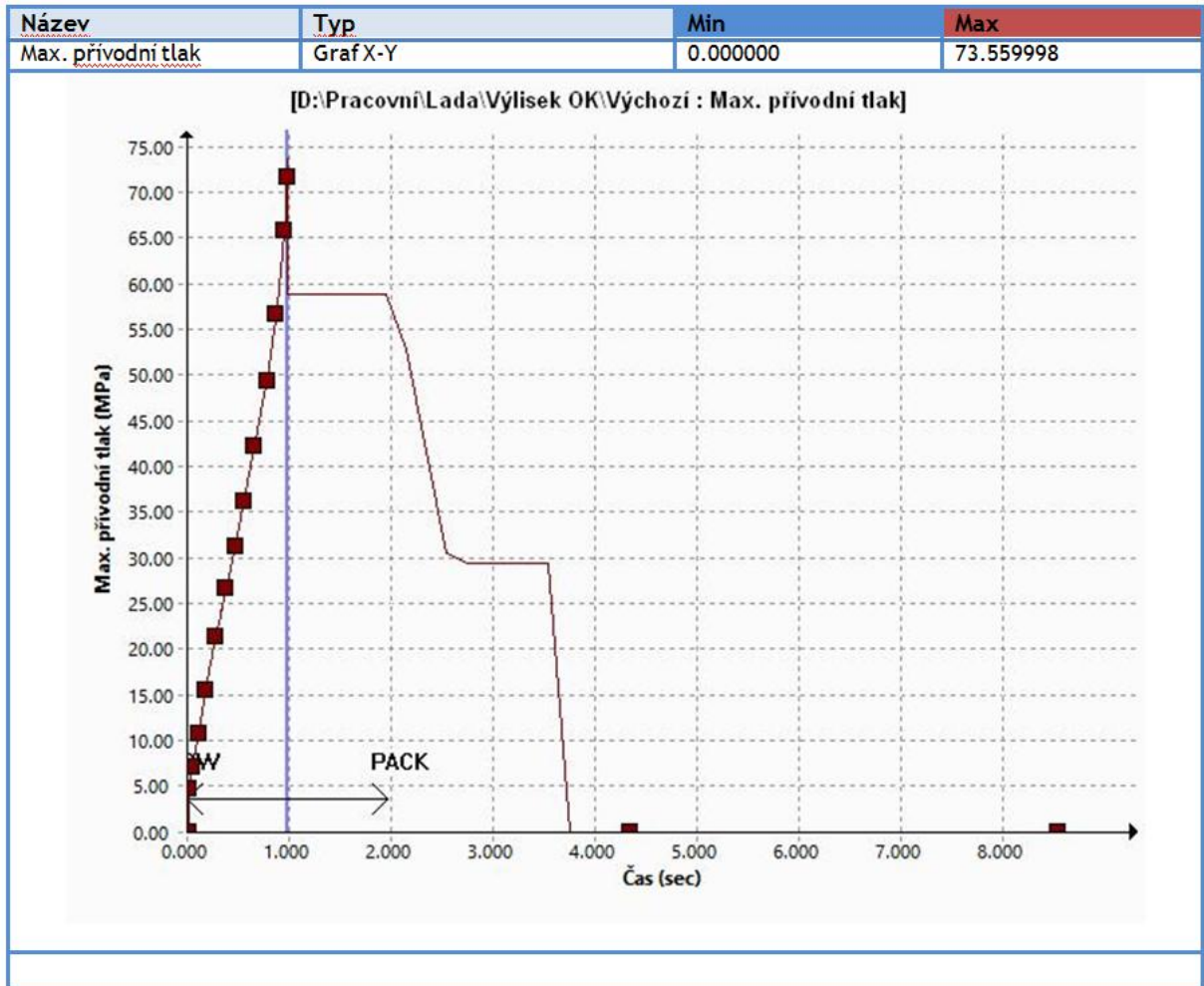
Moldflow analýza



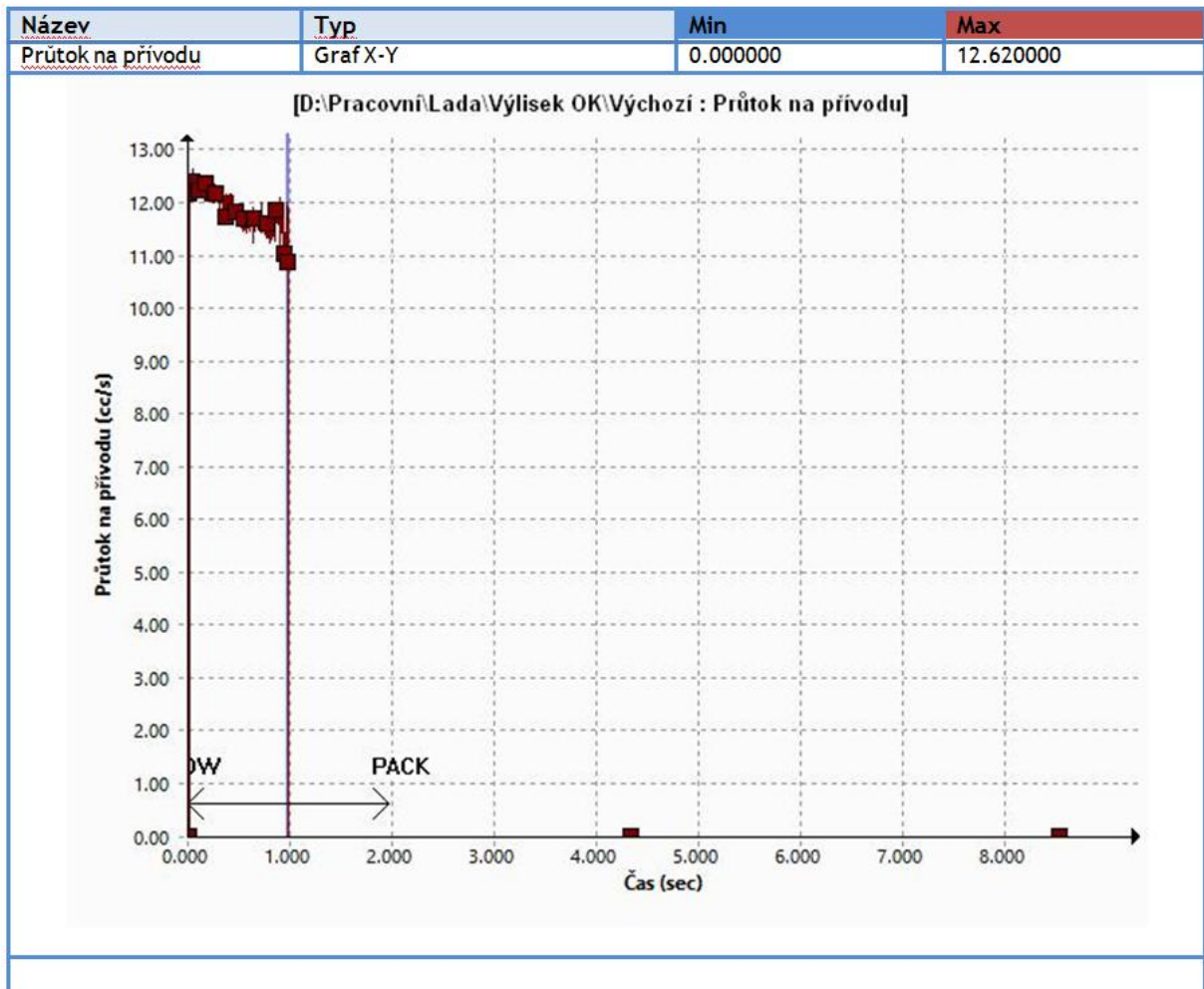
Moldflow analýza

**Graf X-Y**

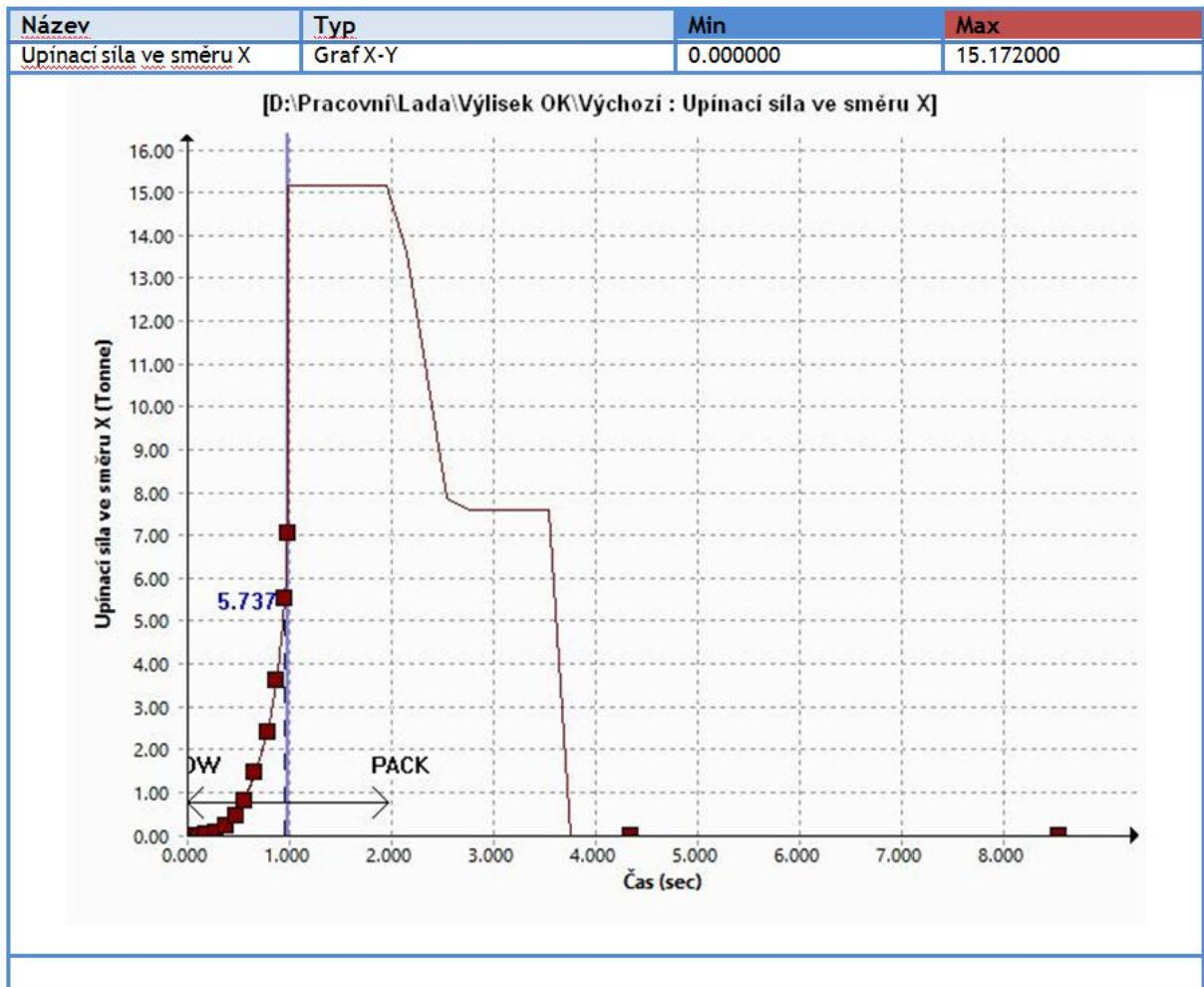
Komentáře:



