

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2341 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Dopravní a manipulační technika

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Konstrukce vstřikovací formy pro výrobu krytu kola automobilu

Autor: **Tomáš MÍČKA**
Vedoucí práce: **doc. Ing. Martin HYNEK, Ph.D.**

Akademický rok 2015/2016

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta strojní
Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš MÍČKA**
Osobní číslo: **S13B0214P**
Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **Dopravní a manipulační technika**
Název tématu: **Konstrukce vstřikovací formy pro výrobu krytu kola automobilu**
Zadávací katedra: **Katedra konstruování strojů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Základní požadavky:

Vytvořte model krytu kola osobního automobilu. Navrhněte konstrukci vstřikovací formy pro daný model. Vytvořte základní výkresovou dokumentaci.

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Rešerše vstřikovacích forem
2. Kontrola a úpravy modelu krytu pro vstřikování
3. Konstruktivní návrh vstřikovací formy
4. Základní část výkresové dokumentace
5. Zhodnocení a závěr

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah kvalifikační práce: 30-40 stran A4
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

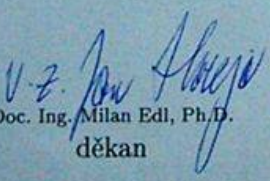
KOLOUCH, J. *Strojírenské výrobky z plastů vyráběné vstřikováním.* Praha: SNTL, 1986

HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. *Příručka strojího inženýra.* Praha: Computer Press, 1999

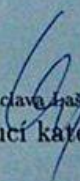
Podkladový materiál, výkresy, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Martin Hynek, Ph.D.**
Katedra konstruování strojů
Konzultant bakalářské práce: **Doc. Ing. Martin Hynek, Ph.D.**
Katedra konstruování strojů

Datum zadání bakalářské práce: **21. září 2015**
Termín odevzdání bakalářské práce: **20. května 2016**


Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Václava Lašová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 21. září 2015

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské/diplomové práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Touto cestou děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Martinu Hynkovi, Ph.D. za cenné připomínky, čas věnovaný konzultacím a za rychlou a ochotnou komunikaci.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Míčka	Jméno Tomáš	
STUDIJNÍ OBOR	2301 R016 „Dopravní a manipulační technika“		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) doc. Ing. Hynek, Ph.D.	Jméno Martin	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KKS		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Konstrukce vstřikovací formy pro výrobu krytu kola automobilu		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZD.	2016
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	96	TEXTOVÁ ČÁST	54	GRAFICKÁ ČÁST	22
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	<p>Bakalářská práce obsahuje návrh plastového krytu kola a vstřikovací formy pro jeho výrobu. K práci je připojen 3D model a základní 2D výkresová dokumentace.</p>
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	<p>Kryt kola, vstřikování plastů, vstřikovací forma, simulace, Inventor</p>

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Míčka	Name Tomáš	
FIELD OF STUDY	2301 R016 “Transport and handling machinery“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) doc. Ing. Hynek, Ph.D.	Name Martin	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLÓMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Construction of injection mold for the production of wheel cover		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machine Design	SUBMITTED IN	2016
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	96	TEXT PART	54	GRAPHICAL PART	22
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	Bachelor of work includes design of the plastic wheel cover and design of the injection mold for its production. 3D models and basic 2D drawings are attached.
KEY WORDS	Wheel cover, injection molding, injection mold, simulation, Inventor

Obsah

Seznam použitých symbolů a zkratek	9
1 Úvod.....	10
1.1 Zadání	10
2. Úvod do problematiky.....	10
2.1 Seznámení s disky a kryty kol osobních automobilů	10
2.2 Volba konstrukčních řešení formy pro daný výrobek	12
2.2.1 Násobnost formy	12
2.2.2 Vtokový systém	12
2.2.3 Chladicí systém.....	12
2.2.4 Zaformování a odformování výstřiku	13
2.2.4 Vyhazovací systém	13
2.2.5 Odvzdušnění	13
3. Popis vyráběné součásti	14
3.1 Parametry součásti.....	14
4 Návrh a analýza krytu kola.....	16
4.1 Kontrola výstřiku při vyjímání z formy.....	16
4.2 Kontrola na ohyb při montáži.....	17
4.3 Konstrukce krytu kola	18
4.3.1 Konstrukce z hlediska funkce	18
4.3.2 Konstrukce z hlediska technologie výroby	20
4.4 Analýza plnění součásti	23
4.4.1 Čas plnění.....	24
4.4.2 Spolehlivost plnění.....	25
4.4.3 Předpověď kvality.....	26
5. Konstrukční návrh vstřikovací formy	27
5.1 Umístění dělicí roviny	27
5.2 Sestava vstřikovací formy	29
5.3 Pevná část formy	30
5.3.1 Tvárnice	30
5.3.2 Sestava šíbru	31
5.3.3 Lišty	33

5.3.4 Kotevní deska.....	34
5.3.5 Opěrná deska.....	35
5.3.6 Vyhazovače.....	36
5.3.7 Upínací deska pevné strany formy.....	38
5.3.8 Opěrné pilíře	39
5.3.9 Sekundární vedení.....	39
5.3.10 Hydraulický válec	40
5.3.11 Vstřikovací tryska	41
5.4 Pohyblivá část formy	42
5.5 Úhlová analýza	43
5.5.1 Analýza tvárnice	43
5.5.2 Analýza tvárníku.....	44
5.6 Chladicí systém.....	45
5.6.1 Chlazení tvárnice	45
5.6.2 Chlazení tvárníku	46
5.6.3 Chlazení šíbru	47
5.7 Transportní prvky	47
5.8 Označení a popisy formy	48
5.9 Vstřikovací lis.....	49
6. Závěr.....	50
Použité informační zdroje	51
Seznam obrázků	52
Seznam tabulek	53
Seznam příloh.....	54

Seznam použitých symbolů a zkratek

Označení	Legenda	Jednotka
E	modul pružnosti v tahu materiálu	[MPa]
v	vzdálenost, o kterou se packa vykloní při vyhazování z formy	[mm]
l	vzdálenost v ose y	[mm]
J_z	kvadratický modul průřezu	[mm ⁴]
M_o	ohybový moment	[N · mm]
W_o	modul průřezu v ohybu	[mm ³]
F_v	síla potřebná k vyjmutí výstřiku	[N]
F_1	síla jednoho vyhazovače	[N]
σ_o	napětí v ohybu	[MPa]
σ_D	dovolené napětí v ohybu	[MPa]
p	otlačení	[MPa]
p_D	dovolené otlačení	[MPa]
d	průměr nejmenšího vyhazovače	[mm]
x	vzdálenost v ose x, o kterou se packa při montáži musí vyhnout	[mm]
ABS	Termoplast akrylonitril-butadien-styrén	[-]

1 Úvod

Cílem této práce je vytvoření konstrukčního návrhu krytu kola osobního automobilu a poté návrh vhodné vstřikovací formy pro jeho výrobu. Před samotným konstrukčním řešením se nachází stručný přehled o krytech kol a možných konstrukčních řešeních formy pro jejich výrobu. Samotný konstrukční návrh je zpracován v podobě 3D modelu vstřikovací formy a výkresové dokumentace vybraných částí.

1.1 Zadání

Vytvořte model krytu kola osobního automobilu. Navrhněte konstrukci vstřikovací formy pro daný model. Vytvořte základní výkresovou dokumentaci.

2. Úvod do problematiky

Aby bylo možné vůbec začít pracovat na konstrukčním řešení vstřikovací formy, bylo nezbytné udělat si přehled o požadavcích kladených na plastové kryty kol osobních automobilů. Až když máme představu o tvaru a funkci výrobku, můžeme postoupit ke konstrukčnímu řešení vstřikovací formy.

2.1 Seznámení s disky a kryty kol osobních automobilů

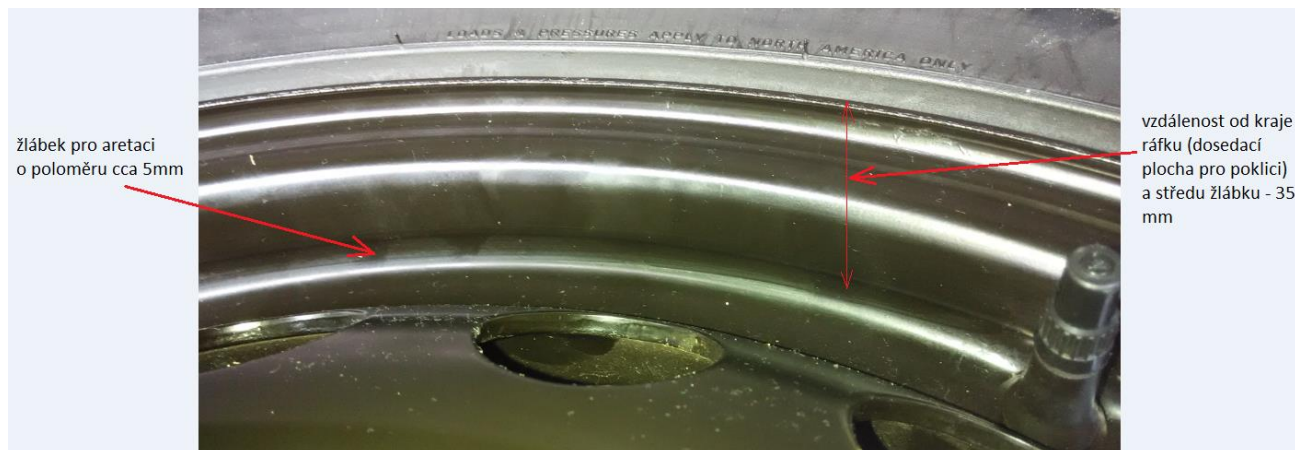
Hlavní funkce krytu kola je zakrýt nevzhledný plechový disk. Za druhotnou funkci by se dala považovat částečná ochrana kolových šroubů před nečistotami.

Velikost krytů se odvíjí od velikosti průměru plechového disku, pro který jsou určeny. Velikost disku se udává v palcích.



Obrázek 1 – Plechový disk [1]

Na disku se nachází žlábek pro aretační packy krytu kola, jehož poloha a poloměr se také odvíjí od průměru disku. Na obrázku 2, jsou rozměry naměřené na disku o průměru 15“.



Obrázek 2 – Proměřovaný disk

Aretační packy mohou mít mnoho podob, ale funkce zůstává stejná (viz obrázek 3).



Obrázek 3 – Aretační packy

Vedle tvarové části, zapadající do žlábků v disku, se na aretační pacce nachází také drážka pro upevnění obvodové pružiny (viz obrázek 4 a 5). To je drát o požadované tuhosti, jenž udává výslednou aretační sílu a s ním také spojenou potřebnou montážní a demontážní sílu.



Obrázek 4 – Drážka pro obvodovou pružinu

Někteří výrobci vybavují poklice více takovýmito drážkami, čímž umožňují nastavení zmíněných sil. To se hodí zejména pro staré narezavělé plechové disky, do kterých je často problém poklici instalovat. Montážní síla se však dá také nastavovat pomocí deformace části drátu, v místě vyhýbajícím se ventilku. V takovém případě stačí drážka pro drát pouze jedna.



Obrázek 5 – Obvodová pružina

Plouščky stěn poklic, které jsem proměřoval, se pohybovali mezi 1,2 až 2,5 mm. Všechny poklice byly vyrobeny z termoplastu ABS.

2.2 Volba konstrukčních řešení formy pro daný výrobek

Když známe požadavky na tvar výstřiku, můžeme zvažovat možnosti jeho výroby. Bylo nutné si vytvořit přehled o dostupných způsobech vstřikování, o konstrukčních variantách jednotlivých prvků formy a pochopit celý proces vstřikování.

Zvolená konstrukční řešení jsou podrobně popsány ve vlastní konstrukční části v kapitole 5.

2.2.1 Násobnost formy

Vzhledem k velikosti vstřikované součásti bude forma pouze jednonásobná. Při větší násobnosti by forma nabyla obrovských rozměrů a její konstrukce by byla zbytečně složitá.

2.2.2 Vtokový systém

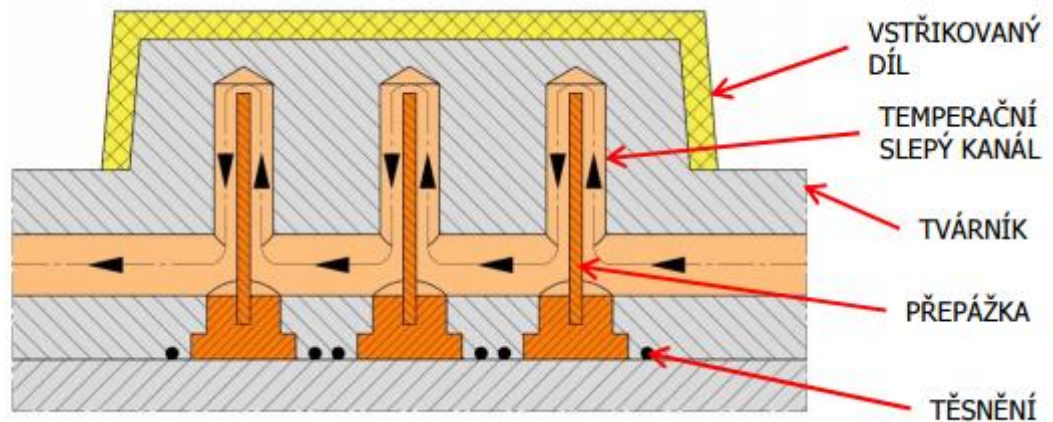
Zde bylo na výběr mezi horkým a studeným vtokovým systémem. Zvolil jsem horký vtokový systém. Toto řešení je sice cenově náročnější, ale odpadá nutnost konstrukce vtokových kanálů a odstraňování vtokových zbytků, protože tavenina je vstřikována přímo do dutiny formy prostřednictvím odporově vyhřívané vstřikovací trysky a tím se výrazně zkracuje čas výroby. [2]

U výrobků jako je tento, předpokládám sériovou výrobu, kde má zvýšená pořizovací cena rychlou návratnost.

2.2.3 Chladicí systém

Konstrukce chladicího systému musí být navrhována tak, aby vytvářela na povrchu dutiny formy homogenní teplotní pole a nevznikaly teplotní gradienty, což by mělo za následek deformace výstřiku nebo jeho nadměrné vnitřní pnutí. Správné rozmístění chladicích kanálů zaručí efektivní a rovnoměrné chladnutí celého výstřiku, zkracuje dobu chladnutí výstřiku a tím urychluje celý vstřikovací cyklus a nemalou částí tak ovlivňuje cenu výrobku. [3]

Konstruovaná forma je chlazená aktivně a jako chladicí médium je použita voda. Chlazený je tvárník, tvárnice a šíbrý. V tvárnici a tvárníku je chladicí médium přiváděno blíže k tvarové dutině pomocí přepážek (viz obrázek 6).



Obrázek 6 – Přepážky [3]

Systém chlazení se často upravuje při náběhu výroby plastového dílu.

2.2.4 Zaformování a odformování výstřiku

Aretační packa krytu, ve všech mě známých konstrukčních variantách, vytváří podkos a tím si vynucuje použití speciálních konstrukčních prvků, které umožní odformování výstřiku.

Podkosy lze zaformovat několika způsoby. Mezi ně patří použití speciálních vyhazovačů nebo vytáčecích jader. Pro tento případ však přichází v úvahu pouze použití šíbrů (pojízdných vozíků, pohybujících se jiným směrem než se otevírá nástroj), které budou v tomto případě poháněny mechanicky pomocí šikmého kolíku (viz obrázek 30). [3]

2.2.4 Vyhazovací systém

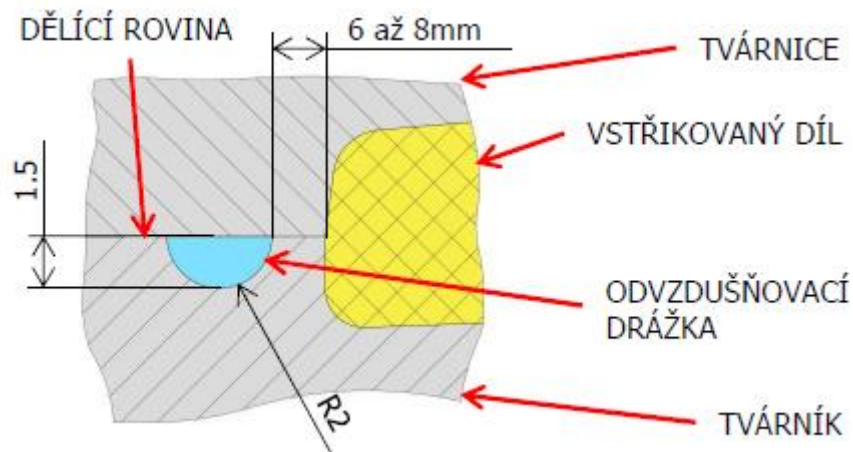
Vstřikovací forma musí obsahovat vyhazovací systém, který zajistí snadné vyjmutí výrobku z formy. Sada vyhazovačů musí být v přímém kontaktu s výstřikem a po ztuhnutí roztaveného plastu vyhazovací systém vytlačí výstřik z dutiny formy. [3]

V tomto případě, kvůli zmíněným podkosům, zůstává výstřik na pevné straně formy a vyhazovací paket tedy musí být opatřen vlastním pohonem. Některé vyhazovače budou frézovány dle tvaru dutiny formy. Použité válcové vyhazovače jsou na obrázku 36.

2.2.5 Odvzdušnění

Jelikož je dutina formy před vstřikováním plná vzduchu, konstrukce formy musí zajistit dostatečně rychlý únik vzduchu z dutiny. V opačném případě se vzduch stlačením zahřívá a může dojít k vznícení vstřikovaného plastu (Dieselův efekt). V lepším případě se jen pomalu unikajícím vzduchem prodlouží doba plnění a zvýší potřebný vstřikovací tlak. V každém případě vede špatně řešené odvzdušnění k zvýšenému výskytu vzniklých vad a nehomogenitě vstřikované součásti. [3]

Odvzdušnění se často řeší až při provedení prvních zkoušek formy. Často k odvzdušnění totiž stačí vůle mezi dělicími rovinami, vůle vyhazovačů a jader. Je pravděpodobné, že vzhledem k členitosti konstruované formy nebude nutné odvzdušnění speciálně řešit. Případný způsob odvzdušnění v podobě drážky v dělicí rovině je na obrázku 7.



Obrázek 7 – Odvzdušňovací drážka s příkladem rozměrů [3]

3. Popis vyráběné součásti

Vyráběnou součástí je kryt kola osobního automobilu neboli poklice. Jako základ jsem použil reálnou poklici, kterou jsem podle svého uvážení tvarově a rozměrově upravil a opatřil vlastním logem. Mnou navržená poklice je určena pro rozměr disku kola o průměru 15". Při volbě materiálu jsem se nechal opět inspirovat již existujícími kryty. Předpokládám tudíž, že je nejlepším kompromisem mezi cenou, mechanickými a technologickými vlastnostmi. Konkrétně jsem zvolil termoplast Lustran ABS 1146 od výrobce INEOS ABS.

3.1 Parametry součásti

Materiál: termoplast Lustran ABS 1146 (výrobce INEOS ABS)

Hlavní rozměry: $\varnothing 380-51$

Hmotnost vylisku: 272g



Obrázek 8 – Kryt kola (přední pohledová strana)



Obrázek 9 – Kryt kola (zadní strana)

4 Návrh a analýza krytu kola

Jelikož poklice primárně plní funkci estetickou, je uživatelem při správném zacházení mechanicky namáhána pouze při montáži a demontáži z disku. Avšak působení vnějších sil se nevyhne ani při samotné výrobě.

4.1 Kontrola výstřiku při vyjímání z formy

Při vyjímání ze vstřikovací formy je jednak otláčována vyhazovači a také je namáhána na ohyb v místě aretačních pacek. Těch je na spodní straně poklice nachází celkem 8. Na tato namáhání musí být poklice a packy patřičně dimenzovány.

Výpočet J_z :

$$J_z = \frac{h \cdot b^3}{12} = \frac{57 \cdot 1,55}{12}$$

$$J_z \cong 17,7 \text{ mm}^4$$

Výpočet síly potřebný pro vyjmutí výstřiku:

$$F_v = 8 \cdot \frac{3 \cdot E \cdot J_z \cdot v}{l^3} = 8 \cdot \frac{3 \cdot 2140 \cdot 17,7 \cdot 4}{17^3}$$

$$F_v \cong 1077 \text{ N}$$

Kontrola na ohyb:

$$\sigma_o = \frac{M_o}{W_o}$$

$$\sigma_o = \frac{F \cdot l}{\frac{1}{6} \cdot b^2 \cdot h} \cong 68,9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{DO} = 72,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{DO} \geq \sigma_o \quad - \text{VYHOVUJE}$$

Kontrola na otláčení:

28 vyhazovačů působí silou $F_v = 1077 \text{ N}$

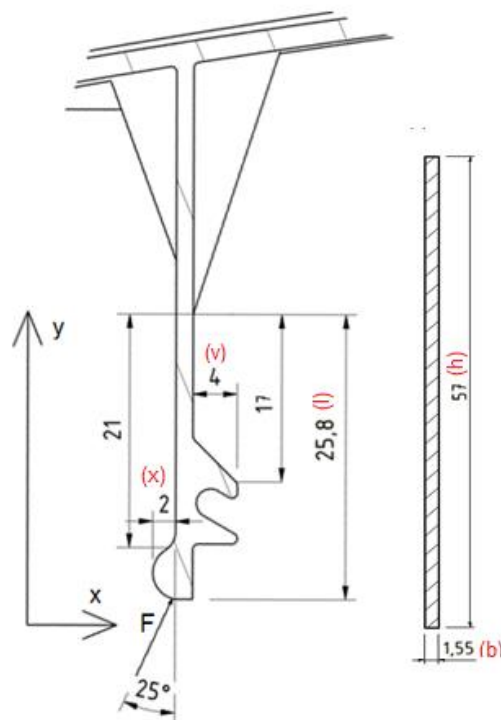
Na jeden vyhazovač tedy připadá $F_1 = \frac{F_v}{28} \cong 38,5 \text{ N}$

Nejmenší vyhazovač je průměru $d = 5 \text{ mm}$.

Dovolený tlak pro materiál odlitku je 20MPa.

$$p = \frac{4 \cdot F_1}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 38,5}{\pi \cdot 5^2} \cong 1,96 \text{ MPa}$$

Otlačení od vyhazovačů je zanedbatelné, případné otlačení nejsou vadou, jelikož nejsou na pohledové straně krytu.



Obrázek 10 – Náčrt k výpočtům

4.2 Kontrola na ohyb při montáži

Je třeba zajistit, aby se poklice po montáži na disk automobilu neuvolnila a zároveň aby při montáži nepraskla, či se jinak nezdeformovala. Přítlačnou sílu zajišťují plastové packy, které svým tvarem pasují do žlábků na plechovém disku. Velikost síly můžeme zjistit jednoduchým orientačním výpočtem.

Výpočet J_z :

$$J_z = \frac{h \cdot b^3}{12} = \frac{57 \cdot 1,55^3}{12} \cong 17,7 \text{ mm}^4$$

Výpočet montážní síly:

$$F_x = \frac{3 \cdot E \cdot J_z \cdot x}{l^3} = \frac{3 \cdot 2140 \cdot 17,7 \cdot 2}{25,8^3} \cong 13,2 \text{ N}$$

$$F_y = \frac{F_x}{\text{tg } 25^\circ} = \frac{3 \cdot 2140 \cdot 17,7 \cdot 2}{28,5^3} \cong 28,4 \text{ N}$$

$$F_{yc} = 8 \cdot F_y \cong 227 \text{ N}$$

Síla vzniklá při montáži je oproti síle při vyjímání téměř pětikrát menší. Není proto potřeba znovu kontrolovat napětí v ohybu.

Jak je patrné z výpočtu, síla od samotných plastových pacek je velmi malá. Takto malá síla by nezaručila, že za provozu zůstanou packy zaklapnuté a mohlo by dojít k uvolnění poklice. Proto se packy zevnitř vyztužují ocelovým drátem, zmiňovaným v podkapitole 2.1. Řešit jej však není předmětem mé práce.

4.3 Konstrukce krytu kola

Při navrhování tvaru a rozměrů krytu kola je třeba se řídit nejen funkčními požadavky, tzn. uzpůsobit stykové plochy a jejich rozměry dle protikusu (v našem případě plechová poklice) a zajistit tvarem dostatečnou tuhost a pevnost součásti, ale také je třeba zohlednit technologičnost konstrukce a zajistit tak vyrobiteľnost součásti.

4.3.1 Konstrukce z hlediska funkce

Funkčními plochami jsou pouze ty, které přicházejí do styku s plechovou poklicí a také s vnitřní obvodovou pružinou. Jejich rozměry jsou rozhodující z hlediska funkčnosti poklice samotné. Jejich nedodržení znemožňuje správnou funkci výrobku a proto se pravidelně kontrolují. Tyto rozměry jsou stanoveny dle požadavků zákazníka v závislosti na jaký rozměr disku se poklice vyrábí.