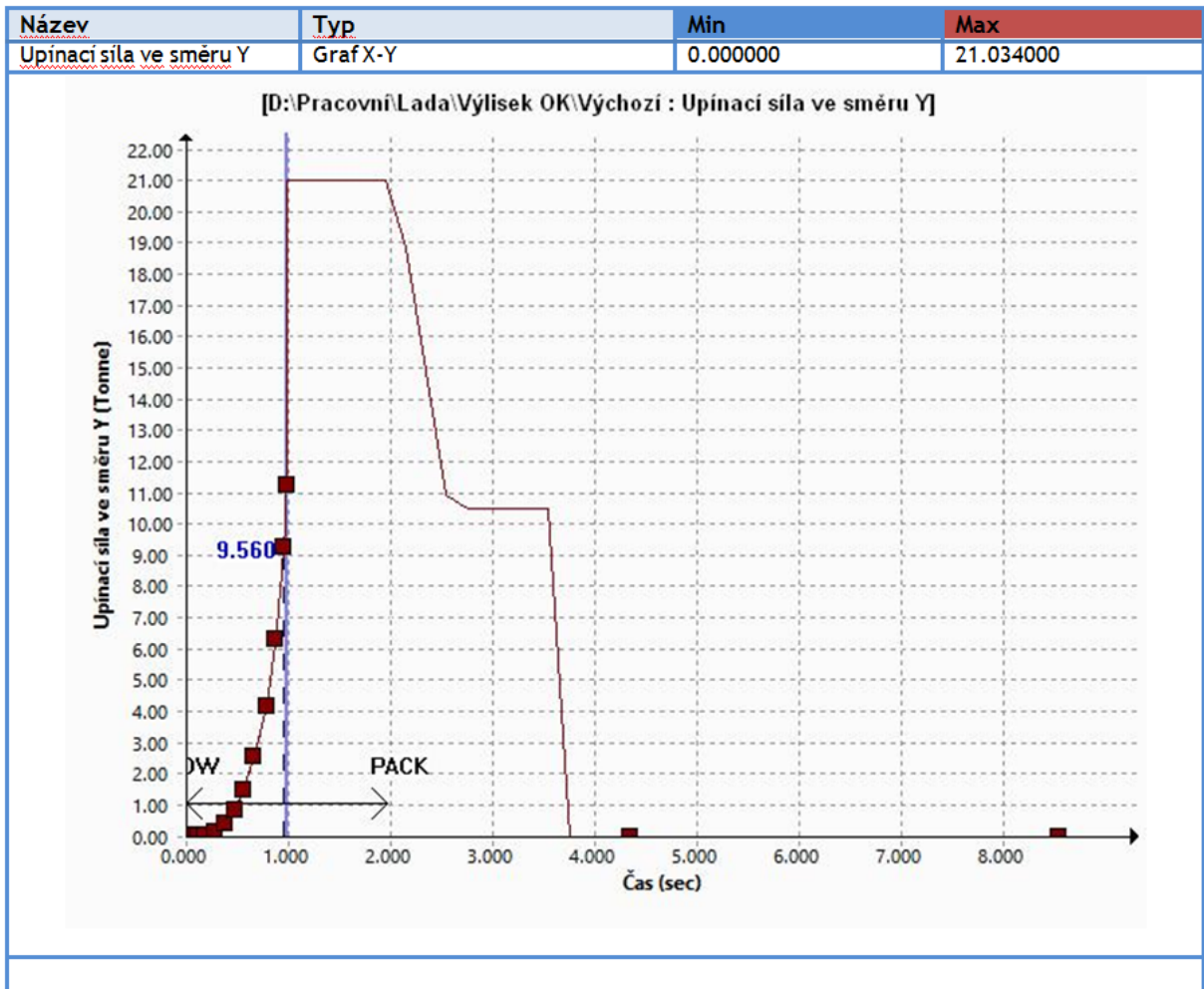
Moldflow analýza



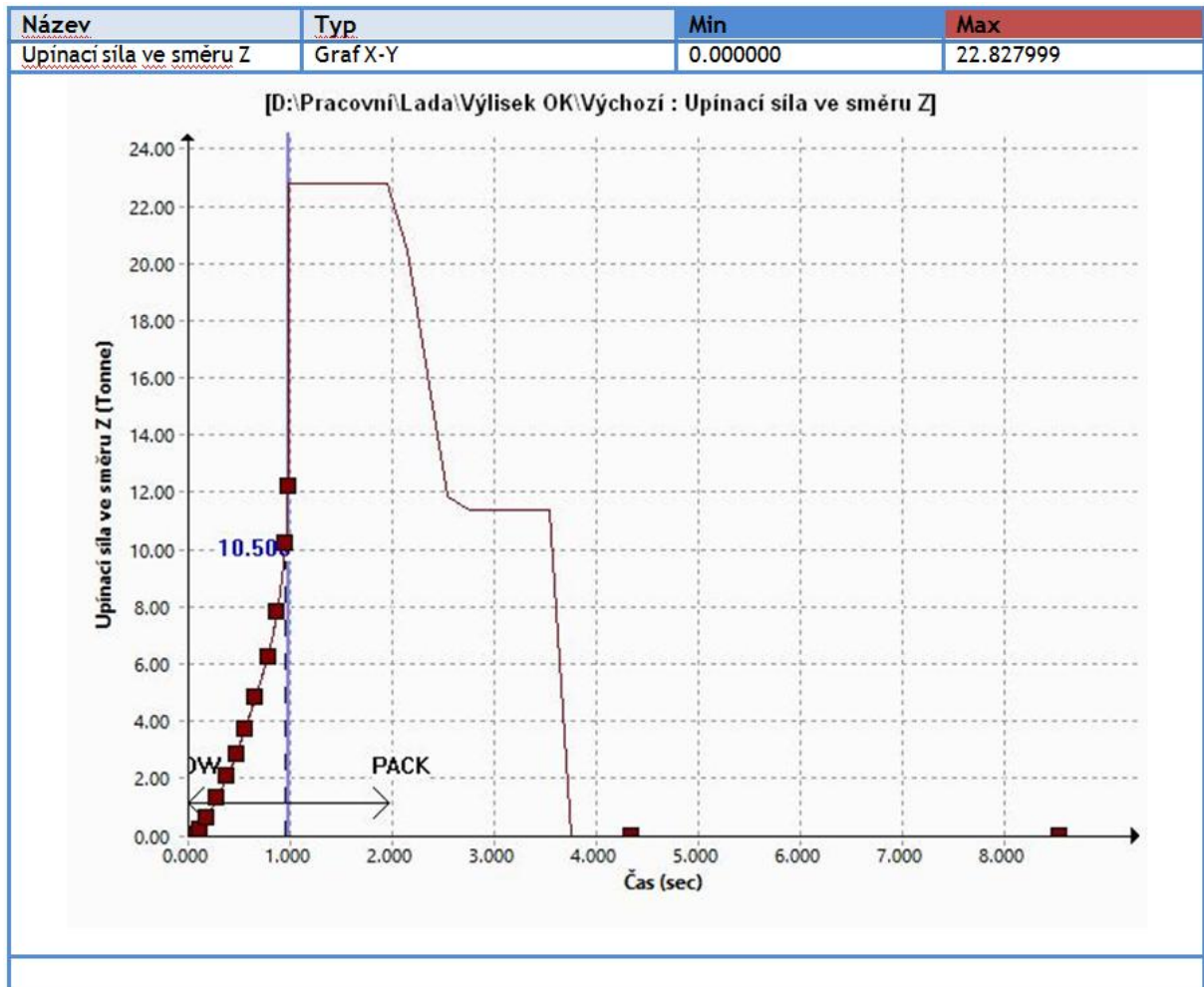
Moldflow analýza



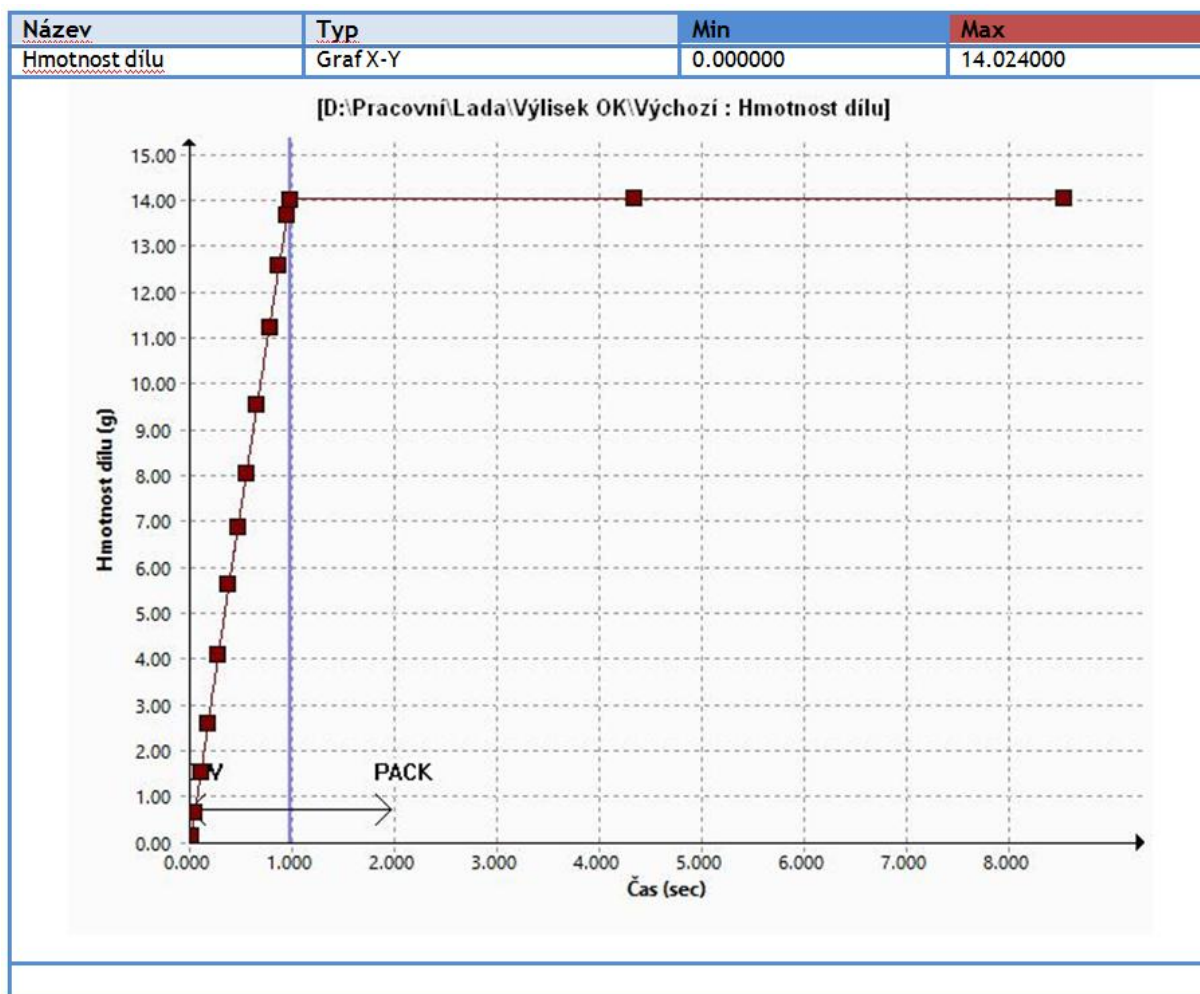
Moldflow analýza



Moldflow analýza



Moldflow analýza



Príloha 3 - 1/6

Technické specifikace stroje KraussMaffei KM 160 CX

KM 160 CX		- 180	- 380						
<b>Spritzgießmaschine</b>		<b>KM 160 CX</b>							
<b>Schließeinheit</b>									
Schließkraft	kN	1600							
Werkzeugöffnungskraft, max.	kN	86,4							
Fahrkraft bewegliche Platte									
öffnen	kN	44,8							
schließen	kN	37,8							
Aufspannplatte (h x v)	mm	820 x 845							
Lichte Weite (h x v)	mm	520 x 520							
Werkzeugöffnungsweg max.	mm	650							
Werkzeugeinbauhöhe min.	mm	300							
Öffnungsweite	mm	950							
Auswerferhub	mm	150							
Auswerferkraft vor/zurück	kN	22,6 / 9,9							
<b>Spritzaggregat</b>		<b>SP 180</b>							
Arbeitsvermögen <sup>1)</sup>		172							
Schneckendurchmesser	mm	25	28	30	35	<b>SP 380</b>			
Ls/D-Verhältnis		26,0	25,0	23,3	20,0	374			
Spritzdruck	bar	2500	2325	2025	1448	30	35	40	45
Hubvolumen	cm <sup>3</sup>	59	74	85	115	26,7	22,9	20,0	17,8
Schubgewicht, PS	g	54	67	77	105	2500	2429	1860	1469
Einspritzstrom	cm <sup>3</sup> /s	74	92	106	144	113	154	201	254
Schneckendrehzahl n <sub>Nenn</sub> /n <sub>Max</sub>	1/min	477/600				99	135	176	223
Plastifizierstrom <sup>2)</sup> bei						390/490			
Nenn-Schneckendrehzahl, PS	g/s	12,0	15,7	18,0	24,6	16,2	22,0	28,8	36,5
Maximal-Schneckendrehzahl, PS	g/s	15,1	19,6	22,6	30,7	20,4	27,7	36,2	46,0
Düsenanlagekraft	kN	50				50			
<b>Elektrohydraulische Ausrüstung</b>									
Nennleistung Pumpenmotor	kW	22				22			
Installierte Heizleistung	kW	8,12				10,97			
Regelzonen Zylinderheizung		5				5			
Trockenlaufzeit <sup>3)</sup>	1/h	1600				1600			
Trockenlaufzeit <sup>3)</sup>	sec	2,3				2,3			
Ölfüllung	ltr.	489				489			
<b>Maße und Gewichte</b>									
Nettogewicht mit Schaltschrank	t	* ca. 6,0				6,0			
Länge x Breite x Höhe	m	4,3 x 1,6 x 2,1				4,6 x 1,6 x 2,1			
Max. Werkzeuggewicht	kg	1862				1862			
<b>Optionen</b>									
<b>KM 160 CX</b>									
vergrößerte min. WZ-Einbauhöhe <sup>4)</sup>	mm					500			
Öffnungsweite bei vergr. min. WEH <sup>4)</sup>	mm					1150			
verringerte min. WZ-Einbauhöhe	mm					200			
Öffnungsweite bei verringerter min WEH	mm					850			
<b>Ausrüstung mit elektrischem Schneckenantrieb</b>		<b>SP 180</b>		<b>SP 380</b>					
Schneckenantriebsleistung	kW	20				20			
Schneckendrehzahl n <sub>Nenn</sub> /n <sub>Max</sub>	1/min	332/531				332/447			
Plastifizierstrom <sup>2)</sup> bei									
Nenn-Schneckendrehzahl, PS	g/s	10,9	14,3	16,4	22,4	18,2	24,8	32,4	41,1
Maximal-Schneckendrehzahl, PS	g/s	17,2	22,4	25,8	35,1	25,9	35,2	46,0	58,5
<b>Ausrüstung mit Speicher</b>									
Einspritzstrom mit Speicher	cm <sup>3</sup> /s	147	185	212	289	212	289	377	477
Nennleistung Pumpenmotor (für Akku)	kW	22				22			

1) Internationale Größenbezeichnung berechnet aus max. Hubvolumen (cm<sup>3</sup>) x max. Spritzdruck (bar) dividiert durch 1000  
 2) Ermittelt nach KM-Werknorm  
 3) Nach Euromap 6  
 4) Abweichende Maschinenmaße  
 \*) ca. Werte

Technische Änderungen vorbehalten

Technické specifikace stroje KraussMaffei KM 160 CX

KM 160 CX – 750 – 1000											
<b>KM 160 CX</b>											
1600					kN	<b>Injection Moulding Machine</b>					
86,4					kN	<b>Clamping Unit</b>					
44,8					kN	Clamping force					
37,8					kN	Mould opening force, max.					
820 x 845					mm	Travel force movable platen					
520 x 520					mm	Opening					
650					mm	Closing					
300					mm	Size of mould platens (h x v)					
950					mm	Clearance between tie bars (h x v)					
150					mm	Mould opening stroke (max.)					
22,6 / 9,9					kN	Mould height min.					
					mm	Max. daylight					
					mm	Hydraulic ejector – stroke					
					kN	Ejector force forward/backward					
<b>SP 750</b>				<b>SP 1000</b>						<b>Injection Unit</b>	
743				995						Working capacity <sup>1)</sup>	
40	45	50	55	50	55	60		mm	Screw diameter		
25,2	22,4	20,2	18,3	22,0	20,0	18,3			Ls/D ratio		
2500	2336	1892	1564	2304	1904	1600		bar	Injection pressure		
251	318	393	475	432	523	622		cm <sup>3</sup>	Stroke volume		
228	289	358	432	393	476	566		g	Shot weight, PS		
113	143	177	214	157	190	226		cm <sup>3</sup> /s	Injection rate		
265/355				195/295					1/min	Screw speed stage 1/stage 2	
										Plasticising rate <sup>2)</sup> at	
23,2	29,3	36,2	43,8	28,6	34,7	41,2		g/s	Screw speed stage, PS		
31,0	39,3	48,5	58,7	43,3	52,4	62,3		g/s	Screw speed stage max., PS		
50				82					kN	Nozzle pressure	
									<b>Electric and Hydraulic Equipment</b>		
22				30					kW	Nominal capacity of pump motor	
15,62				19,2					kW	Installed heating capacity	
5				5						Adjustable barrel heating zones	
1600				1650					1/h	Dry cycles number <sup>3)</sup>	
2,3				2,2					sec	Dry cycle time	
489				489					ltr.	Reservoir capacity	
									<b>Dimensions and Weights</b>		
6,3				6,6					t	Net weight incl. control cabinet	
4,9 x 1,6 x 2,1				5,3 x 1,6 x 2,1					m	Installation dimension (l x w x h)	
1862				1862					kg	Maximum mould weight	
<b>KM 160 CX</b>											
500					mm	<b>Options – clamping unit</b>					
1150					mm	Enlarged min. mould height <sup>4)</sup>					
						Daylight at enlarged mould height <sup>4)</sup>					
200					mm	Reduced min. mould height					