Obrázek 11 – Funkční plochy krytu kola (červeně naznačeny)

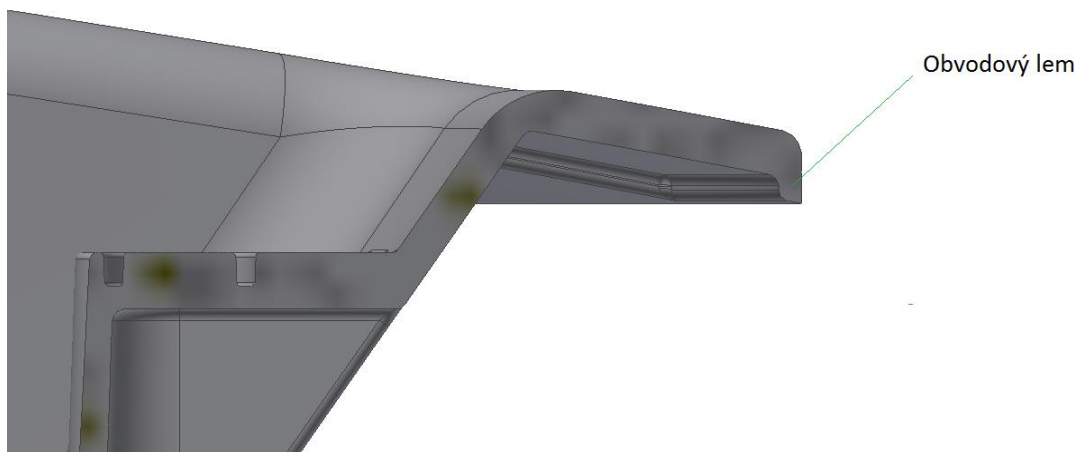
Přesné funkční rozměry včetně jejich tolerancí jsou uvedeny v příloze na výkrese BP20.16.0.002.

Aby kryt kola mohl správně plnit svoji funkci, musí být také dostatečně tuhý. Tuhost je zvýšena pomocí prolisů, lemu po obvodě a také žeber.



Obrázek 12 – Detail prolisu a žebra

Prolisy společně s lemem na obvodě zvyšují tuhost celého těla poklice. Oproti tomu žebra mají za úkol zvýšit tuhost a pevnost pacek a zabránit jejich vylomení z těla poklice.

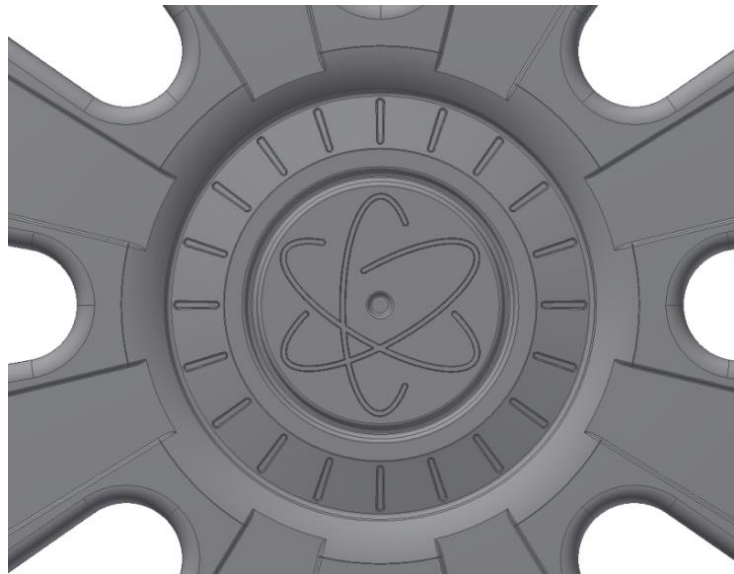


Obrázek 13 – Detail obvodového prolisu

Hlavní funkcí krytu kola je zakrýt nevzhledný plechový disk. Vzhled poklice proto v žádném případě není až na posledním místě. Libivý design je hlavním předpokladem pro úspěšnost výrobku na trhu. Z toho důvodu jsem se snažil udělat poklici co nejlíbivější a opatřil ji designovými prvky, jako jsou imitace šroubů, prolisy či logo.



Obrázek 14 – Detail imitace šroubů



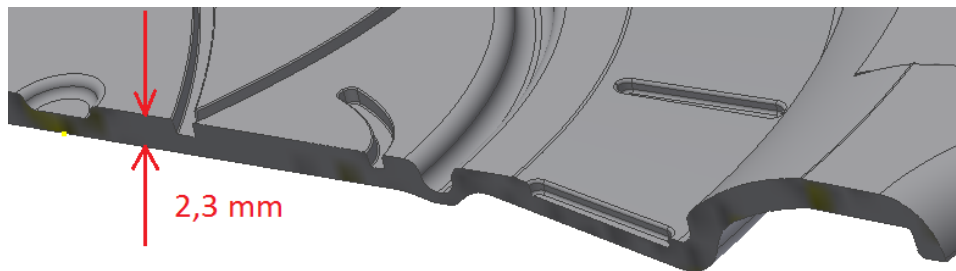
Obrázek 15 – Detail středu poklice

4.3.2 Konstrukce z hlediska technologie výroby

Při navrhování výstřiků je třeba se řídit příslušnými pravidly a zásadami, aby byla součást bez problémů vyrobitelná. Bývá doporučený určitý rozsah tloušťky materiálů, velikostí úkosů pro snadné vyjímání z formy, pravidla pro umístění žeber apod. Tato doporučení se liší od použitého materiálu a metody vstřikování.

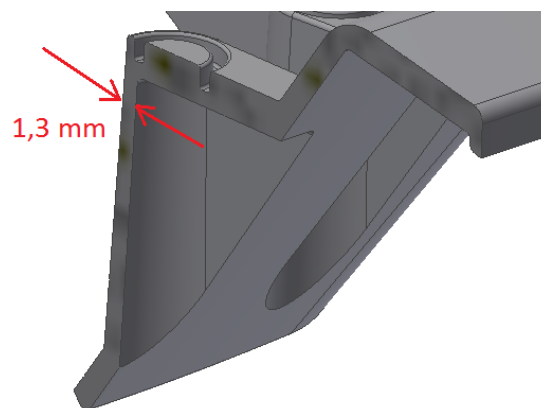
Tloušťka stěn

Při konstrukci je třeba zachovat co nejjednodušší tloušťku stěn a pokud již ke změně tloušťky dochází, tak zajistit její pozvolný přechod pomocí rádiusů. Nedodržením této zásady mohou na výrobku vznikat propadliny a staženiny vlivem nestejně smršťování při chladnutí. Tlustostěnné výrobky jsou nevhodné z ekonomického hlediska kvůli delší době chladnutí a tím zpomalují celý pracovní cyklus. Je tedy důležité najít vhodný kompromis mezi mechanickými vlastnostmi výrobku a jeho tloušťkou. [4]



Obrázek 16 – Největší tloušťka stěny

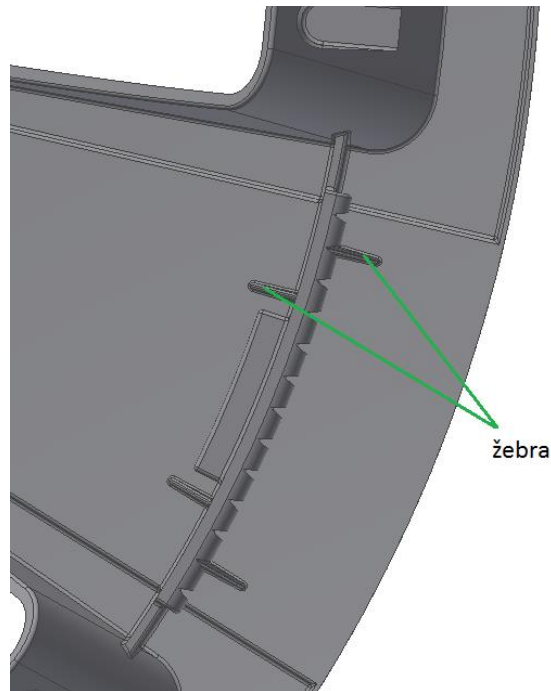
Vhodné je případná zúžení umísťovat dále od vtoku, aby se zbytečně nebránilo tavenině ve vyplňování dutiny formy a nezvyšoval se tak vstřikovací čas. Nevhodně umístěná zúžení mohou být také příčinou nespolehlivosti vyplnění dutiny formy. [4]



Obrázek 17 – Nejmenší tloušťka stěny

Žebra

Na součásti se vyskytují také žebra, která mají technický (vyztužení pacek) a i technologický význam (zabrání deformaci pacek při chladnutí). Žebra není vhodné umístit tak, aby vytvořila teplotní uzel. Proto nemohou být umístěna naproti sobě (viz obrázek 12). [4]



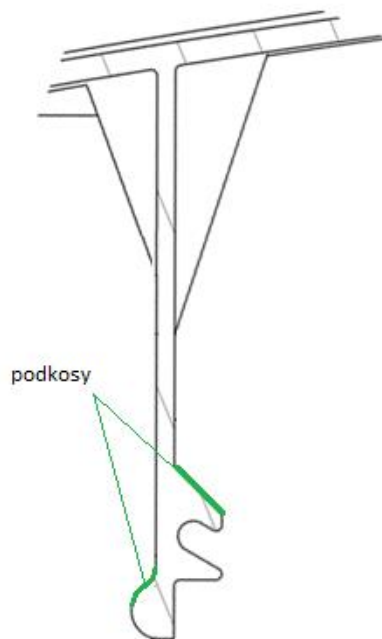
Obrázek 18 – Detail žebra

Úkosy

Pro vyjmutí výstřiku z formy je nezbytné jej opatřit příslušnými technologickými úkosy. Nejmenší možný úkos je $0^{\circ}30'$, avšak čím menší je úkos, tím je třeba menší drsnost povrchu. Pro minimální úkosy musí být tvárníky leštěny. Obvyklé technologické úkosy jsou cca 2° . Úkosy nemají jen technologický význam, ale také konstrukční (funkce, vzhled). [3]

Podkopy

Opakem úkosu jsou podkopy. Ty naopak brání ve vyjímání výstřiku z formy a z pravidla se jich při návrhu vyvarovat. V tomto případě jsou však nepostradatelné pro funkčnost výrobku. Aby bylo možné takový výstřik odformovat, je třeba konstrukci formy náležitě upravit. V mém případě je forma vybavena pojízdnými vozíky (šibry), které jsou ovládány mechanicky pomocí šikmého kolíku.



Obrázek 19 – Podkosa

4.4 Analýza plnění součásti

To, že bude součást vyrobitelná s danými tloušťkami stěn a v daném tvaru jsem ověřil pomocí simulace vstřikování v prostředí programu Autodesk Inventor 2016.

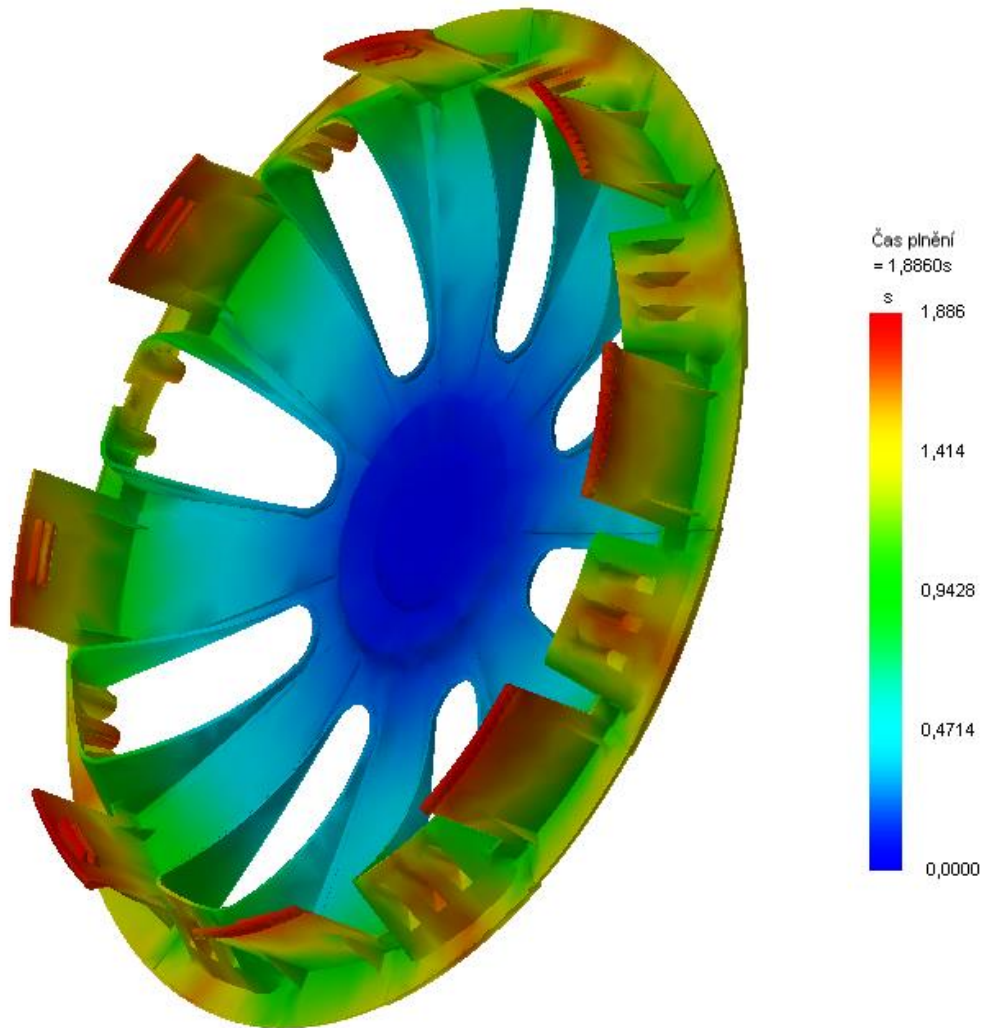
Parametry pro vstřikování jako je teplota taveniny, tlak vstřiku apod., jsem nechal navrhnout program automaticky, který vybere vhodné hodnoty dle tvaru součásti a informací poskytnutých výrobcem vstřikovaného plastu.

Kromě informací o času plnění, svěrných silách či objemu vstříknutého plastu (viz Tabulka 1), program také vykreslí grafy pro čas plnění, spolehlivosti plnění nebo pro předpověď kvality.

Skutečná doba plnění	1.89 (s)
Skutečný tlak vstřiku	73.886 (MPa)
Oblast svěrné síly	918.3672 (cm ²)
Max. svěrná síla během plnění	328.308 (tonne)
Přepnutí rychlost/tlak při objemu %	98.01 (%)
Přepnutí rychlost/tlak v čase	1.76 (s)
Odhadovaná doba cyklu	34.64 (s)
Celková hmotnost součásti	272.188 (g)
Objem vstřiku	275.8255 (cm ³)

Tabulka 1 – Analýza plnění součásti

4.4.1 Čas plnění

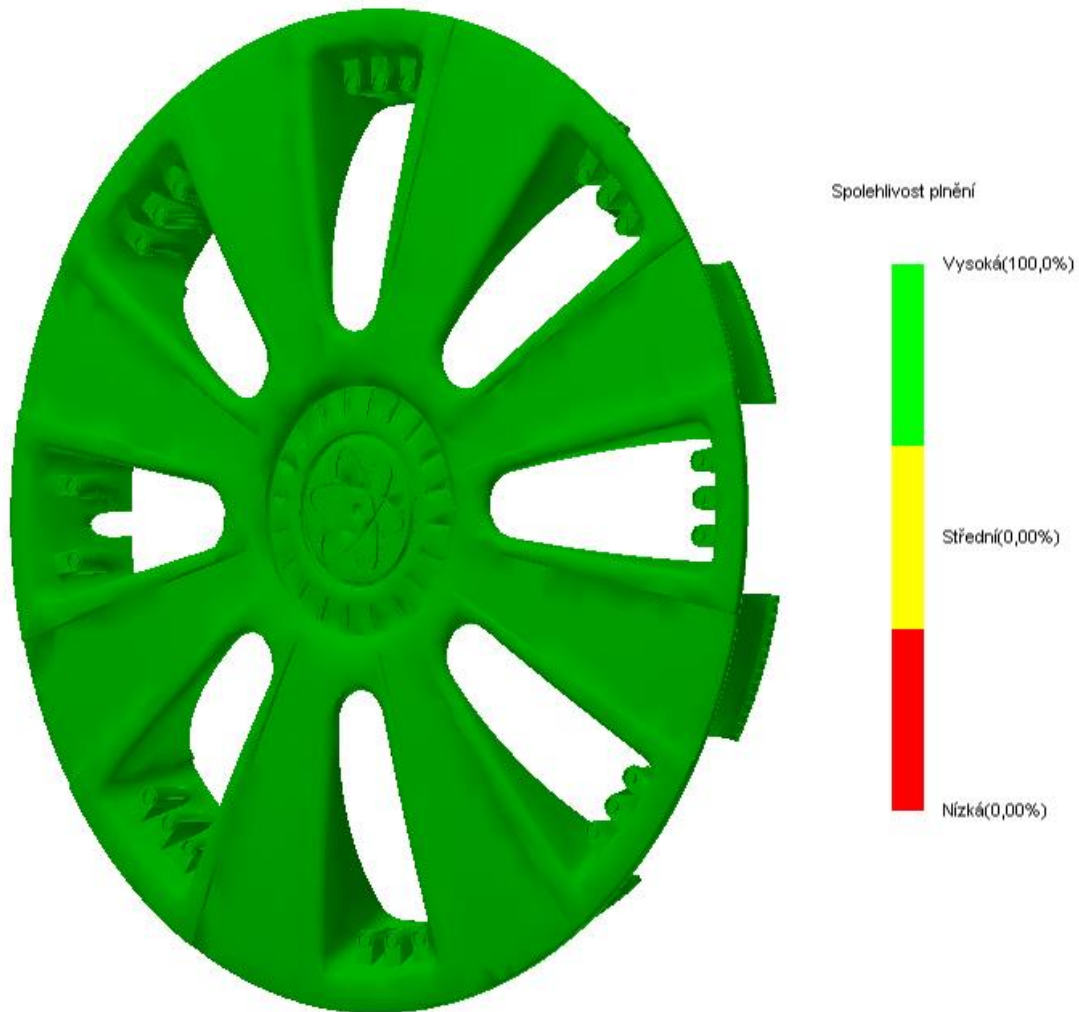


Obrázek 20 – Čas plnění

Analýza času plnění nám ukazuje, za jak dlouho se vyplní dutina formy taveninou. Program předpověděl čas plnění dutiny formy na cca 1,89 sekundy. Z Obrázku 14 je patrné jak probíhá plnění. Naposledy se vyplňují packy, což je dáno tvarem výstřiku, jelikož jsou nejdále od vstřikovací trysky.

Čas plnění odpovídá složitosti vstřikované součásti. Z doby celého vstřikovacího cyklu zabere samotné plnění dutiny jen zlomek. Nejpodstatnější část z celého cyklu zaujímá zhušťování a chladnutí výstřiku. Ve snaze zkrátit vstřikovací cyklus na minimum je forma vybavena chladicím systémem. Nemalou částí se na celém cyklu podílí také otevírání formy.

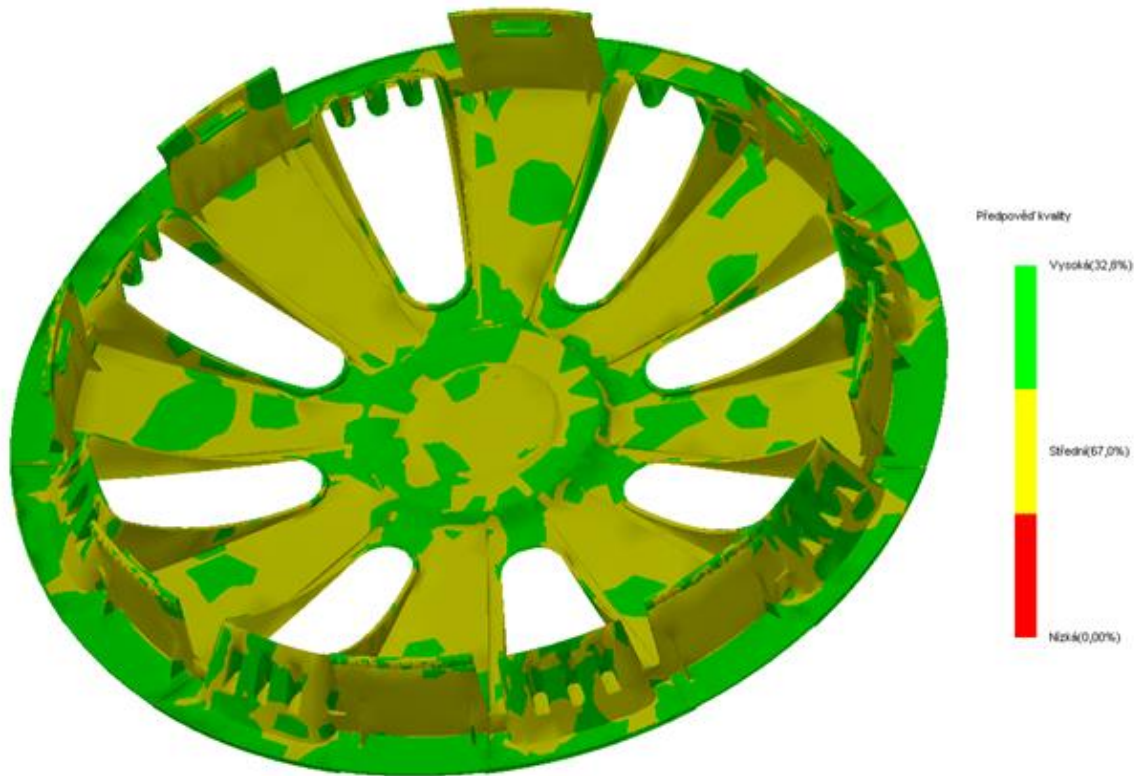
4.4.2 Spolehlivost plnění



Obrázek 21 – Spolehlivost plnění

Analýza spolehlivosti plnění nám ukazuje, s jakou pravděpodobností se vyplní dutina formy. Pokud by nebylo zaručeno stoprocentní vyplnění dutiny, vznikalo by riziko vzniku nedostříknutých zmetků. Pokud by se tak stalo, museli bychom zvolit materiál s vyšším indexem toku taveniny, zvětšit průměr vstříkovací trysky nebo zvětšit tloušťku stěn v blízkosti nevyplněné části výstříku.

4.4.3 Předpověď kvality



Obrázek 22 – Předpověď kvality

Z výsledků předpovědi kvality se dá odhadnout kvalita mechanických vlastností a také vzhled součásti. Předpovídaná kvalita nevyhází nejpříznivěji. Přes nespočet úprav, kterými jsem eliminoval místa s velmi nízkou kvalitou, se mi nepodařilo docílit vyšší kvality.

Analýza předpověděla, že 67% součásti bude vyrobeno se střední kvalitou. Jelikož kryt kola je designová součást a nebude tedy výrazně mechanicky namáhán. Případné projevy nekvality na povrchu výstřiku také nejsou na škodu, protože pohledová strana poklice je dále povrchové upravována (barvení, lakování) dle požadavků zákazníka.

S ohledem na výše uvedené skutečnosti můžeme předpověď kvality pokládat za přijatelnou.

5. Konstrukční návrh vstřikovací formy

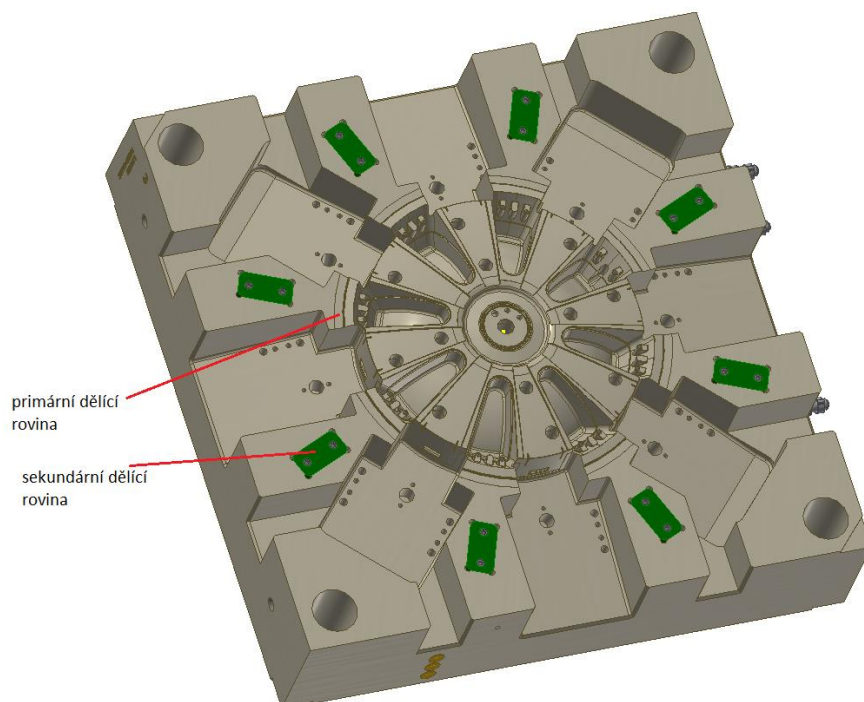
Po navrhnutí vstřikované součásti, přichází na řadu návrh nástroje pro jeho výrobu. Tímto nástrojem je jednonásobná vstřikovací forma s horkým vtokem. Rozměry formy se odvíjí od velikosti vstřikované součásti. Při navrhování jsem se snažil maximálně využít normálie firmy Meusburger, vtoková tryska je pak od společnosti ORYCON.