850					mm	Daylight at reduced mould height					
<b>SP 750</b>				<b>SP 1000</b>						<b>Additional Equipment</b>	
28				35						<b>Electrical Screw Drive</b>	
256/410				256/410						Screw drive capacity	
22,4	28,3	35,0	42,3	37,6	45,5	54,1		kW	Screw speed nominal/maximum		
35,8	45,4	56,0	67,8	60,2	72,8	86,6		1/min	Plasticising rate <sup>2)</sup> at		
									g/s	Screw speed nominal, PS	
									g/s	Screw speed max., PS	
									<b>Injection Unit with Accumulator</b>		
377	477	589	713	589	713	848		cm <sup>3</sup> /s	Injection rate with accumulator		
30				30					kW	Nominal capacity of pump motor (with Ac)	

Subject to technical alterations

- <sup>1)</sup> International classification calculated as max. stroke volume (cm<sup>3</sup>) x max. injection pressure (bar) divided by 1000
- <sup>2)</sup> As per KM standard
- <sup>3)</sup> As per Euromap 6
- <sup>4)</sup> Different machine dimensions
- <sup>\*</sup> Approximate values



Technické specifikace stroje KraussMaffei KM 160 CX

Maschinen-Gewicht (ohne Öl) Machine weight (without oil) Peso de prensa (sine aceite)	6600 kg
Statische Bodbelastung ohne Menschzug Static floor load, without load Carga estática al sol estado nudo Limit à que se va à soulever, et plus, en nudo	34 kN/m²
Werkzeiggewicht Tool weight Peso total max de molde	1862 kg
Hydrauliköl Hydraulic oil Aceite hidráulico	(600 dm³) ca. 445 kg

Das Fundament ist bei der Ausführung tragfähigen Grund zu prüfen.  
The foundation has to be checked for stability of foundation.  
Fertigstellen der Fundamente zu überarbeiten.

Alle Maße sind Fertigmaße.  
The foundation is to be based on to firm and supporting ground.  
The contractor has to give full guarantee concerning the stability of foundation.

All measurements are finished sizes.

La fondation est à approfondir, jusqu'à la couche portante de la terre. L'entrepreneur de la fondation doit prendre toutes les garanties sur la stabilité de celle-ci.

Todos los cotes son dimensiones finales.  
Los cimientos se apoyan sobre bases firmes y capaces de soportar el peso.  
La empresa constructora de los cimientos debe asumir toda la responsabilidad sobre la capacidad de carga de los cimientos.

Todos los cotes son dimensiones terminadas.

**Formgebung, Zu- und Rückfließschlauch G3/4"**  
Mould cooling, inlet and outlet G3/4"  
Refrroidissement de moule, tuyaux flexibles G3/4"  
Bereidigung de molde, mangueras flexibles G3/4"

**Druckluftschlauch für Schlauch-messdiameter 13**  
mm, 6 bar/max. 10 bar.  
Raccord air comprimé pour tuyau diamètre inférieure 13, mm, 6 bar/max. 10 bar.  
Preparación de mado, mangueras, diámetro inferior 13, mm, 6 bares/máx. 10 bares.