Při konstrukci tvarové dutiny formy se musí její velikost zvětšit oproti požadovanému výstřiku o předpokládané smrštění. To však není pro materiál konstantou, ale jeho velikost je závislá na technologii výroby a geometrického tvaru vstřikované součásti. Smrštění je vypočítáváno simulačními programy nebo zjišťováno experimentálně na vzorcích. V práci uvažuji teoretické smrštění 2%. [4]

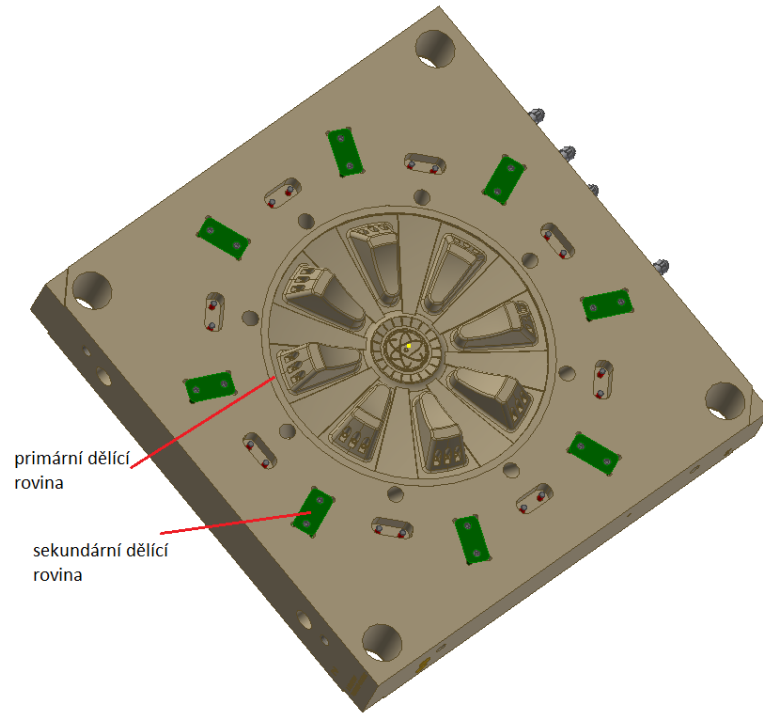
Použitím stavebnicového rámu a normalizovaných součástí, jsou zaručeny nižší náklady než pro formu vyráběnou a také případná snadná výměna poškozených součástek.

5.1 Umístění dělicí roviny

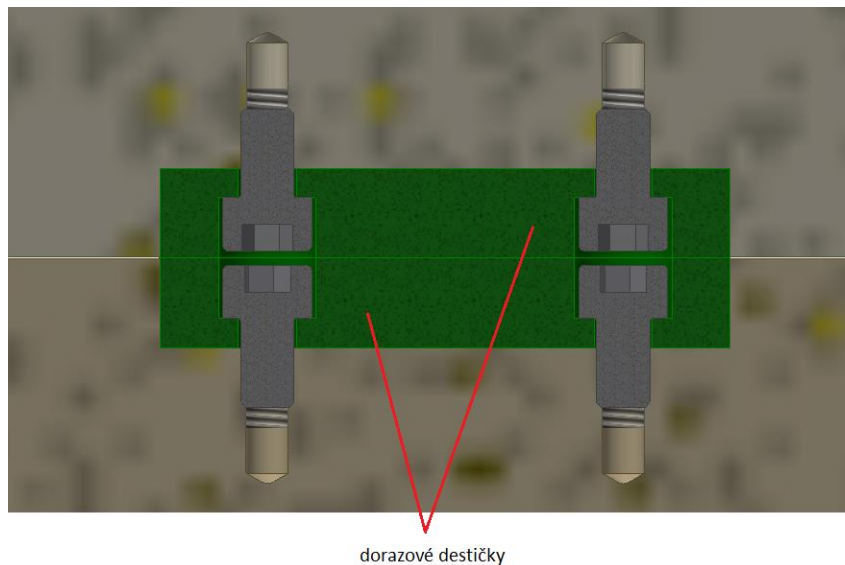
Jako první je důležité rozhodnout o umístění hlavní dělicí roviny. Vzhledem k tvaru součásti nebylo mnoho variant kam dělicí rovinu umístit. Jediné přijatelné řešení je na obrázcích 23 a 24.



Obrázek 23 – Dělicí rovina na tvárnici



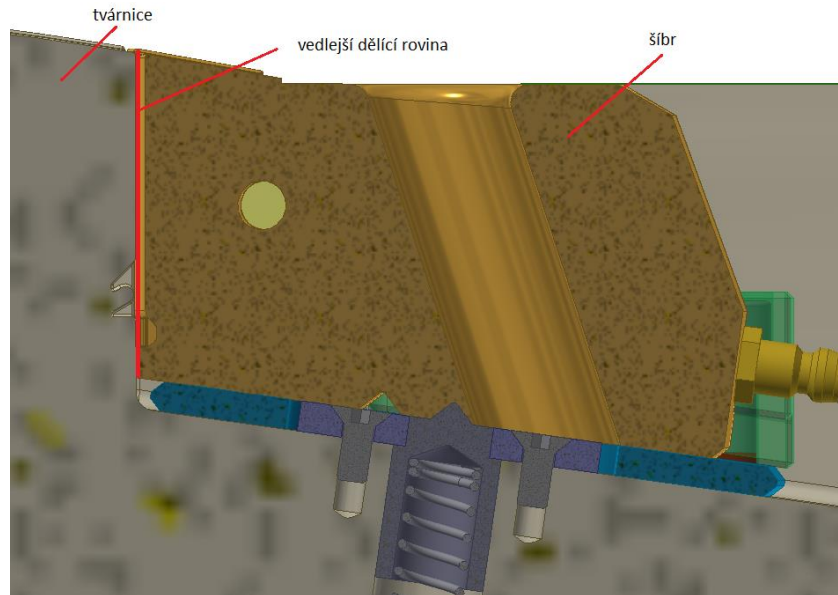
Obrázek 24 – Dělicí rovina na tvárníků



Obrázek 25 – Detail na dorazové desky

Primární dělicí rovina je plocha, kde se stýká tvárník s tvárnicí a uzavírá tak dutinu formy. Jelikož dělicí rovina musí být přesně broušena, bylo by vysoce neekonomické, aby celá plocha tvárníku a tvárnice byla ve funkci dělicí roviny. Z tohoto důvodu je primární dělicí rovina jen po obvodu dutiny a poté se tvárník s tvárnicí dotýkají na broušených dorazových deskách (viz obrázek 25).

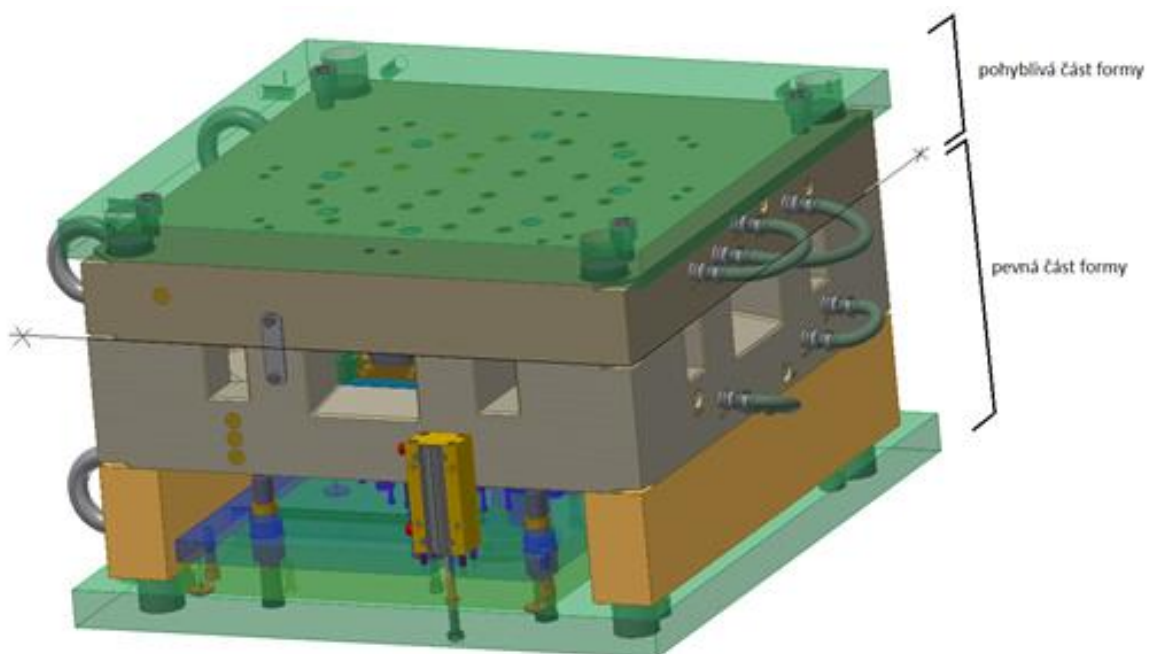
Vedlejší dělicí rovina, která je kolmá na hlavní, pak tvoří styková plocha s tvárnicí a pojízdným šibrem (viz obrázek 26).



Obrázek 26 – Vedlejší dělicí rovina

5.2 Sestava vstříkovací formy

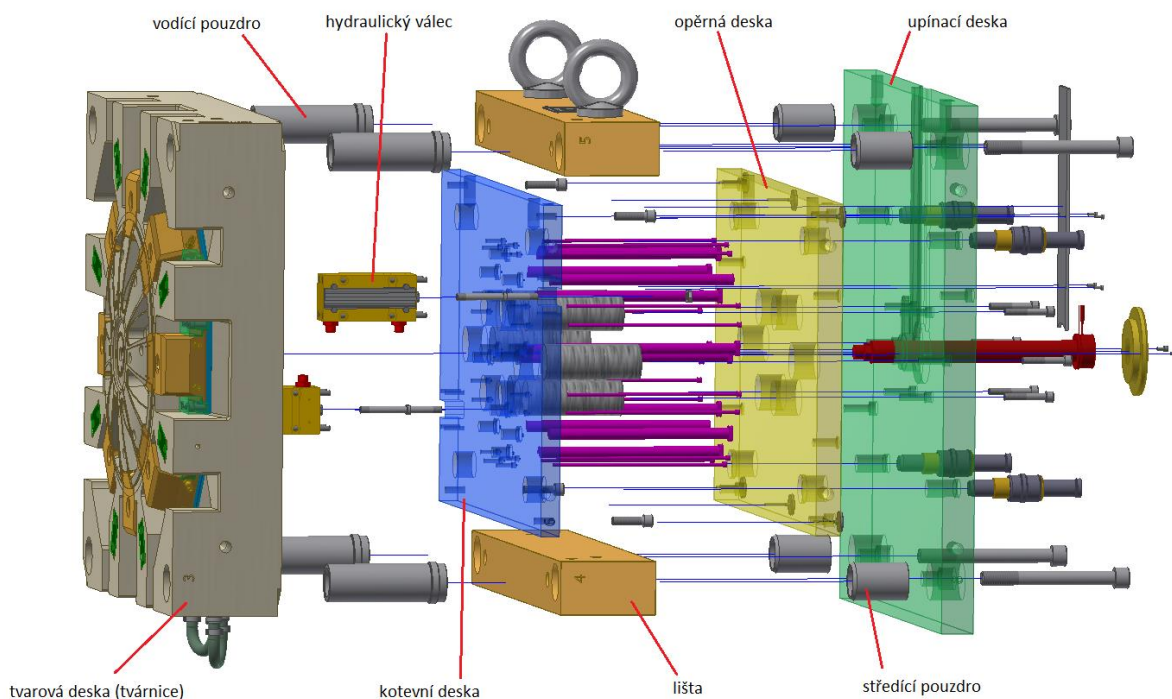
Velikost všech desek a celého rámu se odvíjí od velikosti vstříkované součásti. Nejprve jsem musel rozhodnout, zda bude dutina vyrobena přímo do tvarových desek nebo do tvarových vložek. Vzhledem ke složitosti výstřiku a nutnosti použít šibry, není použití tvarových vložek vhodné. Dutina je proto vyfrézována přímo do tvarových desek, jak již bylo patrné z obrázků 23 a 24.



Obrázek 27 – Sestava formy s označením dělicí roviny

5.3 Pevná část formy

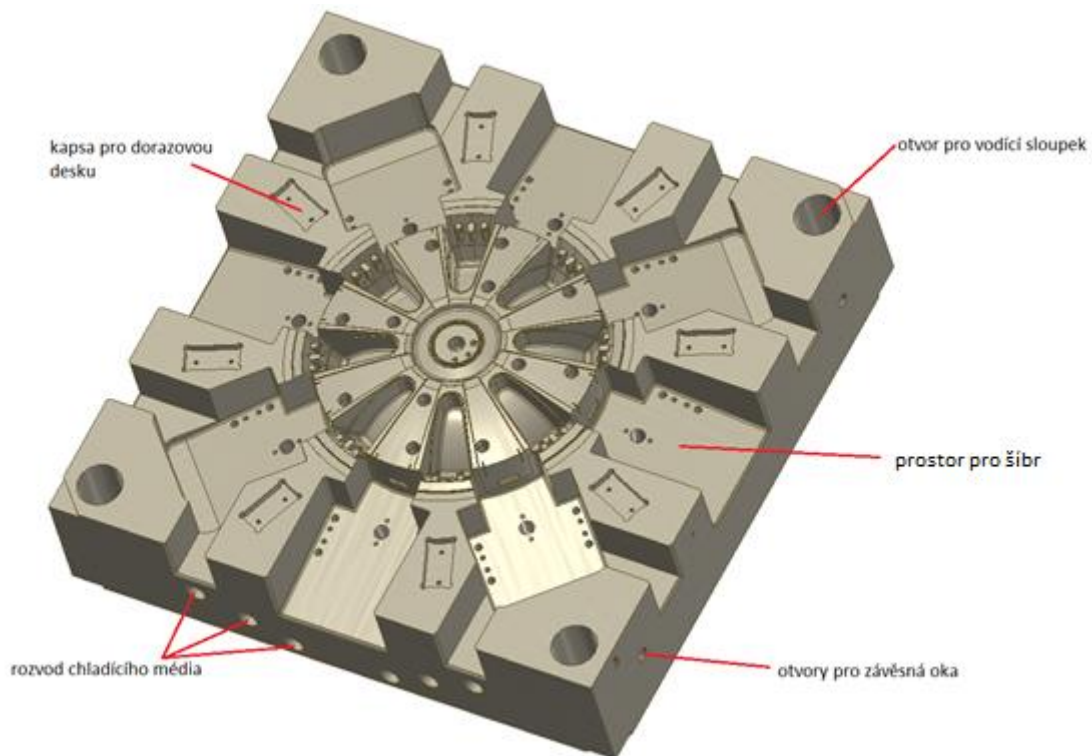
Pevná část formy je upevněna na nepohyblivé části vstřikovacího lisu v našem případě pomocí upínek. Kvůli specifickému tvaru výstřiku musí být vyhazovací mechanismus na stejné straně jako vstřikovací tryska. Z toho důvodu nemůže být vyhazovací paket ovládán mechanicky pomocí vyhazovací tyče a forma musí mít vlastní pohon vyhazovacího paketu. Proto se na pevné části formy nachází také dva hydraulické válce jako pohon vyhazovacího paketu. [3]



Obrázek 28 – Rozstřel pevné části formy s popisem desek a částí vodícího systému

5.3.1 Tvárnice

Rozměr polotovaru tvarové desky pro tvárnici je 696x696x176mm, označení dle normativů firmy Meusburger je F50/696 696/176/2343ESU. Zvolený materiál W.Nr. 1.2343ESU je chrom - molybden - křemík - vanadová nástrojová ocel, používaná právě na tvarové desky forem. Ve stavu žíhaném na měkko má dobrou obrobiteľnosť a je vhodná k tepelnému zpracování (budou tvrzeny na 46 ± 2 HRC). Materiál dobře zvládá teplotní změny a je vhodný pro výrobu nástrojů chlazených vodou. [5]

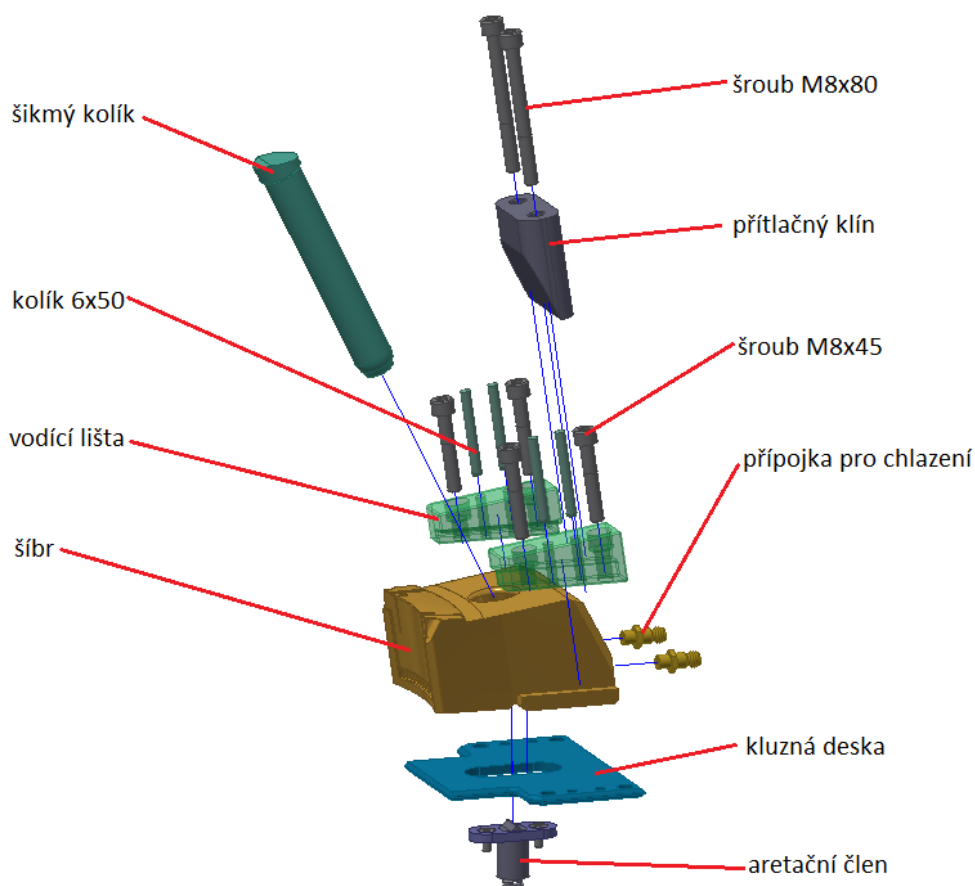


Obrázek 29 – Tvárnice

Vzhledem ke složitému tvaru výrobku je tvarová dutina vyfrézována podle CAD dat, zbytek tvárnice obroben dle výkresu BP20.16.0.003. Tvárnice je přizpůsobena použití šibrů, pro které jsou vyfrézovány prostory pro uložení kluzného vedení a pro samotný pohyb šibrů. Deska je v každém rohu opatřena otvory o průměru 54mm pro nalisování vodících pouzder. Pro dorazové desky jsou zhotoveny kapsy s otvory se závitem M6 pro jejich uchycení. Na spodní straně se nacházejí 4 otvory se závitem M20, pro spojení tvárnice s lištami a s upínací deskou. Po stranách jsou vyrobeny otvory se závitem M18 pro umístění závěsných ok. Tvárnice je také označena pořadovým číslem a je opatřena popisy obsahujícími identifikaci materiálu a způsob tepelného zpracování.

5.3.2 Sestava šíbru

Protože se v dutině nacházejí podkoso a výstřik by nebylo možné odformovat, musí být forma vybavena kinematickým elementem v podobě šíbru. Dotyková plocha šíbru s tvárnicí tvoří vedlejší dělicí rovinu. Sestava šíbru se skládá ze samotného šíbru, dvojce vodících lišt, kluzné desky, šikmého kolíku, přítlačného klínu, aretace vymezující krajní polohu šíbru při plném otevření formy a šroubů a kolíků pro jejich upevnění. Šikmý kolík s přítlačným klínem se nacházejí v pohyblivé části formy. Jak se forma otevírá, kolík odsouvá šibr od dutiny formy. Šibr je tedy mechanicky ovládaný pomocí šikmého kolíku. [3]



Obrázek 30 – Rozstřel sestavy šíbru

Šíbr

Polotovár šíbru je opět normálií firmy Meusburger a to E3000/88/108/20/2343ESU. Do něj je vyfrézována tvarová plocha podle CAD dat a jeho rozměry a tvar obroběny dle výkresu BP20.16.0.005. Podobně jako tvárnice bude i šíbr tvrzen na 46 ± 2 HRC. [5]

Vodící lišty

Polotovár pro vodící lišty s označením E 3116/32/10/100 z ocele W.Nr. 1.8550. [5]

Kluzná deska

Kluzná deska bude vyrobena z polotovaru E3172/110/160 z materiálu W.Nr. 2.0598, což je slitina mědi a zinku, vyznačující se vysokou rezistencí proti otěru a opotřebení. [5]

Šikmý kolík

Polotovarem pro šikmý kolík je E1030/22x140 z ocele W.Nr. 1.7131. Kolík má odfrézovanou část hlavy tak, aby hlavy lícovali s upínací deskou pohyblivé části formy. [5]

Přítlačný klín

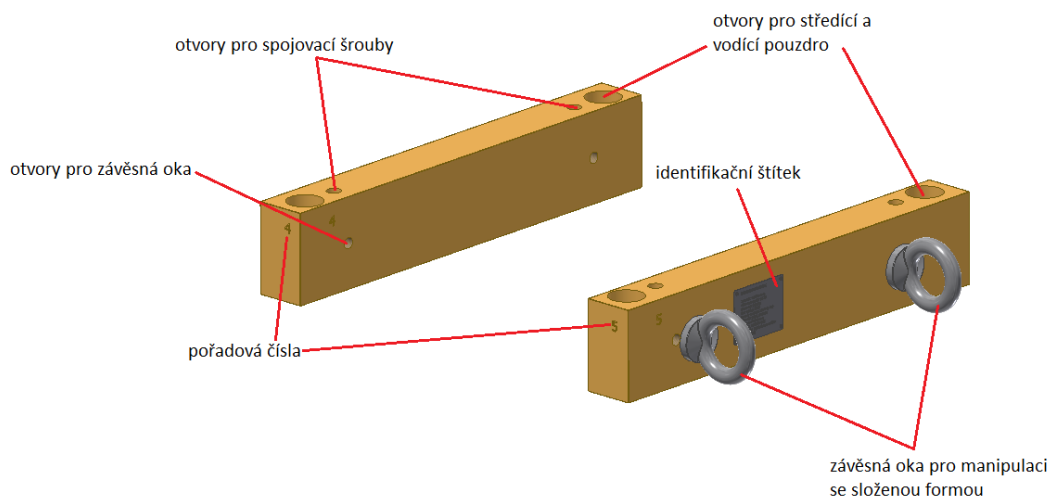
Přítlačný klín s označením E 3022/39/56 z materiálu W.Nr. 1.2343, má za úkol zajistit dostatečný přítlak tvarové části šíbru k tvárnici. [5]

Aretace posuvného dílu

Katalogové číslo Meusburger E3044/16. Vymezuje krajní polohu šíbru při plném otevření formy. [5]

5.3.3 Lišty

Rozměr lišty je 696x76x136mm, dle normativů Meusburgeru se obě lišty označují jako jedna součást a to F70/696 696/76/136/1730. Lišty jsou vyrobeny z materiálu W.Nr. 1.1730, což je nejpoužívanější uhlíková nástrojová ocel, vhodná právě pro základové desky a ostatní části rámu vstřikovacích forem. [5]



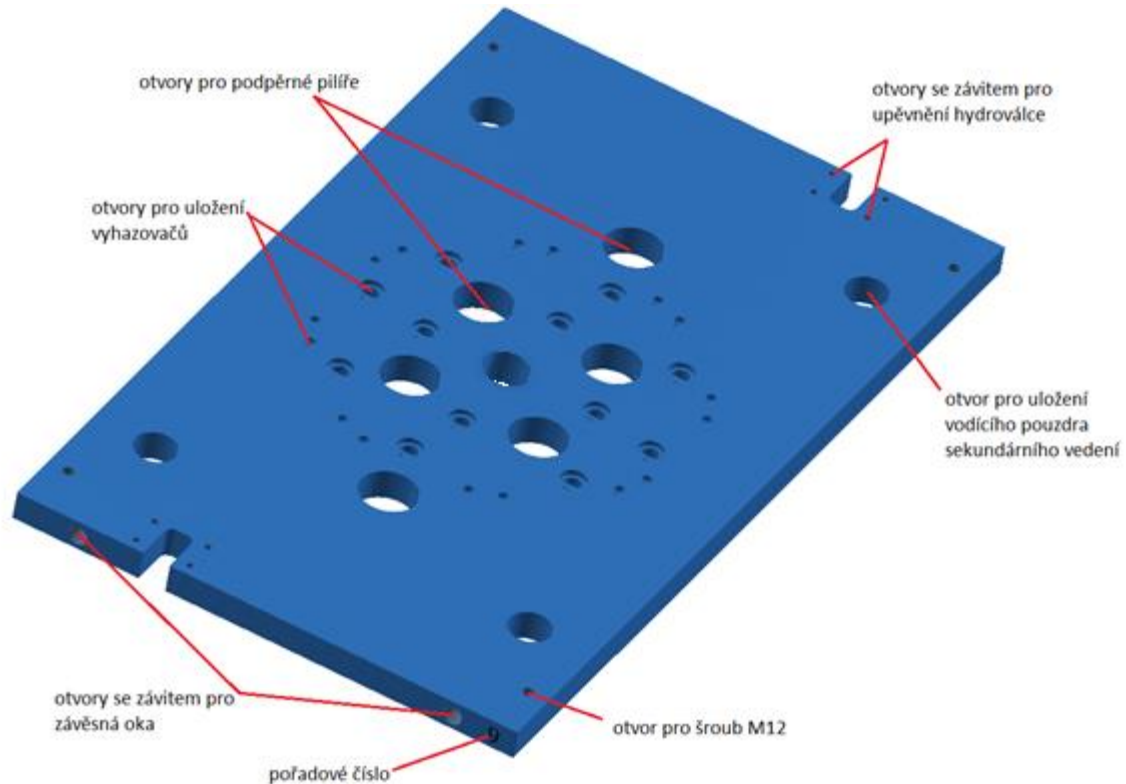
Obrázek 31 – Lišty

Výška lišt (136mm) určuje vzdálenost tvárnice od upínací desky. V tomto prostoru se pohybuje vyhazující paket. Výška lišt se tedy volí dle požadovaného zdvihu vyhazovacího paketu. Vzhledem k tloušťkám desek tvořící vyhazovací paket (67mm) a jejich potřebnému zdvihu pro vyhození výstřiku (50mm) je jejich výška optimální.