**Kühlwasserschlauch, Dühlung**  
Cooling water, inlet and outlet G3/4"  
Watercooling max. 6 bar.  
Barrido de agua de refrigeramiento de l'huile G3/4", pour l'alimentation et G3/4", pour l'exécution pression d'eau max. 6 bar.  
Barrido de agua de refrigeración de aceite, para salida G3/4", para entrada G3/4".  
Preparación máxima del agua 6 bares.

**Manpower supply**  
Alimentación de corriente

**Fundamentkontur**  
Contour de la Fondation  
Contorno de los cimientos

**Maschinenkontur**  
Contour de la machine  
Contorno de la máquina

KM 160 CX



Technické specifikace stroje KraussMaffei KM 160 CX

KM 160 CX	
<b>Integrierter Linearroboter Typ</b>	LR 100
X-Achse (Entformungshub)	550 mm
Y-Achse (Vertikalhub)	1200 mm
Z-Achse (Ausragshub)	1500 mm
Traglast	10 kg
max. Geschwindigkeit X-Achse	1,5 m/s
max. Geschwindigkeit Y-Achse	3 m/s
max. Geschwindigkeit Z-Achse	2,3 m/s
Drehmoment der C-Achse	30 Nm
<b>Integrierter linear robot type</b>	
X axis (strip stroke)	mm
Y axis (vertical stroke)	mm
Z axis (traverse stroke)	mm
Payload	kg
max. velocity axis	m/s
max. velocity axis	m/s
max. velocity Z axis	m/s
Torque C wrist axis (pneumatic)	Nm

Příloha 4 - 1/3

Schémata instalace vtokových vložek

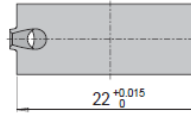
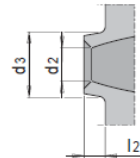
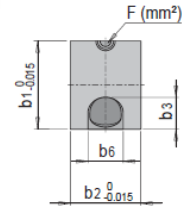
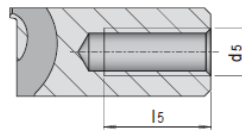
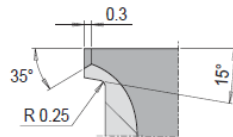


E 1685



Angusseinsatz  
rechteckig

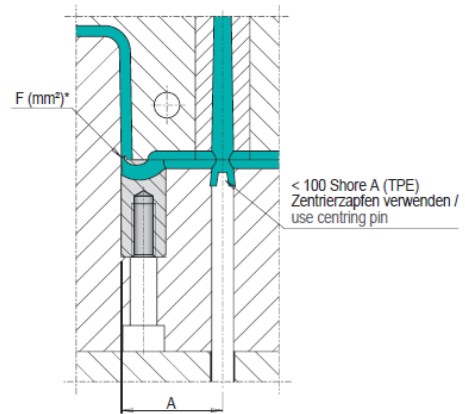
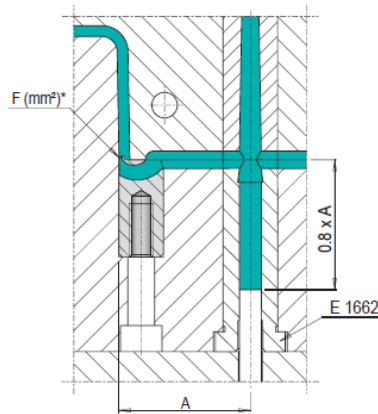
Tunnel gate insert,  
rectangular



**Info**  
Anschnittfläche S. 173  
Gate surface p. 173

Mat.: 1.3343 ≈ 60 HRC

SG)*			F (mm²)*	b2	l2	b3	d3	d5	l5	b6	b1	d2	Nr./No.			
Visk 1)*	Visk 2)*	Visk 3)*														
- 5g	- 4g	- 3g	0.14	6	0.6	3.25	1.9	M4	13	3	8	0.6	E 1685/ 8/0.6			
			0.25				2.1					0.8		E 1685/ 8/0.8		
- 30g	- 20g	- 12g	0.25	8	0.8	4	2.2	M5	12	4	10	0.8	E 1685/10/0.8			
			0.57				2.6					1.2		E 1685/10/1.2		
			1.01				3.0					1.6			E 1685/10/1.6	
- 50g	- 35g	- 25g	0.57	10	0.8	5	2.6	M5	11	5	12	1.2	E 1685/12/1.2			
			1.01				3.4					1.6		E 1685/12/1.6		
			1.57				3.4					2.0			E 1685/12/2.0	
			1.57				3.0					1.6				E 1685/12/1.6
-200g	-120g	-75g	1.01	12	0.8	6	3.0	M6	10	6	14	1.6	E 1685/14/1.6			
			1.57				3.4					2.0		E 1685/14/2.0		
			1.57				3.4					2.0			E 1685/14/2.0	
			2.26				3.8					2.4				E 1685/14/2.4
			3.08				4.2					2.8				



	Elastomere / Elastomers TPE, TPU, TPA, etc.	PE, PP, PET, PBT, etc.	ABS, ASA, PC/ABS, HI-PC, PA, POM, SB, etc.	PA + GF, PC, SAN, PVC-U, PS, PMMA, PEI, etc.
b1	A	A	A	A
8	11 - 14	15 - 22	19 - 27	23 - 30
10	15 - 18	19 - 27	24 - 33	28 - 36
12	18 - 22	22 - 30	27 - 36	32 - 40
14	20 - 25	25 - 33	30 - 37	35 - 43

- SG)\* Schussgewicht  
Shot-weight
- Visk 1)\* Niedere Viskosität (leicht fließend)  
Low viscosity (easy flowing)
- Visk 2)\* Mittlere Viskosität  
Medium viscosity
- Visk 3)\* Hohe Viskosität (zäh fließend)  
High viscosity (poor flowing)

F (mm²)\* Anschnittfläche  
Gate surface

Viskosität  
Viscosity

Visk 1)\* niedere Viskosität (dünnflüssig, leicht fließend)  
low viscosity (thin fluid, easy flowing)

PP	Polypropylen	Polypropylene
PE	Polyethylen	Polyethylene
PS	Polystyrol	Polystyrene
SB	Styrol-Butadien-Copolymer	Styrene-butadiene copolymer

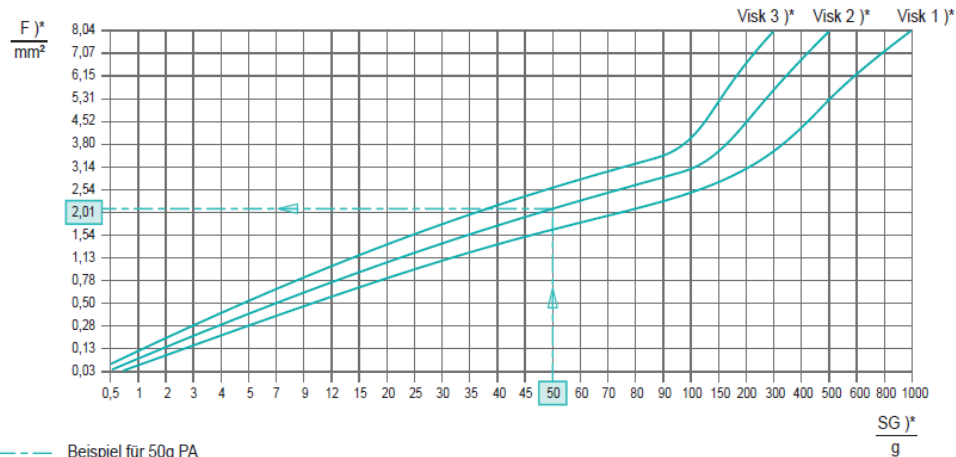
Visk 2)\* mittlere Viskosität  
medium viscosity

ABS	Acrylnitril-Butadien-Styrol	Acrylonitrile butadiene styrene
PBT	Polybutylenterephthalat	Polybutylene terephthalate
POM	Polyoxymethylen	Polyoxymethylene
TPE	Thermoplastische Elastomere	Thermoplastic elastomers
PA	Polyamid	Polyamide
PET	Polyethylenterephthalat	Polyethylene terephthalate
PMMA	Polymethylmethacrylat	Polymethyl methacrylate
SAN	Styrol-Acrylnitril	Styrene-acrylonitrile resin

Visk 3)\* hohe Viskosität (dickflüssig, schwer fließend)  
high viscosity (viscous, poor flowing)

PC	Polycarbonat	Polycarbonate
PVC	Polyvinylchlorid	Polyvinyl chloride
PES	Polyethersulfon	Polyethersulfone
PPO	Polyphenylenoxid	Polyphenylene oxide
PPS	Polyphenylensulfid	Polyphenylene sulfide

Anschnittfläche  
Gate surface



**Achtung:** Bei Verwendung von gefüllten Kunststoffen (Glasfaser, Kohlefaser etc.) die mit der Tabelle ermittelte Anschnittfläche um ~ 45% vergrößern!  
Die empfohlenen Schussgewichte und Ansnittdurchmesser sind nur Richtwerte. Geometrie des Teiles, Werkzeugkonzept, Kunststofftyp und Füllstoffe müssen individuell berücksichtigt werden.