V lištách jsou otvory o průměru 54mm do kterých je z jedné strany nalisováno vodící pouzdro, určující polohu lišt vůči tvárnici, a z druhé strany středící pouzdro, které středí lišty vůči upínací desce. Na stejné straně jsou také průchozí díry o průměru 21mm pro šroub se závitem M20, který spojuje upínací desku, lišty a tvárnici. Lišty jsou opět opatřeny otvory se závitem M18 pro závěsná oka. Jedna z lišt má navíc dva otvory s větším závitem M30 pro velká závěsná oka, která se používají pro transport již složené formy. Na té samé lišti se nachází identifikační štítek formy, přichycen pomocí čtyřech šroubů M3.

5.3.4 Kotevní deska

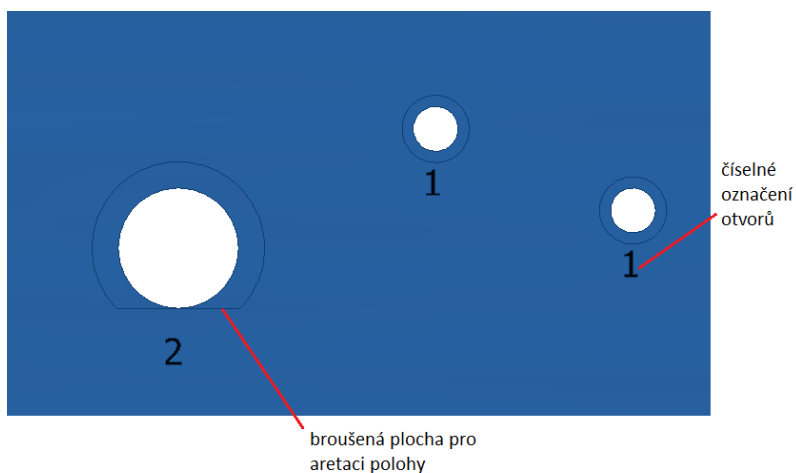
Kotevní deska o rozměrech 796x468x27 a katalogovým označením F80/796 796/468/27/1730 je jako zbytek rámu také vyrobena z ocele W.Nr. 1.1730. Společně s opěrnou deskou a vyhazovači tvoří vyhazovací paket. [5]



Obrázek 32 – Kotevní deska

Jak již název napovídá, kotevní deska slouží k ukotvení vyhazovačů. Na spodní straně desky jsou díry pro vyhazovače zahlobeny dle tvaru osazení hlavy jednotlivých vyhazovačů. Jelikož jsou některé vyhazovače tvarové, je nutné přesně zajistit jejich polohu a zabránit jim v pootočení. Jednotlivé otvory jsou společně s vyhazovači očíslovány tak, aby nedošlo k jejich záměně. (viz obrázek 28).

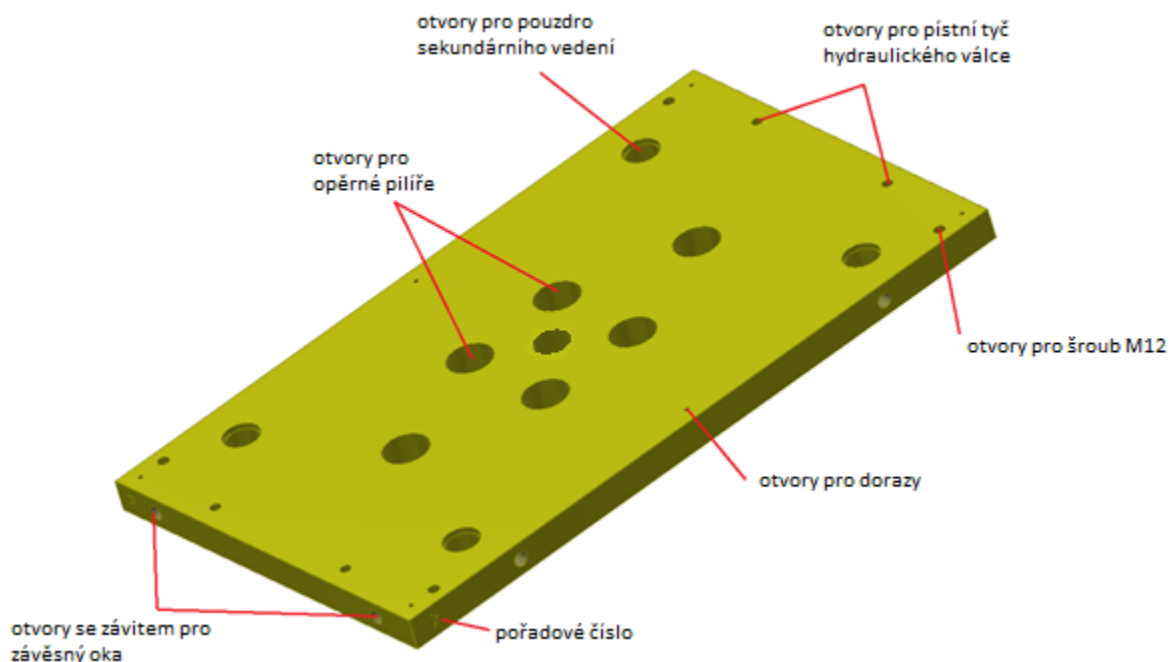
V desce jsou opět otvory se závitem M18 pro závěsná oka, šest otvorů o průměru 51mm kterými s vůlí prochází opěrné pilíře, otvor o průměru 35mm pro vstřikovací trysku, otvory se závitem M12 pro šroub držící obě desky vyhazovacího paketu pohromadě a otvory se závitem M6 pro upevnění těla hydraulického válce. Na boční straně jsou pak pořadová čísla desky.



Obrázek 33 – Detail uložení vyhazovačů

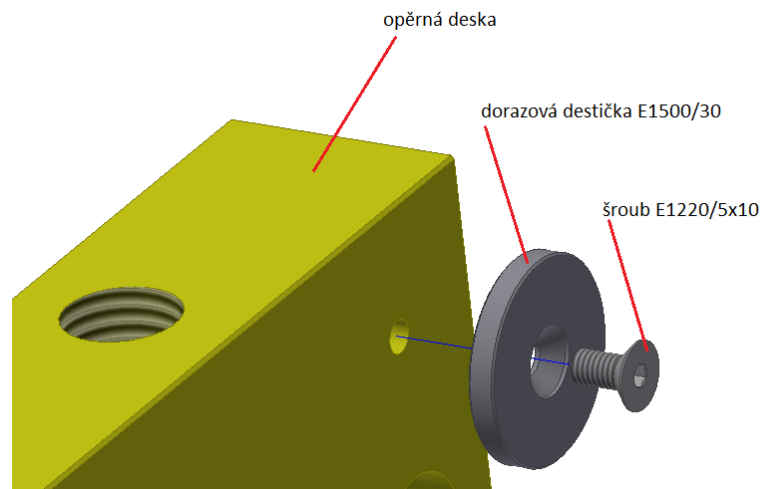
5.3.5 Opěrná deska

Opěrná deska o rozměrech 796x468x27 a katalogovým označením F85/796 796/468/36/1730 je také vyrobena z ocele W.Nr. 1.1730. Je spodní deskou ve vyhazovacím paketu a jsou oni opřeny osazené hlavy vyhazovačů. [5]



Obrázek 34 – Opěrná deska

Opěrná deska neleží přímo na desce upínací, ale je vybavena šesti dorazy, které jsou k ní přišroubovány pomocí šroubů (viz obrázek 30). Dále zde najdeme čtyři otvory pro uložení pouzdra sekundárního vedení o průměru 38mm, otvor o průměru 35mm pro vstříkovací trysku, opět šesti děr pro opěrné pilíře, čtyři otvory se závitem M18 na bocích desky pro závěsná oka, čtyři otvory pro šrouby s válcovou hlavou M12, otvory o průměru 12 mm pro prodlouženou pístní tyč hydraulického válce a pořadová čísla.



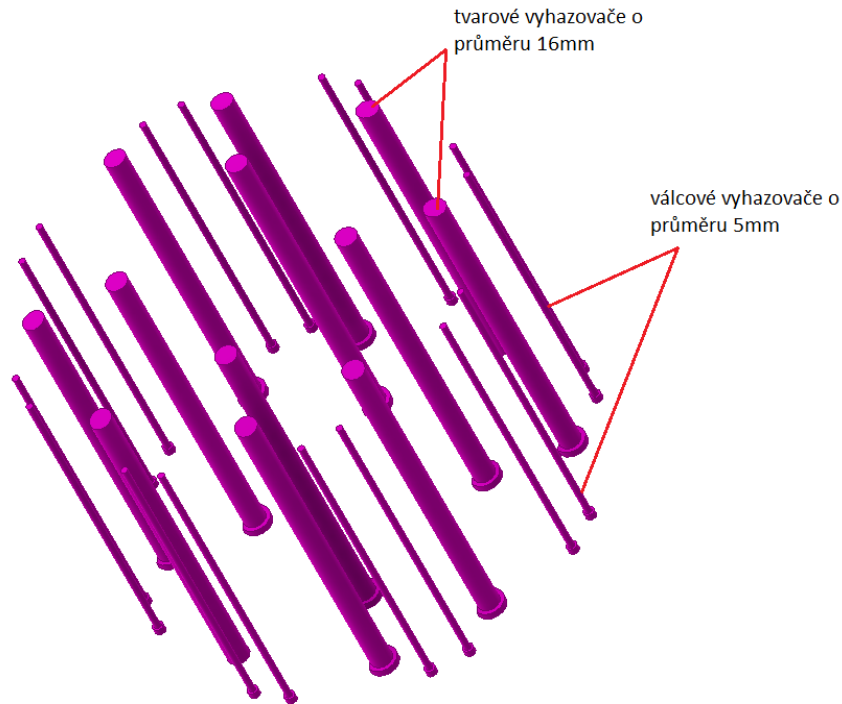
Obrázek 35 – Detail dorazové destičky

5.3.6 Vyhazovače

Vyhazovače, ustavené v deskách vyhazovacího paketu, slouží k vyhození hotového výstříku z formy. Vyhazovače se umísťují tak, aby docházelo k rovnoměrnému rozložení síly a nedocházelo tak při vyhazování k deformacím výrobku. Jejich typ a průměr se opět volí s ohledem k vyhazované součásti tak, aby vyhazovače nezanechávaly otláčeniny na výstříku, nebo jej dokonce neprorazili (to bylo zkontrolováno orientačním výpočtem v podkapitole 4.1). [3]

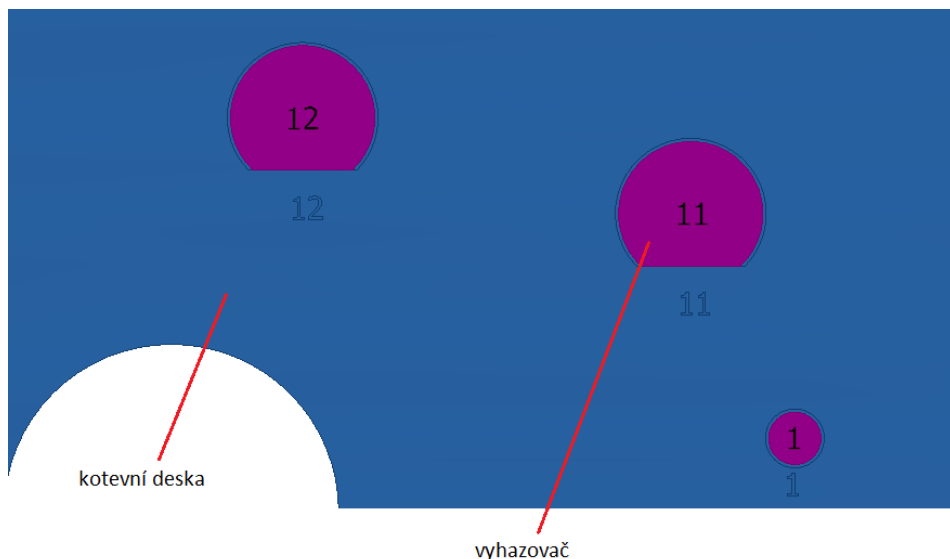
Z důvodu četných tvarových ploch na vstříkované součásti, bylo nutné válcové vyhazovače opatřit, na straně přicházející do kontaktu s výstříkem, tvarovou plochou, která je frézována dle CAD dat. Jako polotovar byly zvoleny normalizované válcové vyhazovače od firmy Meusburger. Pro tvarové vyhazovače o průměru 16mm je to E 1710/16x315. Pro menší vyhazovače o průměru 5mm je to pak E 1710/5x250, který bude jen zkrácen. [5]

Vyhazovače budou vyrobeny z ocele W.Nr. 1.1210, která se vyznačuje vysokou otěruvzdorností a dobrou obrobiteľností v žíhaném stavu. [5]



Obrázek 36 – Vyhazovače

Jak již bylo řečeno u kotevní desky, tvarové vyhazovače je třeba pojistit proti pootočení. Zvolil jsem aretaci v podobě broušených plošek, které svým tvarem zabraňují vyhazovači vůči kotevní desce v pootočení. Vyhazovače jsou opatřeny číselným označením stejně jako otvory v kotevní desce, aby nedošlo k jejich záměně, neboť každý tvarový vyhazovač je jiný (viz obrázek 36).

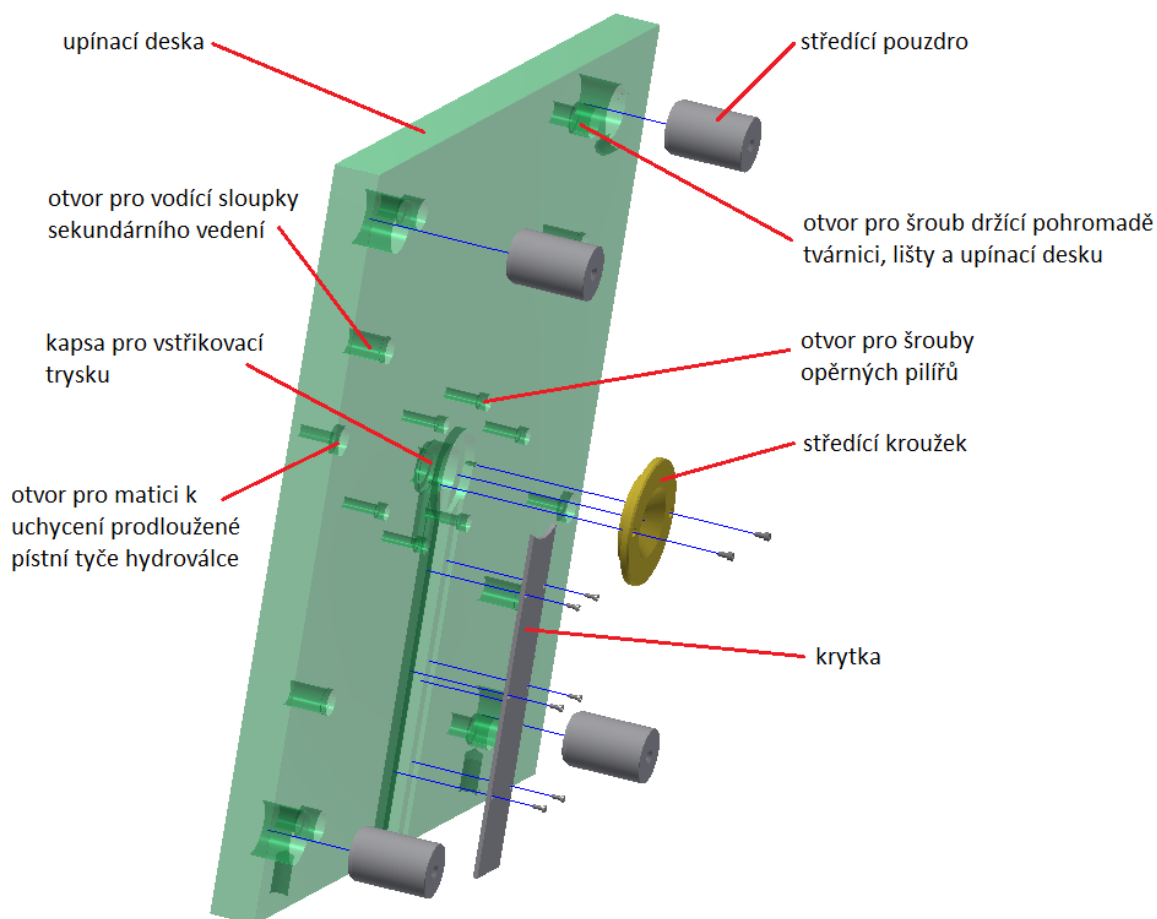


Obrázek 37 – Detail uložení vyhazovačů

5.3.7 Upínací deska pevné strany formy

Upínací deska o rozměrech 796x746x46 a s katalogovým označením F15/796 746/46/1730 je vyrobena opět z nástrojové ocele W.Nr. 1.1730. Slouží upnutí pevné části formy ke vstřikovacímu lisu. V tomto případě bude upnuta pomocí upínek. Ve středu desky je kapsa pro vstřikovací trysku a na ní středící kroužek, uchycený dvojicí šroubů M5 s válcovou hlavou, který slouží ke správnému ustavení formy ve stroji a k navedení trysky stroje k vstřikovací trysce formy. [5]

V desce je z kapsy pro vstřikovací trysku vedena drážka pro kabeláž k trysce, která je zakrytována pomocí krytky a chycena šesti šrouby M4 s válcovou hlavou. V každém rohu jsou otvory o průměru 54mm do kterých jsou vlisována středící pouzdra. Do upínací desky jsou také vlisovány čtyři vodící sloupky sekundárního vedení, pro které jsou připraveny díry o průměru 27mm.



Obrázek 38 – Upínací deska

Deska je opět opatřena otvory se závitem M18 pro závěsná oka. Najdeme zde také šest otvorů pro šrouby M10 s válcovou hlavou, kterými jsou k upínací desce uchyceny opěrné pilíře. V rozích jsou mimo otvorů pro středící pouzdra také otvory pro šrouby M20 s válcovou hlavou, které drží pohromadě tvárnici, lišty a upínací desku.

5.3.8 Opěrné pilíře

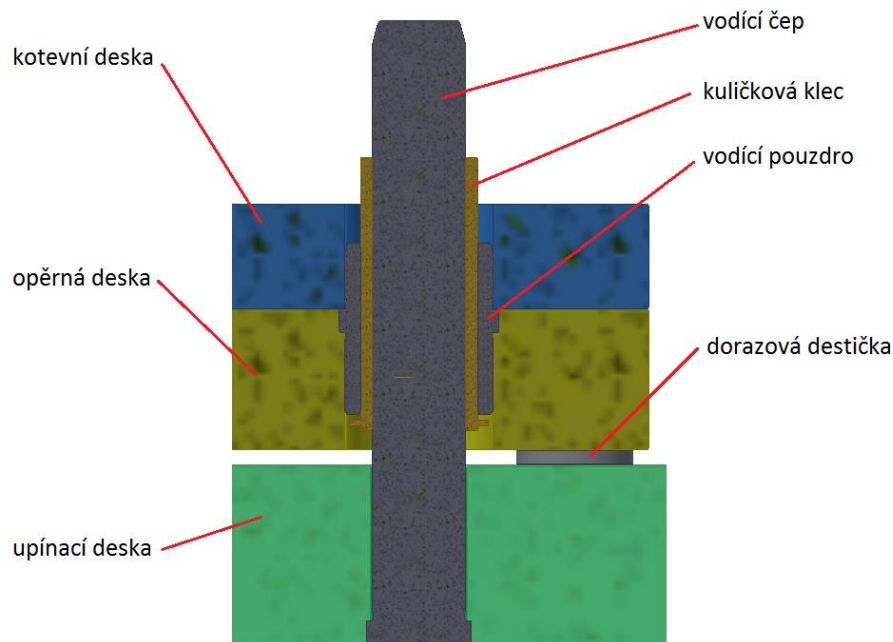
Vzhledem k mohutnosti formy je nezbytné umístit mezi tvárnici a upínací desku opěrné pilíře. Ty zabraňují průhybu tvárnice během pracovního cyklu. Sloupky mají průměr 50mm a jejich polotovarem je kruhová tyč NR 50 z materiálu W.Nr. 1.2083, dostupná také z katalogu firmy Meusburger. K upínací desce jsou ukotveny pomocí šroubů M10x60 s válcovou hlavou. [5]



Obrázek 39 – Opěrné pilíře

5.3.9 Sekundární vedení

U větších forem, jako je tato, bývá vyhazovací paket vybaven vlastním vedením. Z důvodu poměrně velké hmotnosti vyhazovacího paketu (cca 180kg) jsem zvolil sloupky s kuličkovým vedením. Jedná se o nakupovaný komplet s označením E 1325/24x160/75. Ten se skládá z vodícího čepu, kuličkové klece a vodícího pouzdra. Toto vedení umožňuje maximální zdvih 75mm, což je pro naše potřeby (50mm) více než dostačující. [5]



Obrázek 40 – Sekundární vedení

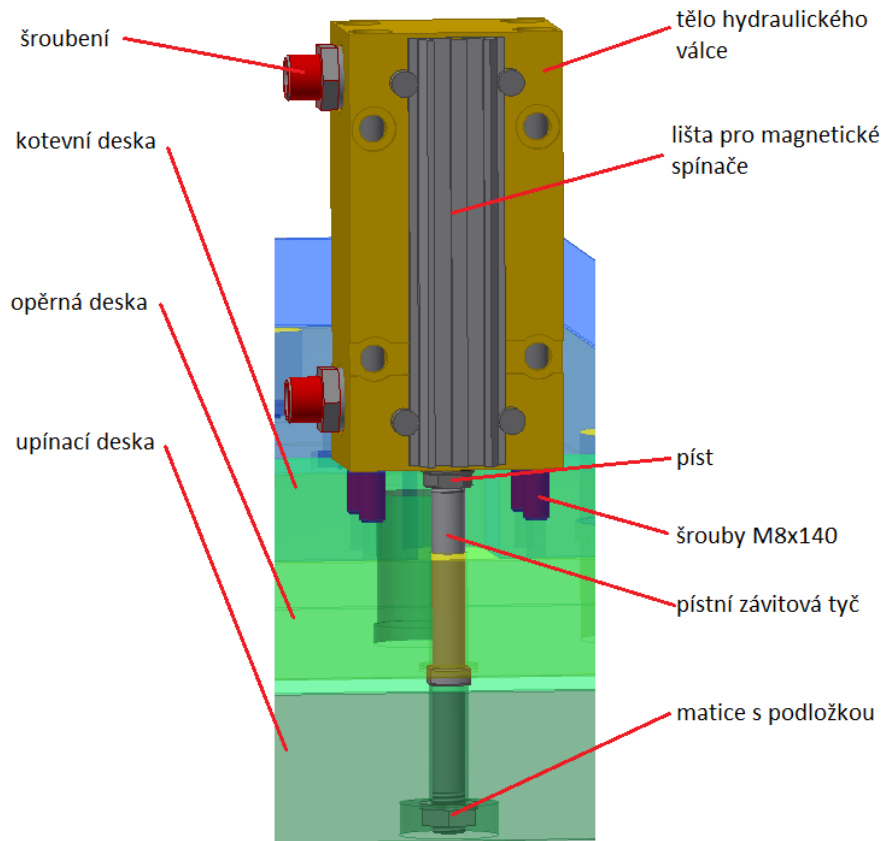
5.3.10 Hydraulický válec

Dvojice hydraulických válců, pohánějících vyhazovací paket, nese označení E 7020/25/75. Jsou opatřeny drážkami pro magnetické koncové spínače, s jejichž pomocí se nastavuje požadovaný zdvih vyhazovacího paketu. Maximální zdvih hydraulických válců je 75mm. Tělo hydraulického válce je přišroubováno šrouby M8x140 ke kotevní desce a píst, prodloužený závitovou pístní tyčí, je maticí s podložkou přitažen k upínací desce. [5]

Potřebný výkon hydraulického válce byl stanoven s ohledem na hmotnost vyhazovacího paketu (180kg) a potřebné vyhazovací síly vypočtené v podkapitole 3.1 (1077N). Z toho plyne, že alespoň v jednom směru, musí vyvodit válce sílu 2877N. Zvolený model dosahuje (dle tabulky 2) při pracovním tlaku 60bar, síly 2946N. Hydraulické válce mají tedy značnou rezervu ve výkonu. To však není na škodu, jelikož při výpočtech potřebné síly nebylo zahrnuto tření v sekundárním vedení a tření mezi výstřikem a tvárnici. [5]

60 bar				
dk	A ₁ [mm ²]	A ₂ [mm ²]	F ₁ [N]	F ₂ [N]
16	201	123	1.206	734
20	314	201	1.884	1.206
25	491	290	2.946	1.740
32	804	490	4.824	2.940
40	1.256	765	7.536	4.590
50	1.963	1.159	11.778	6.954
63	3.115	1.859	18.690	11.154

Tabulka 2 – Pracovní síla hydraulického válce [5]

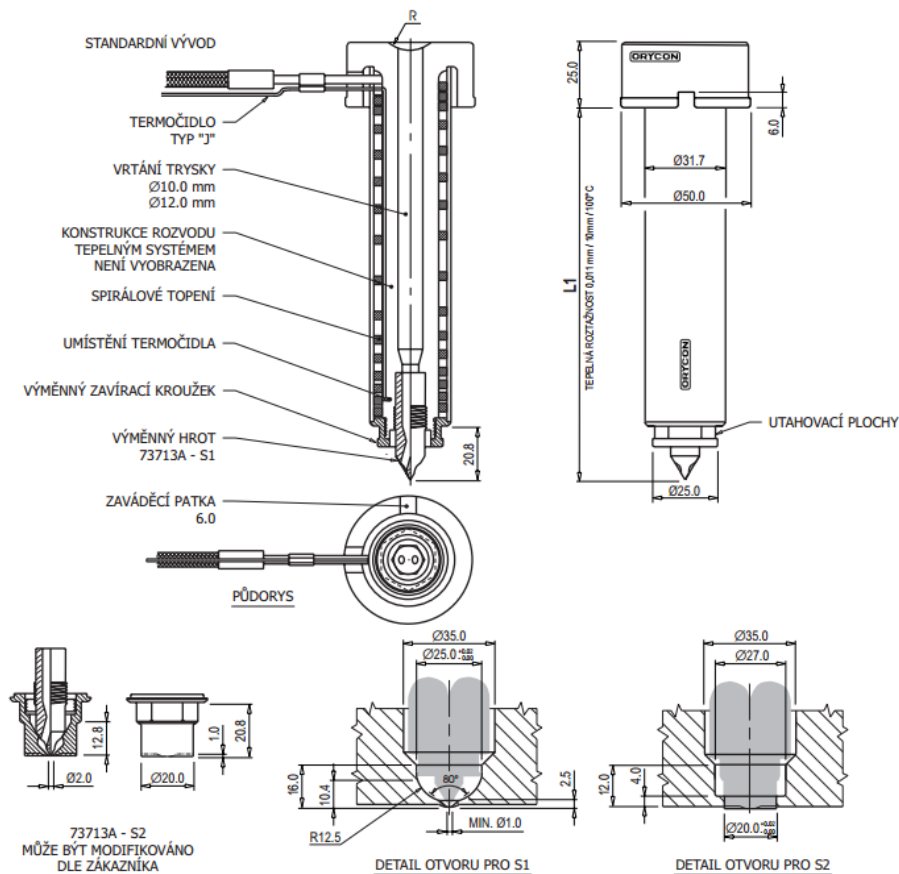


Obrázek 41 – Hydraulický válec

Do válce je přiváděna tlaková kapalina pomocí šroubení E 7100/8/1/4/L. Válcové plochy pístu i závitové tyče, jsou opatřeny ploškami pro montážní klíč. Závitová tyč je vyrobena z ocele W.Nr. 1.0060. [5]

5.3.11 Vstříkovací tryska

Vstříkovací tryska je od firmy ORYCON a nese označení NCE50-10-341-S2. Součást je vyrobena na objednávku, jelikož potřebujeme běžně nedodávanou délku trysky (341mm). Ostatní rozměry zůstávají dle skicy na obrázku 37. Mezi vstříkovací tryskou a deskami rámu je vzduchová mezera z důvodu tepelné izolace. Dotýká se tvárnice až v samotném ústí trysky do dutiny. [6]



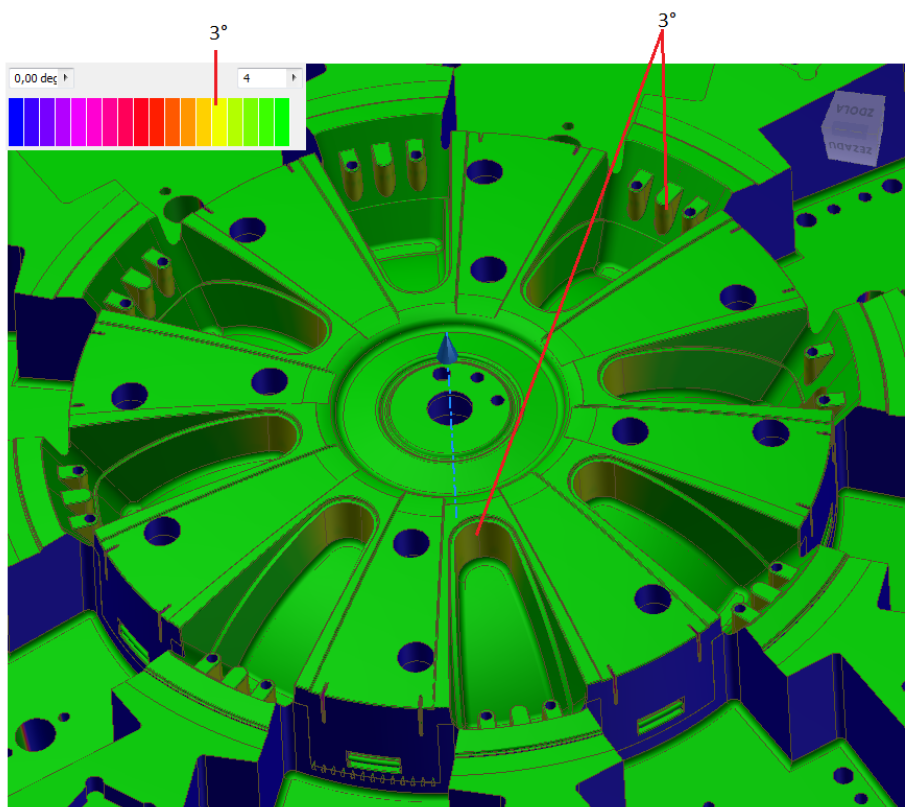
Obrázek 42 – Vstříkovací tryska [6]

5.4 Pohyblivá část formy

Pohyblivá část formy je oproti pevné mnohem jednodušší, co se počtu součástí týče. Skládá se z upínací desky pohyblivé části formy, tvárníku, dorazových desek, vodících sloupků, šikmých kolíků, přitlačných klínů, šroubů M20x50 spojujících upínací desku s tvárníkem, šroubů pro přitlačný klín a pro dorazové desky, závěsných ok a příslušenství chladicího systému.

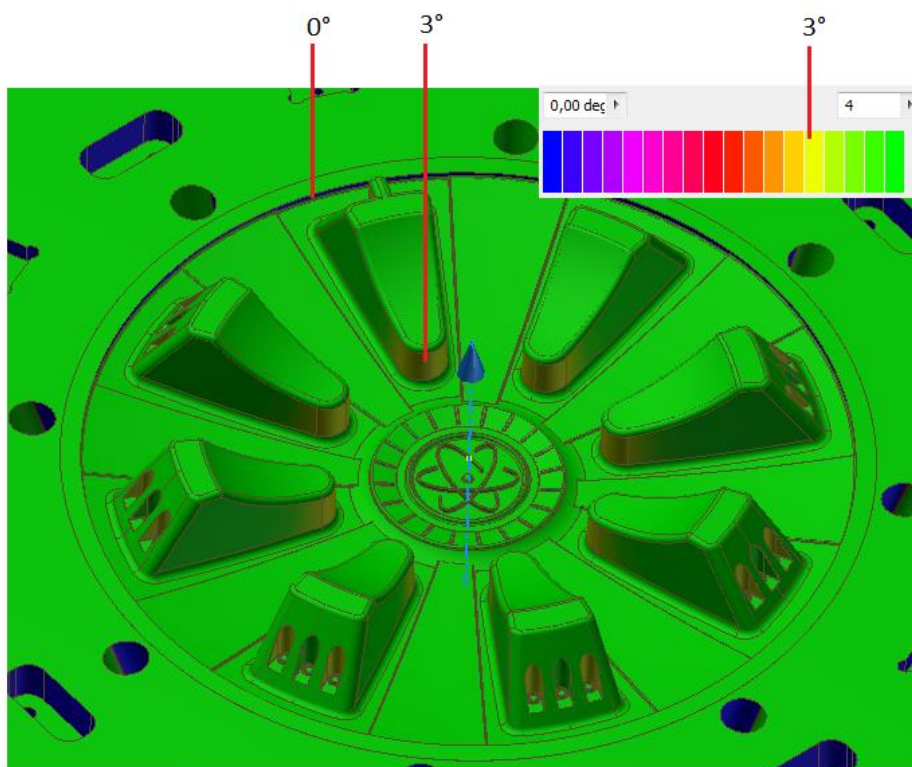
Šikmý kolík a přitlačný klín byly již popsány v oddíle 4.3.2. Upínací deska nese označení F15/696 746/46/1730 a je vyrobena opět z nástrojové ocele W.Nr. 1.1730. Slouží upnutí pohyblivé části formy k pohyblivé části vstříkovacího lisu. Dodatečně je pouze opatřena pořadovým číslem a otvory pro závěsná oka. [5]

Polotovár tvárníku je F50/696 696/136/2343ESU. Materiál a jeho tepelné zpracování je stejné jako u tvárnice a šíbru. [5]



Obrázek 44 – Úhlová analýza tvárnice

5.5.2 Analýza tvárníku



Obrázek 45 – Úhlová analýza tvárníku

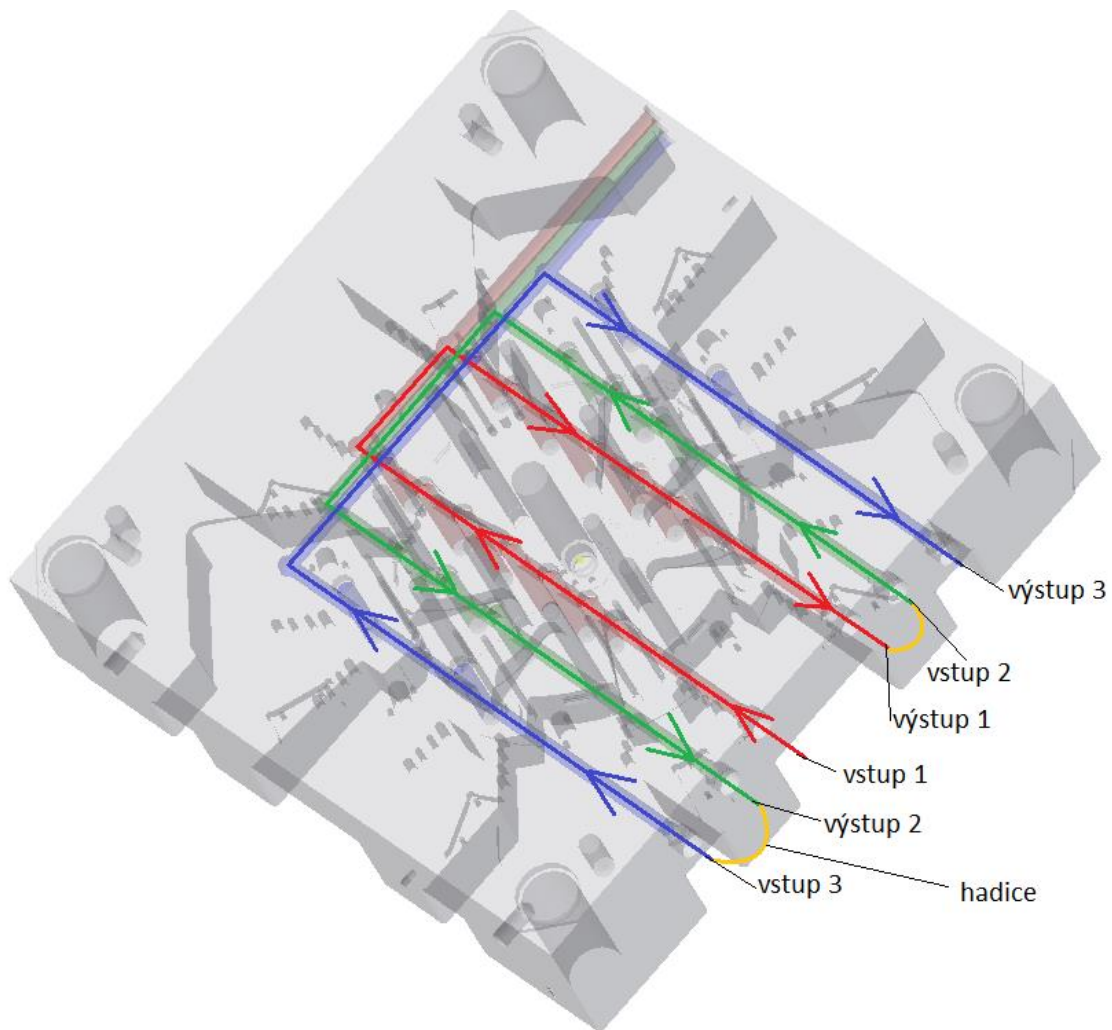
Pro analýzu tvárníku platí to samé jako pro analýzu tvárnice. Plochy, jež na sebe lícují, musí mít stejný úhel, tedy opět 3° . Po obvodu poklice není z designových důvodů úkos žádný. Plocha je však tak malá, že na odformování výstřiku nebude mít vliv.

5.6 Chladicí systém

Funkce chladicího systému je udržovat správnou teplotu formy během vstřikovacího cyklu. Doporučená teplota formy pro vstřikovaný materiál Lustran ABS 1146 je dle jeho výrobce $60^\circ\text{--}85^\circ\text{C}$.

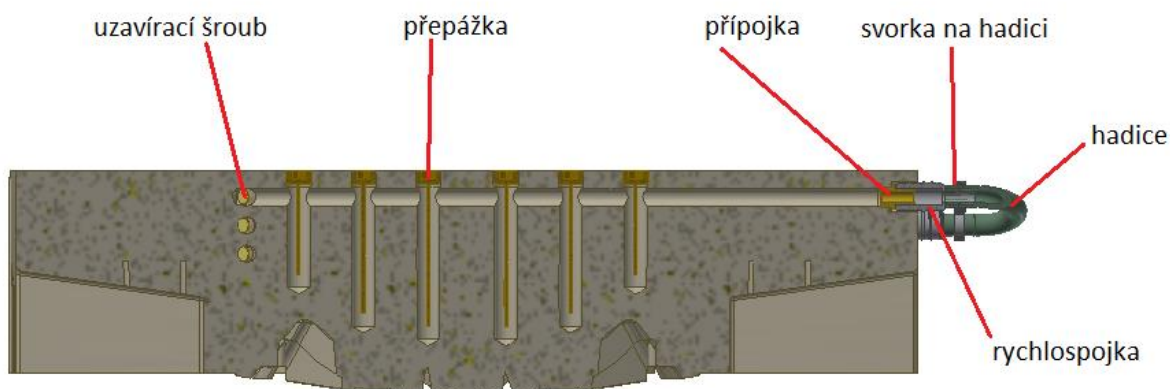
Vhodnost chladicího systému by měla být ověřena simulací. Tu se mi však nepodařilo zhotovit a proto jsem se při konstruování řídil doporučeními z poskytnutých podkladů a rozmístěním kanálů jsem se také inspiroval ve vzorovém modelu.

5.6.1 Chlazení tvárnice



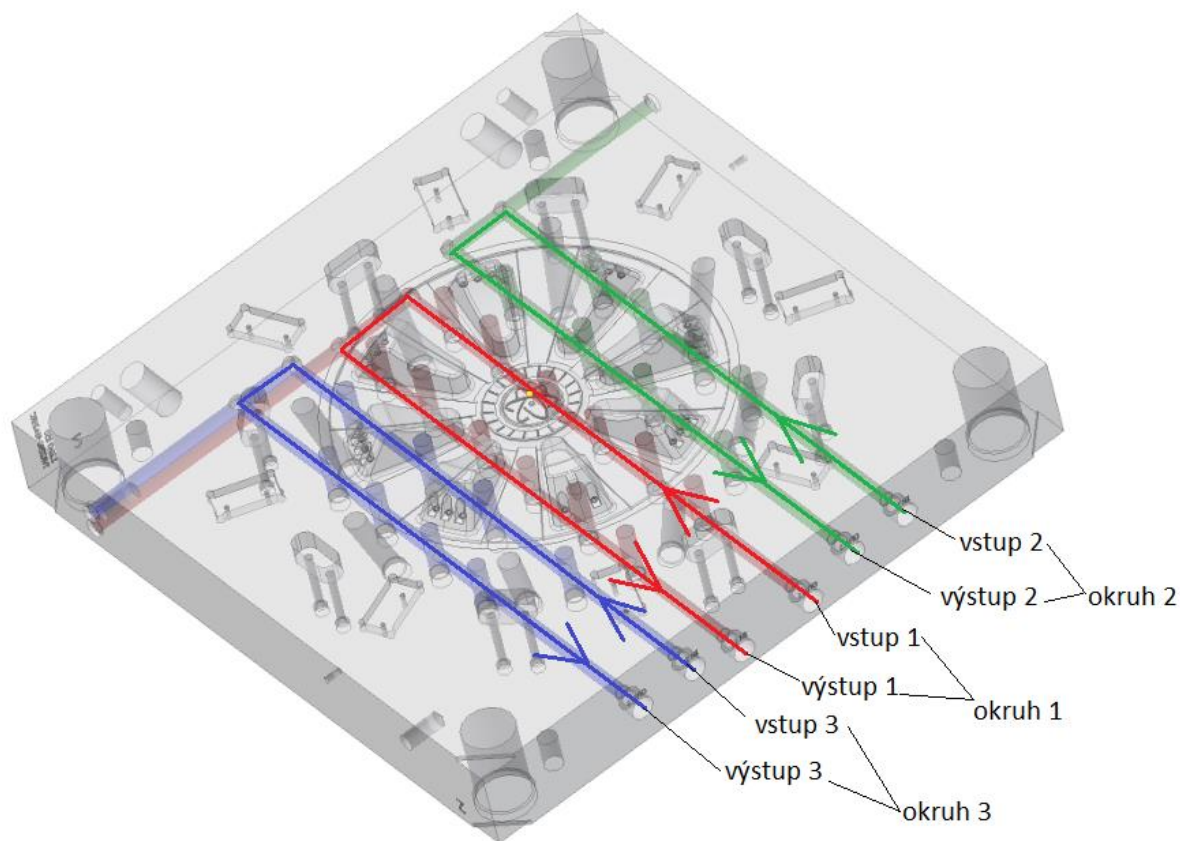
Obrázek 46 – Schéma chlazení tvárnice

Na straně tvárnice jsou všechny vrtané chladicí kanály zapojeny sériově do jednoho okruhu. Propojeny jsou pomocí hadic na rychlospojkách. Snaha byla umístit chladicí kanály tak, aby mezi sebou a tvarovou dutinou tvořili rovnostranný trojúhelník. Všechny kanály jsou vrtány na průměr 14mm. Jednotlivé vstupy a výstupy jsou osazeny přípojkami E2000/13/5/16 a slepé kanály uzavřeny uzavíracím šroubem E2076/14. Trajektorie průtoku média v kanálech je udávána pomocí přepážek E2100/16 různých délek. [5], [3]



Obrázek 47 – Řez chladícím kanálem

5.6.2 Chlazení tvárníku



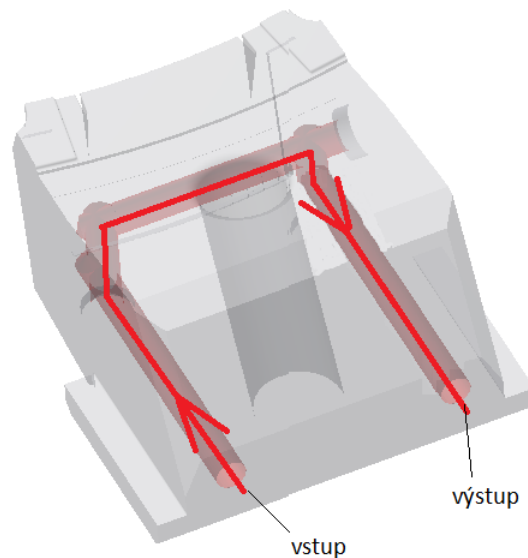
Obrázek 48 – Schéma chlazení tvárníku

Chlazení tvárníků bylo navrženo dle stejných zásad jako u tvárnice. Na rozdíl od tvárnice zde má každé vrtání svůj vlastní okruh a nejsou navzájem propojeny hadicemi. Jejich propojením nebylo možné dodržet pravidlo, že nejdříve přichází chladící médium do styku s nejteplejší částí formy (tj. okolí vstřikovací trysky) a postupuje směrem k chladnějším částem formy. [4], [3]

5.6.3 Chlazení šíbru

Jednoduchý chladicí okruh má také šíbr. Zde jsou chladicí kanály menší a mají průměr 8mm. Přípojky jsou označeny E2000/9/8/4 a uzavírací šrouby E2076/9. [5]

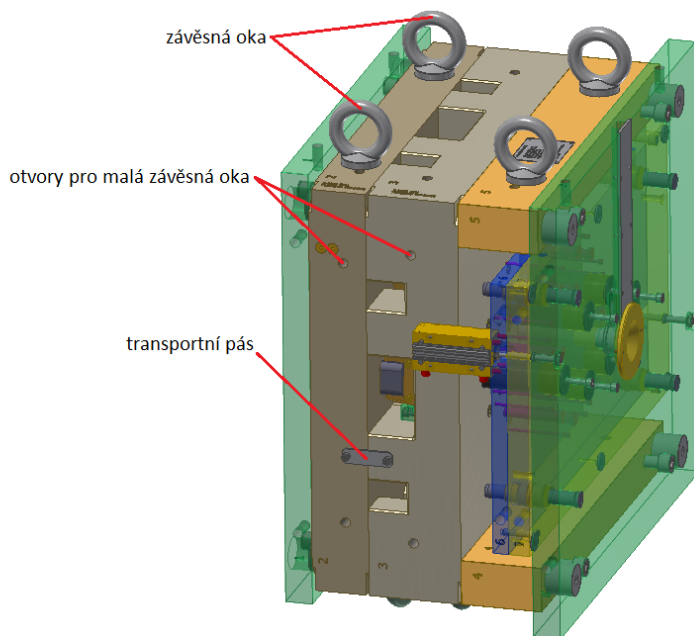
Šíbr se do chladicího okruhu zapojují paralelně přes společnou sběrnici.