**Caution:** When using filled plastics (glass fibres, carbon fibres etc.) you should increase the determined gate surface by ~ 45%.  
The recommended shotweights and gate diameters are guide values only! Please also take into account individual parameters such as part geometry, mould design, type of plastic and fillers.

SG)\* Schussgewicht / Shot-weight      F (mm²)\* Anschnittfläche / Gate surface



- » Einsetzbar für alle Kunststoffe und für kleinste Schussgewichte
- » Hohe Zeit- und Kostenersparnis durch einfachen Einbau
- » Hergestellt in MIM-Technologie für einen exakten Ansnitt und sehr hohe Prozesssicherheit
- » Applicable with all plastics and ultralight shot-weight
- » Time and cost saving due to the easy mounting
- » MIM-manufactured products for precise gates and an extremely high process reliability

**Wärmeleitpaste**  
Heat sink paste

- » Verhindert bei kurzen Zykluszeiten die lokale Erwärmung im Angusseinsatz
- » Verbessert die Wärmeabfuhr
- » Verbessert den Abriss (kein Fadenzug)

Bei folgenden Kunststoffen wird Wärmeleitpaste empfohlen: PE, PP, POM, PC, PBT, PEI, PPO, PS

- » Prevents localized heating of the gate insert for moulding processes with short cycle times
- » Improves heat dissipation
- » Enhances degating performance (no stringing)

For the following plastics, heat sink paste is recommended: PE, PP, POM, PC, PBT, PEI, PPO, PS

Wärmeleitpaste  
Heat sink paste

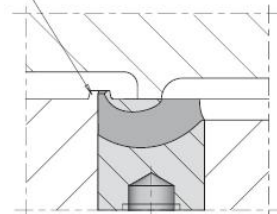


**Gegenkalotte**  
Companion vestige

Um bei besonders flachen Teilen ein optimales Abreißen des Anschnittes zu ermöglichen, empfiehlt es sich, im Formeinsatz eine Gegenkalotte vorzusehen. Diese gewährleistet ein Abreißen parallel zur Trennebene. Dies ist besonders bei Materialien, die zu Fadenzug neigen, sehr empfehlenswert.

For optimal degating of very flat parts, the application of a companion vestige is recommended. It ensures a shot breaking line which is parallel to the mould parting line. This is particularly recommended with materials prone to stringing.

Gegenkalotte  
Companion vestige

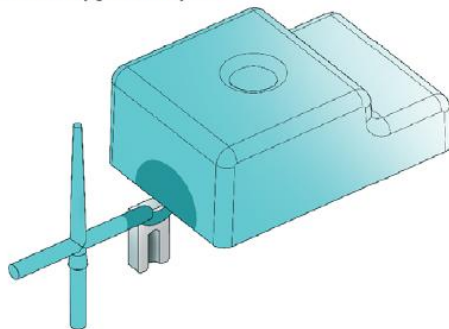


**Freistrahlbildung**  
Jetting

- Maßnahmen:
- » Anschnittfläche vergrößern
  - » Gestuftes Einspritzprofil verwenden: schnell - langsam - schnell

- Measures:
- » Increase gate surface
  - » Use graduated injection profile: fast - slow - fast

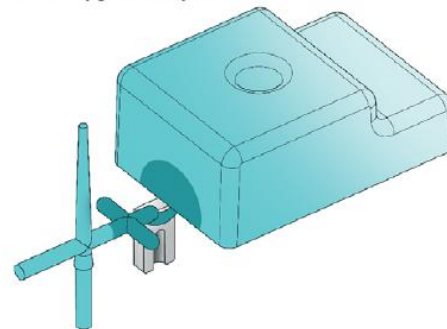
**Maschinell gestuftes Einspritzen**  
Automatically graduated injection



1. Hohe Einspritzgeschwindigkeit zum Füllen des Kaltverteilers
2. Niedrige Einspritzgeschwindigkeit, um optimalen Quellfluß zu erreichen
3. Hohe Einspritzgeschwindigkeit, um zügiges Füllen des Formteils zu gewährleisten, anschließend Nachdruck einstellen

1. High injection speed for filling the cold runner.
2. Low injection speed to ensure optimum frontal (laminar) flow.
3. High injection speed for quick mould filling, followed by holding pressure setting.

**Mechanisch gestuftes Einspritzen**  
Mechanically graduated injection

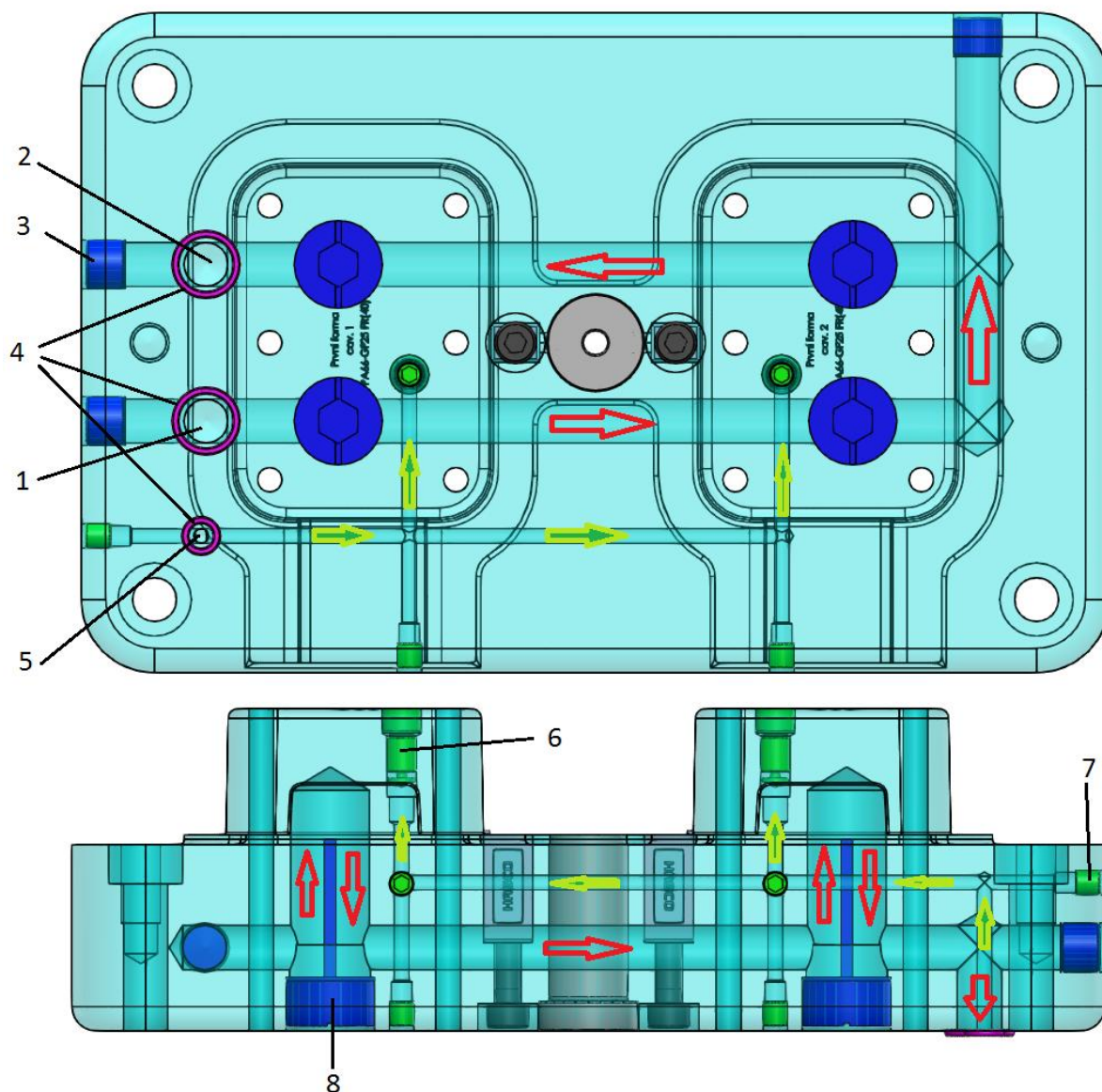


- » Querverteiler reduziert die Geschwindigkeit der Fließfront im Anschnittbereich bei konstanten Maschinenparametern
- » Für Werkzeuge, die häufig die Spritzmaschine wechseln