Obrázek 49 – Schéma chlazení šíbru

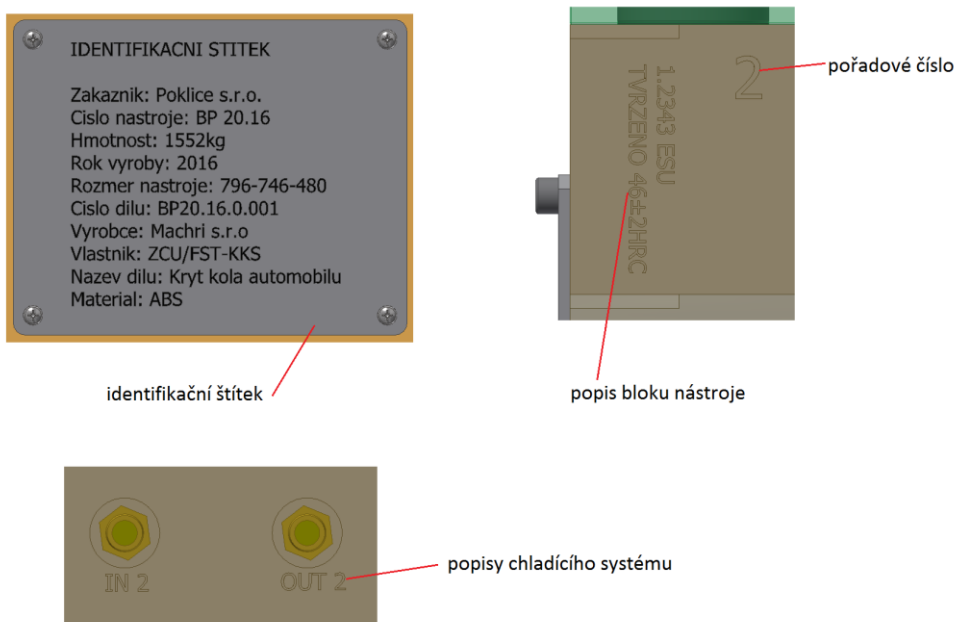
5.7 Transportní prvky

Pro manipulaci s celou, sestavenou formou, je rám formy opatřen čtyřmi závěsnými oky. K zabezpečení polohy pohyblivé části vůči nepohyblivé během transportu, slouží dvojice transportních pásů. Pro manipulaci s jednotlivými deskami rámu formy, jsou v deskách připraveny vždy čtyři otvory se závitem M18 pro instalaci transportních ok.



Obrázek 50 – Transportní prvky formy

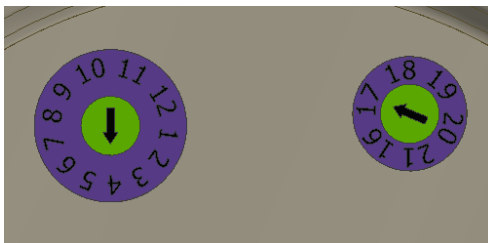
5.8 Označení a popisy formy



Obrázek 51 – Označení a popisy formy

Základní informace o vstřikovací formě jsou uvedené na identifikačním štítku, nacházejícím se na jedné z lišt. Jednotlivé desky jsou opatřeny pořadovým číslem, usnadňujícím jejich identifikaci při montáži. Každý vstup a výstup chladicího systému v tvárníku i tvárnici je také popsán, pro usnadnění montáže. Tvarové desky navíc nesou informaci o svém materiálu a tepelném zpracování.

Je praktické opatřit výstřik popisem z důvodu zpětného dohledání, kdy byla forma vyrobena. Z toho důvodu jsou do tvárnice instalovány datumovky pro rok a měsíc. Jedná se opět o katalogové součásti od firmy Meusburger řady E2430. Některé poklice jsou opatřeny informacemi o materiálu, recyklační značkou nebo i údaji o výrobci. Jiné zas nemají kromě loga na přední straně označení žádné. [5]



Obrázek 52 – Datumovky

5.9 Vstřikovací lis

Hlavní kritéria pro výběr vstřikovacího lisu, jsou rozměry formy, uzavírací síla, výška formy a také objem vstřikovaného plastu. Jako vhodný kandidát se nabízí například vstřikovací stroj od české společnosti INVERA s.r.o. Označení lisu je Typ lisu je INTEC Dream-J series D600/P190J. Jedná se o horizontální vstřikovací lis. [7]

Stroj		Forma	
Max. uzavírací síla	6000kN	Potřebná uzavírací síla	3280kN (viz tab. 1)
Vzdálenost mezi sloupky	880x880mm	Rozměr formy	769x746mm
Max. výška formy	900mm	Výška formy	480mm
Min výška formy	400mm		
Max. vstřikovaný objem	12305g	Vstřikovaný objem	275g (viz tab. 1)

Tabulka 3 – Parametry stroje a formy [7]

Dle tabulky 3 jsou parametry stroje vyhovující a bylo by možné jej společně s formou použít.



Obrázek 53 – Vstřikovací lis INTEC Dream-J series D600/P190J [7]

6. Závěr

V první části práce byla popsána funkce a různé konstrukční varianty krytů kol. Dále byla nastíněna možná konstrukční řešení vstřikovacích forem pro jejich výrobu.

V konstrukční části práce jsou pak okomentovány zvolené konstrukční varianty a jednotlivé části vstřikovací formy doplněné o obrázky 3D modelů. K vytvoření modelů a výkresové dokumentace byl použit program Autodesk Inventor 2016. Při návrhu vstřikovací formy byly použity normy těchto firem: ORYCON (vstřikovací tryska) a MEUSBURGER (ostatní části formy).

Použité informační zdroje

- [1] PRO-PNEU.CZ. [Online]. [cit. 2016-15-05]. Dostupné z:
<<http://storage.pro-pneu.cz/images/large/ec824820a877e42c3a72a6583014ec88.jpg>>.
- [2] KOLOUCH, J. *Strojírenské výrobky z plastů vyráběné vstřikováním*. Praha: STNL, 1986
- [3] HYNEK, M. a kol. *Výukové podklady KA05 - Plastové díly*. Katedra konstruování strojů. [Online]. [cit. 2016-15-05]. Dostupné z:
<http://www.kks.zcu.cz/projekty-ver-fin/OPVK_PU/KA_05/>.
- [4] KUBEC KRÓNEROVÁ, E. *Výukové materiály k předmětu KNM*. Portál ZČU Courseware. [Online]. [cit. 2016-15-05]. Dostupné z: <<https://courseware.zcu.cz/>>.
- [5] MEUSBURGER. *Meusburger katalog*. [Online]. [cit. 2016-15-05]. Dostupné z:
<<http://ecom.meusburger.com/index/index.asp?rnd=53372>>
- [6] ORYCON EU. *Vstřikovací trysky*. [Online]. [cit. 2016-15-05]. Dostupné z:
<<http://www.oryconeurope.com/vstrikovaci-trysky-s-hrotem-vstrikovani-plastu-nce-50-10-12.html>>
- [7] INVERA. *Technické parametry a velikostní rozdělení strojů*. [Online]. [cit. 2016-15-05]. Dostupné z: <http://www.invera.cz/images/pdf/INTEC_D_SERIES_J.pdf>

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Plechový disk [1]	10
Obrázek 2 – Proměřovaný disk	11
Obrázek 3 – Aretační packy	11
Obrázek 4 – Drážka pro obvodovou pružinu	11
Obrázek 5 – Obvodová pružina.....	12
Obrázek 6 – Přepážky [3].....	13
Obrázek 7 – Odvzdušňovací drážka s příkladem rozměrů [3]	14
Obrázek 8 – Kryt kola (přední pohledová strana)	15
Obrázek 9 – Kryt kola (zadní strana)	15
Obrázek 10 – Náčrt k výpočtům	17
Obrázek 11 – Funkční plochy krytu kola (červeně naznačeny)	18
Obrázek 12 – Detail prolisu a žeber	19
Obrázek 13 – Detail obvodového prolisu.....	19
Obrázek 14 – Detail imitace šroubů	20
Obrázek 15 – Detail středu poklice	20
Obrázek 16 – Největší tloušťka stěny	21
Obrázek 17 – Nejmenší tloušťka stěny	21
Obrázek 18 – Detail žeber	22
Obrázek 19 – Podkosy.....	23
Obrázek 20 – Čas plnění	24
Obrázek 21 – Spolehlivost plnění	25
Obrázek 22 – Předpověď kvality.....	26
Obrázek 23 – Dělicí rovina na tvárnici	27
Obrázek 24 – Dělicí rovina na tvárníků	28
Obrázek 25 – Detail na dorazové desky	28
Obrázek 26 – Vedlejší dělicí rovina	29
Obrázek 27 – Sestava formy s naznačením dělicí roviny	29
Obrázek 28 – Rozstřel pevné části formy s popisem desek a částí vodícího systému	30
Obrázek 29 – Tvárnice	31
Obrázek 30 – Rozstřel sestavy šíbru	32
Obrázek 31 – Lišty	33
Obrázek 32 – Kotevní deska	34

Obrázek 33 – Detail uložení vyhazovačů.....	35
Obrázek 34 – Opěrná deska.....	35
Obrázek 35 – Detail dorazové destičky.....	36
Obrázek 36 – Vyhazovače.....	37
Obrázek 37 – Detail uložení vyhazovačů.....	37
Obrázek 38 – Upínací deska.....	38
Obrázek 39 – Opěrné pilíře	39
Obrázek 40 – Sekundární vedení	40
Obrázek 41 – Hydraulický válec	41
Obrázek 42 – Vstřikovací tryska [6]	42
Obrázek 43 – Rozstřel pohyblivé části formy	43
Obrázek 44 – Úhlová analýza tvárnice	44
Obrázek 45 – Úhlová analýza tvárníku	44
Obrázek 46 – Schéma chlazení tvárnice	45
Obrázek 47 – Řez chladícím kanálem.....	46
Obrázek 48 – Schéma chlazení tvárníku	47
Obrázek 49 – Schéma chlazení šíbru	47
Obrázek 50 – Transportní prvky formy.....	48
Obrázek 51 – Označení a popisy formy	48
Obrázek 52 – Datumovky	49
Obrázek 53 – Vstřikovací lis INTEC Dream-J series D600/P190J [7].....	49



Seznam tabulek

Tabulka 1 – Analýza plnění součásti.....	23
Tabulka 2 – Pracovní síla hydraulického válce [5]	40
Tabulka 3 – Parametry stroje a formy [7]	49



Seznam příloh

- | | |
|-------------------------|------------------------------|
| 1. Výkres sestavy formy | číslo výkresu: BP20.16.0.001 |
| 2. Výkres krytu kola | číslo výkresu: BP20.16.0.002 |
| 3. Výkres tvárníku | číslo výkresu: BP20.16.0.003 |
| 4. Výkres šíbru | číslo výkresu: BP20.16.0.004 |



POZ	NÁZEV - ROZMĚR	NORMA - POLOTOVAR	VÝKRES	HM.(KG)	MN
1	UPÍNAČÍ DESKA POH. ČÁSTI 696x746x46	MEUSBURGER F15/696 746/46/1730	BP20.16.0.001	183	1
2	TVÁRNIK 696x696x136	MEUSBURGER F50/696 696/136/2343ESU	BP20.16.0.003	340	1
3	TVÁRNICE 696x696x176	MEUSBURGER F50/696 696/176/2343ESU	BP20.16.0.005	451	1
4	KOTEVNÍ DESKA 796x468x27	MEUSBURGER F80/796 796/468/27/1730	BP20.16.0.006	73,6	1
5	OPĚRNÁ DESKA 796x468x36	MEUSBURGER F85/796 796/468/36/1730	BP20.16.0.007	99,5	1
6	LIŠTA 1 696x76x136	MEUSBURGER F70/696 696/76/136/1730	BP20.16.0.008	50	1
7	LIŠTA 2 696x76x136	MEUSBURGER F70/696 696/76/136/1730	BP20.16.0.009	50,6	1
8	UPÍNAČÍ DESKA PEV. ČÁSTI 796x746x46	MEUSBURGER F15/796 746/46/1730	BP20.16.0.010	305,5	1
9	ŠÍBR	MEUSBURGER E3000/88/108/20/2343ESU	BP20.16.0.004	4,8	8
10	VODÍCÍ LIŠTA	MEUSBURGER E3116/32/10/100	BP20.16.0.011	0,8	16
11	KLUZNÁ DESKA	MEUSBURGER E3172/110/160	BP20.16.0.012	0,5	8
12	ŠIKMÝ KOLÍK	MEUSBURGER E1030/22x140	BP20.16.0.013	0,5	8
13	PŘÍTLAČNÝ KLÍN	MEUSBURGER E3022/39/56	-	0,2	8
14	ARETACE POSUVNÉHO DÍLU	MEUSBURGER E3044/16	-	0,1	8
15	VYHAZOVAČ Ø5	MEUSBURGER E1710/5x250	BP20.16.0.014	0,8	16
16	VYHAZOVAČ Ø16	MEUSBURGER E1710/16x315	BP20.16.0.015	1,2	1
17	VYHAZOVAČ Ø16	MEUSBURGER E1710/16x315	BP20.16.0.016	1,2	1
18	VYHAZOVAČ Ø16	MEUSBURGER E1710/16x315	BP20.16.0.017	1,2	1
19	VYHAZOVAČ Ø16	MEUSBURGER E1710/16x315	BP20.16.0.018	1,2	1
20	VYHAZOVAČ Ø16	MEUSBURGER E1710/16x315	BP20.16.0.019	1,2	1
21	VYHAZOVAČ Ø16	MEUSBURGER E1710/16x315	BP20.16.0.020	1,2	1

Měřítko	Hmotnost (kg) 1540	Promítání 	Formát A4
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil TOMÁŠ MÍČKA	Název VSTŘIKOVACÍ FORMA	
	Datum 18.05.2016		
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil	Číslo dokumentu BP20.16.0.001	
	Datum		
Druh dokumentu SOUPISKA POLOŽEK			

POZ	NÁZEV - ROZMĚR	NORMA - POLOTOVAR	VÝKRES	HM.(KG)	MN
22	VYHAZOVAČ Ø16	MEUSBURGER E1710/16x315	BP20.16.0.021	1,2	1
23	VYHAZOVAČ Ø16	MEUSBURGER E1710/16x315	BP20.16.0.022	1,2	1
24	VYHAZOVAČ Ø16	MEUSBURGER E1710/16x315	BP20.16.0.023	1,2	1
25	VYHAZOVAČ Ø16	MEUSBURGER E1710/16x315	BP20.16.0.024	1,2	1
26	VYHAZOVAČ Ø16	MEUSBURGER E1710/16x315	BP20.16.0.025	1,2	1
27	VYHAZOVAČ Ø16	MEUSBURGER E1710/16x315	BP20.16.0.026	1,2	1
28	PŘÍPOJKA	MEUSBURGER E2000/13/5/16	-	0,02	12
29	UZAVÍRACÍ ŠROUB	MEUSBURGER E2076/14	-	0,01	6
30	PŘEPÁŽKA 16-42	MEUSBURGER E2100/18/100	BP20.16.0.027	0,01	4
31	PŘEPÁŽKA 16-62	MEUSBURGER E2100/18/100	BP20.16.0.028	0,01	8
32	PŘEPÁŽKA 16-52	MEUSBURGER E2100/18/100	BP20.16.0.029	0,01	16
33	PŘEPÁŽKA 16-72	MEUSBURGER E2100/18/100	BP20.16.0.030	0,01	4
34	PŘEPÁŽKA 16-82	MEUSBURGER E2100/18/100	BP20.16.0.031	0,01	10
35	PŘEPÁŽKA 16-102	MEUSBURGER E2100/18/150	BP20.16.0.032	0,01	4
36	PŘEPÁŽKA 16-112	MEUSBURGER E2100/18/150	BP20.16.0.033	0,01	4
37	SPOJKA S NÁTRUBKEM	MEUSBURGER E2200/13/13	-	0,01	4
38	HYDRAULICKÝ VÁLEC	MEUSBURGER E7100/8/1/4/L	-	0,01	2
39	PÍSTNÍ ZÁVITOVÁ TYČ	ČSN 42 5510.12 - 11 600.0 Ø16-120	BP20.16.0.034	0,95	2
40	MATICE M10	ČSN 02 1401	-	0,01	2
41	PODLOŽKA 10	ČSN 02 1702	-	0,01	2
42	ŠROUB M8	MEUSBURGER E1200/8x140	-	0,5	8

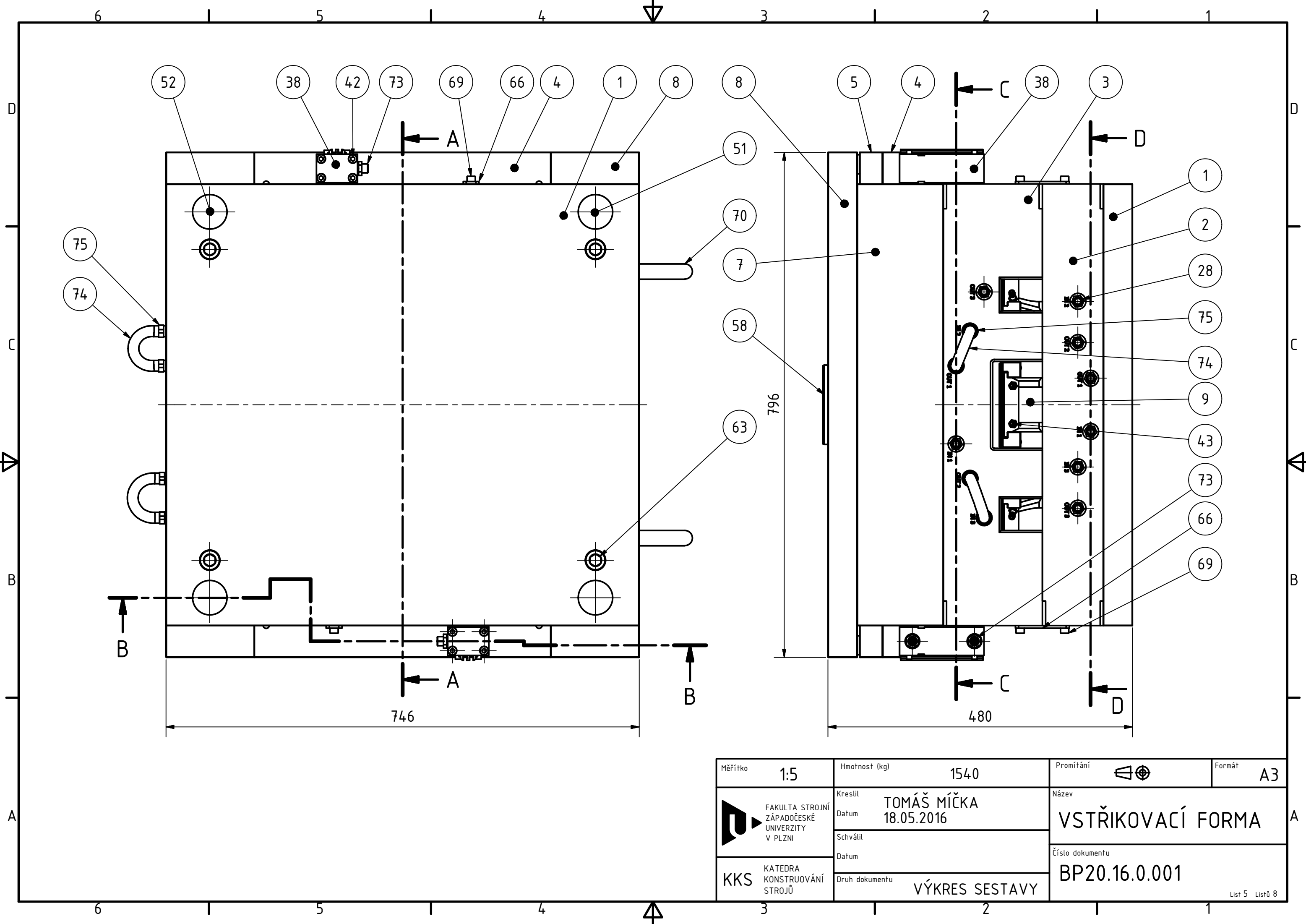
Měřítko	Hmotnost (kg) 1540	Promítání 	Formát A4
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil TOMÁŠ MÍČKA	Název VSTŘIKOVACÍ FORMA	
	Datum 18.05.2016		
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil	Číslo dokumentu BP20.16.0.001	
	Datum		
Druh dokumentu SOUPISKA POLOŽEK			

POZ	NÁZEV - ROZMĚR	NORMA - POLOTOVAR	VÝKRES	HM.(KG)	MN
43	PŘÍPOJKA	MEUSBURGER E2000/9/8/4	-	0,01	16
44	UZAVÍRACÍ ŠROUB	MEUSBURGER E2076/9	-	0,01	24
45	DORAZOVÁ DESKA	MEUSBURGER E2680/32/64/10	-	0,2	16
46	ŠROUB M6-10	MEUSBURGER E1200/6x10	-	0,1	32
47	ŠROUB M8-45	MEUSBURGER E1200/8x45	-	0,2	32
48	KOLÍK Ø6-50	MEUSBURGER E1300/6x50	-	0,1	32
49	ŠROUB M8-80	MEUSBURGER E1200/8x80	-	0,4	16
50	SEKUNDÁRNÍ VEDENÍ	MEUSBURGER E1035/24x160	-	1,9	4
51	VODÍCÍ SLOUPEK	MEUSBURGER E1000/40/86/95	-	2,2	1
52	VODÍCÍ SLOUPEK	MEUSBURGER E1000/42/86/95	-	2,2	3
53	VODÍCÍ POUZDRO	MEUSBURGER E1100/40-156	-	1,8	1
54	VODÍCÍ POUZDRO	MEUSBURGER E1100/42-156	-	1,8	3
55	STŘEDÍCÍ POUZDRO	MEUSBURGER E1160/54-80	-	0,6	4
56	OPĚRNÝ PILÍŘ Ø50-136	MEUSBURGER NR-50/1.2083	BP20.16.0.035	3,1	6
57	ŠROUB M10-60	MEUSBURGER E1200/10x60	-	1,8	6
58	STŘEDÍCÍ KROUŽEK	MEUSBURGER E1362/125/90/36x18	-	1,5	1
59	ŠROUB M5-10	MEUSBURGER E1200/5x10	-	0,1	2
60	ŠROUB M4-10	MEUSBURGER E1200/4x10	-	0,1	6
61	ŠROUB M10-60	MEUSBURGER E1200/10x60	-	0,4	6
62	ŠROUB M20-190	MEUSBURGER E1200/20x190	-	3,2	4
63	ŠROUB M20-50	MEUSBURGER E1200/20x50	-	0,8	4

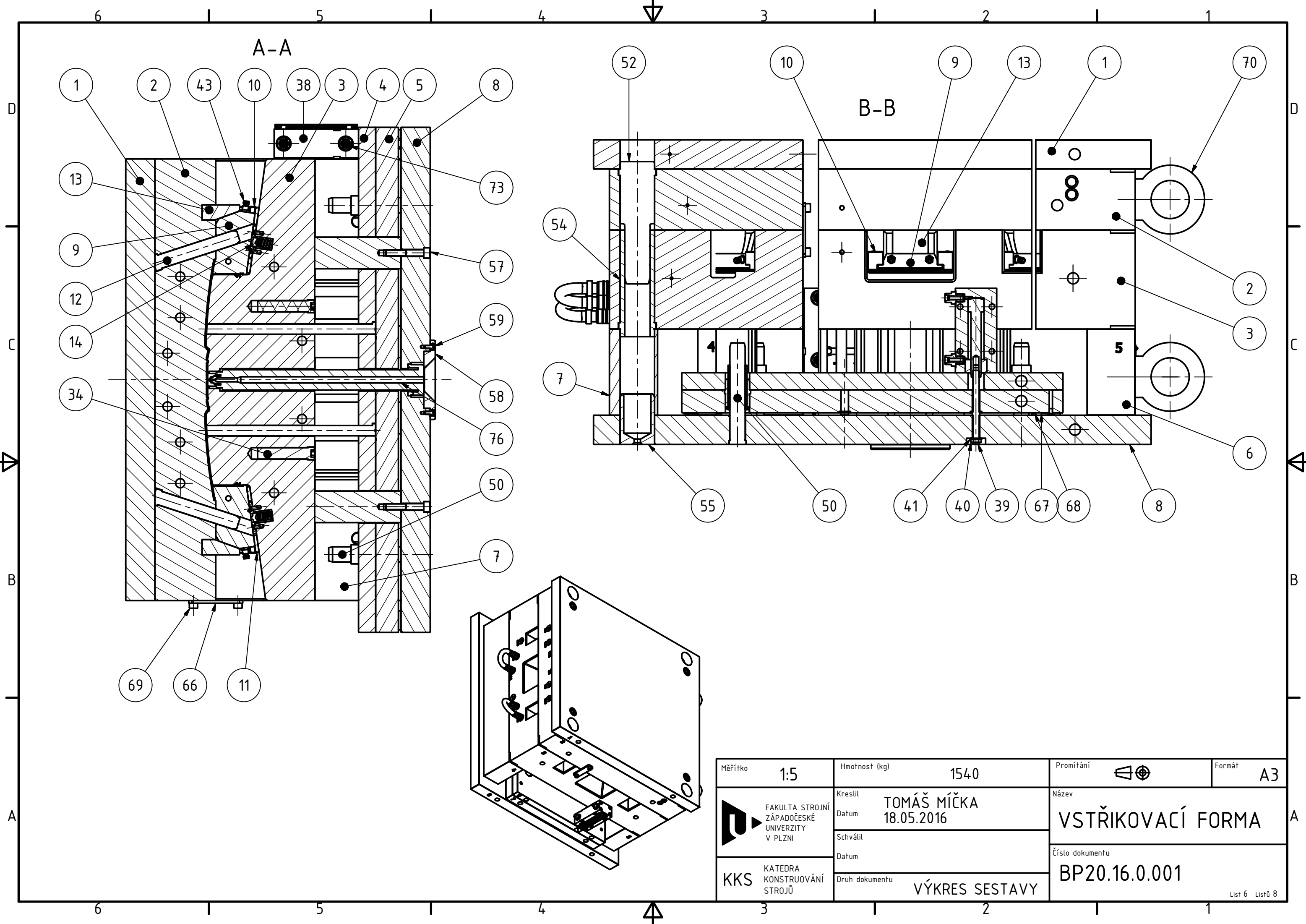
Měřítko	Hmotnost (kg) 1540	Promítání 	Formát A4
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil TOMÁŠ MÍČKA	Název VSTŘIKOVACÍ FORMA	
	Datum 18.05.2016		
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil	Číslo dokumentu BP20.16.0.001	
	Datum		
Druh dokumentu SOUPISKA POLOŽEK			

POZ	NÁZEV - ROZMĚR	NORMA - POLOTOVAR	VÝKRES	HM.(KG)	MN
64	ŠROUB M12-45	MEUSBURGER E1200/12x45	-	0,3	4
65	KRYTKA	ČSN 42 5310.11 - 11 375.0 P4,5 - 350x100	BP20.16.0.036	0,7	1
66	TRANSPORTNÍ PÁS	ČSN 42 5310.11 - 11 375.0 P4 - 90x25	BP20.16.0.037	0,2	2
67	DORAZOVÁ DESTIČKA	MEUSBURGER E1500/30	-	0,2	6
68	ŠROUB M5-10	MEUSBURGER E1220/5x10	-	0,2	6
69	ŠROUB M8-12	MEUSBURGER E1200/8x12	-	0,2	4
70	ZÁVĚSNÉ OKO	MEUSBURGER E1270/30	-	0,4	4
71	ŠROUB M2,5	ISO 7045 Z M2,5x3	-	0,1	4
72	ŠTÍTEK	MEUSBURGER E19100/100 80/1/4	BP20.16.0.038	0,1	1
73	ŠROUBENÍ PRIME	MEUSBURGER E7100/8/1/4/L	-	0,1	4
74	HADICE CHLAZENÍ	MEUSBURGER E2182/9/30/B	BP20.16.0.039	0,2	1
75	HADICOVÁ SPONA	MEUSBURGER E2192/14	-	0,01	4
76	TRYSKA	ORYCON NCE50-10-341-S2	-	4,4	1

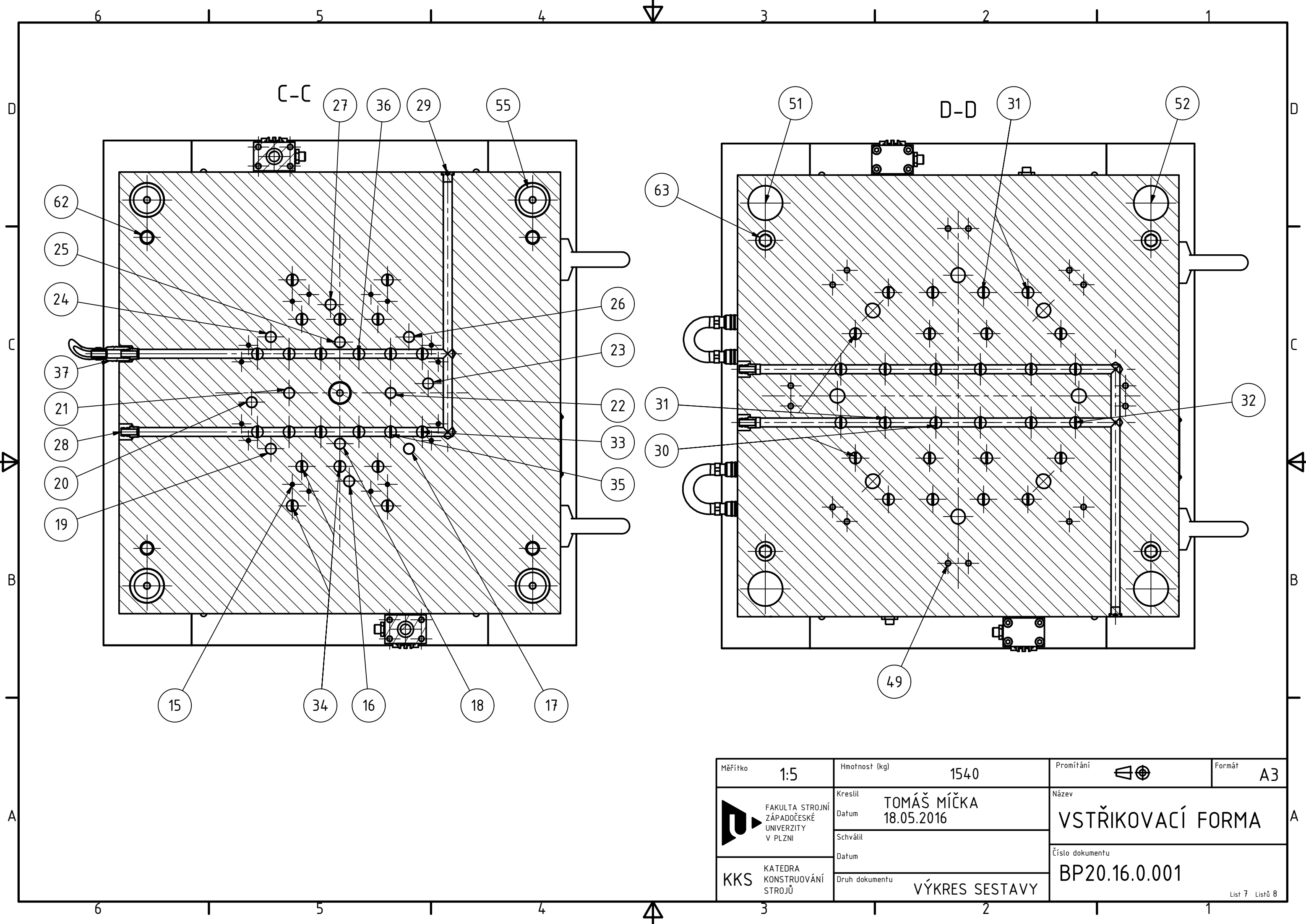
Měřítko	Hmotnost (kg) 1540	Promítání 	Formát A4
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil TOMÁŠ MÍČKA Datum 18.05.2016	Název VSTŘIKOVACÍ FORMA	
	Schválil	Číslo dokumentu BP20.16.0.001	
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Datum	Druh dokumentu SOUPISKA POLOŽEK	



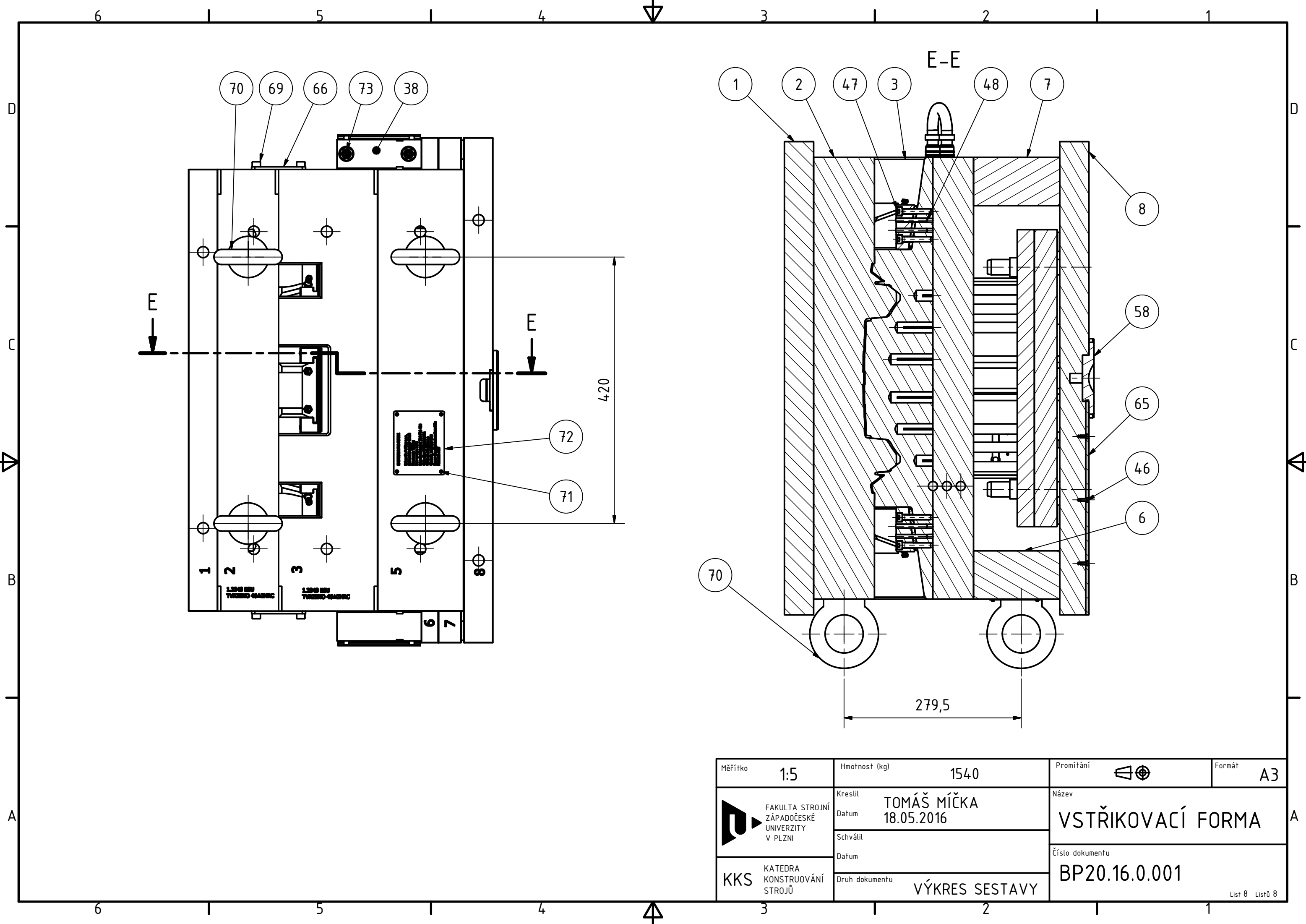
Měřítko	1:5	Hmotnost (kg)	1540	Promítání		Formát	A3
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil	TOMÁŠ MÍČKA		Název			
	Datum	18.05.2016		VSTŘIKOVACÍ FORMA			
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil			Číslo dokumentu			
	Datum			BP20.16.0.001			
Druh dokumentu				VÝKRES SESTAVY			



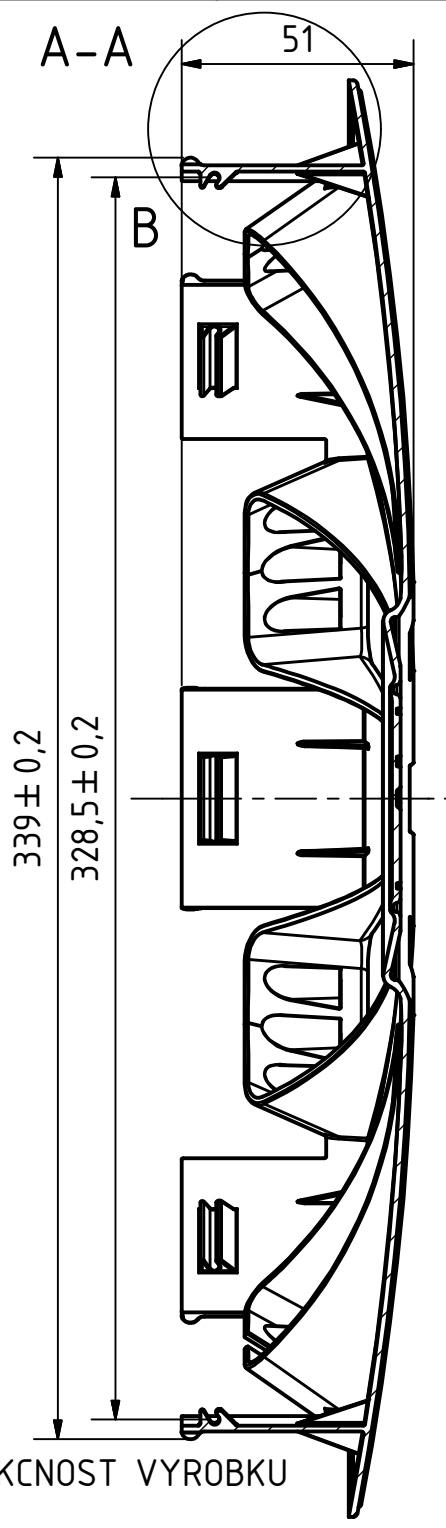
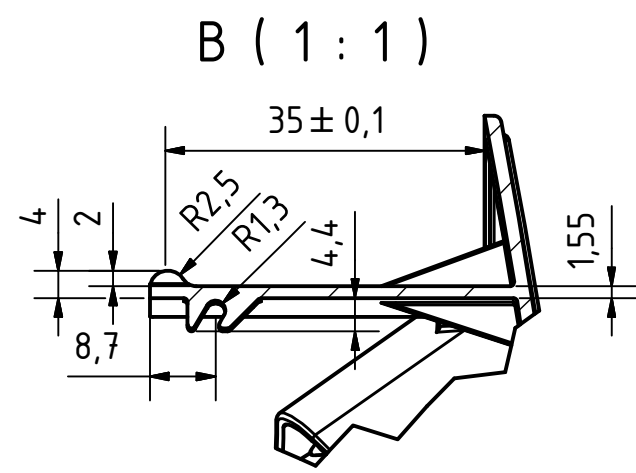
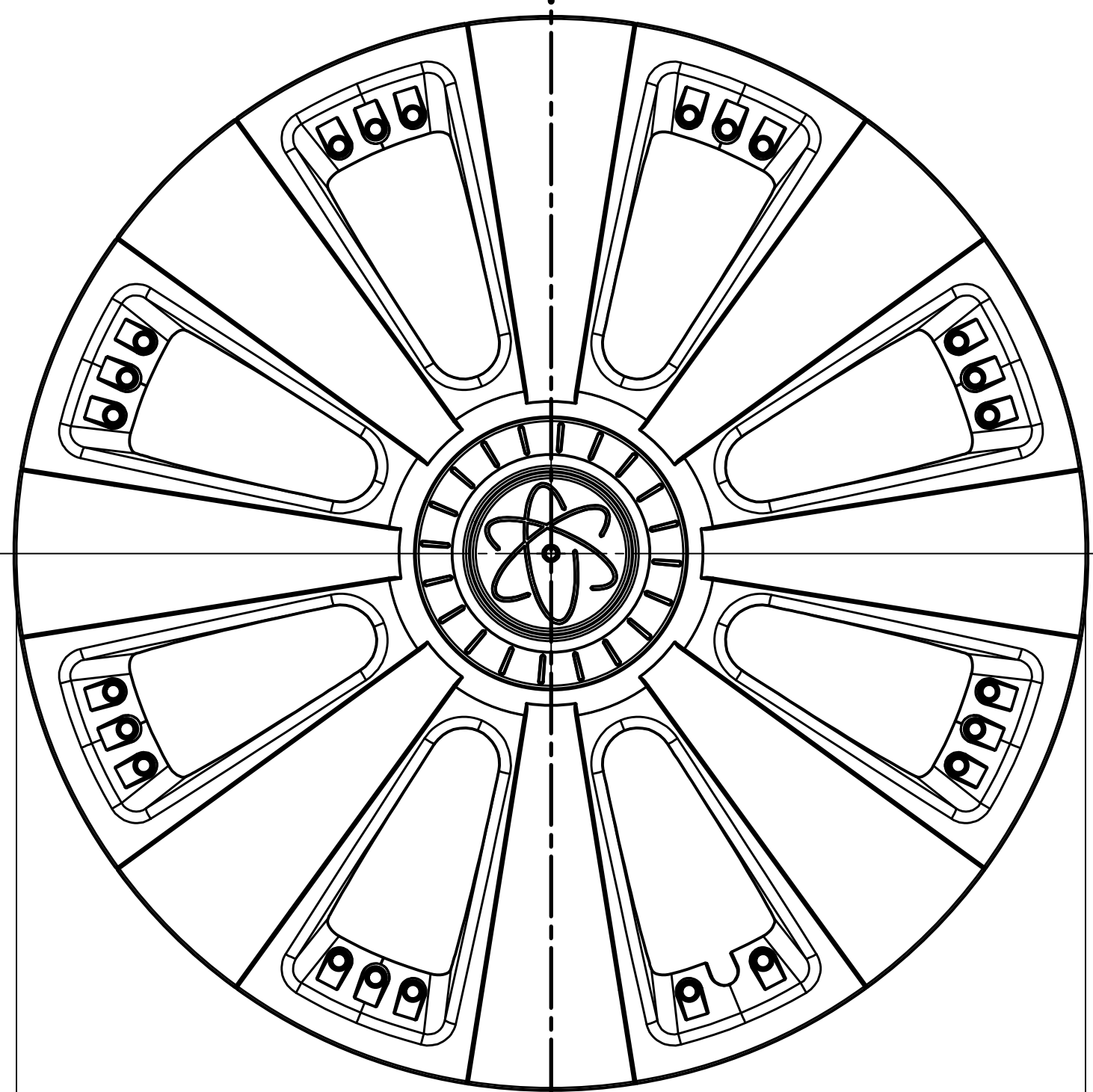
Měřítko	1:5	Hmotnost (kg)	1540	Promítání		Formát	A3
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil	TOMÁŠ MÍČKA		Název			
	Datum	18.05.2016		VSTŘIKOVACÍ FORMA			
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil			Číslo dokumentu			
	Datum			BP20.16.0.001			
Druh dokumentu				VÝKRES SESTAVY			



Měřítko	1:5	Hmotnost (kg)	1540	Promítání		Formát	A3
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil	TOMÁŠ MÍČKA		Název VSTŘIKOVACÍ FORMA			
	Datum	18.05.2016					
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil			Číslo dokumentu BP20.16.0.001			
	Datum						
Druh dokumentu				VÝKRES SESTAVY			



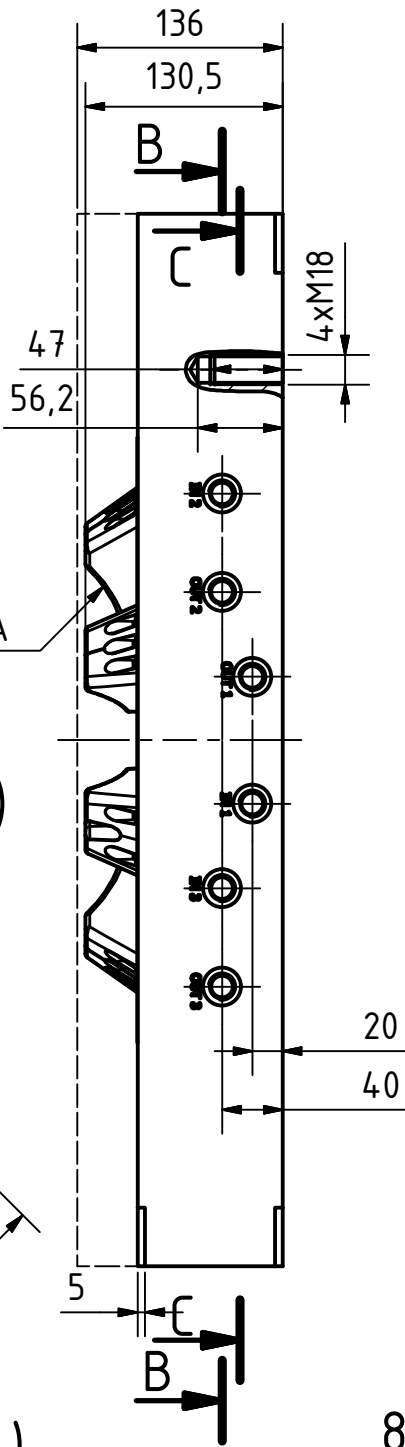
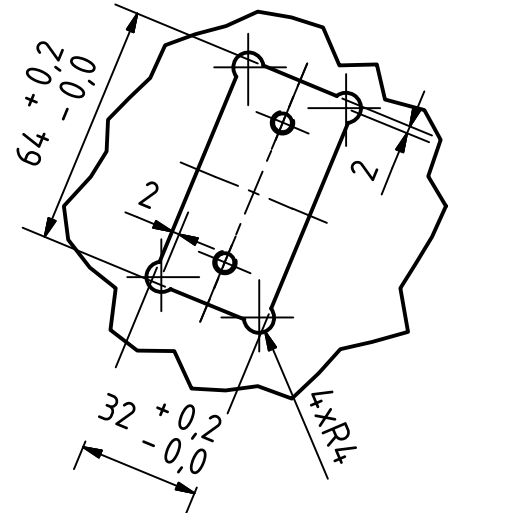
Měřítko	1:5	Hmotnost (kg)	1540	Promítání		Formát	A3
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil	TOMÁŠ MÍČKA		Název			
	Datum	18.05.2016		VSTŘIKOVACÍ FORMA			
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil			Číslo dokumentu			
	Datum			BP20.16.0.001			
Druh dokumentu				VÝKRES SESTAVY			



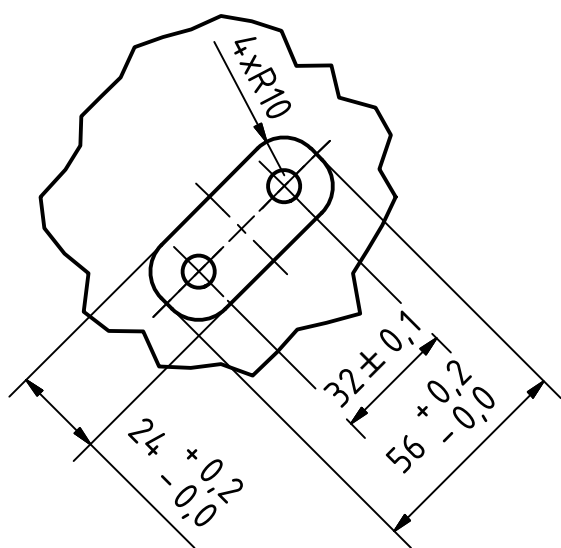
OKOTOVANY ROZMERY DULEZITE PRO FUNKCNOST VYROBKU
OSTATNI ROZMERY DLE CAD DAT

Textura povrchu	Hrany ISO 13715 	Měřítko 1:2	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 0,272	Tolerování ISO 8015
			Projíání
Materiál - Polotovár INEOS ABS - TERMOPLAST ABS LUSTRAN 1146		Formát A3	
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil TOMÁŠ MÍČKA 19.5.2016	Název KRYT KOLA	
	Schválil	Číslo dokumentu BP20.16.0.002	
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Datum	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	

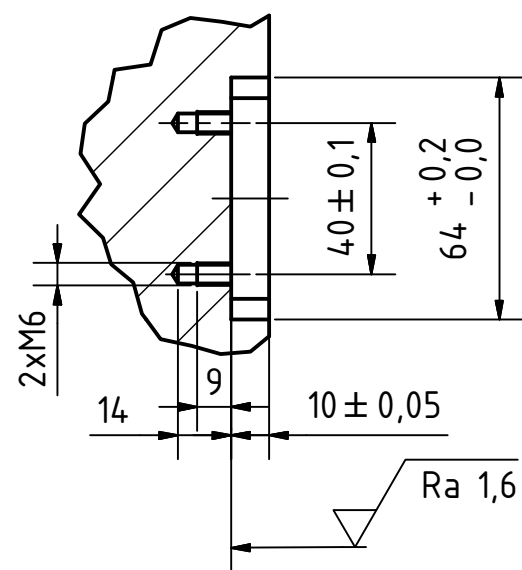
8xDETAIL D (1 : 2)