- » Transverse runner reduces the velocity of the flowing front in the gate area while machine parameters remain constant
- » For moulds frequently used on different injection moulding machines

## Příloha 5

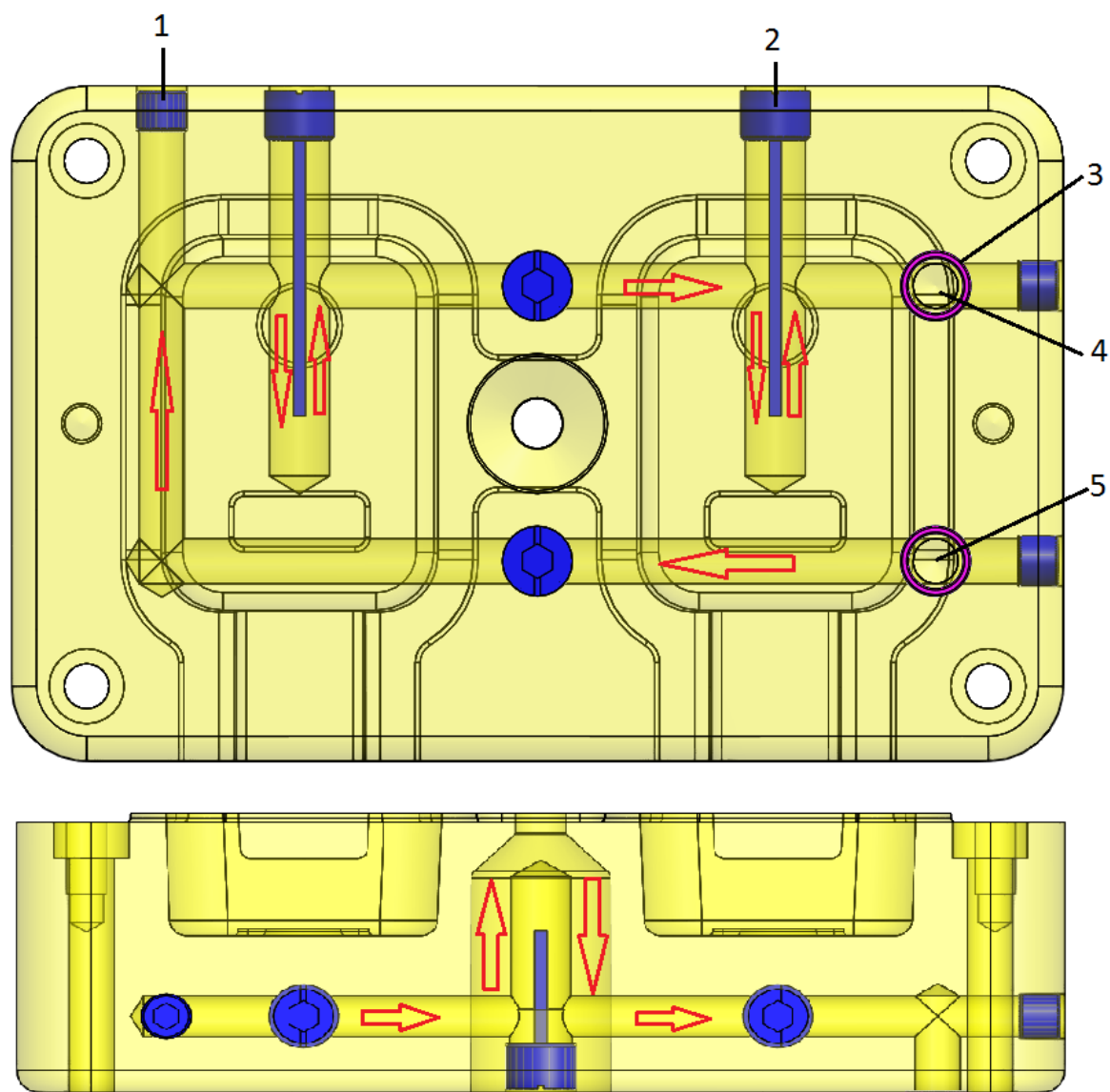
### Temparační a vzduchový obvod tvárníku



*Temparační a vzduchový obvod tvárníku: 1 - Výstup kapaliny, 2 - Vstup kapaliny, 3 - Ucpávka temperačního okruhu, 4 - O kroužky, 5 - Vstup vzduchu, 6 - Ventilek, 7 - Ucpávka vzduchového okruhu, 8 - Vložka temperačního okruhu*

## Příloha 6



### Temparační obvod tvárnice




Temparační obvod tvárnice: 1 - Ucpávka temperačního obvodu, 2 - Vložka temperačního obvodu,  
3 - O kroužek, 4 - Výstup kapaliny, 5 - Vstup kapaliny

Příloha 7 - 1/2

Specifikace horké trysky





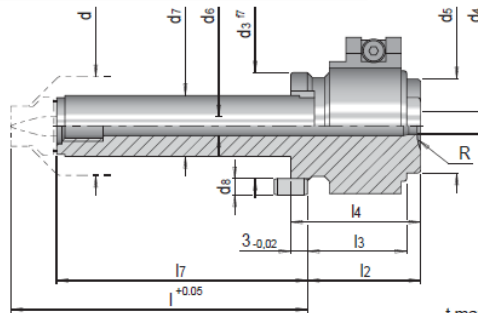
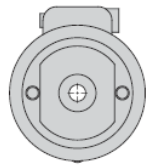
**E 4000**



Einzeldüse - smartFILL

Single nozzle - smartFILL



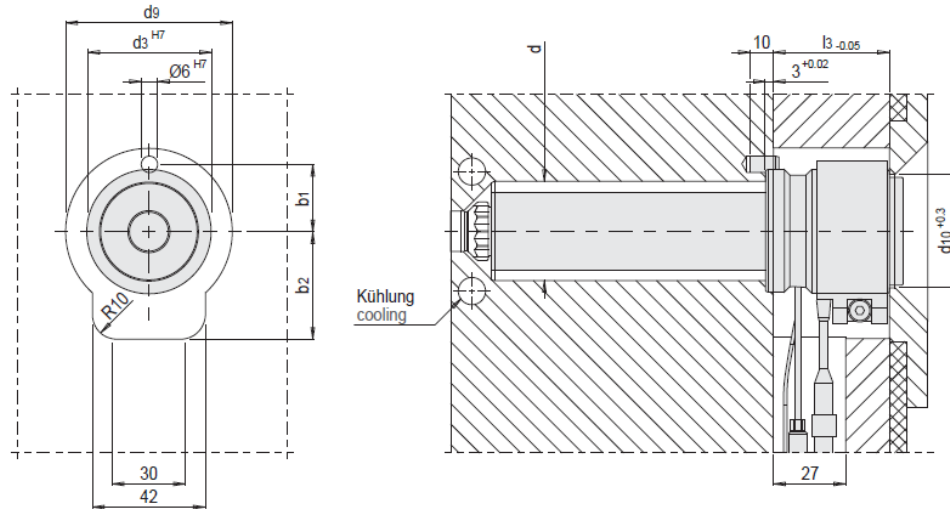


t max. 450 °C

d <sub>3</sub>	d <sub>5</sub>	d <sub>6</sub>	d <sub>7</sub>	d <sub>8</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>	l <sub>7</sub>	d	l	R	d <sub>4</sub>	Nr./No.		
40	34	7	22.5	6	44	39	42	49	27	60	0	6	E 4000/27 x 60/ 0/6		
								69		80			E 4000/27 x 80/ 0/6		
								89		100			E 4000/27 x 100/ 0/6		
								109		120			E 4000/27 x 120/ 0/6		
								129		140			E 4000/27 x 140/ 0/6		
								49		60			16	E 4000/27 x 60/16/6	
								69		80				E 4000/27 x 80/16/6	
								89		100				E 4000/27 x 100/16/6	
								109		120				E 4000/27 x 120/16/6	
								129		140				E 4000/27 x 140/16/6	
								49		60				40	E 4000/27 x 60/40/6
								69		80					E 4000/27 x 80/40/6
								89		100					E 4000/27 x 100/40/6
								109		120					E 4000/27 x 120/40/6
								129		140					E 4000/27 x 140/40/6
								46		40					11
66	80	E 4000/37 x 80/ 0/8													
86	100	E 4000/37 x 100/ 0/8													
106	120	E 4000/37 x 120/ 0/8													
126	140	E 4000/37 x 140/ 0/8													
146	160	E 4000/37 x 160/ 0/8													
46	60	16	E 4000/37 x 60/16/8												
66	80		E 4000/37 x 80/16/8												
86	100		E 4000/37 x 100/16/8												
106	120		E 4000/37 x 120/16/8												
126	140		E 4000/37 x 140/16/8												
146	160		E 4000/37 x 160/16/8												
46	60		40	E 4000/37 x 60/40/8											
66	80			E 4000/37 x 80/40/8											
86	100			E 4000/37 x 100/40/8											
106	120			E 4000/37 x 120/40/8											
126	140			E 4000/37 x 140/40/8											
146	160			E 4000/37 x 160/40/8											

## Příloha 7 - 2/2

### Specifikace horké trysky



d	b1	b2	ds	de	d10	l3
27	22	37	40	54	36	39
37	25	40	46	62	42	43

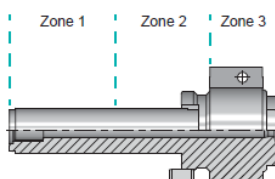
#### Technische Daten:

- » Außenbeheizt 230V AC
- » Anschlussleitungen sind bis 200°C temperaturbeständig
- » Thermofühler Typ J, Fe-CuNi, DIN 43710, schwarz+/weiß-
- » Kabellänge Düsenschafttheizer 2000 mm / d 27 1500mm
  
- » Max. Spritzdruck 1800 bar
- » Anlagekraft der Maschinendüse min. 36 kN / d 27 min 16kN
- » Längenausdehnung der Düse ist für  $\Delta T=220^{\circ}\text{C}$  berücksichtigt
- » Das Werkzeug muss geerdet werden. Wird die Düse außerhalb vom Werkzeug betrieben, muss die Düse geerdet werden.
- » Temperierung vorsehen: Um die Düsenspitze und gegenüber der Anbindungsstelle

#### Technical specifications:

- » Externally heated 230V AC
- » Connecting cables are temperature resistant up to 200°C
- » Thermocouple type J, Fe-CuNi, DIN 43710, black+/white-
- » Cable length of nozzle shaft heater is 2000 mm (D 27 1500mm)
  
- » Maximum injection pressure: 1800 bar
- » Contact force of the machine nozzle: minimum 36 kN (D 27 min. 16kN)
- » Linear expansion of the nozzle is already considered for  $\Delta T=220^{\circ}\text{C}$
- » The mould must be grounded. If the nozzle is operated outside the mould, then the nozzle must be grounded.
- » Provide temperature regulation (heating): around the nozzle tip and opposite the gating point

#### Heizung Heating




d	l	Heizleistung [W] Heating power [W]			Regelstellen Control points
		Zone 1, (braun) Zone 1, brown	Zone 2, (grau) Zone 2, grey	Zone 3 Zone 3	
27	60	100	-	460	2
	80	150	-	460	2
	100	153	-	460	2
	120	173	-	460	2
	140	192	-	460	2
37	60	130	-	460	2
	80	177	-	460	2
	100	178	-	460	2
	120	186	-	460	2
	140	200	-	460	2
	160	150	180	460	3

Příloha 8

Kalkulační list formy

<b>Kalkulační list pro formy</b>	
----------------------------------	--

Kalkulační list pro formu							nabídka č. 1
Zákazník			Datum:				
Název:			Zpracoval:				
Č. dílu:			Materiál:				
Podklady pro nabídku:	Výkres dílu	<input type="checkbox"/> Výkres formy	Č. výkresu	<input type="checkbox"/> Náčrt	<input type="checkbox"/> CAD	<input type="checkbox"/> Jiné	
			<b>VARIANTA 1</b>	<b>VARIANTA 2</b>	<b>VARIANTA 3</b>		
Velikost rámu: D: mm	235	<b>Otiskovost</b>		<b>Otiskovost</b>		<b>Otiskovost</b>	
Velikost rámu: Š: mm	310	<b>2x</b>					
Velikost rámu: V: mm	380						
Hmotnost formy kg	235						
<b>1. MATERIAL</b>		Cena: Kč	Pracnost: Nh	Cena: Kč	Pracnost: Nh	Cena: Kč	Pracnost: Nh
Rám	13 000						
Vložky	4 000						
Šíbrý							
Elektrody	2 000						
Ostatní výrobní díly	2 000						
<b>CELKEM MATERIAL</b>	<b>21 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Horký systém - dodavatel</b>		Meusburger 1x centr. neuž. Tryska + st. roz.					
<b>CENA HORKÉHO SYSTÉMU</b>		<b>25 000</b>					
<b>Základní normálie</b>		Cena: Kč	Pracnost: Nh	Cena: Kč	Pracnost: Nh	Cena: Kč	Pracnost: Nh
3.deska							
Izolační desky	5 000						
Vyhazovače	3 000						
Středice	20 000	4x					
Šíbrý + vedení šíbrů							
Dvoučinný vyhazovač							
Hydraulické válce							
Tlakové čidlo							
Datumovky							
Vytáčení							
Jiné příslušenství	25 000						
<b>NORMALIE CELKEM</b>	<b>53 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>1. MATERIAL CELKEM</b>		<b>99 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>2. KOOPERACE</b>		Cena: Kč	Pracnost: Nh	Cena: Kč	Pracnost: Nh	Cena: Kč	Pracnost: Nh
Kalení	5 000						
Povrchová úprava							
Fotochemický desén							
Leštění	10 000	TC vložka					
Zrcadlové leštění							
Doprava							
Ostatní							
<b>2. KOOPERACE CELKEM</b>		<b>15 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>3. KONSTRUKCE</b>		Cena: Kč	Pracnost: Nh	Cena: Kč	Pracnost: Nh	Cena: Kč	Pracnost: Nh
<i><b>sazba konstrukce</b></i>		<i>730</i>		<i>730</i>		<i>730</i>	
Moldflow							
Konstrukce formy/modifikace	58 400	80		0		0	
Konstrukce elektrod	7 300	10		0		0	
<b>3.KONSTRUKCE CELKEM</b>		<b>65 700</b>	<b>90</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>4. OSTATNÍ</b>		Cena: Kč	Pracnost: Nh	Cena: Kč	Pracnost: Nh	Cena: Kč	Pracnost: Nh
Vzorování:	10 000	<b>KM160</b>					
Měření/MP:							
Ostatní výdaje	5 000	<b>interní doprava</b>					
<b>4. OSTATNÍ CELKEM</b>		<b>15 000</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Výroba celkem/Sazba (vložit)	730	360		730		730	
Výroba celkem/Cena	262 800			0		0	
Montáž/Sazba:(vložit)	730	50		730		730	
Montáž/Cena:	36 500			0		0	
Korekce/Sazba:(vložit)	730	60		730		730	
Korekce/Cena:	43 800			0		0	
<b>VYROBNÍ CENA Kč</b>	<b>537 800 Kč</b>	<b>560</b>	<b>0 Kč</b>	<b>0</b>	<b>0 Kč</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>VYROBNÍ CENA EUR</b>	<b>20 294 €</b>		<b>0 €</b>		<b>0 €</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
ZISK Kč	53 780 Kč	10 %	0 Kč	15 %	0 Kč	15 %	
ZISK EUR	2 029 €		0 €		0 €		
<b>CELKEM Kč</b>	<b>591 580 Kč</b>		<b>0 Kč</b>		<b>0 Kč</b>		
<b>CELKEM EUR</b>	<b>22 324 €</b>		<b>0 €</b>		<b>0 €</b>		
Kurz (vložit)		26,50		26,00		26,00	
<b>Průběžná doba výroby</b>	<b>11</b>		<b>týdnů</b>				