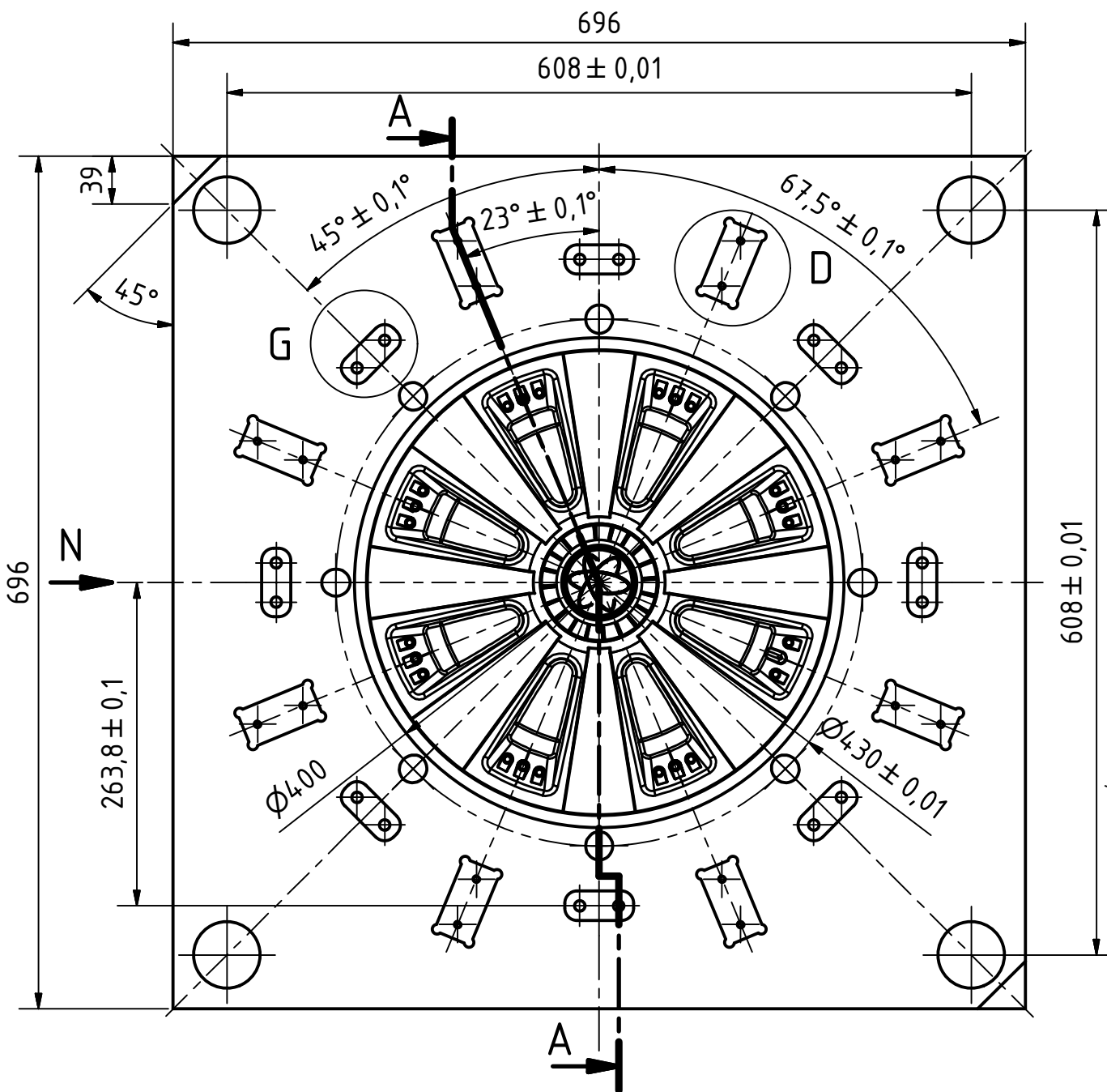
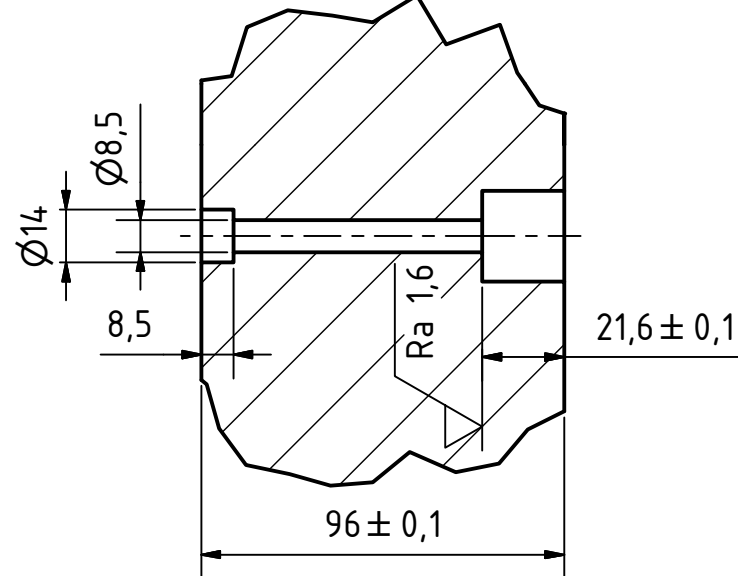
8xDETAIL G (1 : 2)



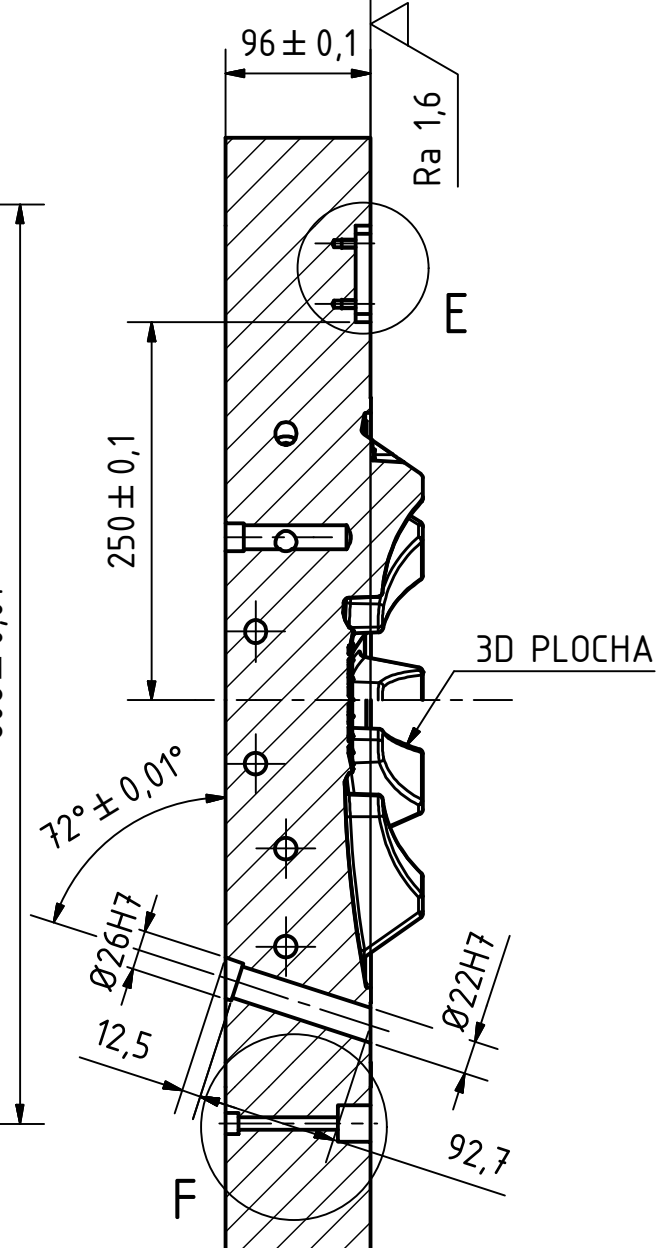
8xDETAIL E (1 : 2)



8xDETAIL F (1 : 2)



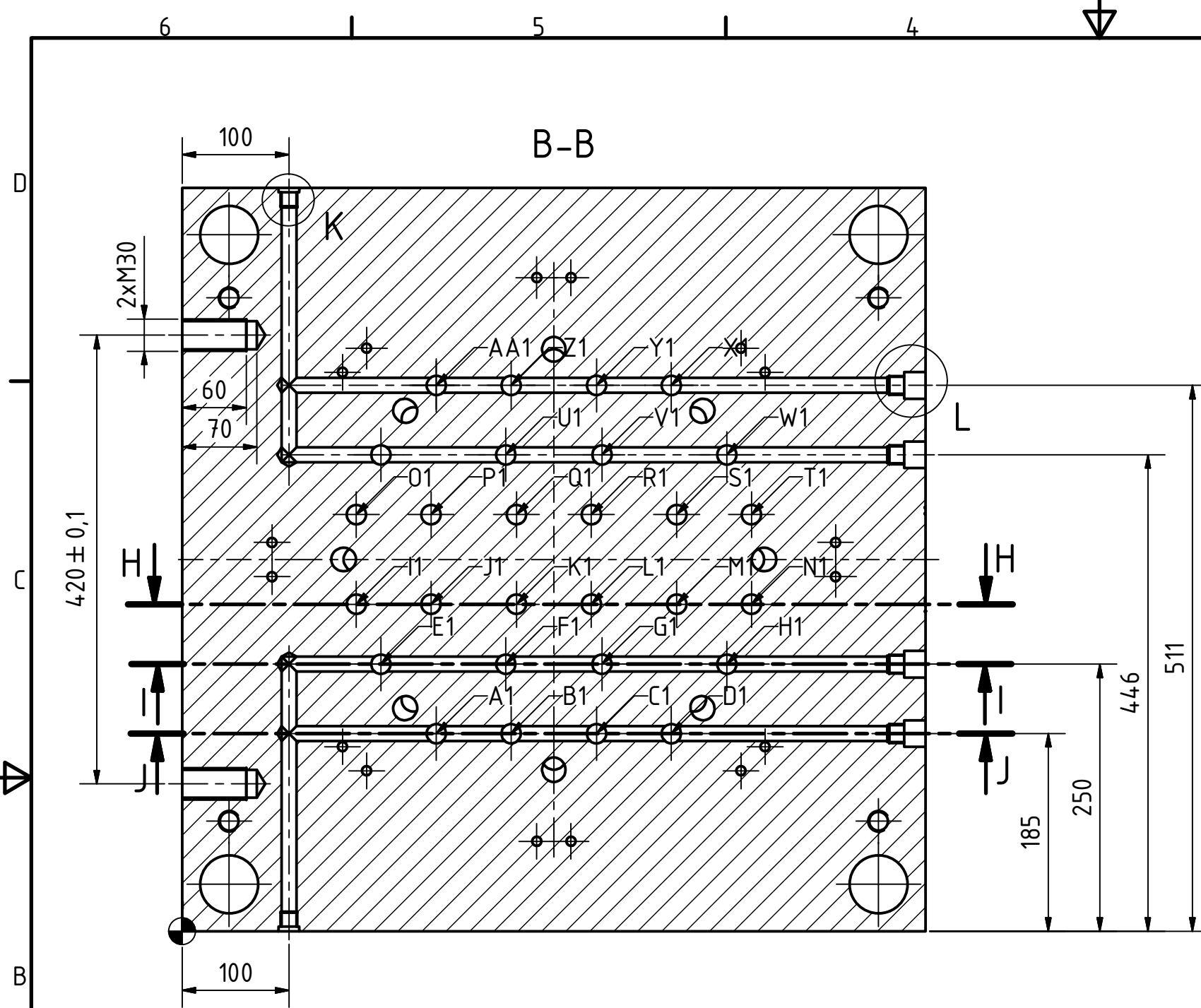
A-A



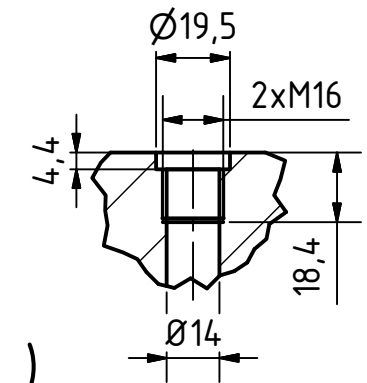
TECHNICKÉ POZADAVKY:

- 3D TVAR FREZOVAT DLE CAD DAT
- 3D TVAR DOBROUSIT RUCNE SMIRKOVYM PAPIREM 300

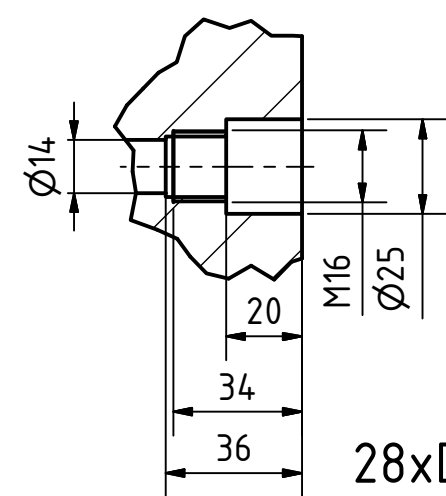
Textura povrchu Ra 6,3 (✓)	Hrany ISO 13715 -0,4 / +0,4	Měřítko 1:5	Přesnost ISO 2768 - mK
Materiál - Polotovár MEUSBURGER - F50/696 696/136/2343ESU		Hmotnost (kg) 340	Tolerování ISO 8015
Kreslil TOMÁŠ MÍČKA Datum 19.5.2016		Promítání A3	
Schválil Datum		Formát A3	
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ		Název TVÁRNÍK	
Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		Číslo dokumentu BP20.16.0.003	



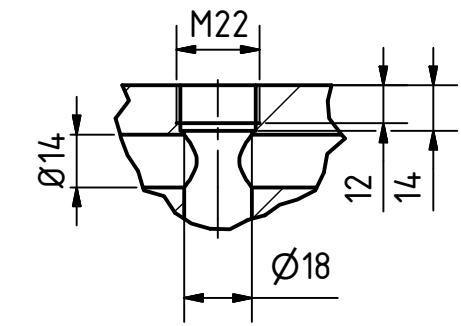
3xDETAIL K (1 : 2)



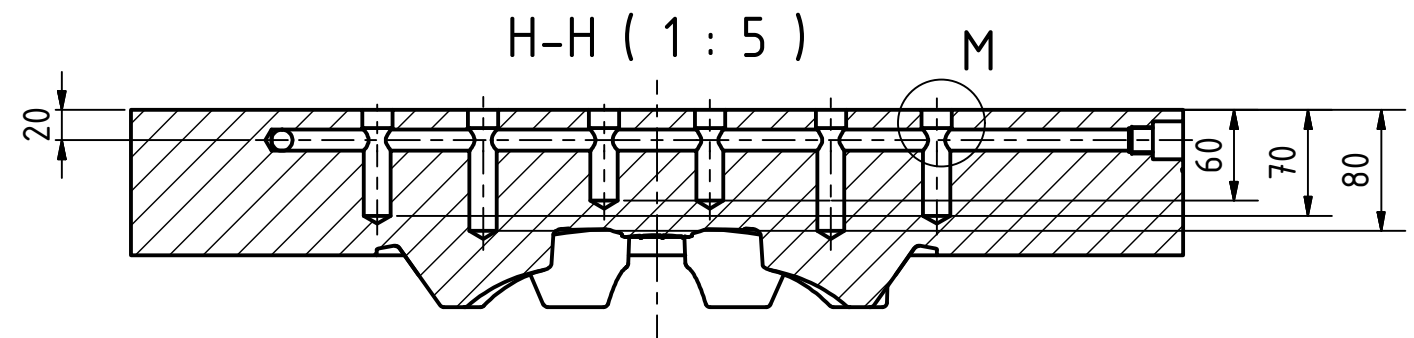
6xDETAIL L (1 : 2)



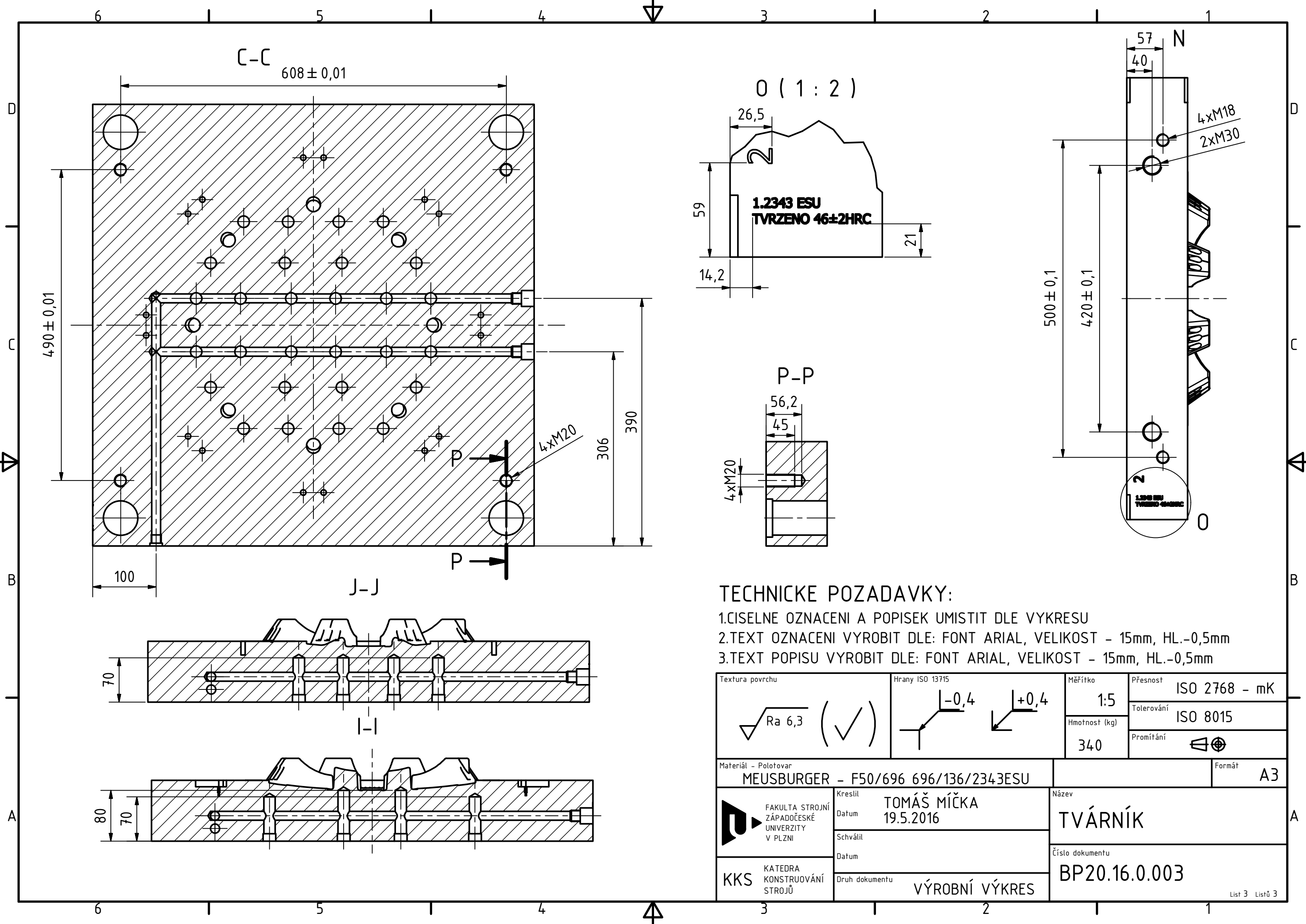
28xDETAIL M (1 : 2)



TABULKA OTVORŮ		
OTVOR	KÓTAX	KÓTAY
A1	238	185
B1	308	185
C1	388	185
D1	458	185
E1	186	250
F1	303	250
G1	393	250
H1	510	250
I1	163	306
J1	233	306
K1	313	306
L1	383	306
M1	463	306
N1	533	306
O1	163	390
P1	233	390
Q1	313	390
R1	383	390
S1	463	390
T1	533	390
U1	303	446
V1	393	446
W1	510	446
X1	458	511
Y1	388	511
Z1	308	511
AA1	238	511



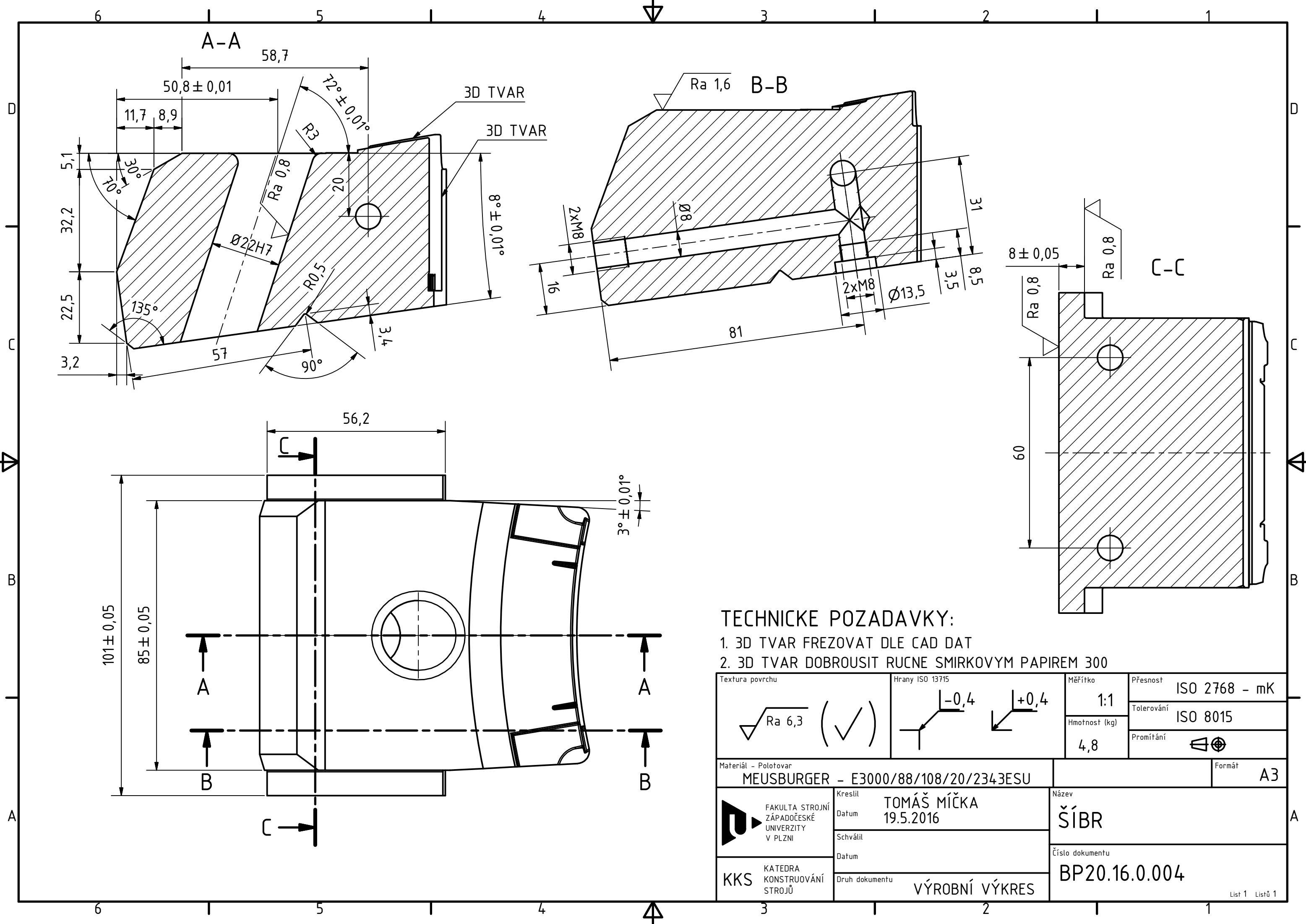
Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 1:5 Hmotnost (kg) 340	Přesnost ISO 2768 - mK Tolerování ISO 8015 Promítání
Materiál - Polotovár MEUSBURGER - F50/696 696/136/2343ESU		Formát A3	
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil TOMÁŠ MÍČKA Datum 19.5.2016	Název TVÁRNÍK	
	Schválil Datum	Číslo dokumentu BP20.16.0.003	
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		List 2 Listů 3



TECHNICKE POZADAVKY:

1. CISELNE OZNACENI A POPISEK UMISTIT DLE VYKRESU
2. TEXT OZNACENI VYROBIT DLE: FONT ARIAL, VELIKOST - 15mm, HL.-0,5mm
3. TEXT POPISU VYROBIT DLE: FONT ARIAL, VELIKOST - 15mm, HL.-0,5mm

Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko	Přesnost
		1:5	ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg)	Tolerování
		340	ISO 8015
			Promitání
Materiál - Polotovár MEUSBURGER - F50/696 696/136/2343ESU		Formát	
		A3	
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil	Název	
	Datum	TOMÁŠ MÍČKA 19.5.2016	TVÁRNÍK
KKS KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Schválil	Číslo dokumentu	
	Datum	BP20.16.0.003	
Druh dokumentu		VÝROBNÍ VÝKRES	



TECHNICKE POZADAVKY:

- 3D TVAR FREZOVAT DLE CAD DAT
- 3D TVAR DOBROUSIT RUCNE SMIRKOVYM PAPIREM 300

Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítka	Přesnost
		1:1	ISO 2768 - mK
Materiál - Polotovár MEUSBURGER - E3000/88/108/20/2343ESU		Hmotnost (kg)	Tolerování
		4,8	ISO 8015
			Promitání
Kreslil TOMÁŠ MÍČKA Datum 19.5.2016	Název ŠÍBR		Formát A3
	Schválil Datum		
KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ	Číslo dokumentu BP20.16.0.004		
Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES			