

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**  
**FAKULTA STROJNÍ**

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 2303T004 Strojírenská technologie - technologie obrábění

# **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Kompletní výroba vstřikovací formy

Autor: **Bc. Jiří Penzenstadler**

Vedoucí práce: **Ing. Jiří Vyšata, Ph.D.**

Akademický rok 2016/2017

## **Prohlášení o autorství**

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

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

V Plzni dne: .....

.....  
podpis autora

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou vyjádřil poděkování vedoucímu diplomové práce Ing. Jiřímu Vyšatovi, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování diplomové práce věnoval.

## ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

<b>AUTOR</b>	Příjmení Bc. Penzenstadler	Jméno Jiří		
<b>STUDIJNÍ OBOR</b>	N2301 „ Strojírenská technologie - technologie obrábění “			
<b>VEDOUcí PRÁCE</b>	Příjmení Ing. Vyšata, Ph.D.	Jméno Jiří		
<b>PRACOVIŠTĚ</b>	ZČU - FST - KTO			
<b>DRUH PRÁCE</b>	<b>DIPLOMOVÁ</b>	<del><b>BAKALÁŘSKÁ</b></del>	<b>Nehodící se škrtněte</b>	
<b>NÁZEV PRÁCE</b>	Kompletní výroba vstřikovací formy			

<b>FAKULTA</b>	strojní	<b>KATEDRA</b>	KTO	<b>ROK ODEVZD.</b>	2017
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

### POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

<b>CELKEM</b>	120	<b>TEXTOVÁ ČÁST</b>	60	<b>GRAFICKÁ ČÁST</b>	60
---------------	-----	---------------------	----	--------------------------	----

<p style="text-align: center;"><b>STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</b></p> <p><b>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</b></p>	<p>V diplomové práci je popsána a analyzována vstřikovací forma a její součásti po stránce technologičnosti konstrukce. Z technologičnosti konstrukce vyplynuly požadavky na výrobní prostředky, které jsou poté navrženy a popsány. Následně je proveden návrh výroby součástí vstřikovací formy. V přílohách diplomové práce jsou vypracované výkresy, průvodky a normy času hlavních operací vyráběných součástí.</p>
<p style="text-align: center;"><b>KLÍČOVÁ SLOVA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</b></p>	<p style="text-align: center;">popis, analýza, vstřikovací forma, součást, technologičnost konstrukce, výrobní prostředky, návrh, výroba</p>

## SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

<b>AUTHOR</b>	Surname Bc. Penzenstadler	Name Jiří	
<b>FIELD OF STUDY</b>	N2301 „, Manufacturing Processes - Technology of Metal Cutting “		
<b>SUPERVISOR</b>	Surname Ing. Vyšata, Ph.D.	Name Jiří	
<b>INSTITUTION</b>	ZČU - FST - KTO		
<b>TYPE OF WORK</b>	<b>DIPLOMA</b>	<b>BACHELOR</b>	Delete when not applicable
<b>TITLE OF THE WORK</b>	Complete production of injection mold		

<b>FACULTY</b>	<b>Mechanical Engineering</b>	<b>DEPARTMENT</b>	<b>Machining Technology</b>	<b>SUBMITTED IN</b>	<b>2017</b>
----------------	-------------------------------	-------------------	-----------------------------	---------------------	-------------

### NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

<b>TOTALLY</b>	120	<b>TEXT PART</b>	60	<b>GRAPHICAL PART</b>	60
----------------	-----	------------------	----	-----------------------	----

<b>BRIEF DESCRIPTION</b>	<p>The diploma thesis describes and analyzes the injection mold and its components in terms of the technology of the structure. The technology of the design has revealed requirements for the means of production which are then designed and described. Subsequently, the design of the injection mold parts is made. The annexes of the diploma thesis are drawn up drawings, handbooks and time norms of main operations of manufactured components.</p>
<b>TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS</b>	
<b>KEY WORDS</b>	description, analysis, injection mold, component, technology of construction, production means, design, production

## Obsah

<b>1. Úvod.....</b>	<b>10</b>
<b>2. Popis a analýza výrobku po stránce technologičnosti.....</b>	<b>11</b>
2.1. Popis a analýza sestavy vstřikovací formy .....	11
2.2. Popis a technologičnost konstrukce desek.....	15
2.2.1. Popis a technologičnost konstrukce izolační desky .....	16
2.2.2. Popis a technologičnost konstrukce upínací desky .....	17
2.2.3. Popis a technologičnost konstrukce pevné desky .....	18
2.2.4. Popis a technologičnost konstrukce střední desky .....	19
2.2.5. Popis a technologičnost konstrukce pohyblivé desky .....	21
2.2.6. Popis a technologičnost konstrukce vyhazovací desky 1 .....	23
2.2.7. Popis a technologičnost konstrukce vyhazovací desky 2 .....	23
2.3. Popis a technologičnost konstrukce tisknutých součástí .....	25
2.4. Popis a technologičnost konstrukce vedlejšího jádra .....	27
2.5. Shrnutí .....	28
<b>3. Analýza možných výrobních prostředků .....</b>	<b>32</b>
3.1. Stroje.....	32
3.1.1. Frézovací centrum KOVOSVIT MAS MCV 750 A.....	32
3.1.2. Frézovací centrum DMG/MORI SEIKI DMU 65 monoBLOCK.....	34
3.1.3. Bruska BERNARDO URS 500 N.....	35
3.1.4. Bruska BERNARDO BSG 2550 AHD .....	37
3.1.5. Drátová řezačka FANUC ROBOCUT $\alpha$ -C400iB .....	39
3.1.6. 3D tiskárna EOS M290 .....	40
3.2. Nástroje, měřidla, upínací prostředky, manipulační a zdvihací prostředky .....	42
3.3. Shrnutí .....	43
<b>4. Návrh výroby .....</b>	<b>44</b>
4.1. Návrh výroby izolační desky .....	44
4.2. Návrh výroby ostatních desek.....	45
4.2.1. Manipulace a upínání desek.....	45
4.2.2. Návrh výroby průchozích tolerovaných děr .....	45
4.2.3. Návrh výroby děr technologiemi drátového řezání a frézování.....	48
4.2.4. Návrh výroby průchozích tolerovaných děr technologií frézování.....	48
4.2.5. Návrh výroby průchozích závitových děr .....	49
4.2.6. Návrh výroby neprůchozích závitových děr .....	51
4.3. Návrh výroby tisknutých součástí.....	52
4.4. Návrh výroby vedlejšího jádra.....	54
<b>5. Ekonomická stránka výroby.....</b>	<b>55</b>
<b>6. Závěr.....</b>	<b>56</b>
<b>Použitá literatura a zdroje .....</b>	<b>57</b>
<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>58</b>
<b>Seznam tabulek.....</b>	<b>59</b>
<b>Seznam dodaných příloh z bakalářské práce .....</b>	<b>59</b>
<b>Seznam vytvořených příloh k diplomové práci .....</b>	<b>59</b>
<b>Seznam ostatních příloh k diplomové práci .....</b>	<b>60</b>

## Seznam použitých symbolů a zkratek

symbol/zkratka	název	jednotka
3D	tří dimenzionální	
DMLS	Direct Metal Laser Sintering	
P	výkon vřetene	[W]
$a_p$	hloubka řezu	[mm]
$a_e$	šířka řezu	[mm]
$v_f$	rychlost posuvu	[mm/min]
$k_c$	měrný řezný odpor	[N/mm <sup>2</sup> ]
$f_z$	posuv na zub	[mm/zub]
$z_{eff}$	počet efektivních břitů na nástroji	[-]
n	otáčky vřetene	[min <sup>-1</sup> ]
$v_c$	řezná rychlost	[m/min]
$\pi$	Ludolfovo číslo	[-]
D	průměr nástroje	[mm]
$t_s$	strojní čas	[min]
L	dráha nástroje	[mm]
$l_n$	náběh nástroje	[mm]
l	délka díry	[mm]
$l_p$	přeběh nástroje	[mm]
$f_{ot}$	posuv na otáčku	[mm/ot]

## 1. Úvod

V současné době, když se podíváme na věci kolem nás, vidíme věci vyrobené z klasických materiálů jako je dřevo, sklo, kov, ale také ve stále větší míře plast. Dokonce jsou některé věci dříve vyráběné z klasických materiálů s úspěchem nahrazovány za stejné věci, ale vyrobené z plastové hmoty, kvůli jejich výhodným vlastnostem. Mezi ty patří například korozivzdornost, elektrická nevodivost, tvarovatelnost a další vlastnosti. Avšak plastové hmoty mají také jako každý materiál nevýhodné vlastnosti, mezi které patří například menší pevnost, menší tepelná odolnost.

Postupem času se plastové hmoty začaly hojně využívat v průmyslových odvětvích. Jak se lze dočíst například v MM průmyslovém spektru, největší rozmach byl zaznamenán v elektrotechnickém a automobilovém průmyslu. [1] S tímto trendem se začal klást větší důraz na přesnost a jakost povrchu plastových výrobků, tím pádem i na technologii výroby.

S hojností používání plastových hmot se začaly vyvíjet i metody jejich zpracování. Mezi jedny z nejstarších metod zpracování plastů patří odlévání a tváření. Dalším pokrokem výroby plastových výrobků bylo přidávání plniv a barviv. S nástupem termoplastů byl vynalezen nový způsob zpracování a to vstřikování roztaveného plastu do kovových forem.

Plastové výrobky mají odlišné tvary, různou jakost povrchu a podle toho k čemu slouží, musí mít určitou rozměrovou přesnost a s tím souvisí také technologie výroby tvarových částí vstřikovací formy.

Vzhledem k tomu, že tvarové části vstřikovacích forem mohou být složité. Využíváme v těchto případech moderních technologií jako je například výroba na CNC obráběcích centrech, elektroerozivní obrábění nebo výroba pomocí 3D tisku.

Proto má smysl nalézt vhodnou ekonomicky únosnou technologii výroby vstřikovací formy. Konkrétně v tomto případě se jedná o vstřikovací formu pro výrobu plastových nálevek (Obr. 1), které slouží pro nalévání pohonných hmot do automobilu. K dispozici je 3D model vstřikovací formy a výkres sestavy se seznamem položek (Příloha 1). Vzhledem k tomu, že předmětem práce je navrhnout vhodnou ekonomicky únosnou technologii výroby vstřikovací formy bylo nutné zhotovit výrobní výkresy jednotlivých součástí vstřikovací formy (Příloha 2 – 12).



Obr. 1 - Nálevka



## 2. Popis a analýza výrobku po stránce technologičnosti

Pro lepší představu o výrobku je vhodné si ho na tomto místě popsat a představit. Od tohoto popisu se dále mohou odvíjet ostatní činnosti, které pomohou jednak v tvorbě technologických strategií, ale taky to pomůže k lepšímu seznámení čtenáře s výrobkem. Zároveň se zde bude hodnotit technologičnost konstrukce výrobku, která při správném provedení může hned zpočátku odhalit problematická místa na straně konstrukce výrobku, která je možno řešit změnou koncepce vstřikovací formy po dohodě s konstruktérem ještě před tím, než se začne s výrobou.

Technologičnost konstrukce lze rozdělit na technologičnost konstrukce sestavy a na technologičnost konstrukce součásti, kde se posuzují jiná hlediska než u sestavy a proto je třeba tuto kapitolu rozdělit na podkapitoly. První podkapitola se věnuje popisu a technologičnosti konstrukce sestavy vstřikovací formy, další podkapitoly se věnují technologičnosti konstrukce součástí, které se budou buď vyrábět, nebo nějakým způsobem upravovat.

### 2.1. Popis a analýza sestavy vstřikovací formy

Vstřikovací forma je navržena z několika typů součástí, prvním typem jsou normalizované součásti, které se nemusí vyrábět, jelikož je lze nakoupit. Jedná se vlastně o čepy a šrouby označené na výkrese sestavy (Příloha 1) pozicemi 12, 35 – 41. Šrouby navržené v sestavě vstřikovací formy jsou o velikosti M4, M5, M6 a M12. Z hlediska technologičnosti konstrukce by bylo příznivější navrhnout užší sortiment šroubů například jenom M6, M12 a tím například zjednodušit nákup, skladování a montáž normalizovaných dílů.

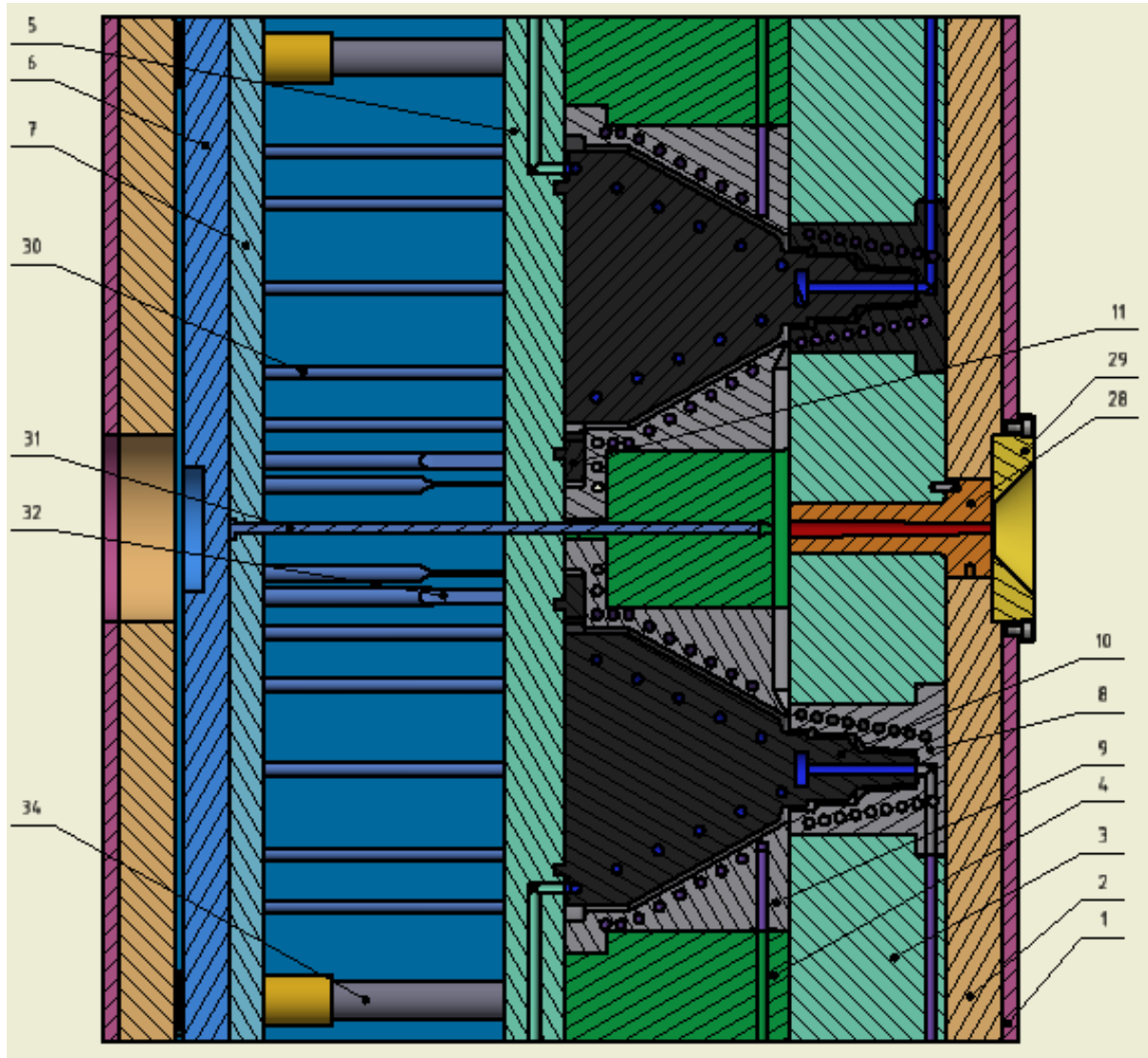
Dalším typem jsou součásti, které mají polotovar určený podnikovou normou. Tyto součásti se nakoupí a některé z nich se budou dále obrábět. Jedná se vlastně o prefabrikáty pro vstřikovací formy, ve kterých jsou již zhotoveny základní prvky, jako jsou například otvory pro vodící sloupky a tak dále. Patří sem součásti označené na výkrese sestavy (Příloha 1) pozicemi 1 – 7, 11, 13 - 34. U nakoupených součástí, které se nebudou obrábět, není potřeba se zabývat technologií jejich výroby a tak se zde neobjeví ani analýza jejich technologičnosti stejně tak jako u prvků na součástech, které vyrobil dodavatel.

Posledním typem jsou součásti, které nelze vyrobit klasickými konvečními technologiemi z důvodu jejich konstrukce, protože obsahují chladicí kanálky, které jsou spirálovitě stočené kolem dutiny kuželu, do které se má vstříknout plast. Tato koncepce kanálků se nazývá konformní chlazení. Konformní chlazení znamená, že chladicí kanálky jsou vedeny souběžně s tvarem, který se má chladit. Pro jejich výrobu je nutno použít moderní technologii 3D tisk. Je zapotřebí vytisknout vložky neboli tvárnice (pozice číslo 8, 9) a jádra (pozice číslo 10).

Při návrhu konstrukce vstřikovací formy se vycházelo z faktu, že většina komponent vstřikovací formy bude dodána od společností Meusburger, která se zabývá výrobou vstřikovacích forem a jejich komponent a tudíž má zkušenosti s jejich výrobou. Z hlediska technologičnosti konstrukce je příznivé, jeli vstřikovací forma z co nejvíce normalizovaných součástí a z co nejméně druhů materiálů a polotovarů, aby se snížily náklady na pořízení součástí a bylo potřeba pro výrobu menšího počtu náradí, přípravků a skladovacího prostoru pro materiál.

Sestava vstřikovací formy, která je vyobrazena na obrázcích níže (Obr. 2, Obr. 3) se skládá převážně z několika desek, které nesou prvky dědičnosti konstrukce, která se jeví v tom, že desky jsou tělesem kvádr a většina z nich má na stejném místě otvor pro vodící sloupek. Dále se vstřikovací forma skládá z vyhazovačů, šroubů, vodících sloupků, jader, vložek a tak dále. Je možné rozdělit montážní sestavu celé vstřikovací formy na menší montážní celky, čímž se docílí zrychlení montáže celého celku vstřikovací formy a také by se

mohla montáž rozdělit do více pracovišť. Například lze si připravit menší montážní celek spojením pohyblivé desky (pozice číslo 5) a hlavního jádra (pozice číslo 10) pomocí šroubů. Tímto rozdělením na menší montážní celky by se montáž celé sestavy vstřikovací formy urychlila v řádu několika minut, což v kusové montáži není špatné, ale významné je to v sériové výrobě.

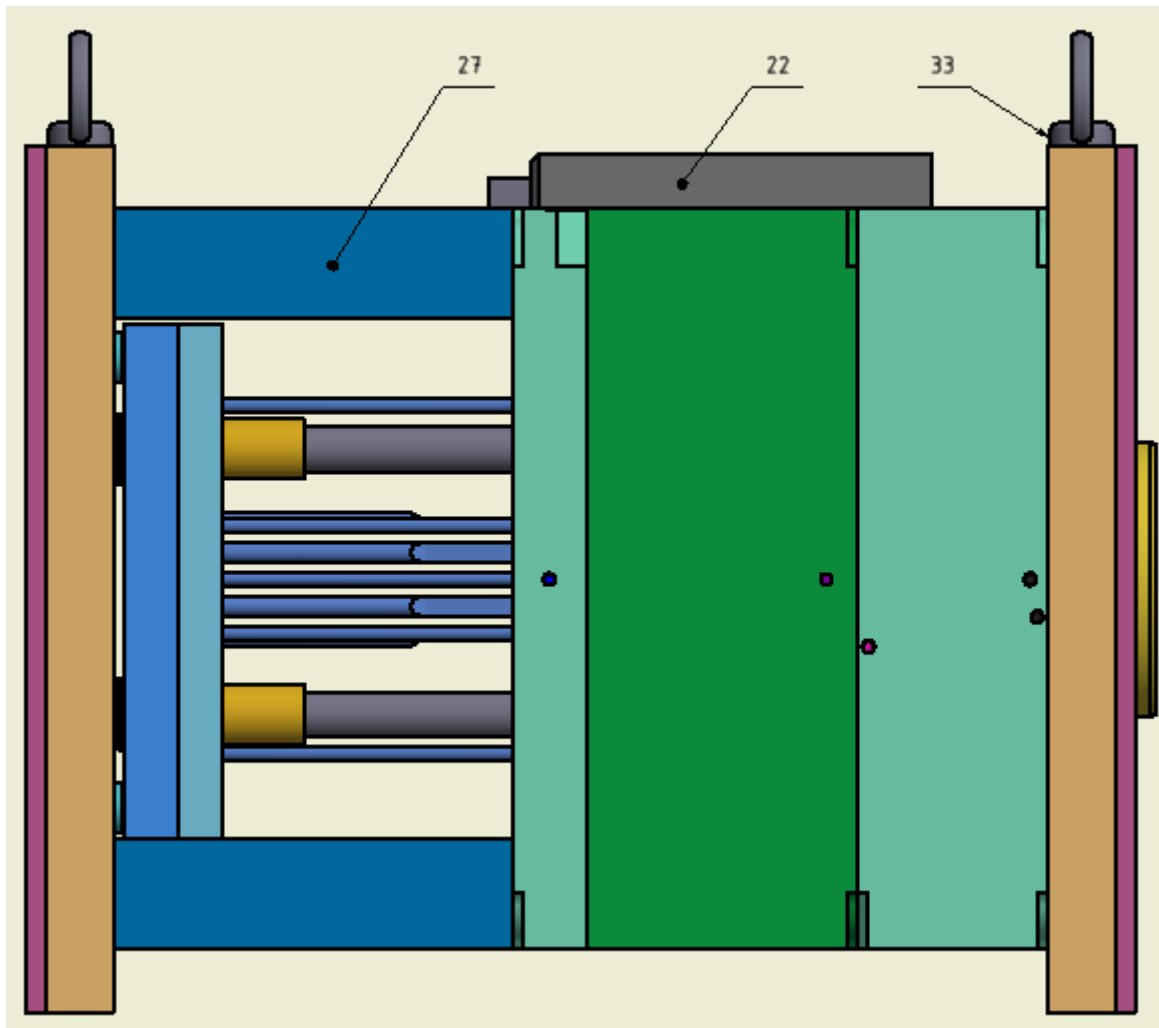


Obr. 2 - Řez vstřikovací formy shora

- |                        |                        |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1 – izolační deska     | 7 – vyhazovací deska 2 | 29 – středící kroužek  |
| 2 – upínací deska      | 8 – tvárnice 1         | 30 – vyhazovač kruhový |
| 3 – pevná deska        | 9 – tvárnice 2         | 31 – vyhazovač vtoků   |
| 4 – střední deska      | 10 – hlavní jádro      | 32 – vyhazovač plochý  |
| 5 – pohyblivá deska    | 11 – vedlejší jádro    | 34 – kuličkové vedení  |
| 6 – vyhazovací deska 1 | 28 – vtoková vložka    |                        |

Na horní straně na obrázku vstřikovací formy (Obr. 3) jsou navržena závěsná oka (pozice číslo 33), což je příznivé z hlediska technologičnosti konstrukce, protože je umožněna snazší manipulace s formou například při manipulaci. Dále je také na horní straně vstřikovací formy namontován tahač (pozice číslo 22). Jedná se o mechanismus složený z více součástí, který má za funkci odsunout střední desku (pozice číslo 4) od pevné desky (pozice číslo 3) při

vyhazování výrobku z formy. Tahač je sestava součástí, které se nebudou vyrábět, ale nakoupí se a proto není potřeba věnovat pozornost technologii jejich výroby.



Obr. 3 - Vstřikovací forma zepředu

22 – tahač

27 – lišta

33 – závěsné oko

Na pravé straně vstřikovací formy (Obr. 2) je navržen středící kroužek (pozice číslo 29), jehož účelem je formu vystředit na střed vstřikovací trysky. Středící kroužek lze nakoupit, a proto není potřeba ho vyrábět, tím pádem není potřeba řešit stránku jeho výroby. Tento kroužek zapadá do kruhového otvoru vstřikovacího lisu.

První deska nacházející se za kroužkem je deska izolační (pozice číslo 1). Funkcí izolační desky je zabránit přechodu tepla ze vstřikovací formy na rám vstřikovacího stroje. Z hlediska technologičnosti konstrukce by bylo příznivější, kdyby byla navržena například z kompozitního materiálu (pryskyřice se skleněnými vlákny a pojivem) místo z oceli. Tato změna byla po dohodě s konstruktérem schválena. Izolační deska je navlečena na středícím kroužku a nově po obvodě přilepena k desce upínací (pozice číslo 2) lepidlem s označením VBC 4M01 nakoupeným od společnosti Meusburger. Izolační deska z kompozitního materiálu bude rovněž nakoupena od dodavatelské společnosti Meusburger. Kvůli změně materiálu izolační desky se musí upravit konstrukce uchycení středícího kroužku, kdy místo původního uchycení k izolační desce se středící kroužek uchytí k desce upínací, protože kompozitní materiál izolační desky je houževnatější a hůře by v něm držel závit, proto se

místo neprůchozích děr se závitem musí vyrobit průchozí díry bez závitu. Šrouby uchycující středící kroužek budou tedy izolační deskou jenom procházet a zašroubují se do upínací desky.

Další deskou nacházející se za deskou izolační je deska upínací (pozice číslo 2). Za upínací desku se vstřikovací forma upíná do prostoru vstřikovacího lisu pomocí upínek. V upínací desce a v desce pevné (pozice číslo 3) je umístěna vtoková vložka (pozice číslo 28), která se nebude vyrábět, ale rovněž se nakoupí a proto není potřeba se zabývat technologií její výroby. Vtoková vložka je pojištěna proti otočení čepem, který je uložený v ní a v pevné desce.

Za deskou upínací se nachází deska pevná (pozice číslo 3). V každém rohu pevné desky jsou dvě díry. Jedna z děr je se závitem a je pro šroub, který přichycuje pevnou desku k desce upínací. Druhá díra je průchozí a je pro vodící sloupek. Vodící sloupky jsou vedeny deskami vstřikovací formy kromě desek izolačních a vyhazovacích, tím je zajištěno vzájemné vystředění desek mezi sebou. V pevné desce jsou uloženy jedny z nejdůležitějších částí formy a to vložky neboli tvárnice 1 (pozice číslo 8), protože jejich vnitřní tvar udává vnější tvar výrobku tedy nálevky.

Tvárnice 1 jsou vloženy do díry se zahloubením, které je navrženo z toho důvodu, aby tvárnice 1 nemohly vypadnout při otevření formy. Vypadnutí tvárnic 1 brání na jedné straně zahloubení a na straně druhé upínací deska, která je sešroubovaná s pevnou deskou. Tato konstrukce je příznivá z hlediska technologičnosti konstrukce, protože umožňuje snadnou opravu nebo výměnu tvárnice 1 po jejím opotřebením. Tvárnice 1 má dutinu, která odpovídá částečnému vnějšímu tvaru výrobku. Chlazení dutiny je provedeno pomocí již zmiňovaného konformního chlazení a kvůli vedení chladicího kanálku ve spirále se musí tvárnice 1 vyrábět 3D tiskem. Na tvárnici 1 je výstupek ve tvaru čepu, který zapadá do díry v pevné desce a tím je zajištěna jednoznačná poloha tvárnice 1 v pevné desce. Díky jednoznačné poloze tvárnice 1 v pevné desce je docíleno toho, že chladicí kanálky, které jsou v pevné desce a ve tvárnici 1 na sebe navazují.

Další deskou nacházející se za deskou pevnou je střední deska (pozice číslo 4), která musela být navržena proto, aby se do vstřikovací formy vešel výrobek na délku. V každém rohu střední desky se nachází průchozí díra pro vodící sloupek, který zajišťuje vzájemné vystředění střední desky vůči ostatním deskám. Střední deska nese dědičnost konstrukce desek, poněvadž má tvar kvádra a v rohách díru pro vodící sloupek. Uprostřed střední desky je navržena díra pro vyhazovač vtoku, který má za funkci odstranit vtok při vyhazování výrobku z formy. Z horní strany střední desky je navrženo vybrání pro součástku z tahače, která se při montáži přišroubuje k střední desce. Ve střední desce jsou uloženy také jedny z nejdůležitějších součástí vstřikovací formy a to tvárnice 2 (pozice číslo 9), protože jejich vnitřní tvar udává vnější tvar výrobku tedy nálevky. V sestavě vstřikovací formy jsou navrženy již zmíněné tvárnice 1, které se nachází v pevné desce a nyní zmíněné tvárnice 2, které se nachází ve střední desce.

Tvárnice 2 je nerotačního tvaru, a proto se nemůže protáčet ve střední desce, tím pádem se zajistí navazování chladicích kanálků právě mezi střední deskou a tvárnici 2. Vstřikovací forma je navržena dvojnásobná, to znamená, že během jednoho výrobního cyklu vstřikovací formy se vyrobí dva výrobky tedy dvě nálevky, proto vstřikovací forma obsahuje dvě tvárnice 2, každá z nich je uchycena pomocí dvou šroubů do střední desky. Toto rozebíratelné řešení se jeví příznivé z hlediska technologičnosti konstrukce, protože umožňuje opravu nebo výměnu tvárnic 2.

Do tvárnice 2 zapadají další velmi důležité součásti vstřikovací formy a to hlavní jádro (pozice číslo 10) a vedlejší jádro (pozice číslo 11), protože hlavní jádro odpovídá vnitřnímu prostoru nálevky a vedlejší jádro odpovídá vnitřnímu prostoru úchytky. Obě jádra jsou přišroubovaná k pohyblivé desce (pozice číslo 5), která se nazývá pohyblivá, protože se

pohybuje při vyhazovacím cyklu na rozdíl od pevné desky, která se nepohybuje, protože je přišroubovaná k desce upínací. Hlavní jádro se chladí systémem konformního chlazení, aby se výrobek rychle a hlavně rovnoměrně ochladil. Vedlejší jádro není zapotřebí chladit, protože má podstatně menší rozměry a chlazení v jeho okolí zvládá tvárnice 2, která je chlazená. Obě jádra mají navržen výstupek ve tvaru čepu, který zapadá do díry v pohyblivé desce, čímž je zaručená jednoznačná poloha jader v sestavě vstříkovací formy. Toto řešení se ukazuje jako příznivé z hlediska technologičnosti konstrukce, protože se využívá systému poka yoke, což znamená, že při montáži lze jenom jedním způsobem namontovat jádra do pohyblivé desky, čímž bude zaručená správná montáž.

Mezi pohyblivou deskou a druhou upínací deskou (pozice číslo 2) se nachází lišty (pozice číslo 27), mezi lištami se pohybuje vyhazovací deska 1 (pozice číslo 6) s vyhazovací deskou 2 (pozice číslo 7) po kuličkovém vedení (pozice číslo 34). V pohyblivé desce je navrženo velké množství děr, jednak pro hlavy šroubů, které přichycují jádra k pohyblivé desce, dále díry pro všechny vyhazovače, které prochází pohyblivou deskou a další díry. Lišty a kuličkové vedení se pouze nakoupí, proto není třeba řešit jejich technologičnost konstrukce a tím pádem technologii výroby. Ve vyhazovací desce 2 jsou uloženy všechny vyhazovače tedy vyhazovač vtoku (pozice číslo 31), vyhazovač ploché (pozice číslo 32) a vyhazovač kruhové (pozice číslo 30), které mají za funkci vyhodit vtok a výrobek z formy. Z hlediska technologičnosti konstrukce by bylo příznivější koncipovat vstříkovací formu s jedním druhem vyhazovačů, čímž by se zjednodušil nákup, skladování a montáž vyhazovačů, což ale není z hlediska konstrukce možné. Vyhazovače nemohou vypadnout z vyhazovacích desek, protože z jedné strany tomu brání vyhazovací deska 1, která je pomocí šroubů spojena s vyhazovací deskou 2 a na druhé straně tomu brání hlavy vyhazovačů, které jsou uloženy ve vyhazovací desce 2. Toto řešení je příznivé z hlediska technologičnosti konstrukce, protože umožňuje demontovatelnost bez nutnosti poškození součástí.

Předposlední deskou nacházející se za lištami je deska upínací (pozice číslo 2). Za upínací desku se vstříkovací forma upíná do prostoru vstříkovacího lisu pomocí upínek.

Poslední deska nacházející se za deskou upínací je deska izolační (pozice číslo 1). Funkcí izolační desky je zabránit přechodu tepla ze vstříkovací formy na rám vstříkovacího stroje. Jak již bylo řečeno, z hlediska technologičnosti konstrukce by bylo příznivější, kdyby byla navržena z kompozitního materiálu (pryskyřice se skleněnými vlákny a pojivem) místo z oceli. Tato změna byla po dohodě s konstruktérem schválena. Izolační deska bude nově po obvodě přilepena k desce upínací (pozice číslo 2) lepidlem s označením VBC 4M01 nakoupeným od společnosti Meusburger. Izolační deska z kompozitního materiálu bude rovněž nakoupena od dodavatelské společnosti Meusburger.

## 2.2. Popis a technologičnost konstrukce desek

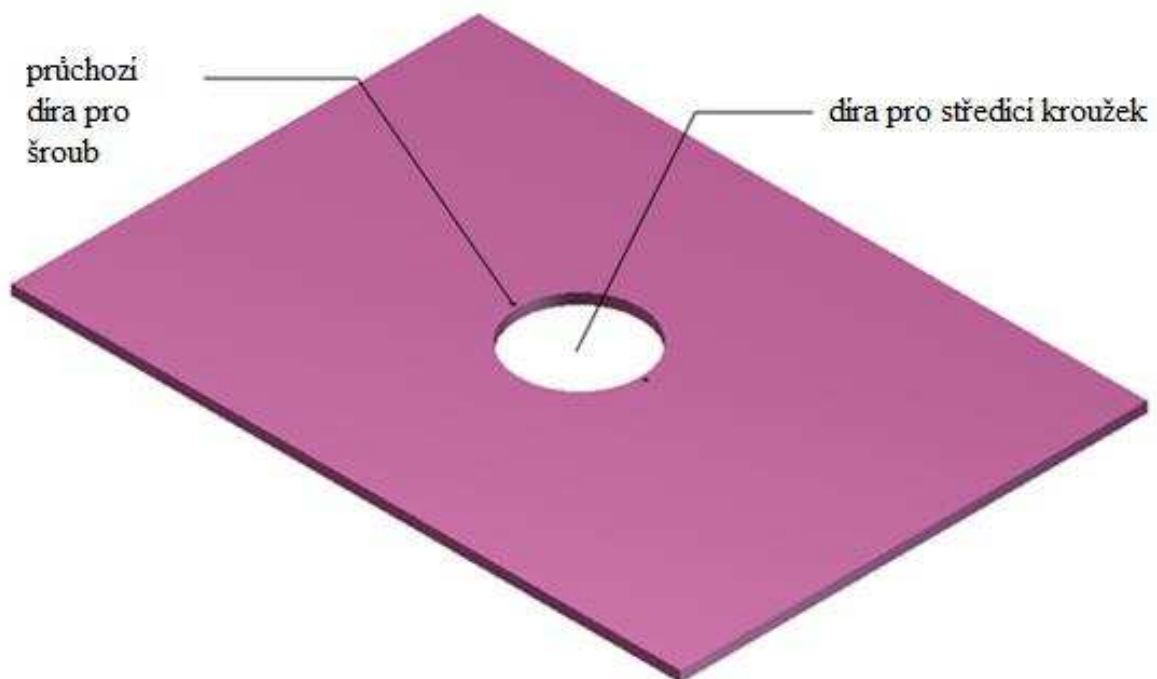
Jedná se o součásti, které mají polotovary určené podnikovou normou. Tyto součásti se nakoupí a poté se budou obrábět. Jde o prefabrikáty pro vstříkovací formy, ve kterých jsou již zhotoveny základní prvky, jako jsou například otvory pro vodící sloupky a tak dále. Patří sem součásti označené na výkrese sestavy (Příloha 1) pozicemi 1 – 7. Polotovary pro výrobu jsou desky, které lze nakoupit od společnosti Meusburger. Jedná se o kusovou výrobu a pro tento typ výroby jsou polotovary zvolené příznivě, jelikož společnost Meusburger vyrábí komponenty pro formy ve větších seriích a má tudíž menší náklady na kus, než by měla vlastní výroba. Přídavky materiálu se nemusí řešit, protože nakoupené polotovary už mají vnější strany finálně opracované. Obrobitelnost desek je dobrá, protože všechny desky kromě desky izolační jsou navrženy z nástrojové oceli ČSN 19 083, která má obrobitelnost pro vrtání a frézování 15b, jak se lze dočíst v materiálovém listu (Příloha 13), proto nebude zapotřebí snižovat řezné podmínky. Vzhledem k rozměrům polotovarů, které jsou maximálně

496×346×108 mm je možné upnutí polotovarů do pracovního prostoru běžně používaných obráběcích strojů. Pevné a tuhé upnutí desek za každou plochu by nemělo činit problémy, jelikož se jedná o součásti ve tvaru desek, které mají rovinné a rovnoběžné strany, proto je vhodné použít k upnutí svěrák nebo upínky. Pro upnutí desek lze využít děr pro vodící sloupky, které jsou ve většině desek. Desky při upínání bude vhodné podložit, aby se zamezilo kolizi nástroje s pracovním stolem obráběcího stroje. Upínky by neměly nikde překážet, protože desky jsou dostatečné velké na to, aby je bylo možno vhodně umístit. Vzhledem k tomu, že se jedná o desky, jsou veškeré plochy dobře přístupné pro opravování i technickou kontrolu. Některé kóty jsou zakótované od středu děr vodících sloupků, protože to je přesnější než od hran desky.

### 2.2.1. Popis a technologičnost konstrukce izolační desky

Izolační deska (Obr. 4), která je na výkrese (Příloha 2) má tvar desky o rozměrech 496×346×8 mm. Polotovarem pro výrobu je deska o již zmíněných rozměrech s průchozí dírou o  $\varnothing 90$  mm uprostřed desky pro středící kroužek, kterou lze nakoupit od společnosti Meusburger.

Z hlediska technologičnosti konstrukce by bylo příznivější změnit materiál izolační desky, aby nedocházelo k tak velkému přechodu tepla ze vstřikovací formy na rám vstřikovacího stroje. Původní materiál tedy ocel ČSN 19 083 jeví se příznivější nahradit za vhodnější kompozitní materiál (pryskyřice se skleněnými vlákny a pojivem), což bylo po dohodě s konstruktérem schváleno. Kvůli této změně se musí upravit konstrukce uchycení středícího kroužku, kdy místo původního uchycení k izolační desce se středící kroužek uchytí k desce upínací, protože kompozitní materiál izolační desky může být houževnatější a hůře by v něm držel závit, proto se místo neprůchozích děr se závitem musí vyrobit průchozí díry bez závitu. Šrouby uchycující středící kroužek budou tedy izolační deskou jenom procházet a zašroubují se do upínací desky. Tím pádem je třeba navrhnout a vyrobit dvě průchozí díry se závitem v desce upínací, aby se měly šrouby, které uchycují středící kroužek k formě, kam zašroubovat.



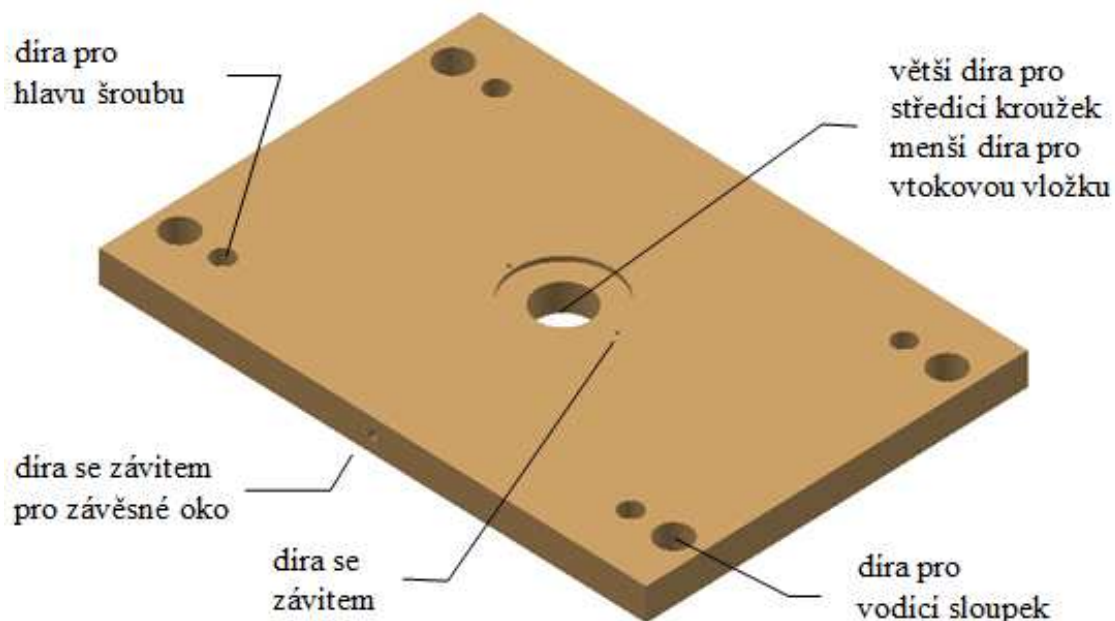
Obr. 4 - Izolační deska



V izolační desce je tedy zapotřebí vyrobit dvě průchozí díry o  $\varnothing 6$  mm pro již zmíněné šrouby, které se zhotoví například vyseknutím nebo vrtáním. Vzhledem k rozměrům, jenž jsou  $496 \times 346 \times 8$  mm se polotovary vejde do pracovního prostoru běžných strojů, když se budou díry vyrábět vrtáním. Při volbě druhé technologie výroby děr tedy vyseknutím jeví se zde možnost díry zhotovit tak, že při montáži se vyseknou díry od strany upínací desky, tím pádem bude zaručená návaznost děr mezi deskami. Pro výrobu děr do kompozitního materiálu (pryskyřice se skleněnými vlákny a pojivem) bude nutný vysekávací nástroj nebo vrták o  $\varnothing 6$  mm do vysokých otáček ze slinutého karbidu nebo vrták z rychlořezné oceli. Před utažením upínek by se mohly použít podložky o vhodné velikosti, které by se vložily mezi upínky a desku, aby nedošlo k obtisknutí upínek do desky. Manipulace s izolační deskou by měla být snadná, jelikož se jedná o desku s hmotností do 10 kg a její nejdelší strana neměří více než 500 mm.

### 2.2.2. Popis a technologičnost konstrukce upínací desky

Upínací deska (Obr. 5), která je na výkrese (Příloha 3) je z oceli ČSN 19 083 má tvar desky o rozměrech  $496 \times 346 \times 27$  mm. Polotovarem pro výrobu je deska o již zmíněných rozměrech s dírou o  $\varnothing 90$  mm o hloubce 4 mm uprostřed desky a s dvěma dírami v každém rohu. Větší díra je průchozí a je pro vodící sloupek. Menší díra je také průchozí, ale je s válcovým zahloubením a je pro šroub, který spojuje upínací a pevnou desku.



Obr. 5 - Upínací deska

Bude nutno vyrobit průchozí díru o  $\varnothing 48H7$  ( $48,000 - 48,025$  mm) uprostřed desky pro vtokovou vložku, neprůchozí díru se závitem (M10 $\times$ 1,5 – 6H) z boku desky pro zašroubování závěsného oka a dvě průchozí díry se závity (M5 $\times$ 0,8 – 6H) pro přišroubování středícího kroužku.

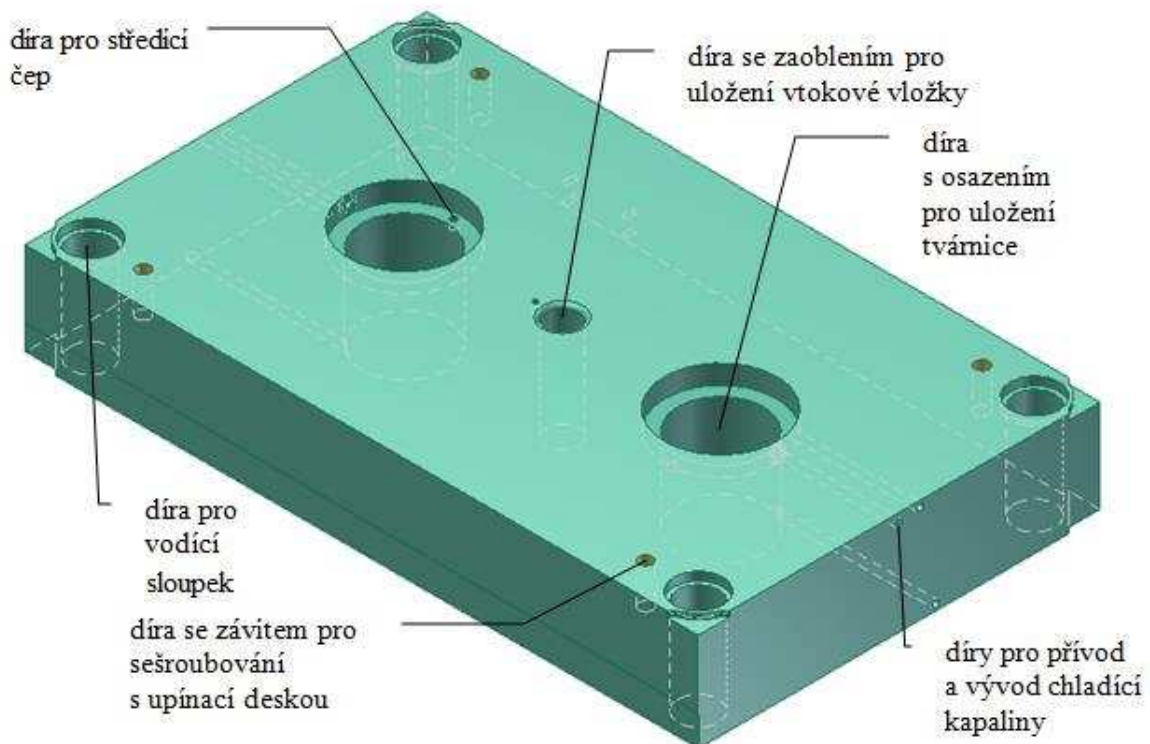
Z hlediska technologičnosti konstrukce je příznivější, že nově navržené dvě díry se závity pro středící kroužek jsou průchozí, i když by postačovaly neprůchozí, ale ty by se hůře vyráběly. Navržené díry jsou výrobitelné na jednom CNC frézovacím centru s nástroji a měřidly, které jsou uvedené v Tab. 1. Manipulace s deskou při expedici, skladování, výrobě a montáži bude obtížnější, protože se jedná o součást s hmotností okolo 35 kg. Pro snadnější manipulaci lze využít manipulačních a zdvihacích zařízení s vázacími prostředky.

Výrobní prostředky pro výrobu upínací desky			
prvek	stroj	nástroj	měřidlo
2× závit průchozí M5×0,8	CNC frézovací centrum	vrták navrtávací $\varnothing 10$	kalibr M5×0,8 (šroub M5×0,8)
		vrták šroubovítý $\varnothing 4,2$	
		závitník strojní M5×0,8	
1× závit neprůchozí M10×1,5		vrták šroubovítý $\varnothing 8,5$	kalibr M10×1,5 (šroub M10×1,5)
		závitník strojní M10×1,5	
1× díra průchozí $\varnothing 48H7$		fréza čelní válcová $\varnothing 32$	kalibr $\varnothing 48H7$ (vtoková vložka)
	výhrubník $\varnothing 47,7$		
	výstružník $\varnothing 48H7$		

Tab. 1 - Výrobní prostředky pro výrobu upínací desky

### 2.2.3. Popis a technologičnost konstrukce pevné desky

Pevná deska (Obr. 6), která je na výkrese (Příloha 4) je z oceli ČSN 19 083 má tvar desky o rozměrech 496×296×76 mm. Polotovarem pro výrobu je deska o již zmíněných rozměrech s dvěma dírami v každém rohu. Větší díra je průchozí a je pro vodící sloupek. Menší díra je neprůchozí se závitem pro šroub, který spojuje upínací a pevnou desku.



Obr. 6 - Pevná deska

Bude nutno vyrobít dvě průchozí díry o  $\varnothing 63H7$  (63,000 – 63,030 mm) s válcovým zahloubením o  $\varnothing 83H7$  (83,000 – 83,035 mm) pro tvárnice 1, tři neprůchozí díry o  $\varnothing 5H7$  pro vymežovací čepy. Obě tvárnice 1 mají navržen výstupek ve tvaru čepu, který zapadá do děr pro vymežovací čepy, čímž je zaručena jednoznačná poloha tvárnic 1 v pevné desce. Toto řešení se ukazuje jako příznivé z hlediska technologičnosti konstrukce, protože se využívá systému poka yoke, což znamená, že při montáži lze jenom jedním způsobem namontovat tvárnice 1 do pevné desky, čímž bude zaručena správná montáž. Bez tohoto řešení by nebylo zaručeno navazování chladicích kanálků mezi tvárnici 1 a pevnou deskou.



Dále se musí vyrobit šest děr o  $\varnothing 5$  mm z boku desky pro přívod a odvod chladicí kapaliny, průchozí díru o  $\varnothing 24H7$  (24,000 – 24,021 mm) uprostřed desky pro vtokovou vložku, zaoblení R3 uprostřed desky také pro vtokovou vložku, osm neprůchozích děr se závity M4×0,7 – 6H z boku desky pro součásti ze sestavy tahače.

Navržené díry jsou vyrobitelné na jednom CNC frézovacím centru s nástroji a měřidly, které jsou uvedené v Tab. 2. Manipulace s deskou při expedici, skladování, výrobě a montáži bude obtížná, protože se jedná o součást s hmotností okolo 85 kg. Pro manipulaci je nutno použít manipulačních a zdvihacích zařízení s vázacími prostředky.

Výrobní prostředky pro výrobu pevné desky			
prvek	stroj	nástroj	měřidlo
8× závit neprůchozí M4×0,7	CNC frézovací centrum	vrták navrtávací $\varnothing 10$	kalibr M4×0,7 (šroub M4×0,7)
		vrták šroubovítý $\varnothing 3,3$	
		závitník strojní M4×0,7	
3× díra neprůchozí $\varnothing 5H7$		fréza čelní válcová $\varnothing 2$	kalibr $\varnothing 5H7$
1× zaoblení vnější R3		fréza kulová $\varnothing 5$	
6× díra průchozí $\varnothing 5$		vrták šroubovítý $\varnothing 5$	posuvné měřidlo
1× díra průchozí $\varnothing 24H7$		vrták šroubovítý $\varnothing 12$	kalibr $\varnothing 24H7$ (vtoková vložka)
		vrták šroubovítý $\varnothing 22,25$	
		výhrubník $\varnothing 23,75$	
		výstružník $\varnothing 24H7$	
	(fréza čelní válcová $\varnothing 12$ )		
2× díra průchozí $\varnothing 63H7$	fréza čelní válcová $\varnothing 32$	kalibr $\varnothing 63H7$ (tvárnice 1)	
	výhrubník $\varnothing 62,6$		
	výstružník $\varnothing 63H7$		
2× díra neprůchozí $\varnothing 83H7$	fréza čelní válcová $\varnothing 50$	kalibr $\varnothing 83H7$ (tvárnice 1)	

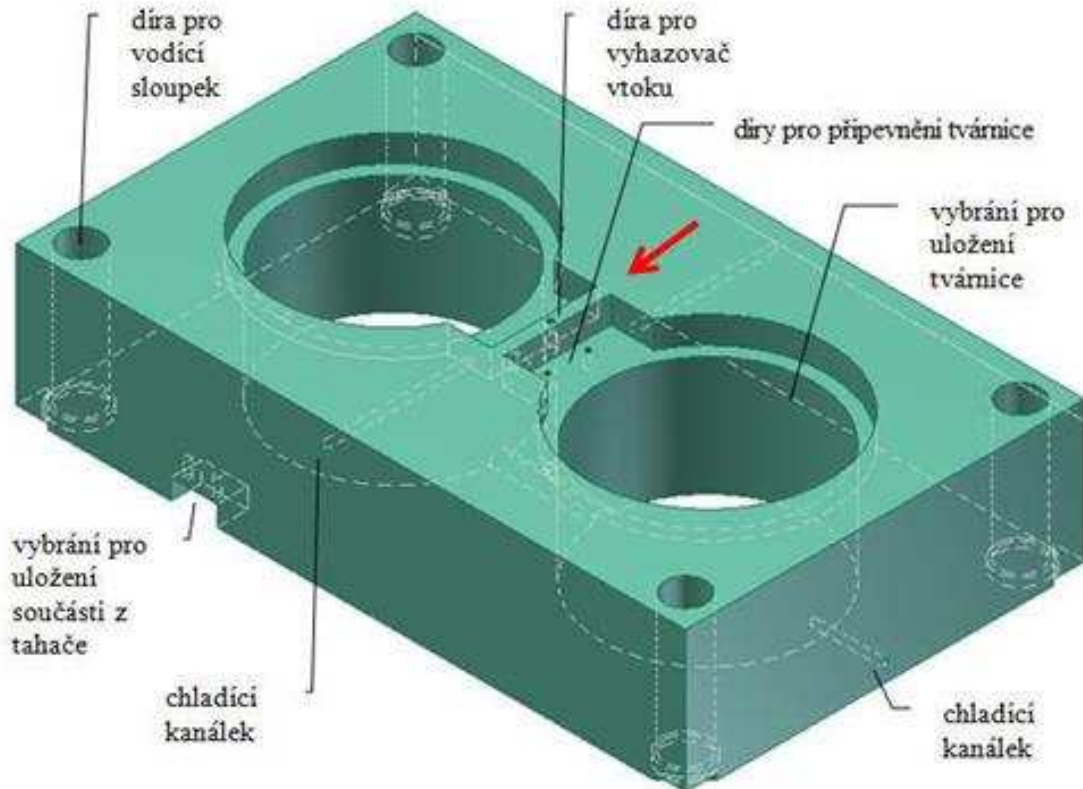
Tab. 2 - Výrobní prostředky pro výrobu pevné desky

#### 2.2.4. Popis a technologičnost konstrukce střední desky

Střední deska (Obr. 7), která je na výkrese (Příloha 5) je z oceli ČSN 19 083 má tvar desky o rozměrech 496×296×108 mm. Polotovarem pro výrobu je deska o již zmíněných rozměrech s průchozí dírou v každém rohu pro vodící sloupek, který zajišťuje vzájemné vystředění střední desky vůči ostatním deskám.

Tato deska musela být navržena proto, aby se do vstřikovací formy vešel výrobek na délku. Uprostřed desky je navržena díra pro vyhazovač vtoku, který má za funkci odstranit vtok při vyhazování výrobku z formy. Z horní strany střední desky je navrženo vybrání pro součástku z tahače, která se při montáži přišroubuje k střední desce. Ve střední desce jsou uloženy jedny z nejdůležitějších součástí vstřikovací formy a to tvárnice 2, protože jejich vnitřní tvar udává vnější tvar výrobku tedy nálevky.

Bude nutno vyrobit dvě průchozí díry o  $\varnothing 157H7$  (157,000 - 157,040 mm) s válcovým zahloubením o  $\varnothing 177H7$  (177,000 – 177,040 mm) pro tvárnice 2, dvě otevřené kapsy také pro tvárnice 2, čtyři neprůchozí díry se závity M5×0,8 – 6H pro šrouby uchycující tvárnice 2 do střední desky, průchozí díru o  $\varnothing 5H7$  uprostřed desky pro vyhazovač vtoku, čtyři průchozí díry o  $\varnothing 5$  mm pro přívod a odvod chladicí kapaliny, půlkruhovou drážku o poloměru 7 mm pro rozvod taveniny, dvě otevřené kapsy se čtyřmi dírami se závity M6×1 – 6H pro součásti ze sestavy tahače.



Obr. 7 - Střední deska

Z hlediska technologičnosti konstrukce by bylo příznivější, místo kapsy s ostrými rohy navrhnout kapsu s odlehčenými rohy, protože se tím zjednoduší výroba. Problematika je zobrazena na Obr. 8. Výhodnost návrhu, který je na Obr. 8 vpravo je jednak již zmíněná jednodušší výroba a není potřeba dalšího výrobního stroje a to obrážecího stroje. Další návrh na změnu konstrukce, který je příznivý z hlediska technologie výroby je odstranění příčky, která je vidět před červenou šipkou na Obr. 7. Příčka ve střední desce neplní žádnou funkci, vznikla odebráním materiálu pro tvárnice 2. Odstraněním příčky se o dost zjednoduší výroba, protože se nemusí vyrábět čtyři ostré vnitřní rohy.



Obr. 8 - Původní návrh (vlevo) a návrh na změnu (vpravo)

Navržené prvky jsou vyrobitelné na jednom CNC frézovacím centru s nástroji a měřidly, které jsou uvedené v Tab. 3. Manipulace s deskou při expedici, skladování, výrobě a montáži bude obtížná, protože se jedná o součást s hmotností okolo 90 kg. Pro manipulaci je nutno použít manipulačních, zdvihacích zařízení a vázacích prostředků.

Výrobní prostředky pro výrobu střední desky			
prvek	stroj	nástroj	měřidlo
4× závit neprůchozí M5×0,8	CNC frézovací centrum	vrták navrtávací $\varnothing 10$	kalibr M5×0,8 (šroub M5×0,8)
		vrták šroubovítý $\varnothing 4,2$	
		závitník strojní M5×0,8	
1× díra průchozí $\varnothing 5H7$		vrták šroubovítý $\varnothing 4,8$	kalibr $\varnothing 5H7$
		výstružník $\varnothing 5H7$	
4× díra průchozí $\varnothing 5$		vrták šroubovítý $\varnothing 5$	posuvné měřidlo
1× drážka průchozí o R7		fréza čelní válcová $\varnothing 5$	
		fréza kulová $\varnothing 5$	
2× otevřená kapsa		fréza čelní válcová $\varnothing 25$	posuvné měřidlo
4× roh kapsy		fréza čelní válcová $\varnothing 5$	
4× závit neprůchozí M6×1		vrták šroubovítý $\varnothing 5$	kalibr M6×1 (šroub M6×1)
		závitník strojní M6×1	
1× otevřená kapsa		fréza čelní válcová $\varnothing 50$	posuvné měřidlo
2× díra průchozí $\varnothing 15H7$		fréza čelní válcová $\varnothing 80$	mikrometrický odpich (tvárnice 2)
2× díra neprůchozí $\varnothing 17H7$	fréza čelní válcová $\varnothing 80$	mikrometrický odpich (tvárnice 2)	

Tab. 3 - Výrobní prostředky pro výrobu střední desky

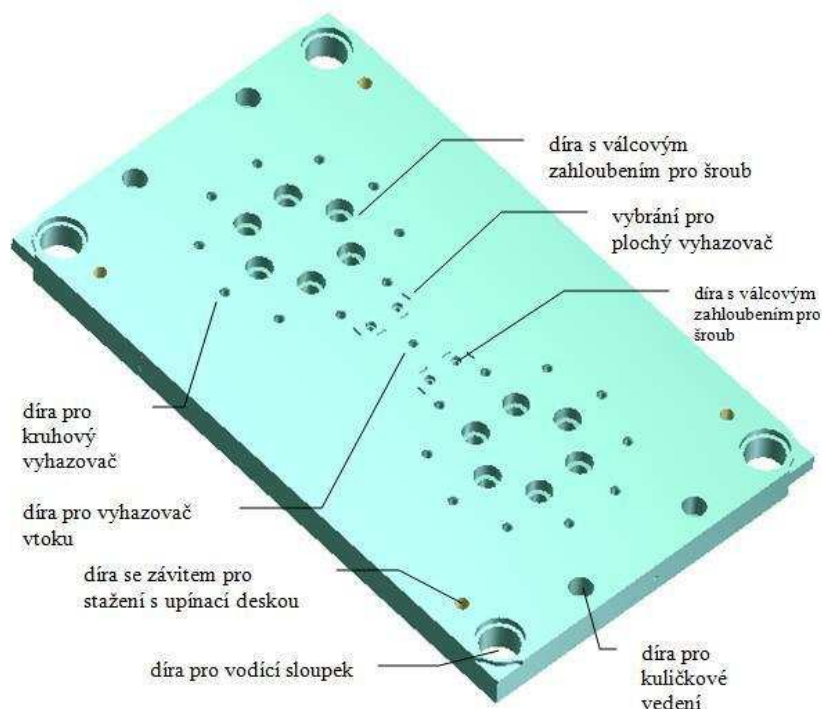
### 2.2.5. Popis a technologičnost konstrukce pohyblivé desky

Pohyblivá deska (Obr. 9), která je na výkrese (Příloha 6) je z oceli ČSN 19 083 má tvar desky o rozměrech 496×296×30 mm. Polotovarem pro výrobu je deska o již zmíněných rozměrech s dvěma dírami v každém rohu. Větší díra je průchozí a je pro vodící sloupek. Menší díra je průchozí se závitěm pro šroub, který spojuje pohyblivou desku, lištu a upínací desku.

Bude nutno vyrobit dvanáct průchozích děr o  $\varnothing 13$  mm s válcovým zahloubením o  $\varnothing 20$  mm pro hlavy šroubů, které přichycují hlavní jádra k pohyblivé desce. Dále dvacet průchozích děr o  $\varnothing 6H7$  pro kruhové vyhazovače, dále pak osm děr obdélníkového průřezu o délce 7,5 - 7,6 mm a šířce 1,5 – 1,6 mm pro ploché vyhazovače.

Z hlediska technologičnosti konstrukce by bylo příznivější koncipovat vstřikovací formu s jedním druhem vyhazovačů, čímž by se zjednodušil nákup, skladování a montáž vyhazovačů, což ale není z hlediska konstrukce možné. Nebo navrhnout větší ploché vyhazovače, tím pádem by se vyráběly větší díry obdélníkového průřezu, což by zjednodušilo výrobu. To ovšem také není možné vzhledem k funkčnosti vstřikovací formy. Díry obdélníkového průřezu se musí vyrobit například drátovým řezáním, což zdraží výrobu, která se možná bude muset řešit kooperací s jiným podnikem.

Dále se musí vyrobit čtyři průchozí díry o  $\varnothing 4,3$  mm s válcovým zahloubením o  $\varnothing 8$  mm pro hlavy šroubů, které uchycují vedlejší jádra k pohyblivé desce, průchozí díru o  $\varnothing 5H7$  uprostřed desky pro vyhazovač vtoku, čtyři neprůchozí díry o  $\varnothing 18H7$  pro kuličkové vedení, čtyři neprůchozí díry o  $\varnothing 5H7$  pro vymezení čepů, čtyři neprůchozí díry se závity M4×0,7 pro šrouby přichycující součásti ze sestavy tahače, čtyři neprůchozí díry o  $\varnothing 5$  mm pro přívod a odvod chladicí kapaliny.



Obr. 9 - Pohyblivá deska

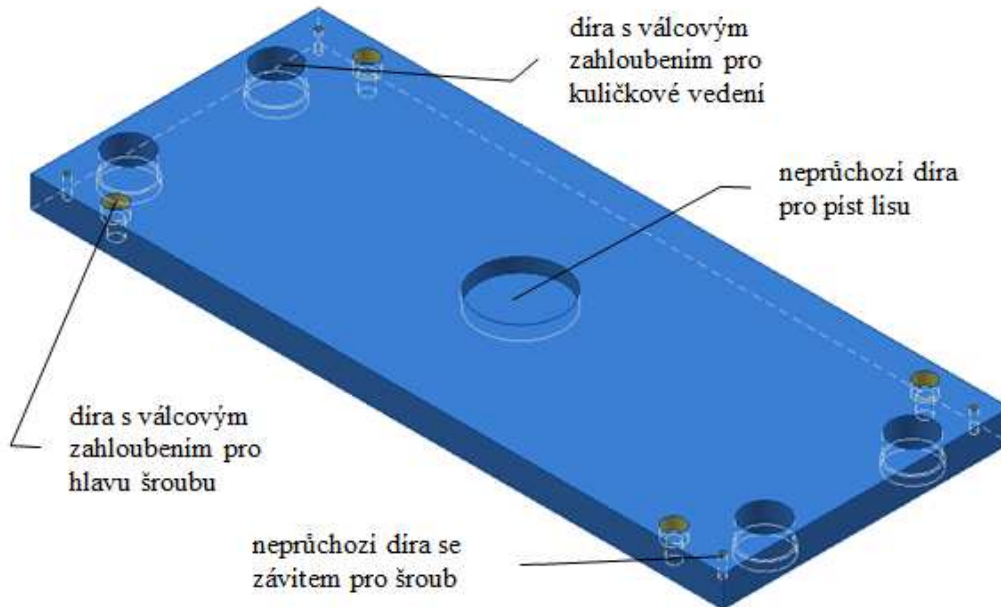
Navržené prvky jsou vyrobitelné na drátové řezačce a na jednom CNC frézovacím centru s nástroji a měřidly, které jsou uvedené v Tab. 4. Manipulace s deskou při expedici, skladování, výrobě a montáži bude obtížnější, protože se jedná o součást s hmotností okolo 35 kg. Pro snadnější manipulaci lze využít manipulačních, zdvihacích zařízení a vázacích prostředků.

Výrobní prostředky pro výrobu pohyblivé desky			
prvek	stroj	nástroj	Měřidlo
4× závit neprůchozí M4×0,7	CNC frézovací centrum	vrták navrtávací $\varnothing 10$	kalibr M4×0,7 (šroub M4×0,7)
		vrták šroubovité $\varnothing 3,3$	
		závitník strojní M4×0,7	
4× díra průchozí $\varnothing 4,3$		vrták šroubovité $\varnothing 4,3$	posuvné měřidlo
1× díra průchozí $\varnothing 5H7$		vrták šroubovité $\varnothing 4,8$	kalibr $\varnothing 5H7$
		výstružník $\varnothing 5H7$	
4× díra neprůchozí $\varnothing 5H7$		fréza čelní válcová $\varnothing 2$	kalibr $\varnothing 5H7$
4× díra neprůchozí $\varnothing 5$		vrták šroubovité $\varnothing 5$	posuvné měřidlo
4× díra neprůchozí $\varnothing 8$		fréza čelní válcová $\varnothing 4$	posuvné měřidlo
12× díra průchozí $\varnothing 13$		vrták šroubovité $\varnothing 13$	posuvné měřidlo
4× díra neprůchozí $\varnothing 18H7$		fréza čelní válcová $\varnothing 12$	kalibr $\varnothing 18H7$ (sloupek vedení)
12× díra neprůchozí $\varnothing 20$		fréza čelní válcová $\varnothing 14$	posuvné měřidlo
20× díra průchozí $\varnothing 6H7$		vrták šroubovité $\varnothing 5,8$	kalibr $\varnothing 6H7$
	výstružník $\varnothing 6H7$		
8× díra průchozí 7,5×1,5	drátová řezačka	drát	posuvné měřidlo

Tab. 4 - Výrobní prostředky pro výrobu pohyblivé desky

### 2.2.6. Popis a technologičnost konstrukce vyhazovací desky 1

Vyhazovací deska 1 (Obr. 10), která je na výkrese (Příloha 7) je z oceli ČSN 19 083 má tvar desky o rozměrech 496×206×22 mm. Polotovarem pro výrobu je deska o již zmíněných rozměrech s dvěma dírami v každém rohu. Větší díra je průchozí a je pro šroub, který spojuje vyhazovací desku 1 s vyhazovací deskou 2. Menší díra je neprůchozí se závitem a je pro šroub, který přichycuje podložku k vyhazovací desce 1.



Obr. 10 - Vyhazovací deska 1

Bude nutno vyrobít neprůchozí díru o  $\varnothing 60$  mm uprostřed desky pro píst lisu, čtyři průchozí díry o  $\varnothing 30H7$  (30,000 – 30,021 mm) s válcovým zhloubením o  $\varnothing 33H7$  (33,000 – 33,025 mm) pro kuličkové vedení. Navržené prvky jsou vyrobitelné na jednom CNC frézovacím centru s nástroji a měřidly, které jsou uvedené v Tab. 5. Manipulace s deskou při expedici, skladování, výrobě a montáži bude snadná, protože se jedná o součást s hmotností okolo 20 kg. Pro manipulaci není potřeba manipulačních a zdvihacích zařízení.

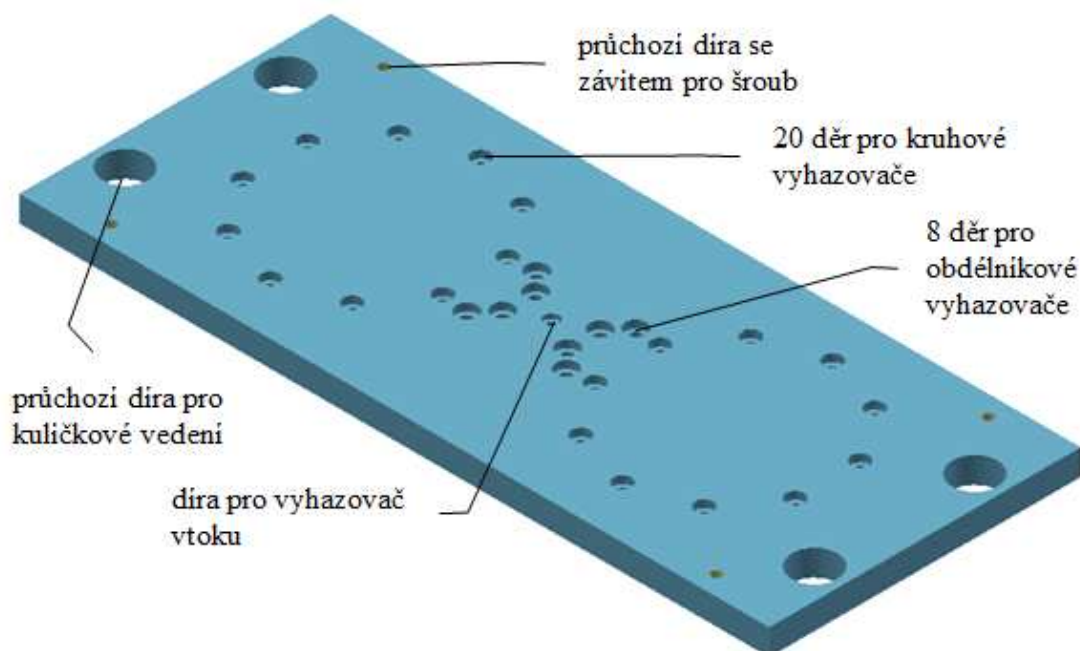
Výrobní prostředky pro výrobu vyhazovací desky 1			
prvek	stroj	nástroj	měřidlo
4× díra průchozí $\varnothing 30H7$	CNC frézovací centrum	vrták $\varnothing 28,45$	kalibr $\varnothing 30H7$ (pouzdro kulič. vedení)
		výhrubník $\varnothing 29,75$	
		výstružník $\varnothing 30H7$	
4× díra neprůchozí $\varnothing 33H7$		fréza čelní válcová $\varnothing 20$	kalibr $\varnothing 33H7$ (pouzdro kulič. vedení)
1× díra neprůchozí $\varnothing 60$	fréza čelní válcová $\varnothing 32$	posuvné měřidlo	

Tab. 5 - Výrobní prostředky pro výrobu vyhazovací desky 1

### 2.2.7. Popis a technologičnost konstrukce vyhazovací desky 2

Vyhazovací deska 2 (Obr. 11), která je na výkrese (Příloha 8) je z oceli ČSN 19 083 má tvar desky o rozměrech 496×206×17 mm. Polotovarem pro výrobu je deska o již zmíněných rozměrech s průchozí dírou se závitem v každém rohu pro šroub, který spojuje vyhazovací desku 1 s vyhazovací deskou 2.





Obr. 11 - Vyhazovací deska 2

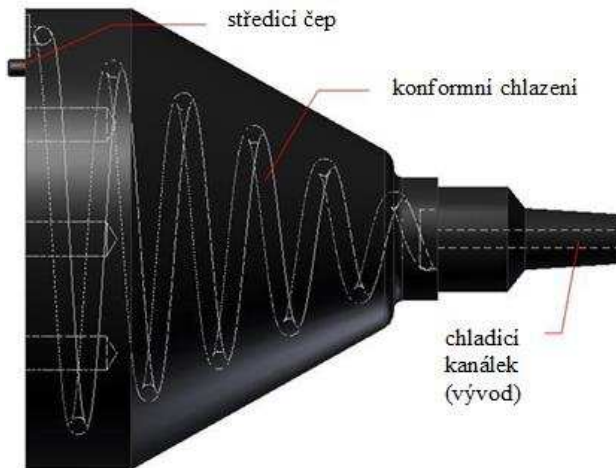
Bude nutno vyrobit dvacet průchozí děr o  $\varnothing 6H7$  s válcovým zahloubením o  $\varnothing 12H7$  pro kruhové vyhazovače, průchozí díru o  $\varnothing 5H7$  s válcovým zahloubením  $\varnothing 10H7$  pro vyhazovač vtoku, osm průchozích děr o  $\varnothing 8H7$  s válcovým zahloubením o  $\varnothing 14H7$  pro ploché vyhazovače, čtyři průchozí díry o  $\varnothing 30H7$  pro kuličkové vedení. Navržené prvky jsou vyrobitelné na jednom CNC frézovacím centru s nástroji a měřidly, které jsou uvedené v Tab. 6. Manipulace s deskou při expedici, skladování, výrobě a montáži bude snadná, protože se jedná o součást s hmotností okolo 20 kg. Pro manipulaci není potřeba manipulačních a zdvihacích zařízení.

Výrobní prostředky pro výrobu vyhazovací desky 2			
prvek	stroj	nástroj	měřidlo
1× díra průchozí $\varnothing 5H7$	CNC frézovací centrum	vrták navrtávací $\varnothing 10$	kalibr $\varnothing 5H7$ (vyhazovač vtoku)
		vrták šroubovítý $\varnothing 4,8$	
		výstružník $\varnothing 5H7$	
1× díra neprůchozí $\varnothing 10H7$		fréza čelní válcová $\varnothing 5$	kalibr $\varnothing 10H7$ (vyhazovač vtoku)
20× díra průchozí $\varnothing 6H7$		vrták šroubovítý $\varnothing 5,8$	kalibr $\varnothing 6H7$ (vyhazovač kruhový)
		výstružník $\varnothing 6H7$	
20× díra neprůchozí $\varnothing 12H7$		fréza čelní válcová $\varnothing 6$	kalibr $\varnothing 12H7$ (vyhazovač kruhový)
8× díra průchozí $\varnothing 8H7$		vrták šroubovítý $\varnothing 7,8$	kalibr $\varnothing 8H7$ (vyhazovač plochý)
		výstružník $\varnothing 8H7$	
8× díra neprůchozí $\varnothing 14H7$		fréza čelní válcová $\varnothing 8$	kalibr $\varnothing 14H7$ (vyhazovač plochý)
4× díra průchozí $\varnothing 30H7$	vrták $\varnothing 28,45$	kalibr $\varnothing 30H7$ (pouzdro kulič. vedení)	
	výhrubník $\varnothing 29,75$		
	výstružník $\varnothing 30H7$		

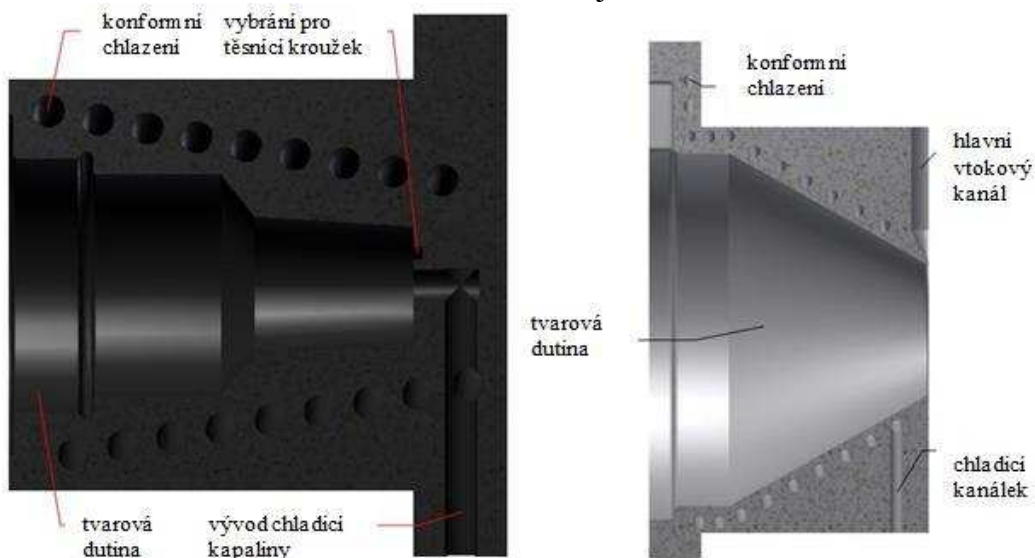
Tab. 6 - Výrobní prostředky pro výrobu vyhazovací desky 2

### 2.3. Popis a technologičnost konstrukce tisknutých součástí

Jedná se o součásti, které nelze vyrobit klasickými konvenčními technologiemi z důvodu jejich konstrukce, protože obsahují chladicí kanálky, které jsou spirálovitě stočené kolem dutiny kuželu, do které se má vstříknout plast. Tato koncepce kanálků se nazývá konformní chlazení. Konformní chlazení znamená, že chladicí kanálky jsou vedeny souběžně s tvarem, který se má chladit. Pro jejich výrobu je nutno použít moderní technologii 3D tisk. Je zapotřebí vytisknout jádra (Obr. 12) a tvárnice (Obr. 13).



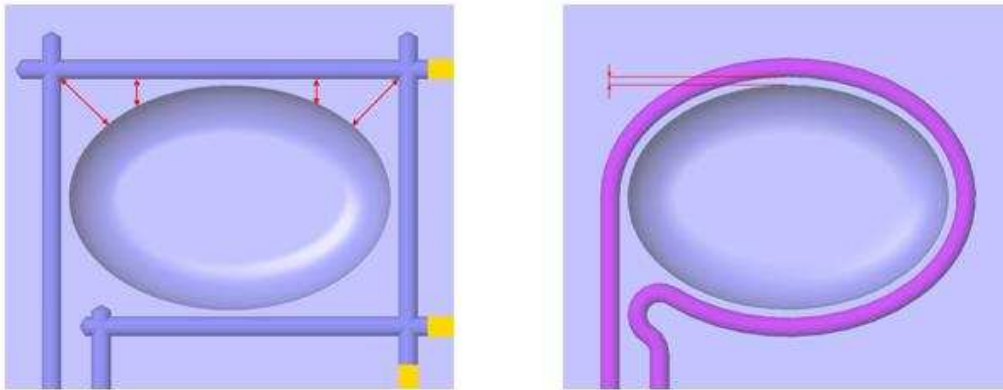
Obr. 12 - Hlavní jádro



Obr. 13 - Tvárnice 1 (vlevo) a tvárnice 2 (vpravo)

Na tomto místě je vhodné rozvinout úvahy o kladech a záporech konformního chlazení a klasického chlazení tvárnice a jader vstříkovací formy. Nespornou výhodou konformního chlazení oproti klasickému chlazení je absolutní volnost při návrhu tvaru a průběhu chladicího okruhu (kanálku). Proto se dokonaleji a rovnoměrně ochlazují výstřiky a tím se minimálně deformují budoucí výrobky. Tato výhoda je vidět na Obr. 14. Levý obrázek znázorňuje klasický způsob chlazení, kdy je vidět rozdílná vzdálenost chladicího kanálku od tvaru součásti, což znázorňují červené kóty. Naproti tomu na pravém obrázku je vidět konstantní vzdálenost chladicího kanálku od tvaru součásti při chlazení konformním. Další výhodou konformního chlazení oproti klasickému chlazení je v tom, že odpadá problematika

s navazováním chladicích kanálků a používání zátek, které jsou zobrazené žlutou barvou na Obr. 14. Výhoda konformního chlazení je vidět i na Obr. 12. Pro ochlazení hlavního jádra není zapotřebí vrtání mnoha chladicích kanálků, jak by tomu bylo v případě klasického chlazení. Nevýhoda konformního chlazení je v tomto případě použití pro výrobu součástí technologií 3D tisku, která je poměrně drahá a trvá dlouhou dobu, z čehož vyplývá, že tato technologie není vhodná pro velké rozměrné součásti.



Obr. 14 - Klasické chlazení (vlevo) a konformní chlazení (vpravo) [2]

Součásti se nejprve vytisknou na 3D tiskárně technologií DMLS (Direct Metal Laser Sintering), jejíž přesnost se pohybuje od 0,02 - 0,05 mm, záleží na velikosti součásti, parametrech tisku, orientaci součásti, materiálu a tloušťce vrstvy. Po vytisknutí bude zapotřebí součásti dobrousit, aby se dosáhlo předepsaných tolerancí. Následná obrobiteľnosť součástí je horší v porovnání s etalonovým materiálem, protože součásti jsou navrženy z nástrojové oceli ČSN 19 520, která má obrobiteľnosť pro vrtání, frézování 11b a pro broušení 8b, jak lze vyčíst z materiálového listu, který je v Příloze 14, proto bude zapotřebí snížit rezné podmínky. Vzhledem k rozměrům součástí, které jsou max.  $\varnothing 200$  mm a délka 170 mm je možné upnutí součástí do pracovního prostoru běžných brusek. Pevné a tuhé upnutí součástí by nemělo činit problémy, jelikož se jedná o součásti, které mají rotační nebo rovinné a rovnoběžné plochy, proto je vhodné použít k upnutí sklíčidlo nebo svěrák. Vzhledem k tvaru součástí jsou veškeré plochy kromě chladicích kanálků a čepových výstupků dobře přístupné pro opracování i technickou kontrolu. Z hlediska technologičnosti konstrukce bude příznivější rozdělit součásti na dvě, tedy oddělit čep od zbytku součásti, aby se součásti snáze brousily. Toto rozdělení je vidět na Obr. 15. Stejným způsobem se rozdělí hlavní jádra.



Obr. 15 – Tvárnice 1 (vlevo) a návrh na změnu (vpravo)



Manipulace se součástmi při expedici, skladování, výrobě a montáži bude snadná, protože se jedná o součást s hmotností do 10 kg. Pro manipulaci není potřeba manipulačních a zdvihacích zařízení. V Tab. 7 jsou uvedeny výrobní prostředky pro výrobu tisknutých součástí.

Výrobní prostředky pro výrobu tisknutých součástí				
součást	prvek	stroj	nástroj	měřidlo
tvárnice 1	tisk součástí	3D tiskárna	žádný	mikrometr, posuvné měřidlo (pevná deska)
	vnější tvar	bruska na kulato	brusný kotouč	
	vnitřní tvar	bruska na plocho		
tvárnice 2	tisk součástí	3D tiskárna	žádný	mikrometr, posuvné měřidlo (střední deska)
	vnější tvar	bruska na kulato	brusný kotouč	
	vnitřní tvar	bruska na plocho		
hlavní jádro	tisk součástí	3D tiskárna	žádný	mikrometr, posuvné měřidlo
	vnější tvar	bruska na kulato	brusný kotouč	
	vnitřní tvar	bruska na plocho		

Tab. 7 - Výrobní prostředky pro výrobu tisknutých součástí

## 2.4. Popis a technologičnost konstrukce vedlejšího jádra

Vedlejší jádro (Obr. 16 vlevo), které je na výkrese (Příloha 12) je z oceli ČSN 19 520 má tvar destičky o rozměrech 43×23,05×14,43 mm s výstupkem ve tvaru čepu o  $\varnothing 5$  a výšce 5 mm. Polotovarem pro výrobu je plochá tyč o rozměrech 45×25×16 mm, kterou lze nakoupit od dodavatelů hutního materiálu nebo od společnosti Meusburger. Jedná se o kusovou výrobu a pro tento typ výroby je polotovár zvolen příznivě. Přídavek materiálu je navrhnout vhodně s ohledem na rozměry součásti.

Z hlediska technologičnosti konstrukce by bylo příznivější, kdyby vedlejší jádro bylo rozděleno na dvě součásti, tedy na desku a čep, protože při výrobě výstupku (čepu) se odebírá velké množství materiálu, tím pádem se zvyšuje čas obrábění, snižuje se životnost nástroje, zvyšují se náklady výroby a tak dále. Návrh na změnu je vidět na Obr. 16 vpravo a byl po dohodě s konstruktérem odsouhlasen.



Obr. 16 - Vedlejší jádro (vlevo) a návrh na změnu (vpravo)

Bude nutno obrobit tvar součásti, vyrobít dvě neprůchozí díry se závity M4×0,7 – 6H pro šrouby, které přichycují vedlejší jádro k pohyblivé desce. Dále se musí vyrobít neprůchozí díra o  $\varnothing 5,5$  do hloubky 5 mm pro vymezovací čep. Součást kvůli tvaru je zapotřebí vyrábět na

CNC frézovacím stroji. Navržené neprůchozí díry se závity M4×0,7 – 6H jsou vyrobitelné univerzálními nástroji. V Tab. 8 jsou uvedeny výrobní prostředky pro výrobu vedlejšího jádra.

Vzhledem k rozměrům polotovaru, které jsou 45×25×12 mm je možné upnutí polotovaru do pracovního prostoru CNC frézovacích strojů. Pevné a tuhé upnutí součásti za každou plochu by nemělo činit problémy, jelikož se jedná o součást ve tvaru destičky, která má rovinné a rovnoběžné strany, proto je vhodné použít pro upnutí svěrák. Vedlejší jádro má veškeré plochy dobře přístupné pro opracování i technickou kontrolu. Manipulace se součástí při expedici, skladování, výrobě a montáži bude snadná, protože se jedná o součást s hmotností okolo 0,5 kg.

Výrobní prostředky pro výrobu vedlejšího jádra			
prvek	stroj	nástroj	měřidlo
tvar součásti	CNC frézovací centrum	fréza čelní válcová ø10	posuvné měřidlo
2× závit neprůchozí M4×0,7		vrták šroubovítý ø3,3	kalibr M4×0,7 (šroub M4)
		závitník strojní M4×0,7	
1× díra neprůchozí ø5,5		fréza čelní válcová ø2	posuvné měřidlo

Tab. 8 - Výrobní prostředky pro výrobu tisknutých součástí

## 2.5. Shrnutí

Z hodnocení této kapitoly vyplývají následující zjištění. Polotovary pro výrobu jsou desky, které už mají vnější strany finálně opracované, proto nebylo potřeba řešit přídatky na obrábění, ostatní součásti se nakoupí od dodavatelů nebo se vytisknou technologií DMLS (Direct Metal Laser Sintering) a následně dobrousí.

Jedná se o čistě kusovou výrobu a pro tento typ výroby jsou polotovary zvolené příznivě, jiné typy polotovarů by byly ekonomicky nevýhodné. Pro kusový typ výroby je vhodnější používat univerzální nástroje, protože pořízení speciálních nástrojů by příliš prodražilo výrobu, proto například pro dvě velké díry o ø63H7 se nevyplatí nakoupit výstružník, který by stál okolo 5 000 Kč.

Obrobitelnost desek je dobrá oproti etalonovému materiálu, protože všechny desky kromě desky izolační jsou navrženy z nástrojové oceli ČSN (19 083), která má obrobitelnost pro vrtání a frézování 15b, jak se lze dočíst v materiálovém listu (Příloha 13), proto nebude zapotřebí snižovat řezné podmínky, ale mohou se dokonce zvýšit o 26%, protože etalon má 14b.

Obrobitelnost tisknutých součástí je horší v porovnání s etalonovým materiálem, protože součásti jsou navrženy z nástrojové oceli ČSN 19 520, která má obrobitelnost pro vrtání, frézování 11b a pro broušení 8b, jak lze vyčíst z materiálového listu, který je v Příloze 14, proto bude zapotřebí snížit řezné podmínky při broušení.

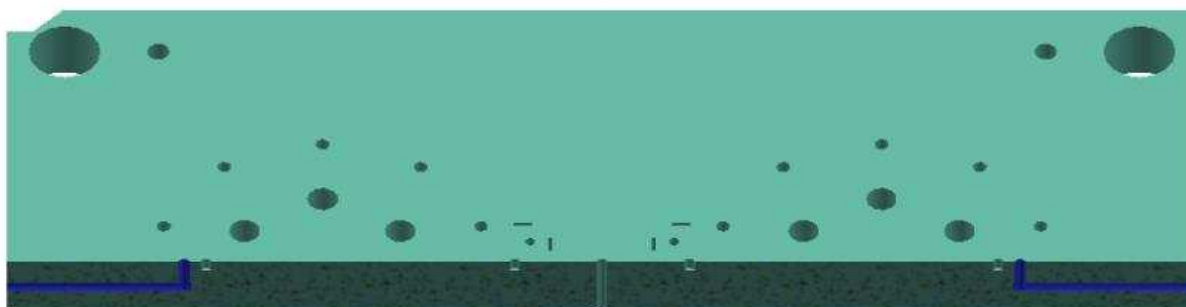
Vzhledem k rozměrům polotovarů desek, které jsou maximálně 496×346×108 mm je lze upnout do pracovního prostoru běžných CNC frézovacích center a strojů pro drátové řezání. Co se týče rozměrů tisknutých součástí, které jsou max. ø200 mm a délka 170 mm, je možné upnutí součástí do pracovního prostoru běžných brusek. Pro pevné a tuhé upnutí součástí je vhodné použít upínky, svěrák nebo sklíčidlo záleží na konkrétní součásti. Pro upnutí desek lze využít děr pro vodící sloupky, které jsou ve většině desek. Plochy součástí kromě chladicích kanálků jsou dobře přístupné pro opracování i technickou kontrolu.

Z hodnocení technologičnosti konstrukce vyplynuly návrhy na změny konstrukce, které jsou uvedené v Tab. 9, dále je v tabulce uvedeno vyjádření konstruktéra a důvod, který vedl k návrhu.

Návrhy na změny konstrukce			
součást	návrh	vyjádření konstruktéra	důvod
sestava vstřikovací formy	redukce počtu velikosti šroubů v sestavě vstřikovací formy	ne	nelze, protože v součástech, které se mají montovat do sestavy vstřikovací formy už jsou otvory pro šrouby o určité velikosti
izolační deska	změna materiálu desky	ano	lepší izolační vlastnosti
upínací deska	návrh dvou nových děr pro uchycení středícího kroužku	ano	změnou materiálu izolační desky vyplynula změna uchycení středícího kroužku
střední deska	odlehčení rohů	ano	zjednodušení výroby
střední deska	odstranění příčky	ano	zjednodušení výroby
pohyblivá deska	zvětšit vyhazovače, aby se nemusely vyrábět tak malé díry	ne	nelze, z důvodu šířky úchytky
tvárnice 1	rozdělení součásti	ano	zjednodušení výroby při broušení
vedlejší jádro	rozdělení součásti	ano	menší objem frézování
hlavní jádro	rozdělení součásti	ano	zjednodušení výroby při broušení

Tab. 9 - Návrhy na změny konstrukce

Při technologické přípravě výroby je nutné vybrat vhodné stroje, na kterých se bude výroba realizovat. Mezi důležité faktory výběru patří například výkon stroje, přesnost stroje, velikost pracovního prostoru, hmotnost obrobků, počet vyráběných kusů, otáčky vřetene, počet řízených os, hodinová sazba stroje a další. Technologie frézování a vrtání lze provést na jednom stroji a to na frézce. Frézka bude vhodná u některých součástí víceosá, protože některé součásti se musí obrobit z více stran. Použitím víceosé frézky se sníží počet přeupnutí součásti, čímž se sníží čas výroby. Další výhodou menšího počtu přeupnutí součásti je v přesnosti, protože například chladicí kanálek, který je na Obr. 17 vyznačen modrou barvou je vhodnější vyrobit při stejném upnutí, aby chladicí kanálky na sebe navazovaly.



Obr. 17 - Pohyblivá deska v řezu

Dále by frézka měla být dostatečně tuhá, vedení by mělo být dostatečně přesné a neopotřebované, protože výroba vstřikovací formy je poměrně přesná záležitost a pro výrobu je potřeba tuhé a neopotřebované stroje, aby byla docílena požadovaná přesnost. Dalším důvodem proč je potřeba přesného, tuhé a neopotřebovaného stroje je fakt, že při hodnocení technologičnosti výroby bylo upuštěno od používání speciálních nástrojů například výstružník o  $\varnothing 63H7$ , které pro kusovou výrobu vstřikovací formy jsou ekonomicky

nevýhodné a místo toho bude navrženo díry vyrábět bez výstružníku, proto je potřeba takového stroje. Jeví se zde možnost rozdělit výrobu součástí na dvě frézky. Například součásti, které jsou jednodušší na výrobu, to znamená, že se budou obrábět jenom z jedné strany, vyrábět na tříosé spíše vertikální CNC frézce. Zbylé součásti, které se musí obrábět z více stran, vyrábět na víceosém frézovacím centru. Toto rozdělení je vhodné po stránce ekonomické, protože víceosé frézovací centrum má větší hodinovou sazbu než má jednodušší tříosá frézka.

Další stroje nutné pro výrobu jsou drátová řezačka, 3D tiskárna a brusky jak pro broušení na kulato tak i na plocho pro dokončení vytisknutých součástí. Pro určení potřebného výkonu a otáček vřetene frézky se musely provést výpočty, které jsou uvedené níže a spolu s dalšími požadavky na výrobní prostředky jsou uvedené v Tab. 10.

#### **výkon vřetene frézky [4]:**

$$P_c = \frac{a_p * a_e * v_f * k_c}{60 * 10^6} = \frac{5 * 80 * 795 * 910}{60 * 10^6} = 5 \text{ [kW]} \quad (1)$$

kde:

hloubka řezu  $a_p = 5 \text{ [mm]}$

šířka řezu  $a_e = D = 80 \text{ [mm]}$

měrný řezný odpor  $k_c = 910 \text{ [MPa]}$

- z Tab. 10 pro obrobiteľnosť 15b a posuv na otáčku  $f_n = \frac{v_f}{n} = \frac{795}{795} = 1 \text{ [mm/ot]}$

#### **rychlost posuvu:**

$$v_f = f_z * z_{eff} * n = 0,2 * 5 * 795 = 795 \text{ [mm/min]} \quad (2)$$

kde:

posuv na zub  $f_z = 0,2 \text{ [mm/zub]}$

počet efektivních břitů na nástroji  $z_{eff} = 5 \text{ [-]}$

#### **otáčky frézy:**

$$n = \frac{1000 * v_c}{\pi * D} = \frac{1000 * 200}{\pi * 80} = 795 \text{ [ot/min]} \quad (3)$$

kde:

řezná rychlost  $v_c = 200 \text{ [m/min]}$

průměr frézy  $D = 80 \text{ [mm]}$

#### **otáčky vrtáku:**

$$n = \frac{1000 * v_c}{\pi * D} = \frac{1000 * 100}{\pi * 3,3} = 9\,645 \text{ [ot/min]} \quad (4)$$

kde:

řezná rychlost  $v_c = 100 \text{ [m/min]}$

průměr vrtáku  $D = 3,3 \text{ [mm]}$

Platí pro nástroje R0 (pro nástroje ze slinutých karbidů nutno násobit hodnoty koef. 0,92).

Posuv s mm/ot.	Obrobitelnost											
	7b	8b	9b	10b	11b	12b	13b	14b	15b	16b	17b	18b
	Střední pevnost $\sigma_B$ (MPa)											
	1450	1300	1150	1050	950	800	700	600	500	450	400	350
0,063	8900	8300	7650	7250	6800	6100	5600	5100	4500	4220	3950	3600
0,08	7250	6750	6250	5900	5550	5000	4550	4150	3670	3440	3200	2920
0,10	6000	5600	5150	4900	4650	4100	3760	3420	3020	2840	2650	2420
0,125	4950	4600	4250	4050	3780	3400	3100	2820	2500	2350	2200	2000
0,18	3620	3360	3100	2950	2760	2480	2280	2060	1830	1710	1600	1460
0,25	2880	2680	2480	2350	2200	1980	1810	1640	1460	1370	1280	1160
0,35	2380	2240	2050	1940	1820	1640	1500	1360	1210	1130	1050	960
0,50	1950	1810	1680	1590	1490	1340	1220	1110	990	920	860	790
0,63	1930	1800	1660	1580	1480	1320	1210	1100	980	920	850	780
0,71	1890	1750	1620	1540	1440	1290	1190	1080	960	900	830	760
0,80	1860	1730	1600	1510	1420	1270	1170	1060	940	880	820	750
1,00	1800	1670	1540	1460	1370	1230	1130	1020	910	850	790	720
1,25	1730	1610	1490	1410	1320	1190	1090	990	880	820	770	700
1,6	1670	1550	1430	1360	1280	1150	1050	950	850	790	740	680
2,00	1610	1490	1380	1310	1230	1100	1010	920	820	760	710	650
2,50	1540	1440	1330	1260	1180	1060	970	880	780	730	680	620
3,15	1500	1390	1290	1220	1140	1030	940	840	760	710	660	600

Tab. 10 - Měrné řezné odpory pro ocel [3]

V Tab. 11 jsou uvedené požadavky na výrobní prostředky. V prvním sloupci jsou uvedené stroje potřebné pro výrobu. V druhém sloupci jsou uvedené plochy, které se musí obrobit (vytisknout). Ve třetím sloupci je uvedena potřebná přesnost strojů, aby se docílilo požadované rozměrové přesnosti, která je předepsaná na výkresech vyráběných součástí. Ve čtvrtém sloupci jsou uvedené minimální rozměry pracovního prostoru strojů vyplývající z velikosti vyráběných součástí. V pátém sloupci je uveden způsob upínání součástí při obrábění. V šestém je uveden potřebný výkon a sedmém sloupci otáčky frézky vycházející z výpočtů, které jsou uvedené výše. Po provedení analýzy možných výrobních prostředků nacházejících se na Regionálním technologickém institutu, kde by se výroba případně realizovala, bude rozhodnuto, zda požadavky na výrobní prostředky jsou naplněny nebo nenaplněny.

Požadavky na výrobní prostředky						
stroje	plochy	přesnost [mm]	pracovní prostor [mm]	upínání	výkon [kW]	otáčky [min <sup>-1</sup> ]
frézka	rotační, rovinné	0,01	550×350×150	upínky, svěrák	5	9 645
bruska	rotační, kuželové, rovinné	0,005	200×180×175	sklíčidlo, hroty, mag. deska	-	-
drátová řezačka	rovinné	0,1	550×350×150	upínky	-	-
3D tiskárna	rotační, kuželové, rovinné	0,01	200×180×175	-	-	-

Tab. 11 - Požadavky na výrobní prostředky

### 3. Analýza možných výrobních prostředků

Z technologičnosti konstrukce součástí vyplývá, že pro výrobu součástí je zapotřebí technologií frézování, vrtání, broušení, drátového řezání a 3D tisku (DMLS). Výroba vstříkovací formy je navržena pro strojový park Regionálního technologického institutu (RTI). Technologie drátového řezání potřebná pro výrobu, která se nenachází na RTI se musí řešit kooperací s jiným podnikem.

#### 3.1. Stroje

##### 3.1.1. Frézovací centrum KOVOSVIT MAS MCV 750 A

Frézovací centrum MCV 750 A od společnosti KOVOSVIT MAS, které se nachází na RTI a je vidět na Obr. 18 je starší vertikální frézovací stroj se třemi souvisle programovatelnými osami, který je řízen systémem Heidenhain (iTNC 426). Na stroji lze provádět frézovací, vrtací, vyhrubovací, vystružovací, zahlubovací operace a řezání závitů. Velké množství těchto operací je zapotřebí provést při výrobě součástí vstříkovací formy, proto je tento stroj jednou z možností, na kterém bude uskutečněna výroba. Ke zvolení tohoto stroje přispěly další skutečnosti, a to zejména nízká hodinová sazba stroje, menší vytíženost stroje a rychlá výměna nástrojů. Vysoce efektivní obrábění je zajištěno vysokorychlostním vřetenem, které může dosáhnout až 13 000 ot/min a vysokorychlostními rychloposuvy až 40 000 mm/min. Snadný přístup do pracovního prostoru je umožněn posuvnými kryty. Stroj je vhodný pro vysokovýkonné obrábění i pro velice přesné obrábění složitých součástí. Výrobní přesnost stroje při obrábění je snížena, protože se jedná o starší stroj, který ztratil svoji přesnost a tuhost opotřebením, proto není přesnost uváděná výrobcem aktuální. Skutečnou přesnost lze získat od obsluhy z jejich zkušeností. Obsluha uvádí přesnost stroje při obrábění až na 0,02 mm, což postačuje pro výrobu některých součástí vstříkovací formy. Technické údaje stroje jsou uvedeny u Obr. 18. Pořizovací cena stroje je okolo 1 800 000 Kč. Pro lepší představu o strojní hodinové sazbě je níže uveden výpočet. [5]

Technické údaje	
Druh	Frézovací centrum
Výrobce	KOVOSVIT MAS
Typ	MCV 750 A
Počet os	3
Jmenovitý výkon	11,5 kW
Otáčky vřetena	20 - 13 000 ot/min
Pracovní prostor	750×500×500 mm
Nosnost stolu	450 kg
Rychloposuv	40 000 mm/min
Pracovní posuv	1 - 15 000 mm/min
Řídicí systém	Heidenhain



Obr. 18 - MCV 750 A [5]

**strojní hodinová sazba [6]:**

$$SHS = \frac{KA + KZ + KR + KE + KI}{T_v} = [\text{Kč/hod}] \quad (5)$$

$$SHS = \frac{225\,000 + 81\,000 + 25\,000 + 27\,232 + 112\,500}{1\,600} \cong 300 \text{ [Kč/hod]}$$

kde:

kalkulované odpisy KA [Kč]

kalkulované úroky KZ [Kč]

prostorové náklady KR [Kč]

náklady na energie KE [Kč]

náklady na opravy KI [Kč]

využitelný časový fond stroje  $T_v$  [hod]

**kalkulované odpisy (lineární odpisování) [6]:**

$$KA = \frac{C}{\bar{Z}} = \frac{1\,800\,000}{8} = 225\,000 \text{ [Kč]} \quad (6)$$

kde:

reprodukční cena C [Kč] z [5]

doba životnosti stroje  $\bar{Z}$  [rok]

**kalkulované úroky [6]:**

$$KZ = \frac{C}{2} * \dot{U}S = \frac{1\,800\,000}{2} * 0,09 = 81\,000 \text{ [Kč]} \quad (7)$$

kde:

roční úroková sazba  $\dot{U}S = 9 \text{ [%]} = 0,09 \text{ [-]}$

**prostorové náklady [6]:**

$$KR = S * N_p = 5 * 5\,000 = 25\,000 \text{ [Kč]} \quad (8)$$

kde:

základní plocha stroje  $S = 2,38 * 2,085 = 5 \text{ [m}^2\text{]} z [5]$

průměrné náklady (na 1 m<sup>2</sup>/rok)  $N_p = 5\,000 \text{ [Kč]}$

**náklady na energie [6]:**

$$KE = T_v * P * \eta * N_e = 1\,600 * 11,5 * 0,4 * 3,7 = 27\,232 \text{ [Kč]} \quad (9)$$

kde:

výkon motoru  $P = 11,5 \text{ [kW]}$

výkonové využití  $\eta = 40 \text{ [%]}$

průměrné náklady na elektrickou energii  $N_e = 3,7 \text{ [Kč/kWh]}$

**náklady na opravy [6]:**

$$KI = KA * f = 225\,000 * 0,5 = 112\,500 \text{ [Kč]} \quad (10)$$

kde:

faktor oprav  $f = 0,5 \text{ [-]}$



### využitelný časový fond stroje [6]:

$$T_V = T_N - Z = 2\,000 - 400 = 1\,600 \text{ [hod]} \quad (11)$$

kde:

nominální časový fond stroje  $T_N$  [hod]

časové ztráty  $Z$  [hod]

### nominální časový fond stroje [6]:

$$T_N = PD * SM = 250 * 8 = 2\,000 \text{ [hod]} \quad (12)$$

kde:

pracovní dny za rok  $PD = 250$  [den]

pracovní směna  $SM = 8$  [hod]

### časové ztráty [6]:

$$Z = T_N * 0,2 = 2\,000 * 0,2 = 400 \text{ [hod]} \quad (13)$$

kde:

časové ztráty 20% z  $T_N$

### 3.1.2. Frézovací centrum DMG/MORI SEIKI DMU 65 monoBLOCK

Frézovací centrum DMU 65 monoBLOCK od společnosti DMG/MORI SEIKI, které je vidět na Obr. 19 je nový moderní obráběcí stroj s pěti souvisle programovatelnými osami a s naklápěcím otočným stolem, který je řízen systémem Heidenhain (iTNC 530). Přesnost odměřovacího systému v osách X, Y, Z podle normy ISO 230 - 2 je 5 – 8  $\mu\text{m}$ . Stabilita při obrábění je dosažena kvůli 45 mm širokému válečkovému vedení. Tyto výhody lze využít při obrábění vstřikovacích forem, kdy je potřeba přesné a stabilní obrábění. Vysoká kvalita a tuhost stroje je zajištěna díky použitým materiálům. Vkládání těžkých obrobků do pracovního prostoru stroje je možno ze shora pomocí jeřábu. Stroj se může rychle uvést do provozu, protože pro dosažení 10 000 ot/min se nemusí předeřhát vřeteno. Výměna nástroje probíhá do 5 s. Mezi nevýhody stroje patří zejména vysoká pořizovací cena okolo 4 860 000 Kč, vysoká hodinová sazba stroje, vytíženost stroje. Technické údaje stroje jsou uvedeny u Obr. 19. Pro lepší představu o strojní hodinové sazbě je níže uveden výpočet. [7]

Technické údaje	
Druh	Frézovací centrum
Výrobce	DMG/MORI SEIKI
Typ	DMU 65 monoBLOCK
Počet os	5
Jmenovitý výkon	13 kW
Otáčky vřetena	10 000 ot/min
Kroutící moment	82 Nm
Pracovní prostor	650×650×560 mm
Nosnost stolu	600 kg
Rychloposuv	40 000 mm/min
Pracovní posuv	40 000 mm/min
Řídící systém	Heidenhain



Obr. 19 - DMU 65 monoBLOCK [7]



**strojn**í hodinová sazba [6]:

$$SHS = \frac{KA + KZ + KR + KE + KI}{T_v} = [\text{Kč/hod}] \quad (14)$$

$$SHS = \frac{607\,500 + 218\,700 + 37\,500 + 30\,784 + 303\,750}{1\,600} \cong 750 \text{ [Kč/hod]}$$

**kalkulované odpisy (lineární odpisování) [6]:**

$$KA = \frac{C}{Z} = \frac{4\,860\,000}{8} = 607\,500 \text{ [Kč]} \quad (15)$$

**kalkulované úroky [6]:**

$$KZ = \frac{C}{2} * \dot{U}S = \frac{4\,860\,000}{2} * 0,09 = 218\,700 \text{ [Kč]} \quad (16)$$

**prostorové náklady [6]:**

$$KR = S * N_p = 7,5 * 5\,000 = 37\,500 \text{ [Kč]} \quad (17)$$

**náklady na energie [6]:**

$$KE = T_v * P * \eta * N_e = 1\,600 * 13 * 0,4 * 3,7 = 30\,784 \text{ [Kč]} \quad (18)$$

**náklady na opravy [6]:**

$$KI = KA * f = 607\,500 * 0,5 = 303\,750 \text{ [Kč]} \quad (19)$$

**využitelný časový fond stroje [6]:**

$$T_v = T_N - Z = 2\,000 - 400 = 1\,600 \text{ [hod]} \quad (20)$$

**nominální časový fond stroje [6]:**

$$T_N = PD * SM = 250 * 8 = 2\,000 \text{ [hod]} \quad (21)$$

**časové ztráty [6]:**

$$Z = T_N * 0,2 = 2\,000 * 0,2 = 400 \text{ [hod]} \quad (22)$$

### 3.1.3. Bruska BERNARDO URS 500 N

Bruska URS 500 N od společnosti BERNARDO, která je vidět na Obr. 20 je univerzální hrotová bruska, vhodná převážně pro vnější broušení obrobků do  $\varnothing 200$  mm, ale může být použita i pro vnitřní broušení. Bruska je určena pro strojírenskou výrobu například pro výrobu nástrojů, forem a obecně pro malosériovou výrobu. Podstavec stroje je díky silnému žebrování a dimenzovaným stěnám málo citlivý na deformace způsobené kolísáním teploty.

Stůl lze při broušení kuželů naklápět a pomocí stupnice nastavit do požadované polohy. Tato možnost bude potřeba při broušení hlavního jádra. Broušící vřeteník je při vnitřním broušení otočný o 180°. Vřeteník lze nastavit do výchozí polohy hydraulicky nebo ručním kolem. Hlavní vřeteno má hydrodynamické uložení. Olejový film mezi ložiskem a vřetenem snižuje vibrace na minimum, proto stroj dosahuje vysoké kvality a přesnosti povrchu obrobku. Brusné vřeteno je na obou stranách uloženo v segmentových kluzných ložiscích. Přesně ustavená vřetenová hlava a stabilní brusný vřeteník zajišťují nejlepší výsledky při opracování pomocí nejrůznějších druhů broušení. Bruska má plynule nastavitelné posuvy s předvolbou doby prodlevy na konci pohybu stolu. Podélný pohyb stolu je prováděn ručně kolečkem nebo hydraulickým strojním posuvem. Technické údaje stroje jsou uvedeny u Obr. 20. Pořizovací cena brusky je okolo 630 000 Kč. Pro lepší představu o strojní hodinové sazbě je níže uveden výpočet. [8]

Technické údaje	
Druh	Bruska hrotová
Výrobce	BERNARDO
Typ	URS 500 N
Vnější broušení	8 - 200 mm
Vnitřní broušení	13 - 100 mm
Vzdálenost hrotů	500 mm
Max. hmotnost obrobku	60 kg
Výkon brusného vřetena	4 kW
Otáčky brusného vřetena	1670 ot/min
Naklápění vřeteníku	±30°
Nonius stupnice	0,005 mm
Posuv stolu	0,1 - 4 m/min



Obr. 20 - URS 500 N [8]

**strojní hodinová sazba [6]:**

$$SHS = \frac{KA + KZ + KR + KE + KI}{T_v} = [\text{Kč/hod}] \quad (23)$$

$$SHS = \frac{78\,732 + 28\,344 + 20\,000 + 11\,248 + 39\,366}{1\,600} \cong 115 [\text{Kč/hod}]$$

**kalkulované odpisy (lineární odpisování) [6]:**

$$KA = \frac{C}{Z} = \frac{629\,856}{8} = 78\,732 [\text{Kč}] \quad (24)$$

**kalkulované úroky [6]:**

$$KZ = \frac{C}{2} * \dot{U}S = \frac{629\,856}{2} * 0,09 = 28\,344 [\text{Kč}] \quad (25)$$

**prostorové náklady [6]:**

$$KR = S * N_p = 4 * 5\,000 = 20\,000 \text{ [Kč]} \quad (26)$$

**náklady na energii [6]:**

$$KE = T_v * P * \eta * N_e = 1\,600 * 4,75 * 0,4 * 3,7 = 11\,248 \text{ [Kč]} \quad (27)$$

**náklady na opravy [6]:**

$$KI = KA * f = 78\,732 * 0,5 = 39\,366 \text{ [Kč]} \quad (28)$$

**využitelný časový fond stroje [6]:**

$$T_v = T_N - Z = 2\,000 - 400 = 1\,600 \text{ [hod]} \quad (29)$$

**nominální časový fond stroje [6]:**

$$T_N = PD * SM = 250 * 8 = 2\,000 \text{ [hod]} \quad (30)$$

**časové ztráty [6]:**

$$Z = T_N * 0,2 = 2\,000 * 0,2 = 400 \text{ [hod]} \quad (31)$$

### 3.1.4. Bruska BERNARDO BSG 2550 AHD

Bruska BSG 2550 AHD od společnosti BERNARDO, která je vidět na Obr. 21 je moderní rovinná bruska s automatickým svislým posuvem. Stroj nabízí svým rozsáhlým standardním příslušenstvím optimální výkon pro výrobu forem a nástrojů. [9]

Technické údaje	
Druh	Bruska rovinná
Výrobce	BERNARDO
Typ	BSG 2550 AHD
Pojezd podélný	500×250 mm
Pojezd příčný	560 mm
Max. hmotnost obrobku	180 kg
Výkon brusného vřetena	2,2 kW
Otáčky brusného vřetena	2850 ot/min
Svislý posuv	0,005 - 0,05 mm
Nonius svislý posuv	0,005 mm
Nonius příčný posuv	0,02 mm



Obr. 21 - BSG 2550 AHD [9]

Všechny konstrukční skupiny, jako je stojan, podstavec a suport, jsou vyrobeny z vysoce kvalitní litiny, která tlumí vibrace. Bruska má nízkou úroveň trhavého pohybu (slip-stick-efekt), protože vodící vedení v osách x, y má plastový povlak. Brusné vřeteno je uloženo ve speciálních předpjatých ložiscích bez axiální a radiální vůle. Bruska má maximální tuhost

a stabilitu díky silnému žebrování a dostatečně dimenzovaným stěnám. Stroj má digitálně řízený automatický svislý posuv se servomotorem. Vysoce kvalitní hydraulický systém zaručuje jemné a přesné přestavení stolu i při jeho vysokém zatížení. Další výbavou brusky je pozicování na výšku obrobku rychloposuvem, nastavitelné zdvihy při broušení, automatické zvednutí po ukončení programu, nastavitelný podélný a příčný pohyb stolu koncovými zarážkami. Technické údaje stroje jsou uvedeny u Obr. 21. Pořizovací cena brusky je okolo 620 000 Kč. Pro lepší představu o strojní hodinové sazbě je níže uveden výpočet. [9]

**strojní hodinová sazba [6]:**

$$SHS = \frac{KA + KZ + KR + KE + KI}{T_v} = [\text{Kč/hod}] \quad (32)$$

$$SHS = \frac{77\,274 + 27\,819 + 20\,000 + 8\,170 + 38\,624}{1\,600} \cong 110 \text{ [Kč/hod]}$$

**kalkulované odpisy (lineární odpisování) [6]:**

$$KA = \frac{C}{Z} = \frac{618\,192}{8} = 77\,274 \text{ [Kč]} \quad (33)$$

**kalkulované úroky [6]:**

$$KZ = \frac{C}{2} * \dot{U}_S = \frac{618\,192}{2} * 0,09 = 27\,819 \text{ [Kč]} \quad (34)$$

**prostorové náklady [6]:**

$$KR = S * N_p = 4 * 5\,000 = 20\,000 \text{ [Kč]} \quad (35)$$

**náklady na energii [6]:**

$$KE = T_v * P * \eta * N_e = 1\,600 * 3,45 * 0,4 * 3,7 = 8\,170 \text{ [Kč]} \quad (36)$$

**náklady na opravy [6]:**

$$KI = KA * f = 77\,247 * 0,5 = 38\,624 \text{ [Kč]} \quad (37)$$

**využitelný časový fond stroje [6]:**

$$T_v = T_N - Z = 2\,000 - 400 = 1\,600 \text{ [hod]} \quad (38)$$

**nominální časový fond stroje [6]:**

$$T_N = PD * SM = 250 * 8 = 2\,000 \text{ [hod]} \quad (39)$$

**časové ztráty [6]:**

$$Z = T_N * 0,2 = 2\,000 * 0,2 = 400 \text{ [hod]} \quad (40)$$

### 3.1.5. Drátová řezačka FANUC ROBOCUT $\alpha$ -C400iB

Drátová řezačka ROBOCUT  $\alpha$ -C400iB od společnosti FANUC, která je vidět na Obr. 22 je rychlá, přesná, univerzální, drátová řezačka s pěti programovatelnými osami a s univerzálním otočným stolem. Lehký otočný stůl (FANUC CCR) je opatřen skleněnými pravítky s vysokým rozlišením umožňující přesnou a univerzální výrobu. Řezačka je kvalitní, protože má spolehlivou mechanickou konstrukci křížového stolu navrženou metodou konečných prvků FEM. Předepnutá precizní lineární vedení a velmi přesné kuličkové šrouby plně zakryté v tukové náplni zajišťují velmi nízké nároky na údržbu a neuvěřitelně dlouhou životnost. Řezačka je vybavena funkcí automatického navlékání drátu (AWF2) zajišťující rychlé a spolehlivé automatické navlečení drátu za pouhých 10 sekund pomocí proudu vody, proto je rychleji uvedena do provozu. Další funkce řezačky je inteligentní polohování (Smart Positioning), které nastaví parametry a stroj automaticky vyhledá startovací bod, tím se sníží doba polohování a hledání otvoru až o 30%. Velmi důležitou funkcí řezačky je micro finish (MF2) umožňující dosáhnout extrémně jemné povrchy, zrcadlový lesk a maximální přesnost, proto je ideální pro výrobu forem používaných při vstřikování plastů při výrobě součástí. Technické údaje stroje jsou uvedeny u Obr. 22. Pořizovací cena řezačky je okolo 1 900 000 Kč. Pro lepší představu o strojní hodinové sazbě je níže uveden výpočet. [10]

Technické údaje	
Druh	Drátová řezačka
Výrobce	FANUC
Typ	ROBOCUT $\alpha$ -C400iB
Pojezd v ose X, Y	400×300 mm
Pojezd v ose Z	255 mm
Pojezd v ose U, V	120×120 mm
Pracovní prostor	730×630×250 mm
Nosnost stolu	500 kg
Max. úhel řezu	±30°/80 mm



Obr. 22 - ROBOCUT  $\alpha$ -C400iB [10]

**strojní hodinová sazba [6]:**

$$SHS = \frac{KA + KZ + KR + KE + KI}{T_v} = [\text{Kč/hod}] \quad (41)$$

$$SHS = \frac{237\,500 + 85\,500 + 25\,000 + 30\,784 + 118\,750}{1\,600} \cong 315 \text{ [Kč/hod]}$$

**kalkulované odpisy (lineární odpisování) [6]:**

$$KA = \frac{C}{Z} = \frac{1\,900\,000}{8} = 237\,500 \text{ [Kč]} \quad (42)$$

**kalkulované úroky [6]:**

$$KZ = \frac{C}{2} * \dot{U}S = \frac{1\,900\,000}{2} * 0,09 = 85\,500 \text{ [Kč]} \quad (43)$$

**prostorové náklady [6]:**

$$KR = S * N_p = 5 * 5\,000 = 25\,000 \text{ [Kč]} \quad (44)$$

**náklady na energii [6]:**

$$KE = T_v * P * \eta * N_e = 1\,600 * 13 * 0,4 * 3,7 = 30\,784 \text{ [Kč]} \quad (45)$$

**náklady na opravy [6]:**

$$KI = KA * f = 237\,500 * 0,5 = 118\,750 \text{ [Kč]} \quad (46)$$

**využitelný časový fond stroje [6]:**

$$T_v = T_N - Z = 2\,000 - 400 = 1\,600 \text{ [hod]} \quad (47)$$

**nominální časový fond stroje [6]:**

$$T_N = PD * SM = 250 * 8 = 2\,000 \text{ [hod]} \quad (48)$$

**časové ztráty [6]:**

$$Z = T_N * 0,2 = 2\,000 * 0,2 = 400 \text{ [hod]} \quad (49)$$

### 3.1.6. 3D tiskárna EOS M290

Tiskárna M290 od společnosti EOS, která je vidět na Obr. 23 je moderní 3D tiskárna určena pro výrobu vysoce kvalitních kovových součástí, náhradních součástí a funkčních prototypů bez nutnosti použití náradí.



Obr. 23 - 3D tiskárna EOS M290 [11]

Tiskárna pracuje na principu technologie Direct Metal Laser Sintering (DMLS), což znamená, že kovový prášek je nanášen po tenkých vrstvách, které jsou postupně spékány vláknovým laserem o výkonu 400 W, proto je možné vytvořit součásti s libovolnými vnějšími a především vnitřními tvary, které není možné vyrobit konvenčním způsobem. Tiskárna pracuje v ochranné atmosféře dusíku nebo argonu, což umožňuje zpracovávat široké spektrum materiálů. Na tiskárně EOS M290 lze obecně vytisknout součásti z lehkých kovů, nerez a nástrojových ocelí až po vysoce legované slitiny. V laboratoři experimentálního obrábění regionálního technologického institutu (RTI), kam se plánuje výroba, v současné době používají pro výrobu kovových součástí nástrojovou ocel MS1, Inconel 718 nebo nerezovou ocel 316L. Omezujícím parametrem tiskárny je velikost pracovní komory, která je u tohoto typu 250×250×325 mm. Pro součásti ze vstříkovací formy, které se budou na této tiskárně tisknout je ovšem postačující. Přesnost 3D tiskárny se pohybuje mezi 0,02 – 0,05 mm, proto bude potřeba součásti po vytisknutí dobrousit. Pořizovací cena 3D tiskárny je okolo 15 000 000 Kč. Pro lepší představu o strojní hodinové sazbě je níže uveden výpočet. [11]

**strojní hodinová sazba [6]:**

$$SHS = \frac{KA + KZ + KR + KE + KI}{T_v} = [\text{Kč/hod}] \quad (50)$$

$$SHS = \frac{1\,875\,000 + 675\,000 + 20\,000 + 28\,416 + 937\,500}{1\,600} \cong 2\,210 \text{ [Kč/hod]}$$

**kalkulované odpisy (lineární odpisování) [6]:**

$$KA = \frac{C}{Z} = \frac{15\,000\,000}{8} = 1\,875\,000 \text{ [Kč]} \quad (51)$$

**kalkulované úroky [6]:**

$$KZ = \frac{C}{2} * \dot{U}S = \frac{15\,000\,000}{2} * 0,09 = 675\,000 \text{ [Kč]} \quad (52)$$

**prostorové náklady [6]:**

$$KR = S * N_p = 4 * 5\,000 = 20\,000 \text{ [Kč]} \quad (53)$$

**náklady na energii [6]:**

$$KE = T_v * P * \eta * N_e = 1\,600 * 12 * 0,4 * 3,7 = 28\,416 \text{ [Kč]} \quad (54)$$

**náklady na opravy [6]:**

$$KI = KA * f = 1\,875\,000 * 0,5 = 937\,500 \text{ [Kč]} \quad (55)$$

**využitelný časový fond stroje [6]:**

$$T_v = T_N - Z = 2\,000 - 400 = 1\,600 \text{ [hod]} \quad (56)$$

**nominální časový fond stroje [6]:**

$$T_N = PD * SM = 250 * 8 = 2\ 0000 \text{ [hod]} \quad (57)$$

**časové ztráty [6]:**

$$Z = T_N * 0,2 = 2\ 000 * 0,2 = 400 \text{ [hod]} \quad (58)$$

**3.2. Nástroje, měřidla, upínací prostředky, manipulační a zdvihací prostředky**

V Tab. 12 jsou uvedené nástroje, měřidla, upínací prostředky, manipulační a zdvihací prostředky, které mohou být potřeba při výrobě součástí vstřikovací formy. Důležité sloupce v tabulce jsou pojmenovány RTI v jejichž řádkách je uvedeno, zda se nástroje, měřidla nebo prostředky nachází (•) nebo nenachází (×) na Regionálním technickém institutu. U závitníků se zjišťovalo, zda jsou k dispozici i závitníky pro neprůchozí otvory. Prostředky potřebné pro výrobu, které se nenacházejí na RTI se musí nahradit jinými prostředky nebo nakoupit pokud se jedná o levný prostředek jakým je například vrták o  $\varnothing 6$  mm.

Nástroje, měřidla, upínací prostředky, manipulační a zdvihací prostředky							
nástroj	druh	velikost	RTI	nástroj	druh	velikost	RTI
vrták	navrtávací	$\varnothing 10$	•	fréza	kulová	$\varnothing 5$	•
		$\varnothing 3,3$	•				
vrták	šroubovitý	$\varnothing 4$	•	vyvrtávací tyč		$\varnothing 63$	×
		$\varnothing 4,2$	•			$\varnothing 83$	×
		$\varnothing 4,8$	•			$\varnothing 157$	×
		$\varnothing 5$	•			$\varnothing 177$	×
		$\varnothing 5,8$	•			Měřidla	
		$\varnothing 6$	×	měřidlo	druh	velikost	RTI
		$\varnothing 7,8$	•	posuvné měřidlo	analogové	0 - 150	•
		$\varnothing 8,5$	•	mikrometry	třmenové	0 - 200	•
		$\varnothing 12$	•	kalibr	válečkový	$\varnothing 5H7$	•
		$\varnothing 13$	•			$\varnothing 6H7$	•
		$\varnothing 28,45$	•			$\varnothing 8H7$	•
		$\varnothing 45$	×			$\varnothing 10H7$	•
závitník	strojní	M4×0,7	•			$\varnothing 12H7$	•
		M5×0,8	•			$\varnothing 14H7$	×
		M6×1	•			$\varnothing 18H7$	×
		M10×1,5	•			$\varnothing 20H7$	×
výhrubník	strojní	$\varnothing 23,75$	×			$\varnothing 24H7$	×
		$\varnothing 29,75$	•			$\varnothing 30H7$	•
		$\varnothing 47,7$	×	$\varnothing 33H7$	×		
		$\varnothing 62,6$	×	$\varnothing 48H7$	×		
výstružník	strojní	$\varnothing 5H7$	•	$\varnothing 63H7$	×		
		$\varnothing 6H7$	•	$\varnothing 83H7$	×		



Nástroje, měřidla, upínací prostředky, manipulační a zdvihací prostředky								
nástroj	druh	velikost	RTI	nástroj	druh	velikost	RTI	
výstružník	strojní	ø8H7	•	mikro. odpich		ø157H7	×	
		ø24H7	×			ø177H7	×	
		ø30H7	•	kalibr	závitový	M4×0,7	×	
		ø48H7	×			M5×0,8	×	
		ø63H7	×			M6×1	•	
fréza	čelní válcová	ø2	•			M8×1	×	
		ø3	•			M10×1,5	×	
		ø4	•			Upínací prostředky		
		ø5	•	prostředek	druh	velikost	RTI	
		ø6	•	upínky	ploché	0 - 125	•	
		ø8	•	svěrák	strojní	0 - 125	•	
		ø10	•	sklíčidlo	čelist'ové	0 - 200	•	
		ø12	•	deska	magnetická	800×400	•	
		ø14	×	Manipulační a zdvihací prostředky				
		ø20	•	prostředek	druh	nosnost	RTI	
		ø25	×	vozík	kolový	750 kg	•	
		ø32	•	jeřáb	mostový	8 000 kg	•	
ø50	•							

Tab. 12 - Nástroje, měřidla, upínací prostředky, manipulační a zdvihací prostředky

### 3.3. Shrnutí

V Tab. 13 a Tab. 14 jsou uvedeny požadavky na výrobní prostředky, které byly stanoveny v kapitole 2.5 Shrnutí technologičnosti konstrukce v Tab. 11. Za požadavky je uvedeno, zda požadavek je naplněn (•) nebo není naplněn (×). Většina požadavků na stroje je naplněna. Není naplněn požadavek na přesnost u stroje MCV 750 A, to ovšem není zásadní problém, protože jen některé součásti je potřeba vyrobit s přesností na 0,01 mm a ty lze vyrobit na stroji DMU 65. Ostatní součásti, které nemají požadavek na tuto přesnost lze na stroji MCV 750 A vyrábět. Při návrhu výroby se bude muset brát ohled na toto rozdělení. Dále není naplněn požadavek na přesnost 3D tiskárny, ale to bylo předpokládáno, proto jsou navrženy pro výrobu brusky, kterými budou vytisknuté součásti dobroušeny. U vytisknutých součástí nelze brousit chladicí kanálky, což není potřeba, protože tolerance chladicích kanálků je na celé mm.

Stav požadavků na výrobní prostředky 1						
stroje	typ	plochy		přesnost [mm]		prac. prostor [mm]
frézka	MCV 750 A	rotační, rovinné	•	0,01	×	550×350×150
	DMU 65	rotační, rovinné	•	0,01	•	550×350×150
bruska	URS 500 N	rotační, kuželové	•	0,005	•	200×180×175
	BSG 2550 AHD	rovinné	•	0,005	•	200×180×175
drátová řezačka	α-C400iB	rovinné	•	0,1	•	550×350×150
3D tiskárna	M290	rotační, kuželové, rovinné	•	0,01	×	200×180×175

Tab. 13 - Stav požadavků na výrobní prostředky 1

Stav požadavků na výrobní prostředky 2						
stroje	typ	upínání		výkon [kW]	otáčky [min <sup>-1</sup> ]	
frézka	MCV 750 A	upínky, strojní svěrák	•	5	• 9 645	•
	DMU 65	upínky, strojní svěrák	•	5	• 9 645	•
bruska	URS 500 N	sklídlo, hroty	•	-	-	-
	BSG 2550 AHD	mag. deska	•	-	-	-
drátová řezačka	α-C400iB	upínky	•	-	-	-
3D tiskárna	M290	-	-	-	-	-

Tab. 14 - Stav požadavků na výrobní prostředky 2

## 4. Návrh výroby

Navržené prostředky pro výrobu vstřikovací formy, zejména nástroje a měřidla jsou k dispozici na Regionálním technologickém institutu (RTI) jen některé, z tohoto důvodu je návrh výroby omezen. Nástroje a měřidla by mohly být dokoupeny, ale protože se jedná o čistě kusovou výrobu a výroba vstřikovacích forem není a zřejmě do budoucna ani nebude naplní RTI, tak je ekonomické od nákupu upustit.

### 4.1. Návrh výroby izolační desky

Do izolační desky se musí vyrobít dvě díry o  $\varnothing 6$  mm a hloubce 8 mm. To samo o sobě sice není problém do běžné ocelové desky, ale je třeba si uvědomit, že v kapitole 2.2.1 Popis a technologičnost konstrukce izolační desky byl učiněn návrh na změnu materiálu z oceli na kompozit (prykyřice se skleněnými vlákny a pojivem), protože kompozit má lepší izolační vlastnosti než ocel. Tento návrh byl konstruktérem schválen, a proto ho lze realizovat. Vlastnosti kompozitního materiálu není jednoduché s jistotou určit. Když by byl kompozit houževnatější než ocel, mohl by se vrták zastavit v řezu, proto je potřeba použít vrták ( $\varnothing 6$  mm) o vysokých otáčkách. Vrták ze slinutého karbidu je křehčí než z rychlořezné oceli a hůře snáší rázy, ale je tvrdší. Sklo je obzvláště tvrdé, ale taky vysoce křehké. Přítomnost skleněných vláken v matrici kompozitu může způsobovat velmi jemné rázy při obrábění, které nezpůsobí destrukci vrtáku ze slinutého karbidu, pokud to budou vlákna o velikosti několika setin mm, což pravděpodobně budou. Horší je tvrdost skleněných vláken, zde by se dalo říct, že je výhodnější použít pro obrábění tvrdší slinutý karbid, ovšem musíme si uvědomit, že oba nástrojové materiály, tedy jak slinutý karbid, tak rychlořezná ocel jsou měkčí než sklo a budou tedy vystaveny abrazivnímu opotřebení, což bude způsobovat jejich otupování. Je důležité si uvědomit, o jak velký rozsah obrábění se vlastně jedná. Jedná se o dvě průchozí díry o  $\varnothing 6$  mm a hloubce 8 mm, tedy nástroj je v řezu několik sekund, proto se nevyplatí kupovat nový vrták ze slinutého karbidu, ale použít vrták z rychlořezné oceli, která stojí desítky korun za kilogram. Jak již vyplývá z textu, díry lze vyrobít technologií vrtání. Další možný způsob výroby děr je vyseknutím při montáži, ale to je možné pouze v případě, že se kompozit bude podobat svými materiálovými vlastnostmi měkkým materiálům, jako je guma, korek nebo kůže. Díry nemají žádnou toleranci, proto lze díry vyrábět na stroji s menší přesností. Nabízí se proto zvolit pro výrobu stroj KOVOSVIT MCV 750 A, který má menší hodinovou sazbu než novější stroj DMG/MORI SEIKI DMU 65 monoBLOCK, aby byla docílena co nejlevnější výroba. Po vyrobení se díry zkontrolují prostrčením šroubu M5 skrz ně. Izolační deska váží 10 kg, proto ji obsluha frézovacího centra umístí do pracovního prostoru ručně bez použití jeřábu. Plocha s průchozí dírou o  $\varnothing 90$  mm uprostřed desky musí

ležet na stole frézovacího centra. Deska se upne 6 upínkami, tím způsobem, že na kratších stranách bude deska upnuta po jedné upínce a na delších stranách po dvou upínkách. Kompozitní materiál, který obsahuje pryskyřici, skleněná vlákna a pojivo by mohl být oproti oceli houževnatější, což by mohlo způsobovat problémy při upínání. Upínky by se mohly otláčovat do izolační desky, z tohoto důvodu je nutné mezi upínky a izolační desku vložit podložky s co největší plochou, aby se mohla upínací síla rozložit na větší plochu.

## 4.2. Návrh výroby ostatních desek

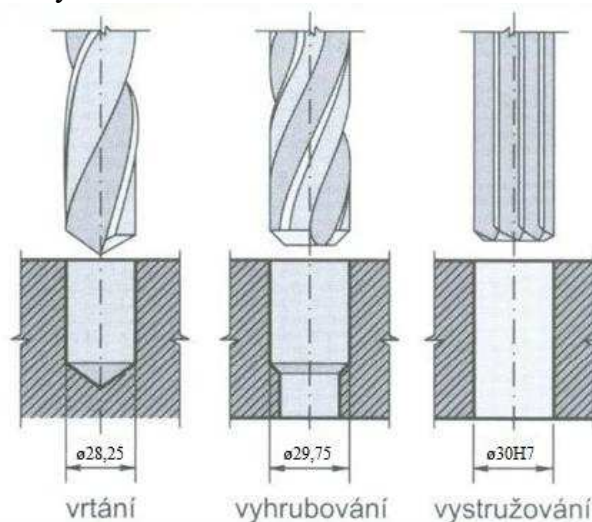
Jak již bylo řečeno v kapitole 2.2 desky si jsou vzájemně podobné a musí se do nich vyrobit prvky, které jsou způsobem výroby shodné, akorát se liší v rozměru, proto jsou v následujících podkapitolách popsány principy práce s deskami a způsoby výroby prvků, které mají desky stejné. Mezi společné principy práce s deskami patří manipulace s deskami, upínání desek a tak dále. Mezi společné prvky patří výroba otvorů, závitů, zahloubení a tak dále.

### 4.2.1. Manipulace a upínání desek

Desky se umístí do pracovního prostoru frézovacích center pomocí mostového jeřábu nebo ručně, záleží na hmotnosti desky. Při použití mostového jeřábu se desky přichytí k háku jeřábu pomocí úvazků. Během manipulace by se desky neměly prohýbat, protože jsou ocelové a minimální tloušťka desky je 17 mm. Desky se podloží plochými podložkami, aby nedošlo ke kolizi nástroje se stolem centra v průběhu obrábění. Desky se upnou 4 - 6 upínkami, záleží na velikosti desky.

### 4.2.2. Návrh výroby průchozích tolerovaných děr

Návrh výroby je ukázaný na příkladu výroby díry o  $\varnothing 30H7$ . Jedná se vlastně o postup výroby přesné díry, který je vidět na Obr. 24. Při tomto způsobu výroby se nejprve navrtá střed díry navrtávacím vrtákem například o  $\varnothing 10$  mm, aby se následně šroubovitý vrták neuhnul při zavrtávání do materiálu. Díru je potřeba předvrtat vrtákem o  $\varnothing 12$  mm. Poté se musí díra vyvrtat vrtákem o  $\varnothing 28,25$  mm. Po vyvrtání díry vrtákem je zapotřebí díru vyhrubovat výhrubníkem o  $\varnothing 29,75$  mm, aby díra měla geometrický válcový tvar. Poslední technologií u tohoto způsobu výroby je vystružování výstružníkem o  $\varnothing 30H7$ , aby díra měla vysokou jakost povrchu, tím je výroba díry dokončena. Po vyrobení se díra o  $\varnothing 30H7$  zkontroluje vnějším válečkovým kalibrem o  $\varnothing 30H7$ .



Obr. 24 - Postup výroby přesné díry o  $\varnothing 30H7$  [12]

Stojí za povšimnutí, kolik nástrojů je potřeba pro výrobu díry tímto způsobem, protože s počtem nástrojů roste čas seřizování stroje, což je u kusové výroby faktor, který velkou měrou negativně ovlivňuje ekonomiku výroby. V Tab. 15, Tab. 16 a Tab. 17 jsou uvedené vypočítané strojní časy při výrobě jednotlivých prvků technologiemi vrtání, vyhrubování a vystružování, které jsou potřebné při tvorbě norem času.

#### strojní čas při vrtání:

$$t_s = \frac{L * i}{v_f} = \frac{(l_n + l + l_p) * i}{n * f} = \frac{(0,75 + 22 + 9,225) * 4}{2\,254 * 0,28} = 0,2060 \text{ [min]} \cong 13 \text{ [s]} \quad (59)$$

kde:

strojní čas při vrtání  $t_s$  [min]

dráha vrtáku  $L = l_n + l + l_p$  [mm]

počet děr  $i$  [-] z výkresů

posuvová rychlost  $v_f = n * f$  [mm/min]

náběh vrtáku  $l_n = (0,5 \div 1) = 0,75$  [mm] zvoleno

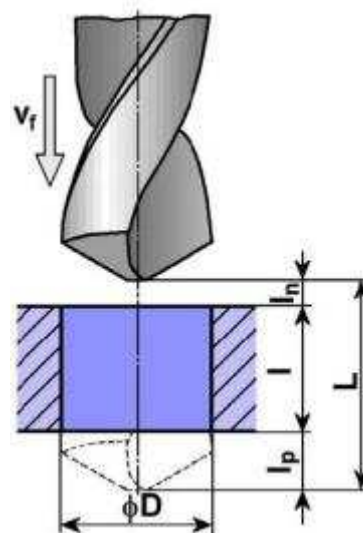
délka vrtané díry  $l$  [mm] z výkresů

přeběh vrtáku  $l_p = 0,3 * D + (0,5 \div 1)$  [mm]

$$l_p = 0,3 * 28,25 + 0,75 = 9,225 \text{ [mm]}$$

otáčky vrtáku  $n$  [ $\text{min}^{-1}$ ]

posuv na otáčku  $f_{ot}$  [mm/ot] z ST [13] str. 793



Obr. 25 - Dráha vrtáku [14]

#### otáčky vrtáku:

$$n = \frac{1000 * v_c}{\pi * D} = \frac{1000 * 200}{\pi * 28,25} = 2\,254 \text{ [ot/min]} \quad (60)$$

kde:

řezná rychlost  $v_c$  [m/min]

průměr vrtáku  $D$  [mm]

Strojní čas při vrtání průchozích tolerovaných děr							
součást	prvek	$i$ [-]	$l$ [mm]	$n$ [ $\text{min}^{-1}$ ]	$f_{ot}$ [mm/ot]	$v_c$ [m/min]	$t_s$ [s]
střední deska	ø5H7	1	110	6 635	0,07	100	16
pohyblivá deska	ø5H7	1	30	6 635	0,07	100	6
	ø6H7	20	30	5 491	0,08	100	110
vyhazovací deska 1	ø30H7	4	22	2 255	0,28	200	13
vyhazovací deska 2	ø5H7	1	17	6 635	0,07	100	4
	ø6H7	20	17	5 491	0,08	100	74
	ø8H7	8	17	4 083	0,11	100	29
	ø30H7	4	17	2 255	0,28	200	11

Tab. 15 – Strojní čas při vrtání průchozích tolerovaných děr

### strojn $\acute$ čas p $\acute$ ri vyhrubov $\acute$ n $\acute$ :

$$t_s = \frac{L * i}{v_f} = \frac{(l_n + l + l_p) * i}{n * f} = \frac{(0,75 + 22 + 9,675) * 4}{212,2 * 0,55} = 1,1139 \text{ [min]} \cong 67 \text{ [s]} \quad (61)$$

kde:

strojn $\acute$  čas p $\acute$ ri vyhrubov $\acute$ n $\acute$   $t_s$  [min]

dr $\acute$ aha v $\acute$ yhrubn $\acute$ ku  $L = l_n + l + l_p$  [mm]

počet d $\acute$ er  $i$  [-] z v $\acute$ ykres $\acute$ u

posuvov $\acute$  rychlost  $v_f = n * f$  [mm/min]

n $\acute$ b $\acute$ eh v $\acute$ yhrubn $\acute$ ku  $l_n = (0,5 \div 1) = 0,75$  [mm] zvoleno

d $\acute$ elka vyhrubovan $\acute$  d $\acute$ iry  $l$  [mm] z v $\acute$ ykres $\acute$ u

p $\acute$ reb $\acute$ eh v $\acute$ yhrubn $\acute$ ku  $l_p = 0,3 * D + (0,5 \div 1)$  [mm]

$$l_p = 0,3 * 29,75 + 0,75 = 9,675 \text{ [mm]}$$

posuv na ot $\acute$ ačku  $f_{ot}$  [mm/ot] z ST [12] str. 796

### ot $\acute$ ačky v $\acute$ yhrubn $\acute$ ku:

$$n = \frac{1000 * v_c}{\pi * D} = \frac{1000 * 20}{\pi * 29,75} = [214 \text{ ot/min}] \quad (62)$$

kde:

řezn $\acute$  rychlost  $v_c$  [m/min]

p $\acute$ r $\acute$ em $\acute$ er v $\acute$ yhrubn $\acute$ ku  $D$  [mm]

Strojn $\acute$ čas p $\acute$ ri vyhrubov $\acute$ n $\acute$ p $\acute$ ruchoz $\acute$ ch tolerovan $\acute$ ch d $\acute$ er							
součást	prvek	$i$ [-]	$l$ [mm]	$n$ [min $^{-1}$ ]	$f_{ot}$ [mm/ot]	$v_c$ [m/min]	$t_s$ [s]
středn $\acute$ desk	ø5H7	Do ø10 mm se nepoužív $\acute$ v $\acute$ yhrubn $\acute$ ku.					0
pohybliv $\acute$ desk	ø5H7						0
	ø6H7						0
vyhazovac $\acute$ desk 1	ø30H7	4	22	214	0,55	20	67
vyhazovac $\acute$ desk 2	ø5H7	Do ø10 mm se nepoužív $\acute$ v $\acute$ yhrubn $\acute$ ku.					0
	ø6H7						0
	ø8H7						0
	ø30H7	4	17	214	0,55	20	56

Tab. 16 - Strojn $\acute$  čas p $\acute$ ri vyhrubov $\acute$ n $\acute$  p $\acute$ ruchoz $\acute$ ch tolerovan $\acute$ ch d $\acute$ er

### strojn $\acute$ čas p $\acute$ ri vystružov $\acute$ n $\acute$ :

$$t_s = \frac{L * i}{v_f} = \frac{(l_n + l + l_p) * i}{n * f} = \frac{(0,75 + 22 + 9,75) * 4}{64 * 0,82} = 2,4771 \text{ min} \cong 149 \text{ s} \quad (63)$$

kde:

strojn $\acute$  čas p $\acute$ ri vystružov $\acute$ n $\acute$   $t_s$  [min]

dr $\acute$ aha v $\acute$ ystružn $\acute$ ku  $L = l_n + l + l_p$  [mm]

počet d $\acute$ er  $i$  [-] z v $\acute$ ykres $\acute$ u

posuvová rychlost  $v_f = n * f$  [mm/min]  
 náběh výstružníku  $l_n = (0,5 \div 1) = 0,75$  [mm] zvoleno  
 délka vystružované díry  $l$  [mm] z výkresů  
 přeběh výstružníku  $l_p = 0,3 * D + (0,5 \div 1) = 0,3 * 30 + 0,75 = 9,75$  [mm]  
 posuv na otáčku  $f_{ot}$  [mm/ot] z ST [12] str. 797

#### otáčky výstružníku:

$$n = \frac{1000 * v_c}{\pi * D} = \frac{1000 * 6}{\pi * 30} = 64 \text{ [ot/min]} \quad (64)$$

kde:

řezná rychlost  $v_c$  [m/min]

průměr výstružníku  $D$  [mm]

Strojní čas při vystružování průchozích tolerovaných děr							
součást	prvek	i	l	n	$f_{ot}$	$v_c$	$t_s$
		[-]	[mm]	[ $\text{min}^{-1}$ ]	[mm/ot]	[m/min]	[s]
střední deska	ø5H7	1	110	548	0,2	8,6	66
pohyblivá deska	ø5H7	1	30	548	0,2	8,6	22
	ø6H7	20	30	441	0,23	8,3	480
vyhazovací deska 1	ø30H7	4	22	64	0,82	6	149
vyhazovací deska 2	ø5H7	1	17	548	0,2	8,6	16
	ø6H7	20	17	441	0,23	8,3	325
	ø8H7	8	17	311	0,3	7,8	142
	ø30H7	4	17	64	0,82	6	126

Tab. 17 – Strojní čas při vystružování průchozích tolerovaných děr

#### 4.2.3. Návrh výroby děr technologiemi drátového řezání a frézování

Do střední desky se musí vyrobít dvě průchozí díry o ø157H7 se zahloubením o ø177H7 pro uložení tvárnic 2, a protože už je nutná při výrobě pohyblivé desky drátová řezačka, nabízí se zde možnost ji použít. Výroba těchto děr by mohla probíhat tak, že nejprve by se vyřizly na drátové řezačce dva otvory o ø150 mm, a poté by se zbylý materiál odfrézoval čelní válcovou frézou o ø80 mm. Tento způsob výroby má své výhody i nevýhody. Za výhody výroby lze považovat, že se šetří opotřebením frézy, respektive vyměnitelných břitových destiček. Nevýhodnost výroby je v tom, že se zvýší manipulační a upínací časy. Pro lepší orientaci je vhodné si spočítat objem odřezávaného materiálu, který je uveden níže. Z výpočtu je vidět, že se jedná o malý objem, proto se nevyplatí k výrobě použít drátovou řezačku. Z tohoto důvodu nebude návrh výroby realizován.

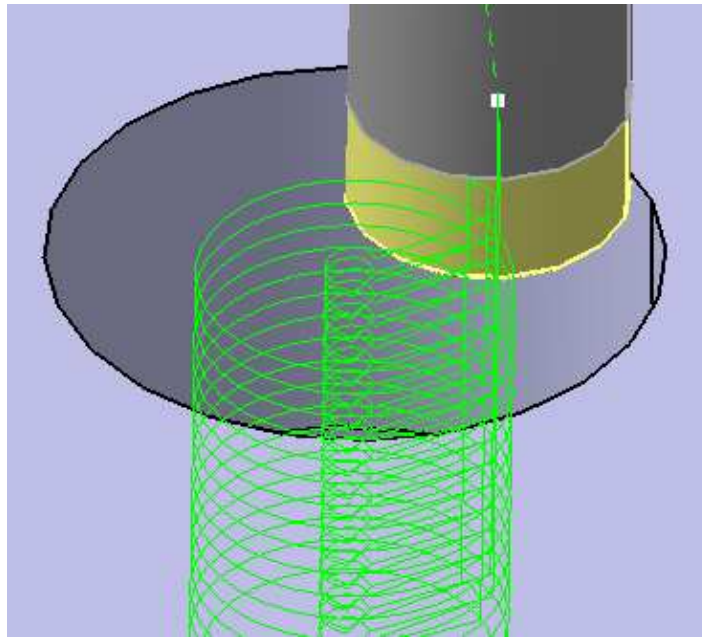
#### Objem odřezávaného materiálu:

$$V = 2 * \left( \frac{\pi * D^2}{4} * h \right) = 2 * \left( \frac{\pi * 150^2}{4} * 108 \right) = 3\,817\,035 \text{ mm}^3 = 3,8 \text{ dm}^3 \quad (65)$$

#### 4.2.4. Návrh výroby průchozích tolerovaných děr technologií frézování

Návrh výroby je ukázaný na příkladu výroby díry o ø63H7. Při tomto způsobu výroby se nejprve vyhrubuje díra čelní válcovou frézou o ø32 mm. Díra je průchozí, tudíž se musí díra

vyfrézovat skrz celou desku, která má tloušťku 76 mm. Hrubování se provede tak, že fréza najede do materiálu postupným zavrtáváním se ve šroubovici, a poté sousledným vedením nástroje bude frézovat materiál po spirálových drahách. Tímto stylem se díra postupně vyhrubuje po vrstvách například o tloušťce 2 mm skrz celou pevnou desku. Vrstva o tloušťce 2 mm je vlastně hloubka řezu  $a_p$ , a protože se jedná o hrubování, musí se nechat přídavek materiálu na dokončování 1 mm od stěny díry. Na Obr. 26 je vidět popsany princip hrubování, zelenou barvu jsou znázorněny dráhy nástroje při hrubování a žlutou barvou je znázorněná řezná část frézy.



Obr. 26 - Hrubování při výroby díry o  $\varnothing 63H7$

Po vyhrubování se provede dokončování, kde se použije větší hloubka řezu ( $a_p$ ) 5 mm, protože objem odebíraného materiálu je menší. Při tomto způsobu výroby díry, je zapotřebí zvolit co největší průměr frézy například čelní válcovou frézu o  $\varnothing 50$  mm, aby fréza měla co největší tuhost a nemohla být odehnuta od stěny díry při obrábění. Dále je potřeba mít přesný a tuhý stroj, aby byla docílena požadovaná tolerance díry H7, proto je nutné pro výrobu této díry použít novější frézovací centrum DMG/MORI SEIKI DMU 65 monoBLOCK, než starší a opotřebovanější frézovací centrum KOVOSVIT MCV 750 A. Po vyrobení se díra o  $\varnothing 63H7$  zkontroluje vnějším válcovým kalibrem pro  $\varnothing 63H7$ .

#### 4.2.5. Návrh výroby průchozích závitových děr

Návrh výroby je ukázaný na příkladu výroby průchozí závitové díry M5×0,8 – 6H. Nejprve se vyvrtá průchozí díra vrtákem o  $\varnothing 4,2$  mm a poté se do ní vyřízne závit strojním závitníkem M5×0,8. Výroba děr by měla být bez problémů. Závitové díry se zkontrolují zašroubováním šroubu M5×0,8, protože závitový kalibr M5×0,8 není k dispozici. V Tab. 18 je uveden vypočítaný strojní čas při výrobě průchozí závitové díry, který je potřebný při tvorbě normy času.

**strojní čas při vrtání:**

$$t_s = \frac{L * i}{v_f} = \frac{(l_n + l + l_p) * i}{n * f} = \frac{(0,75 + 27 + 2,01) * 2}{7\,579 * 0,07} = 0,1122 \text{ [min]} \cong 7 \text{ [s]} \quad (66)$$

kde:

strojní čas při vrtání  $t_s$  [min]

dráha vrtáku  $L = l_n + l + l_p$  [mm]

počet děr  $i$  [-] z výkresů

posuvová rychlost  $v_f = n * f$  [mm/min]

náběh vrtáku  $l_n = (0,5 \div 1) = 0,75$  [mm] zvoleno

délka vrtané díry  $l$  [mm] z výkresů

přeběh vrtáku  $l_p = 0,3 * D + (0,5 \div 1)$  [mm]

$$l_p = 0,3 * 4,2 + 0,75 = 2,01 \text{ [mm]}$$

otáčky vrtáku  $n$  [ $\text{min}^{-1}$ ]

posuv na otáčku  $f_{ot}$  [mm/ot] z ST [13] str. 793

#### otáčky vrtáku:

$$n = \frac{1000 * v_c}{\pi * D} = \frac{1000 * 100}{\pi * 4,2} = 7\,579 \text{ [ot/min]} \quad (67)$$

kde:

řezná rychlost  $v_c$  [m/min]

průměr vrtáku  $D$  [mm]

Strojní čas při vrtání průchozích závitových děr							
součást	prvek	$i$ [-]	$l$ [mm]	$n$ [ $\text{min}^{-1}$ ]	$f_{ot}$ [mm/ot]	$v_c$ [m/min]	$t_s$ [s]
upínací deska	M5×0,8	2	27	7 579	0,07	100	7

Tab. 18 - Strojní čas při vrtání průchozích závitových děr

#### strojní čas při řezání závitů:

$$t_s = \left( 2 * \frac{L}{v_f} \right) * i = \left( \frac{\pi * D * 2 * (l_n + l + l_p)}{1000 * v_c * f} \right) * i \quad (68)$$

$$t_s = \left( \frac{\pi * 5 * 2 * (0,75 + 27 + 2,25)}{1000 * 5 * 0,8} \right) * 2 = 0,4712 \text{ [min]} \cong 29 \text{ [s]}$$

kde:

strojní čas při řezání závitů  $t_s$  [min]

dráha závitníku  $L = l_n + l + l_p$  [mm]

náběh závitníku  $l_n = (0,5 \div 1) = 0,75$  [mm] zvoleno

délka závitové díry  $l$  [mm] z výkresů

přeběh vrtáku  $l_p = 0,3 * D + (0,5 \div 1)$  [mm]

$$l_p = 0,3 * 5 + 0,75 = 2,25 \text{ [mm]}$$

posuvová rychlost  $v_f = n * f = \frac{1000 * v_c}{\pi * D} * f$  [mm/min]

počet děr  $i$  [-] z výkresů

řezná rychlost  $v_c = 5$  [m/min] z ST [13] str. 817

posuv  $f = P$  [mm]



Strojní čas při řezání závitů průchozích závitových děr							
součást	prvek	i [-]	l [mm]	n [min <sup>-1</sup> ]	f [mm]	v <sub>c</sub> [m/min]	t <sub>s</sub> [s]
upínací deska	M5×0,8	2	27	319	0,8	5	29

Tab. 19 - Strojní čas při řezání závitů průchozích závitových děr

#### 4.2.6. Návrh výroby neprůchozích závitových děr

Návrh výroby je ukázaný na příkladu výroby neprůchozí závitové díry M10×1,5 – 6H. Nejprve se bude vrtat neprůchozí díra vrtákem o ø8,5 mm do hloubky 19 mm a poté se do ní vyřízne závit zpětným strojním závitníkem M10×1,5 do hloubky 10 mm. Závitová díra se zkontroluje zašroubováním šroubu M10×1,5, protože závitový kalibr M10×1,5 není k dispozici.

##### strojní čas při vrtání:

$$t_s = \frac{L * i}{v_f} = \frac{(l_n + l) * i}{n * f} = \frac{(0,75 + 19) * 1}{3\,745 * 0,115} = 0,0459 \text{ [min]} \cong 3 \text{ [s]} \quad (69)$$

kde:

strojní čas při vrtání t<sub>s</sub> [min]

dráha vrtáku L = l<sub>n</sub> + l [mm]

počet děr i [-] z výkresů

posuvová rychlost v<sub>f</sub> = n \* f [mm/min]

náběh vrtáku l<sub>n</sub> = (0,5 ÷ 1) = 0,75 [mm] zvoleno

délka vrtané díry l [mm] z výkresů

otáčky vrtáku n [min<sup>-1</sup>]

posuv na otáčku f<sub>ot</sub> [mm/ot] z ST [13] str. 793

##### otáčky vrtáku:

$$n = \frac{1000 * v_c}{\pi * D} = \frac{1000 * 100}{\pi * 8,5} = 3\,745 \text{ [ot/min]} \quad (70)$$

kde:

řezná rychlost v<sub>c</sub> [m/min]

průměr vrtáku D [mm]

Strojní čas při vrtání neprůchozích závitových děr							
součást	prvek	i [-]	l [mm]	n [min <sup>-1</sup> ]	f <sub>ot</sub> [mm/ot]	v <sub>c</sub> [m/min]	t <sub>s</sub> [s]
upínací deska	M10×1,5	1	19	3 745	0,115	100	3
pevná deska	M4×0,7	8	7,5	9 646	0,04	100	11
střední deska	M5×0,8	4	11	7 579	0,06	100	7
	M6×1	4	12	6 367	0,07	100	7
pohyblivá deska	M4×0,7	4	7,5	9 646	0,04	100	6
vedlejší jádro	M4×0,7	2	7,5	9 646	0,04	100	3

Tab. 20 - Strojní čas při vrtání neprůchozích závitových děr

### strojní čas při řezání závitů:

$$t_s = \left( 2 * \frac{L}{v_f} \right) * i = \left( \frac{\pi * D * 2 * (l_n + l)}{1000 * v_c * f} \right) * i \quad (71)$$

$$t_s = \left( \frac{\pi * 10 * 2 * (0,75 + 10)}{1000 * 5 * 1,5} \right) * 1 = 0,0901 \text{ [min]} \cong 5,5 \text{ [s]}$$

kde:

strojní čas při řezání závitů  $t_s$  [min]

dráha závitníku  $L = l_n + l$  [mm]

náběh závitníku  $l_n = (0,5 \div 1) = 0,75$  [mm] zvoleno

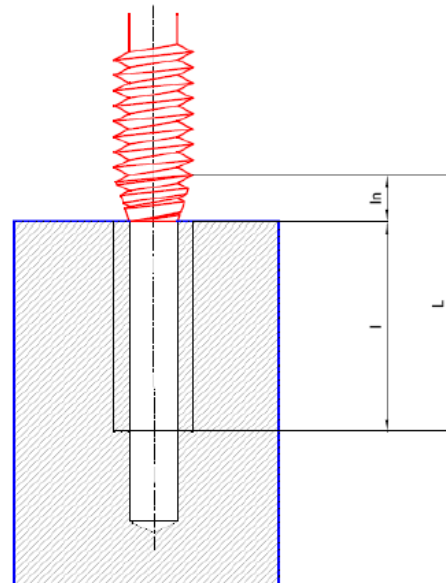
délka závitové díry  $l$  [mm] z výkresů

posuvová rychlost  $v_f = n * f = \frac{1000 * v_c}{\pi * D} * f$  [mm/min]

počet děr  $i$  [-] z výkresů

řezná rychlost  $v_c = 5$  [m/min] z ST [13] str. 817

posuv  $f = P$  [mm]



Obr. 27 – Dráha závitníku [15]

Strojní čas při řezání závitů neprůchozích závitových děr							
součást	prvek	$i$ [-]	$l$ [mm]	$n$ [ $\text{min}^{-1}$ ]	$f$ [mm]	$v_c$ [m/min]	$t_s$ [s]
upínací deska	M10×1,5	1	10	160	1,5	5	5,5
pevná deska	M4×0,7	8	4	398	0,7	5	17
střední deska	M5×0,8	4	5	319	0,8	5	11
	M6×1	4	11,5	266	1	5	23
pohyblivá deska	M4×0,7	4	7	398	0,7	5	14
vedlejší jádro	M4×0,7	2	4	398	0,7	5	5

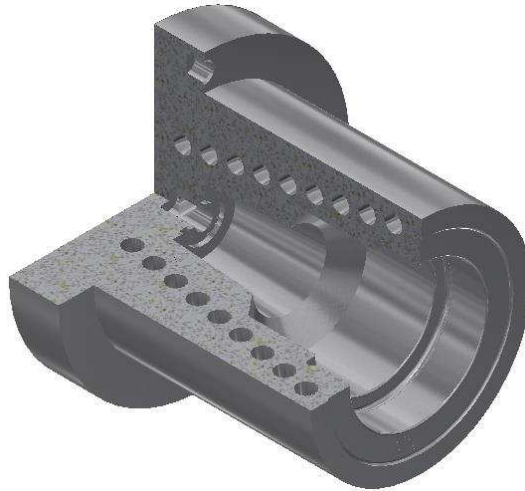
Tab. 21 - Strojní čas při řezání závitů neprůchozích závitových děr

### 4.3. Návrh výroby tisknutých součástí

Tento návrh výroby se týká tří součástí a to tvárnice 1, tvárnice 2 a hlavního jádra. Od každé z těchto součástí se musí vyrobit dva kusy, protože vstříkovací forma je dvounásobná. Nejprve se musí součásti vytisknout na 3D tiskárně EOS M290 s přídatkem 0,15 mm na broušených plochách. Vzhledem k tomu, že tisk na 3D tiskárně závisí na mnoha parametrech, jako je velikost součástí, rychlost tisku, orientace součástí, materiál součástí a tloušťka vrstvy, proto je vhodné každou součást před broušením přeměřit, aby se vědělo, kolik materiálu je třeba odbrousit. Po vytisknutí se součásti přemístí k brusce, což nebude problém, protože součásti váží do 10 kg.

Poté se součást tvárnice 1, která je vidět na Obr. 28 začne brousit. Upne se do sklíčidla brusky na kulato za  $\varnothing 83$  mm (větší průměr). Obrousí se válcová plocha na  $\varnothing 63 \times 6$  (menší

průměr) a přeměří se třmenovým mikrometrem. Dále se musí obrousit čela  $\varnothing 83$  mm a  $\varnothing 63k6$ . Pak se začne brousit dutina součásti, kde je potřeba obrousit dvě kuželové plochy a dvě válcové plochy o  $\varnothing 33,8$  mm a o  $\varnothing 38,9$  mm. Potom se součást vyjme ze sklíčidla a znovu se do něho upne, ale za  $\varnothing 63k6$ . Musí se obrousit vnější válcová plocha na  $\varnothing 83k6$  a čelo tohoto průměru. Brousit se nebude chladicí kanálek, protože není potřeba ho brousit.



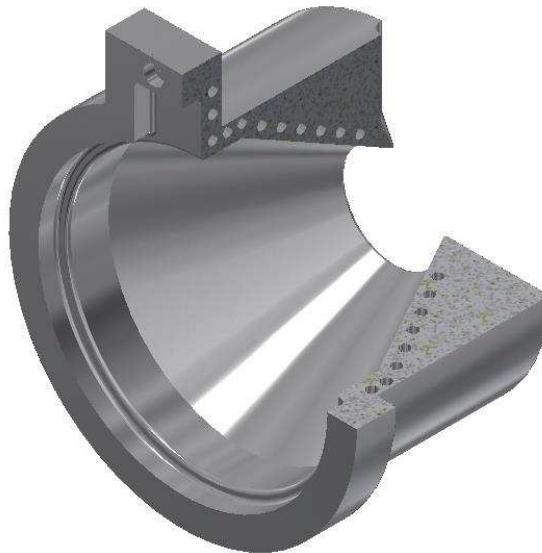
Obr. 28 - Tvárnice 1

Dále je nutno brousit hlavní jádro, které je vidět na Obr. 29. Součást se nejprve upne do sklíčidla brusky na kulato za  $\varnothing 131$  mm (největší průměr) a z druhé strany se podepře vřetenem koníku. Obrousí se vnější tvar součásti dle výkresu, u kuželových ploch bude potřeba natočit brusné vřetenno. Při přemýšlení o způsobu výroby, bylo zjištěno, že bude příznivější z hlediska technologičnosti konstrukce navrhnout středící důlek, aby součást nebyla tolik namáhaná na ohyb při broušení. S tímto návrhem souhlasí i konstruktér, proto se může realizovat. Potom se hlavní jádro znovu upne za  $\varnothing 30 \pm 0,01$  mm a z druhé strany se podepře vřetenem koníku. Obrousí se  $\varnothing 131$  mm, za který byla součást uchycena při prvním upnutí. Pak se odjede s vřetenem koníku a obrousí se čelo  $\varnothing 131$  mm, tím je broušení hlavního jádra dokončeno.



Obr. 29 - Hlavní jádro

Poslední součást k broušení je tvárnice 2, která je vidět na Obr. 30. Součást se upne do sklíčidla brusky na kulato za vnitřní  $\varnothing 137$  mm a obrousí se válcová plocha na  $\varnothing 157k6$ , která se po obroušení přeměří mikrometrem. Poté se tvárnice 2 vyjme ze sklíčidla a znovu se do něho upne, ale za vnější  $\varnothing 157k6$  a obrousí se vnitřní tvar součásti. Hlavní jádro je potřeba dobrousit ručně, protože obsahuje plochy, které nelze brousit strojově.



Obr. 30 – Tvárnice 2

#### 4.4. Návrh výroby vedlejšího jádra

Polotovar vedlejšího jádra o rozměrech  $45 \times 25 \times 12$  mm se umístí do pracovního prostoru frézovacího centra KOVOSVIT MAS MVC 750 A ručně, protože váží 0,5 kg. Polotovar se upne do svěráku za strany dlouhé 45 mm a bude ve svěráku uchycen za 6 mm své výšky. Nejprve se musí frézovat vnější tvar součásti čelní válcovou frézou o  $\varnothing 10$  mm. Pak je nutno frézovat neprůchozí díru o  $\varnothing 5,5$  mm do hloubky 5 mm čelní válcovou frézou o  $\varnothing 2$  mm. Následně se navrtají středy 2 děr navrtávacím vrtákem. Poté je zapotřebí vrtat 2 neprůchozí díry o  $\varnothing 3,3$  mm do hloubky 7,5 mm a řezat 2 neprůchozí závity  $M4 \times 0,7$  do hloubky 4 mm strojním závitníkem. Pak se součást odepne ze svěráku, otočí a znovu upnout za strany dlouhé 45 mm. Součást bude ve svěráku uchycena za 4 mm své výšky a je zapotřebí frézovat vnější tvar součásti, tím je výroba vedlejšího jádra dokončena.



Obr. 31 – Vedlejší jádro

## 5. Ekonomická stránka výroby

V této kapitole jsou spočítány ekonomické záležitosti související s výrobou vstřikovací formy. V Tab. 22 jsou uvedené některé náklady související s výrobou. V řádkách prvního sloupce je uvedeno o jakou součást se jedná. Desky se nakoupí od společnosti Meusburger a následně se obrobí na RTI. Prodejní cena desek je převzata z e-shopu společnosti Meusburger. [16] Dále se v prvním sloupci nachází součásti, které se musí vytisknout na 3D tiskárně a potom obrousit. Mezi tištěné součásti patří tvárnice 1, tvárnice 2 a hlavní jádra. U tištěných součástí se cena za materiál spočítala tak, že se hmotnost součásti v [kg] vynásobila 1 000 [Kč/kg] kovového prášku určeného pro 3D tisk. V předposledním řádku prvního sloupce jsou zařazené ostatní součásti vstřikovací formy, které se pouze nakoupí z e-shopu společnosti Meusburger. [16] V druhém sloupci je uveden počet potřebných kusů. V třetím sloupci jsou již zmíněné ceny za materiál. Ve čtvrtém sloupci bylo z průvodek a norem času spočítáno, kolik času dělník stráví s výrobou a tato suma následně vynásobená 200 Kč/hod (mzda dělníka). V posledním sloupci jsou spočítané náklady na stroje. Zde se čas potřebný na výrobu vynásobil strojní hodinovou sazbou strojů, která byla spočítána v kapitole 3.1 Stroje. Celkové sumy ze sloupců 2 až 5 byly použity do kalkulačního schématu.

součást	počet	přímý mat.	mzda dělníka	náklady na stroje
izolační deska	2	4 050	456	691
upínací deska	2	10 314	585	2 216
pevná deska	1	8 370	588	2 228
střední deska	1	11 232	862	3 266
pohyblivá deska	1	4 482	575	2 179
vyhazovací deska 1	1	3 024	238	361
vyhazovací deska 2	1	3 024	354	1 341
tvárnice 1	2	3 000	1 941	17 976
tvárnice 2	2	18 000	2 304	22 396
hlavní jádro	2	14 000	2 819	26 908
vedlejší jádro	2	150	426	648
ostatní součásti	25	22 734	-	-
<b>celkem</b>	<b>42 [ks]</b>	<b>102 380 [Kč]</b>	<b>11 148 [Kč]</b>	<b>80 636 [Kč]</b>

Tab. 22 - Náklady výroby

### Kalkulační schéma:

Přímý materiál	102 380 [Kč]
+ Režijní materiál (5% z PM)	5 119 [Kč]
= <b>Materiál celkem</b>	107 499 [Kč]
+ Přímé mzdy	11 148 [Kč]
+ Náklady na stroje	80 636 [Kč]
= <b>Vlastní náklady výroby</b>	199 283 [Kč]
+ Správní a odbytová režie (35% z VNV)	69 749 [Kč]
= <b>Úplné vlastní náklady</b>	269 032 [Kč]
+ Zisk (15% z ÚVN)	40 355 [Kč]
= <b>Cena při prodeji za hotové (80% z PC)</b>	309 387 [Kč]
+ Rabat (20% z PC)	77 347 [Kč]
= <b>Prodejní cena</b>	<b>386 734 [Kč]</b>

## 6. Závěr

Cílem této práce bylo navrhnout vhodnou, ekonomicky přijatelnou technologii výroby vstřikovací formy. V tomto případě se konkrétně jedná o vstřikovací formu pro výrobu plastové nálevky, která slouží pro nalévání pohonných hmot do automobilů. K dispozici je 3D model vstřikovací formy a výkres sestavy se seznamem položek (Příloha 1). Bylo nutné vytvořit výrobní výkresy jednotlivých součástí vstřikovací formy (Příloha 2 – 12), aby mohla být navržena vhodná ekonomicky nenáročná technologie výroby.

Na začátku práce byl proveden popis a analýza sestavy vstřikovací formy i jejich součástí po stránce technologičnosti konstrukce. Při hodnocení technologičnosti konstrukce byly stanoveny návrhy na změny konstrukce výrobku, aby se zjednodušila a zlevnila výroba. Návrhy na změny konstrukce jsou uvedené v Tab. 9. Většina těchto návrhů byla po dohodě s konstruktérem realizována. Dva návrhy nebyly konstruktérem schváleny.

První návrh spočíval v redukci počtu velikosti použitých šroubů v sestavě vstřikovací formy, aby se zjednodušil nákup, skladování a montáž. Realizace tohoto návrhu nebyla možná, protože v nakoupených součástech, které se montují do vstřikovací formy, jsou již otvory pro šrouby o určité velikosti.

Druhý návrh spočíval ve zvětšení vyhazovačů, aby se nemusely pro ně vyrábět malé díry, které mají navíc obdélníkový průřez. Návrh nemůže být uskutečněn, protože by nedošlo k vyhození výrobků ze vstřikovací formy.

Z technologičnosti konstrukce součástí také vyplynuly požadavky na výrobní prostředky, které jsou uvedené v Tab. 11. Zda se výrobní prostředky potřebné pro výrobu nachází na Regionálním technologickém institutu, kde je plánovaná výroba, bylo zjištěno osobní prohlídkou. Informace k výrobním prostředkům byly získány od obsluhy strojů a technická data od výrobců strojů. Po shromáždění informací bylo rozhodnuto, zda jsou požadavky na výrobní prostředky naplněny či nenaplněny, toto je uvedeno v Tab. 13 a Tab. 14. Většina požadavků na stroje je naplněna. Není splněn požadavek na přesnost u stroje KOVOSVIT MAS MCV 750 A, to ovšem není zásadní problém, protože jen některé součásti je potřeba vyrobit s přesností na 0,01 mm a ty lze vyrobit na stroji DMG/MORI SEIKI DMU 65 monoBLOCK. Ostatní součásti, které nemají požadavek na přesnost 0,01 mm lze na stroji MCV 750 A vyrábět. Při návrhu výroby se bral ohled na toto omezení. Dále není naplněn požadavek na přesnost 3D tiskárny, ale to bylo předpokládáno, proto jsou navrženy pro výrobu brusky, kterými budou vytisknuté součásti dobroušeny.

Navržené prostředky pro výrobu vstřikovací formy, zejména nástroje a měřidla jsou k dispozici na Regionálním technologickém institutu (RTI) jen některé, z tohoto důvodu byl návrh výroby omezen a nebylo možno návrh výroby provést ve variantách. Jak již bylo zmíněno v kapitole 4 Návrh výroby, tak nástroje a měřidla by mohly být dokoupeny, ale protože se jedná o čistě kusovou výrobu a výroba vstřikovacích forem není a zřejmě do budoucna ani nebude náplní RTI, tak bylo ekonomické od nákupu upustit. V návrhách výroby byly mimo jiné vypočítány strojní časy pro jednotlivé technologie, které byly následně využity při určování norem času a tyto normy jsou v Přílohách 26 - 36. Výsledné časy norem byly použity při vypracování průvodek, které jsou též uvedeny v Přílohách 15 – 25. Vzhledem k tomu, že se jedná o kusovou výrobu, bylo na tuto skutečnost po celou dobu přihlíženo a bylo snahou navrhnout výrobu vstřikovací formy jednoduchou a levnou.

## Použitá literatura a zdroje

- [1] DOBRONĚ, Martin. Plasty v automobilovém průmyslu. *MM Průmyslové spektrum* [online]. 2013 [cit. 2016-10-20]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/plasty-v-automobilovem-prumyslu.html>
- [2] Konformní chlazení. [Http://www.innomia.cz](http://www.innomia.cz) [online]. Jaroměř: Innomia, 2012. Dostupné z: <http://www.innomia.cz/sluzby/konformni-chlazení>
- [3] JERSÁK, Jan. Navrhování hospodárných řezných podmínek při obrábění. In: Slide player [online]. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2012 [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <http://slideplayer.cz/slide/2436269/>
- [4] Základní vzorce pro frézování. TaeguTec [online]. Korea: TaeguTec, 2017. Dostupné z: [http://www.taegutec.cz/innotool/prirucka\\_obrabeni\\_2114.pdf](http://www.taegutec.cz/innotool/prirucka_obrabeni_2114.pdf)
- [5] Obráběcí centrum KOVOSVIT MAS MCV 750 A. In: Centes [online]. České Budějovice: Centes, 2016 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <http://cetes.cz/vyroba/obrabeni-kovu/cnc-obrabeni/cnc-frezovani/>
- [6] KLEINOVÁ, Jana. *Ekonomické hodnocení výrobních procesů*. Plzeň, 2011. Texty ke cvičení. Západočeská univerzita v Plzni.
- [7] Frézovací centrum DMU 65 monoBLOCK. DMG MORI [online]. Japonsko: DMG MORI, 2017. Dostupné z :<http://cz.dmgmori.com/products/milling-machines/universal-milling-machines-for-5-sided-5-axis-machining/dmu-monoblock/dmu-65-monoblock>
- [8] Bruska BARNARDO URS 500 N. BERNARDO [online]. Rakousko: BERNARDO, 2013. [http://www.bernardo.at/shop/media/catalog/product/cache/10/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/0/5/05-1370\\_2.jpg](http://www.bernardo.at/shop/media/catalog/product/cache/10/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/0/5/05-1370_2.jpg)
- [9] Bruska BARNARDO BSG 2550 AHD. BERNARDO [online]. Rakousko: BERNARDO. [http://www.bernardo.at/shop/media/catalog/product/cache/10/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/0/5/05-1443\\_12.jpg](http://www.bernardo.at/shop/media/catalog/product/cache/10/image/9df78eab33525d08d6e5fb8d27136e95/0/5/05-1443_12.jpg)
- [10] Drátová řezačka FANUC ROBOCUT  $\alpha$ -C400iB. In: PENTA TRADING, spol. s r.o. [online]. Praha: PENTA TRADING, 2016 [cit. 2017-03-06]. Dostupné z: <http://www.penta-edm.cz/fanuc-robocut-a-c400ib-dratova-rezacka/>
- [11] MEISTER, Jake. 3D tiskárna EOS M290. In: Product Design and Development [online]. USA: Product Design and Development, 2015 [cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <https://www.pddnet.com/news/2015/11/eos-unveil-new-technology-discuss-portfolio-upcoming-trade-fair>

[12] Vrtání, vyhrubování, vystružování. *Elektronická učebnice strojírenství* [online]. Olomouc: Eluc, 2017. Dostupné z: <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/1821>

[13] LEINVEBER, Jan a Pavel Vávra. *Strojnické tabulky*. 2. dopl. vyd. Praha 1: Albra, 2005. ISBN 80-7361-011-6.

[14] Technologie 2. *Technická univerzita Ostrava* [online]. Ostrava: Technická univerzita Ostrava, 2017. Dostupné z: [http://homel.vsb.cz/~cep77/PDF/skripta\\_Technologie\\_II\\_2dil.pdf](http://homel.vsb.cz/~cep77/PDF/skripta_Technologie_II_2dil.pdf)

[15] VYŠATA, Jiří. *Výpočet strojních časů* [online]. Plzeň, 2014 [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <https://portal.zcu.cz>

[16] Meusburger. Meusburger [online]. Wolfurt, Rakousko: Meusburger, 2017. Dostupné z: <http://www.meusburger.com/>

## Seznam obrázků

Obr. 1 - Nálévka .....	10
Obr. 2 - Řez vstříkovací formy shora .....	12
Obr. 3 - Vstříkovací forma zepředu.....	13
Obr. 4 - Izolační deska.....	16
Obr. 5 - Upínací deska .....	17
Obr. 6 - Pevná deska.....	18
Obr. 7 - Střední deska .....	20
Obr. 8 - Původní návrh (vlevo) a návrh na změnu (vpravo).....	20
Obr. 9 - Pohyblivá deska.....	22
Obr. 10 - Vyhazovací deska 1 .....	23
Obr. 11 - Vyhazovací deska 2 .....	24
Obr. 12 - Hlavní jádro.....	25
Obr. 13 - Tvárnice 1 (vlevo) a tvárnice 2 (vpravo) .....	25
Obr. 14 - Klasické chlazení (vlevo) a konformní chlazení (vpravo) [2] .....	26
Obr. 15 – Tvárnice 1 (vlevo) a návrh na změnu (vpravo) .....	26
Obr. 16 - Vedlejší jádro (vlevo) a návrh na změnu (vpravo).....	27
Obr. 17 - Pohyblivá deska v řezu .....	29
Obr. 18 - MCV 750 A [5] .....	32
Obr. 19 - DMU 65 monoBLOCK [7] .....	34
Obr. 20 - URS 500 N [8] .....	36
Obr. 21 - BSG 2550 AHD [9].....	37
Obr. 22 - ROBOCUT $\alpha$ -C400iB [10] .....	39
Obr. 23 - 3D tiskárna EOS M290 [11] .....	40
Obr. 24 - Postup výroby přesné díry o $\varnothing 30H7$ [12].....	45
Obr. 25 - Dráha vrtáku [14] .....	46
Obr. 26 - Hrubování při výrobě díry o $\varnothing 63H7$ .....	49
Obr. 27 – Dráha závitníku [15] .....	52
Obr. 28 - Tvárnice 1 .....	53
Obr. 29 - Hlavní jádro.....	53
Obr. 30 – Tvárnice 2 .....	54



## Seznam tabulek

Tab. 1 - Výrobní prostředky pro výrobu upínací desky .....	18
Tab. 2 - Výrobní prostředky pro výrobu pevné desky.....	19
Tab. 3 - Výrobní prostředky pro výrobu střední desky .....	21
Tab. 4 - Výrobní prostředky pro výrobu pohyblivé desky .....	22
Tab. 5 - Výrobní prostředky pro výrobu vyhazovací desky 1 .....	23
Tab. 6 - Výrobní prostředky pro výrobu vyhazovací desky 2 .....	24
Tab. 7 - Výrobní prostředky pro výrobu tisknutých součástí .....	27
Tab. 8 - Výrobní prostředky pro výrobu tisknutých součástí .....	28
Tab. 9 - Návrhy na změny konstrukce.....	29
Tab. 10 - Měrné řezné odpory pro ocel [3].....	31
Tab. 11 - Požadavky na výrobní prostředky .....	31
Tab. 12 - Nástroje, měřidla, upínací prostředky, manipulační a zdvihací prostředky.....	43
Tab. 13 - Stav požadavků na výrobní prostředky 1 .....	43
Tab. 14 - Stav požadavků na výrobní prostředky 2.....	44
Tab. 15 – Strojní čas při vrtání průchozích tolerovaných děr .....	46
Tab. 16 - Strojní čas při vyhrubování průchozích tolerovaných děr .....	47
Tab. 17 – Strojní čas při vystružování průchozích tolerovaných děr .....	48
Tab. 18 - Strojní čas při vrtání průchozích závitových děr.....	50
Tab. 19 - Strojní čas při řezání závitů průchozích závitových děr .....	51
Tab. 20 - Strojní čas při vrtání neprůchozích závitových děr .....	51
Tab. 21 - Strojní čas při řezání závitů neprůchozích závitových děr .....	52

## Seznam dodaných příloh z bakalářské práce

Příloha 1 - výkres sestavy vstříkovací formy

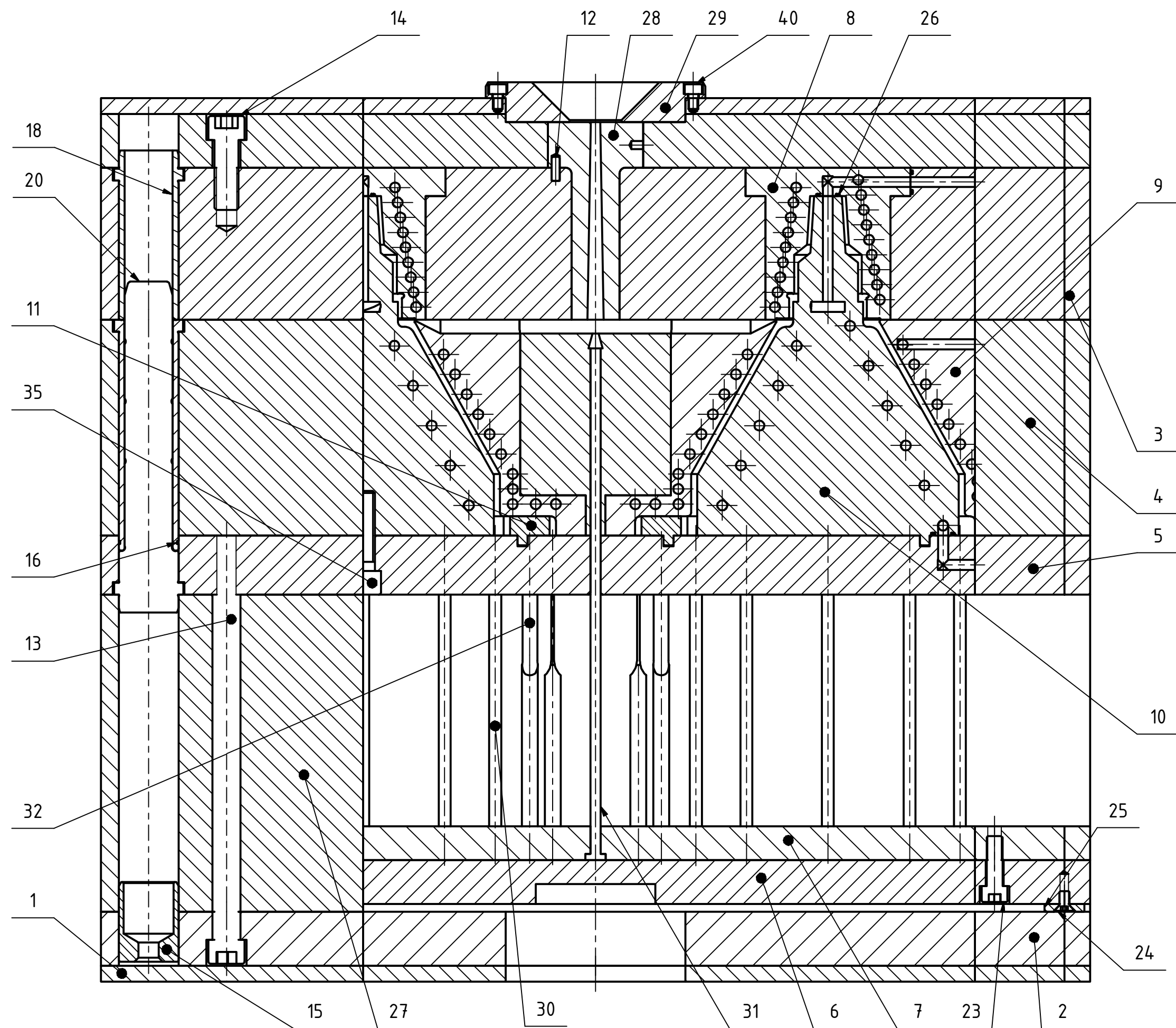
## Seznam vytvořených příloh k diplomové práci

Příloha 2 - výrobní výkres izolační desky  
Příloha 3 - výrobní výkres upínací desky  
Příloha 4 - výrobní výkres pevné desky  
Příloha 5 - výrobní výkres střední desky  
Příloha 6 - výrobní výkres pohyblivé desky  
Příloha 7 - výrobní výkres vyhazovací desky 1  
Příloha 8 - výrobní výkres vyhazovací desky 2  
Příloha 9 - výrobní výkres vložky 1  
Příloha 10 - výrobní výkres vložky 2  
Příloha 11 - výrobní výkres hlavního jádra  
Příloha 12 - výrobní výkres vedlejšího jádra  
Příloha 15 - průvodka izolační desky  
Příloha 16 - průvodka upínací desky  
Příloha 17 - průvodka pevné desky  
Příloha 18 - průvodka střední desky  
Příloha 19 - průvodka pohyblivé desky  
Příloha 20 - průvodka vyhazovací desky 1  
Příloha 21 - průvodka vyhazovací desky 2  
Příloha 22 - průvodka vložky 1  
Příloha 23 - průvodka vložky 2

- Příloha 24 - průvodka hlavního jádra
- Příloha 25 - průvodka vedlejšího jádra
- Příloha 26 - norma času operace u izolační desky
- Příloha 27 - norma času operace u upínací desky
- Příloha 28 - norma času operace u pevné desky
- Příloha 29 - norma času operace u střední desky
- Příloha 30 - norma času operace u pohyblivé desky
- Příloha 31 - norma času operace u vyhazovací desky 1
- Příloha 32 - norma času operace u vyhazovací desky 2
- Příloha 33 - norma času operace u vložky 1
- Příloha 34 - norma času operace u vložky 2
- Příloha 35 - norma času operace u hlavního jádra
- Příloha 36 - norma času operace u vedlejšího jádra

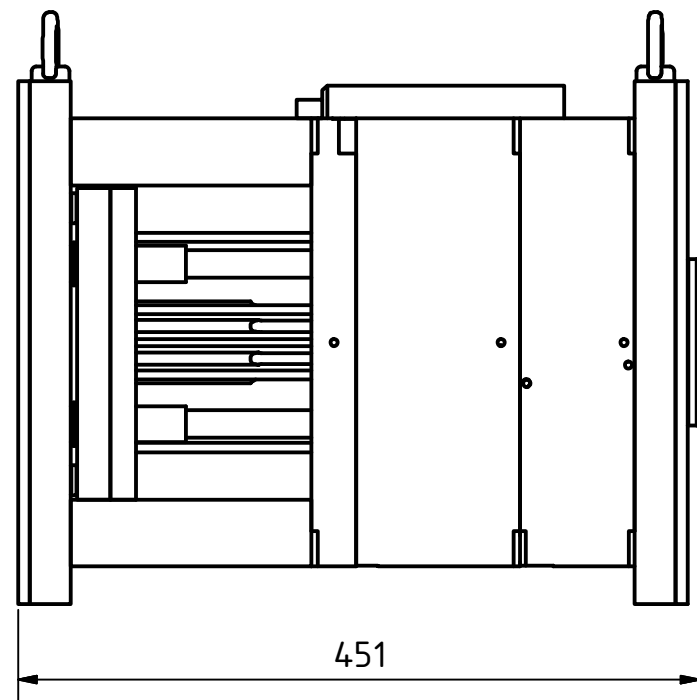
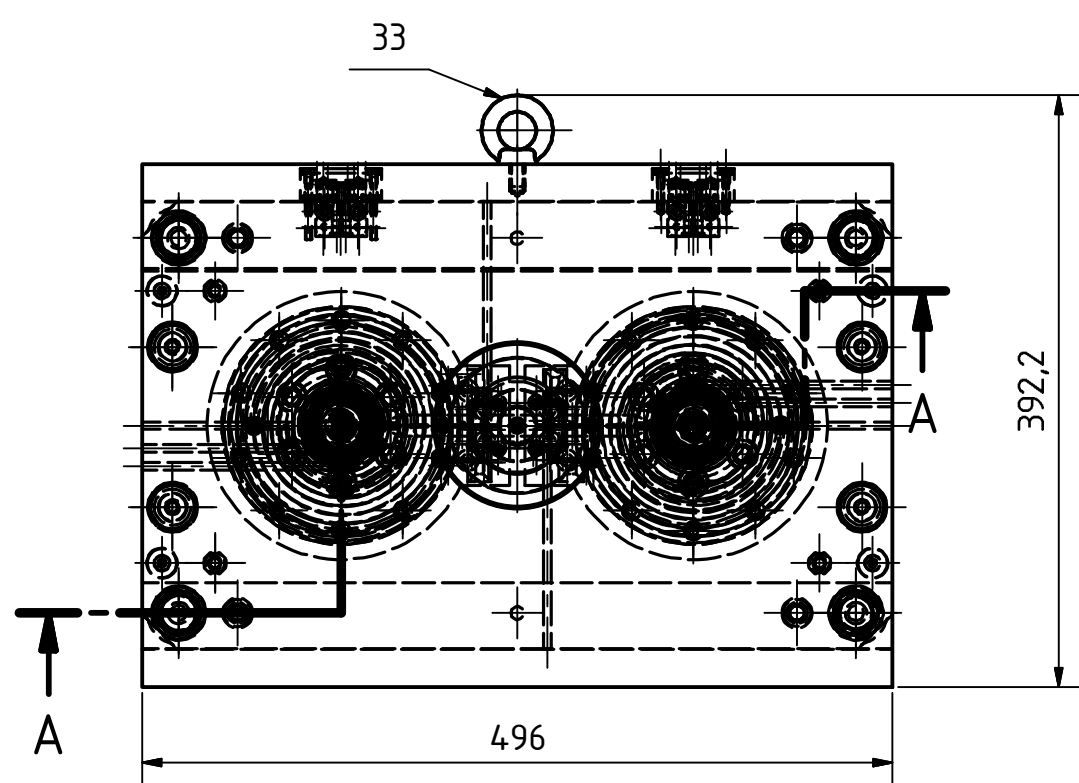
### **Seznam ostatních příloh k diplomové práci**

- Příloha 13 - materiálový list oceli 19 083
- Příloha 14 - materiálový list oceli 19 520



1 : 5

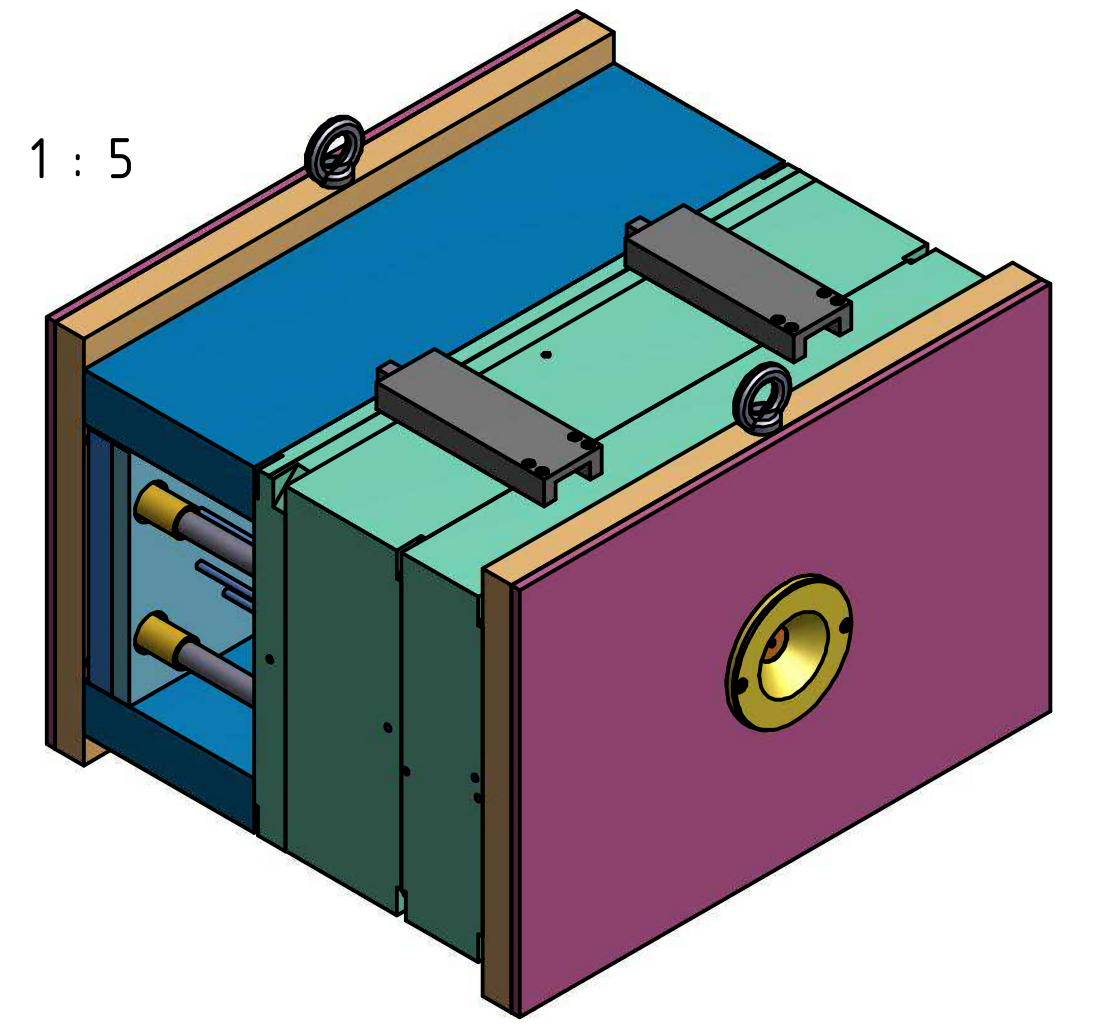
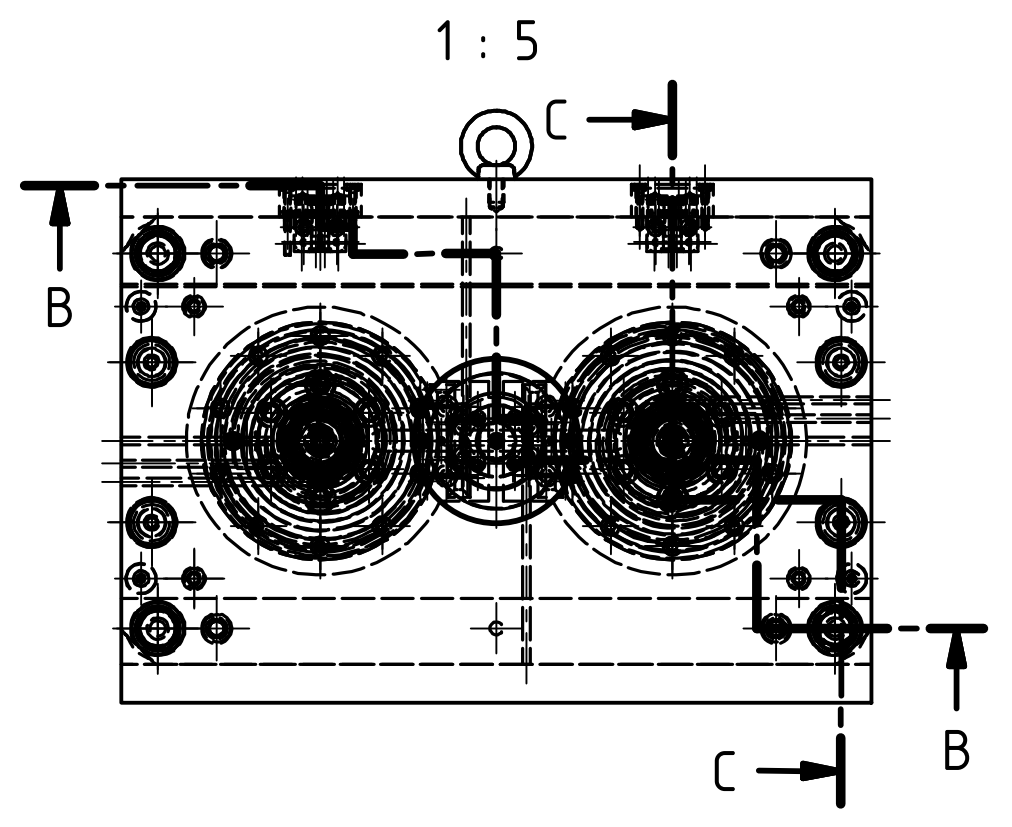
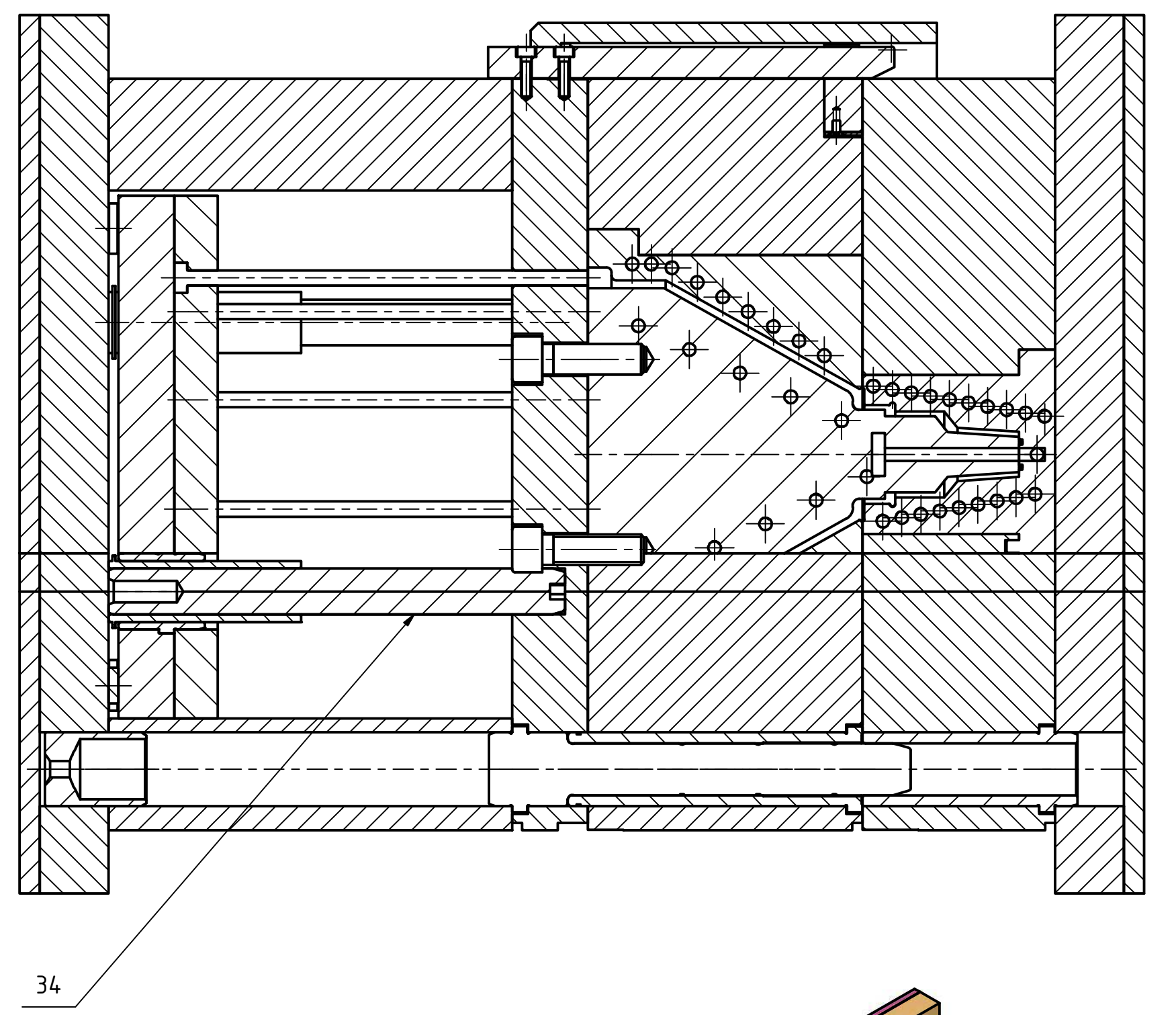
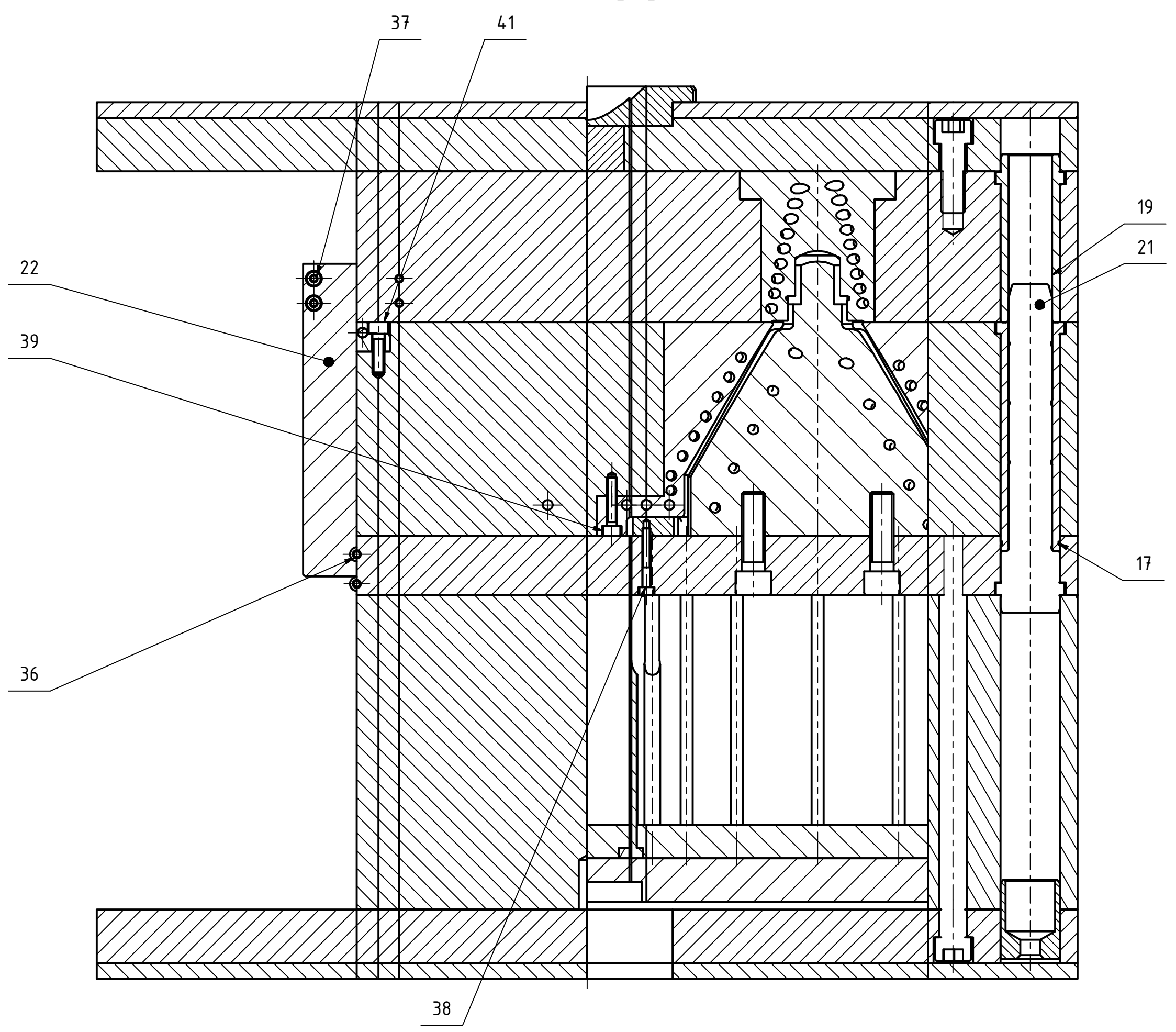
1 : 5



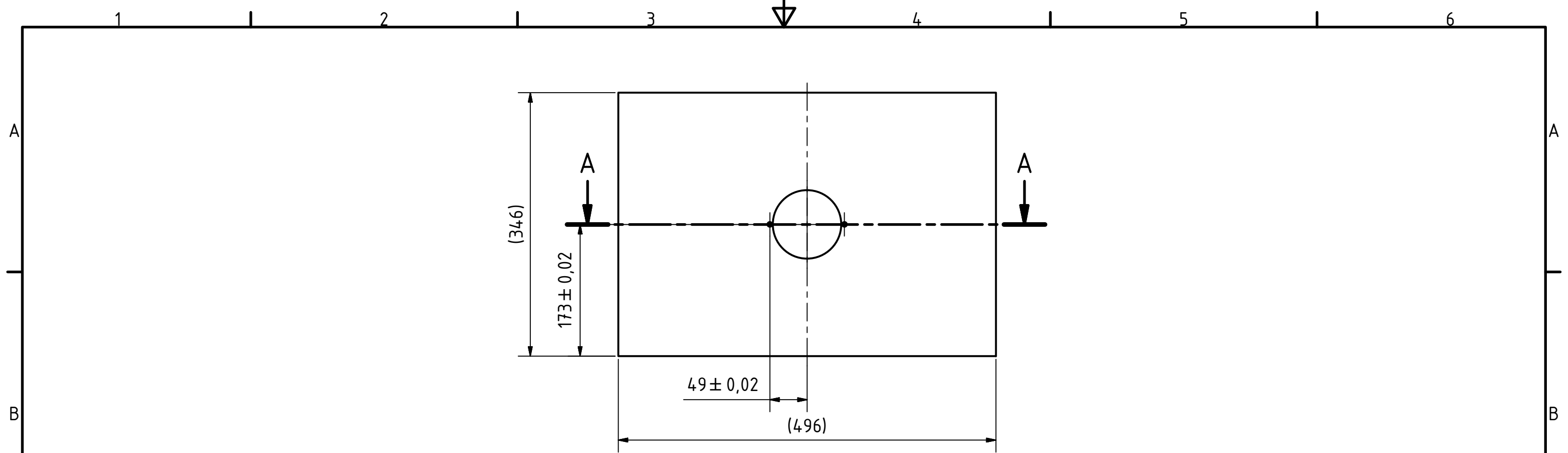
41	ŠROUB M6x20	ISO 4762 - M6x20			4
40	ŠROUB M5x8	ISO 4762 - M5x8			2
39	ŠROUB M5x25	ISO 4762 - M5x25			4
38	ŠROUB M4x30	ISO 4762 - M4x30			4
37	ŠROUB M4x25	ISO 4762 - M4x25			12
36	ŠROUB M4x16	ISO 4762 - M4x16			4
35	ŠROUB M12x40	ISO 4762 - M12x40			13
34	E_1330_18x180_90_1	MEUSBURGER			4
33	E_1272_10	MEUSBURGER			2
32	E_1725_7.5_1.5x200	MEUSBURGER			8
31	E_1710_5x315	MEUSBURGER			1
30	E_1710_6x200	MEUSBURGER			20
29	E_1362_110_90_26x20	MEUSBURGER			1
28	E_1600_24x116_5	MEUSBURGER			1
27	F_70_296_496_44_116	MEUSBURGER			2
26	E_2130_8x1.5	MEUSBURGER			8
25	E_1500_20	MEUSBURGER			4
24	E_1220_5x10	MEUSBURGER			4
23	E_1200_8x25	MEUSBURGER			4
22	E_1820_54_160_0_1	MEUSBURGER			2
21	E_1000_22-22_135	MEUSBURGER			1
20	E_1000_24-22_135	MEUSBURGER			3
19	E_1100_22-76	MEUSBURGER			1
18	E_1100_24-76	MEUSBURGER			3
17	E_1110_22-116	MEUSBURGER			1
16	E_1110_24-116	MEUSBURGER			3
15	E_1160_30x40	MEUSBURGER			4
14	E_1200_12x35	MEUSBURGER			4
13	E_1200_12x150	MEUSBURGER			4
12	ČEP	BP/JP/2015/014	11 500	0,001 kg	1
11	VEDLEJŠÍ JÁDRO	BP/JP/2015/013	19 520	0,066 kg	2
10	HLAVNÍ JÁDRO	BP/JP/2015/012	19 520	7,098 kg	2
9	VLOŽKA 2	BP/JP/2015/011	19 520	8,771 kg	2
8	VLOŽKA 1	BP/JP/2015/010	19 520	1,553 kg	2
7	VYHAZOVAČÍ DESKA 2	BP/JP/2015/009	19 083	13,006 kg	1
6	VYHAZOVAČÍ DESKA 1	BP/JP/2015/008	19 083	16,825 kg	1
5	POHYBLIVÁ DESKA	BP/JP/2015/006	19 083	32,532 kg	1
4	MEZILEHLÁ DESKA	BP/JP/2015/005	19 083	86,568 kg	1
3	PEVNÁ DESKA	BP/JP/2015/004	19 083	81,149 kg	1
2	UPÍNAČÍ DESKA 1	BP/JP/2015/003	19 083	35,045 kg	1
1	IZOLAČNÍ DESKA	BP/JP/2015/002	19 083	10,378 kg	2
POZICE	POPIS	ČÍSLO SOUČÁSTI	MATERIÁL	HMOTNOST	KS

SEZNAM POLOŽEK

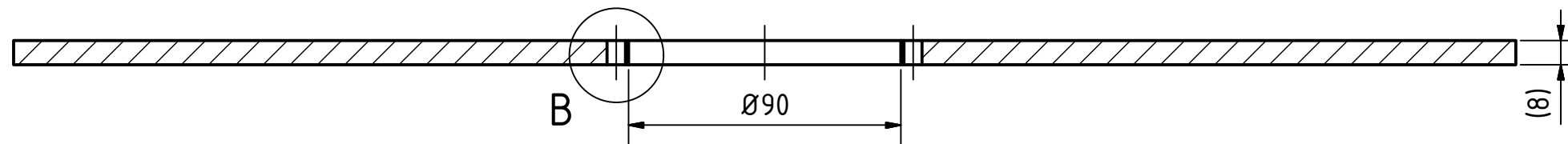
Měřítko	1:2	Hmotnost (kg)	425	Promítání		Formát	A2
Kreslil	JIŘÍ PENZENSTADLER	Název	VSTŘIKOVACÍ FORMA				
Datum	20.5.2015	Číslo dokumentu	BP/JP/2015/001				
Schválil		Druh dokumentu	VÝKRES SESTAVY				
Datum							
KKS	KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ						



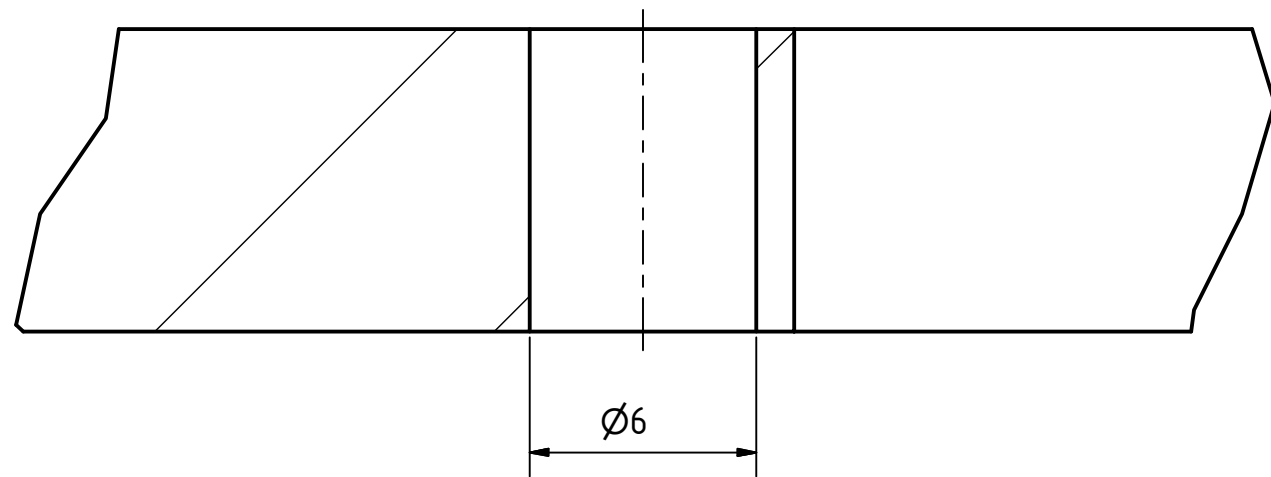
Měřítko	1:2	Hmotnost (kg)	425	Promítání		Formát	A2
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil	JIŘÍ PENZENSTADLER		Název		VSTŘIKOVACÍ FORMA	
	Datum	20.5.2015		Schválil		Číslo dokumentu	
KKS	KATEDRA KONSTRUOVÁNÍ STROJŮ		Druh dokumentu		BP/JP/2015/001		List 1 List 2
	VÝKRES SESTAVY						



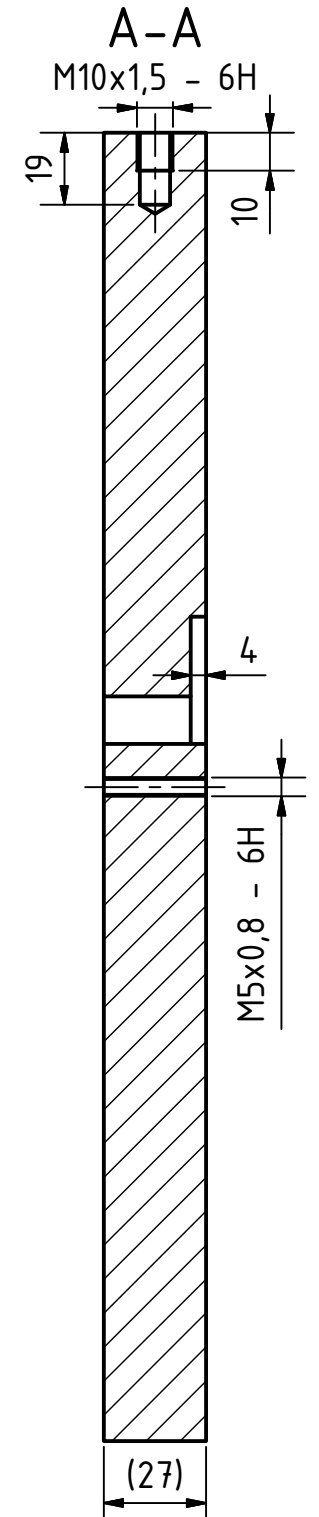
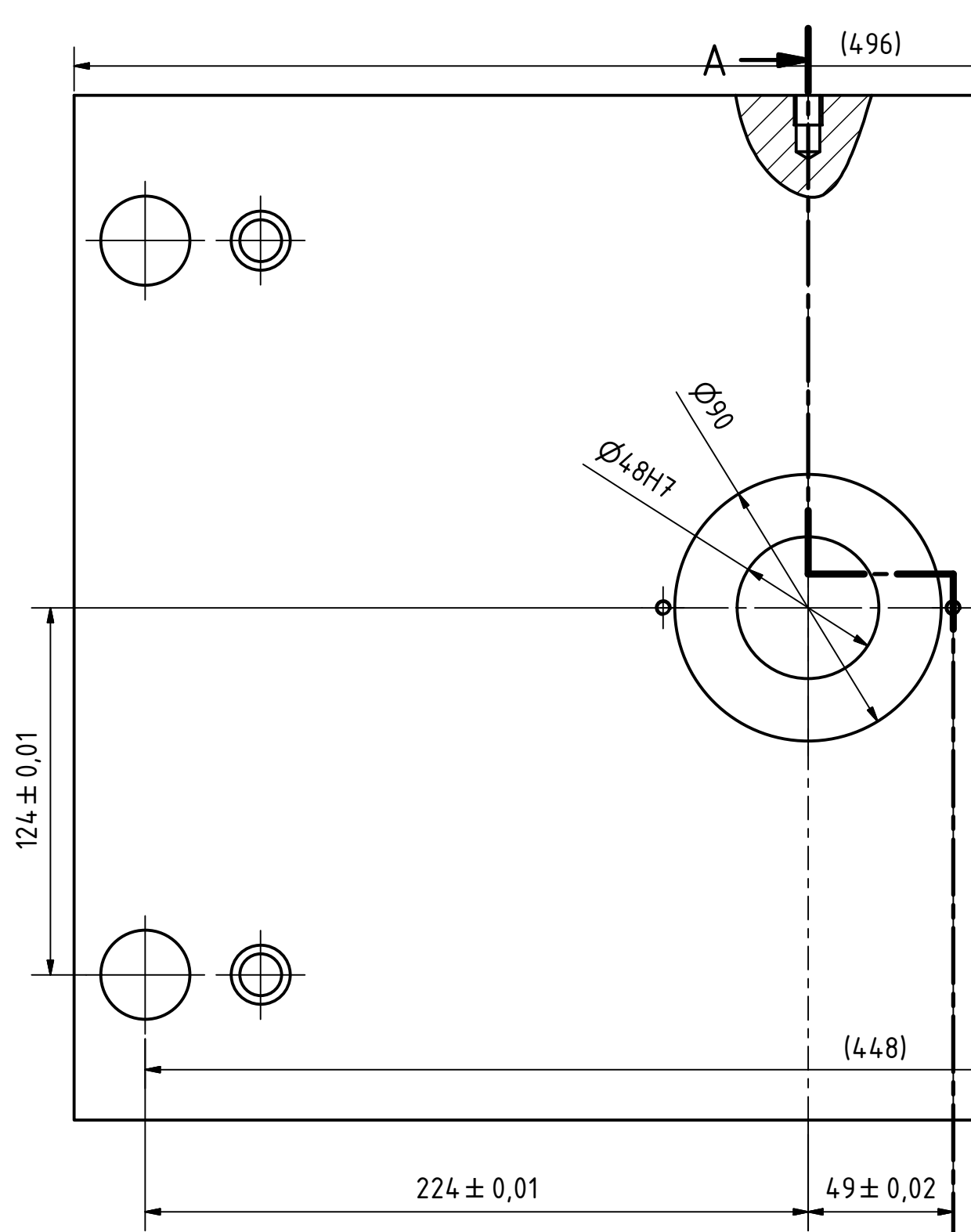
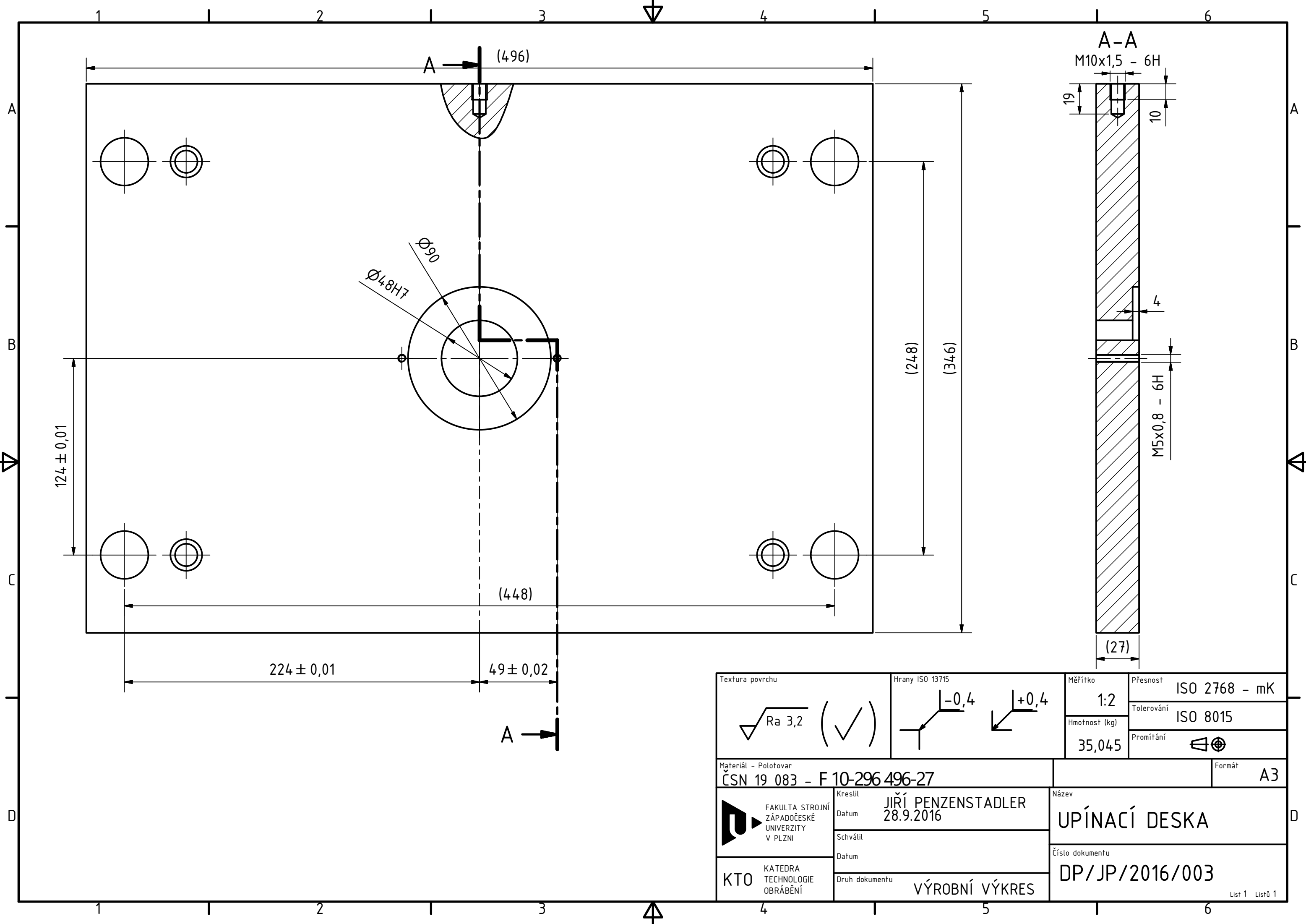
A-A ( 1 : 2 )



B ( 5 : 1 )

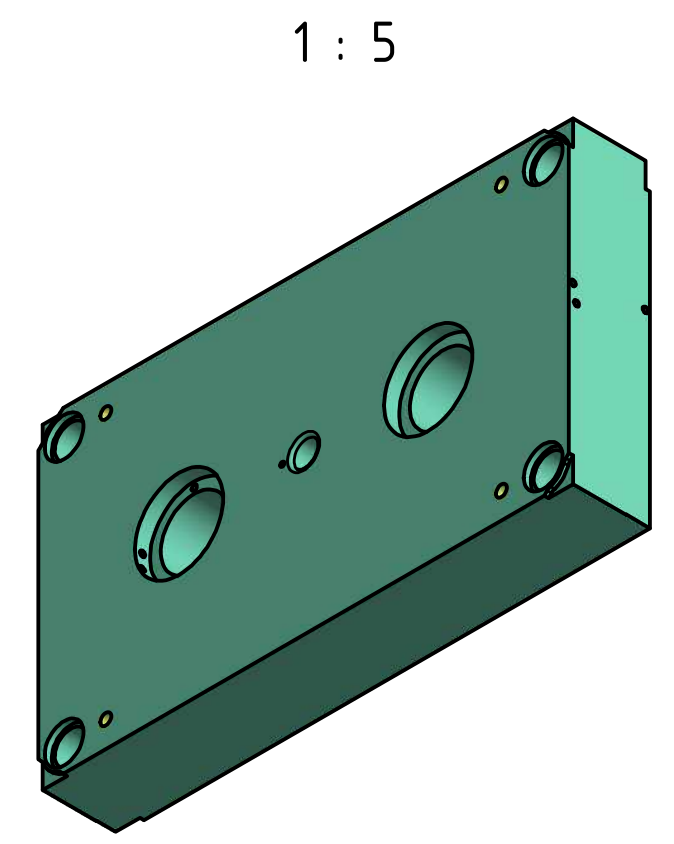
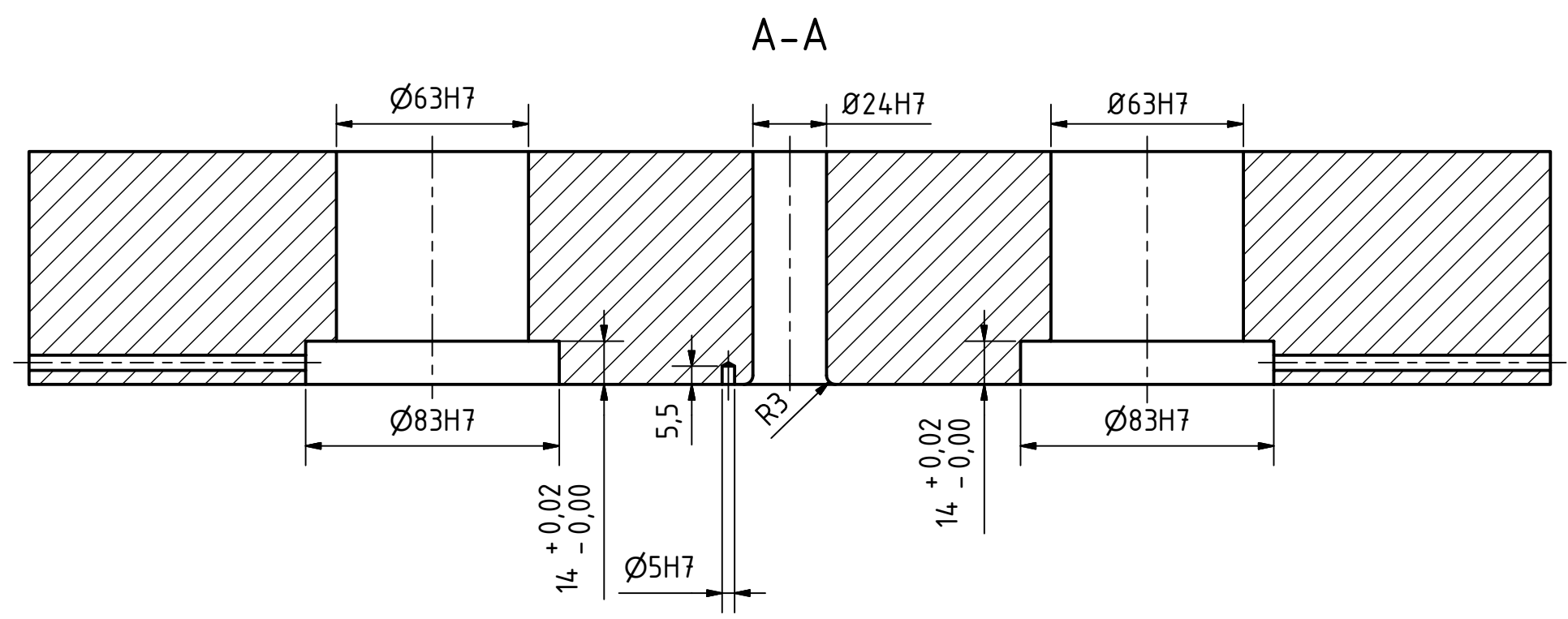
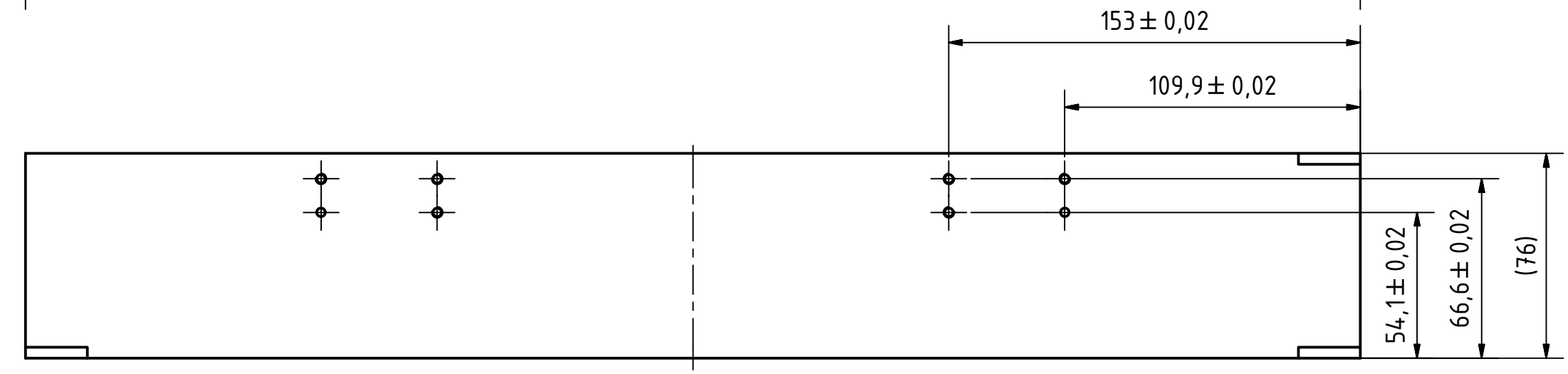
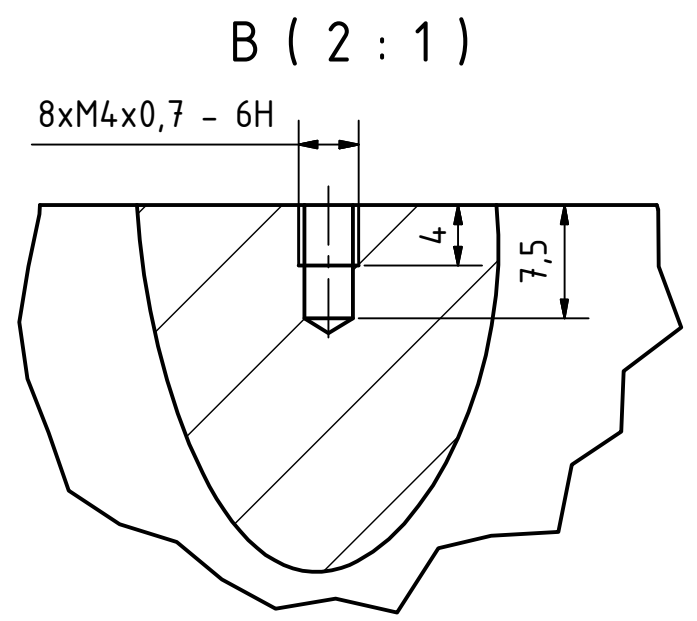
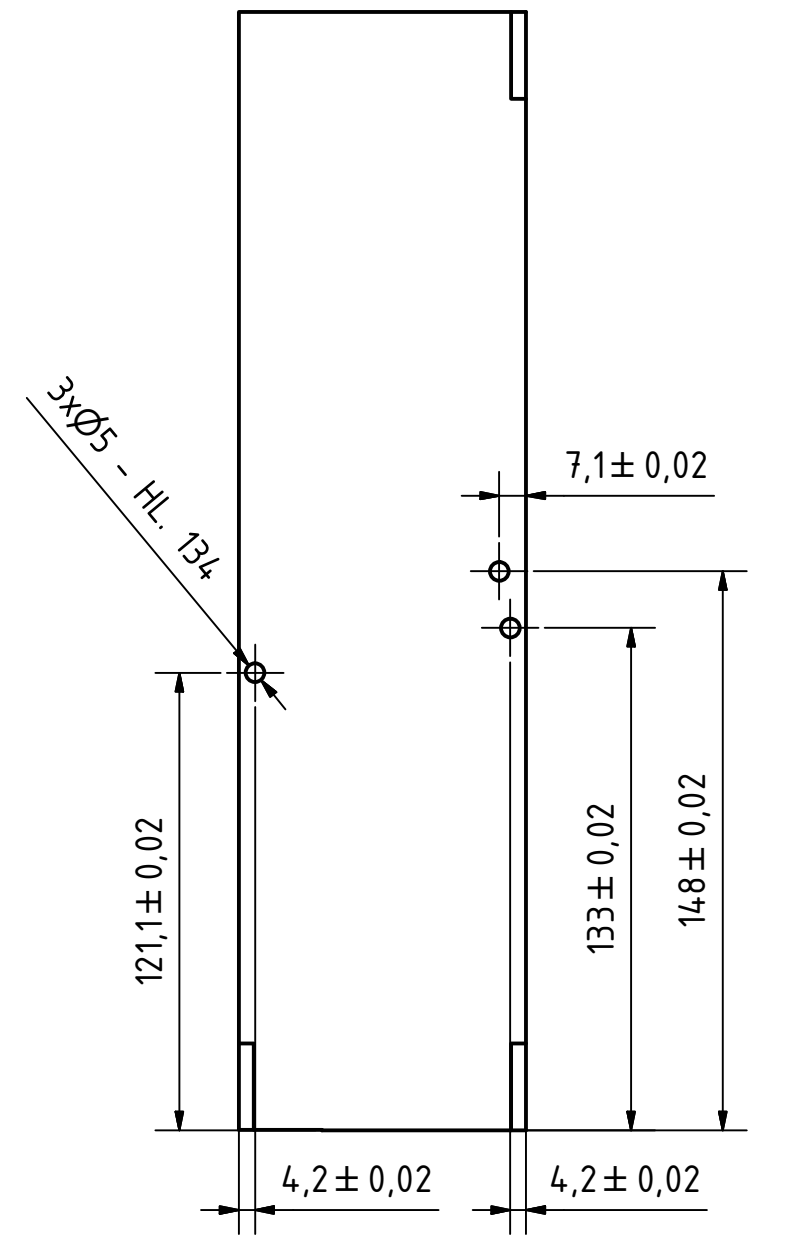
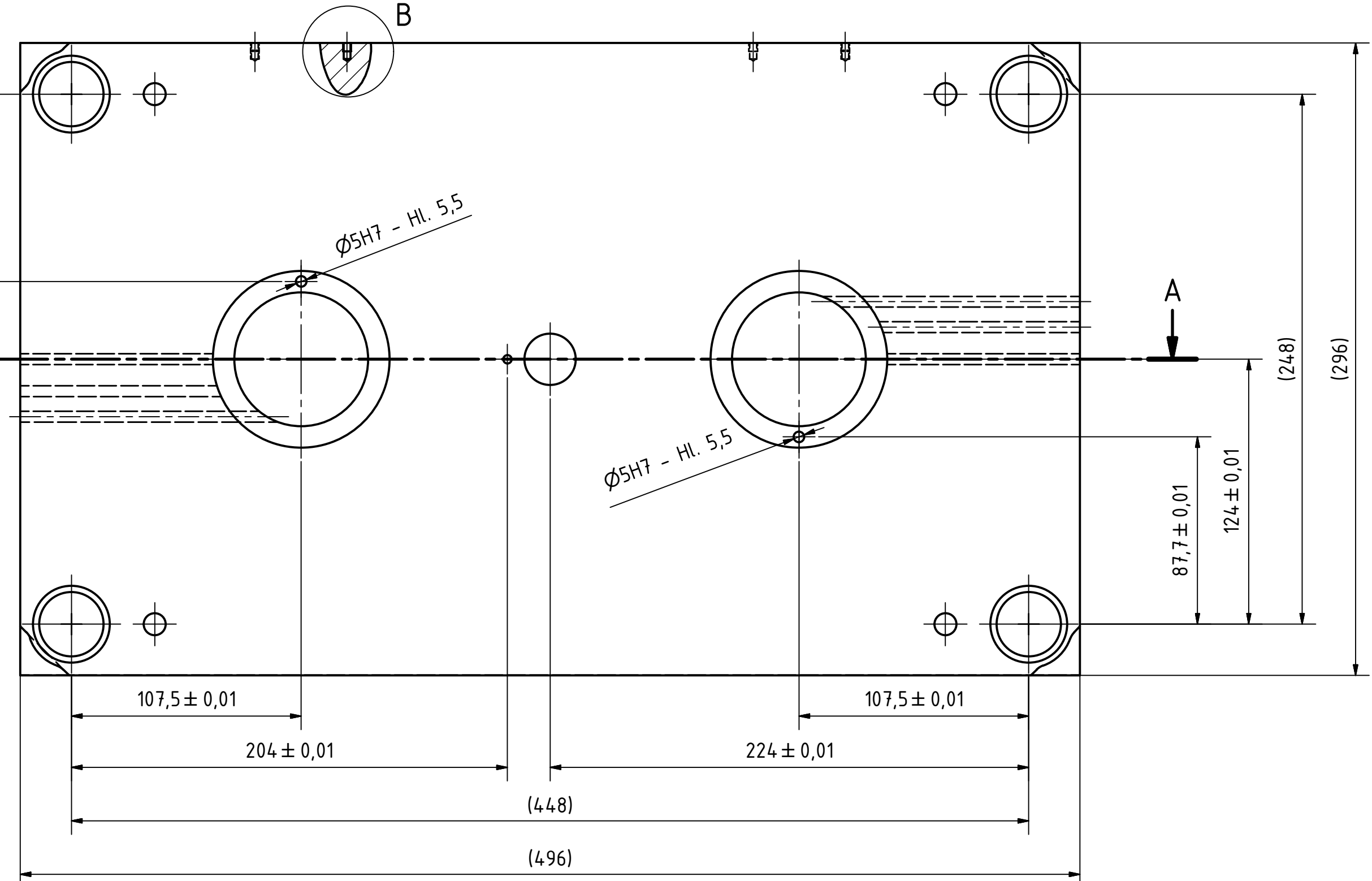
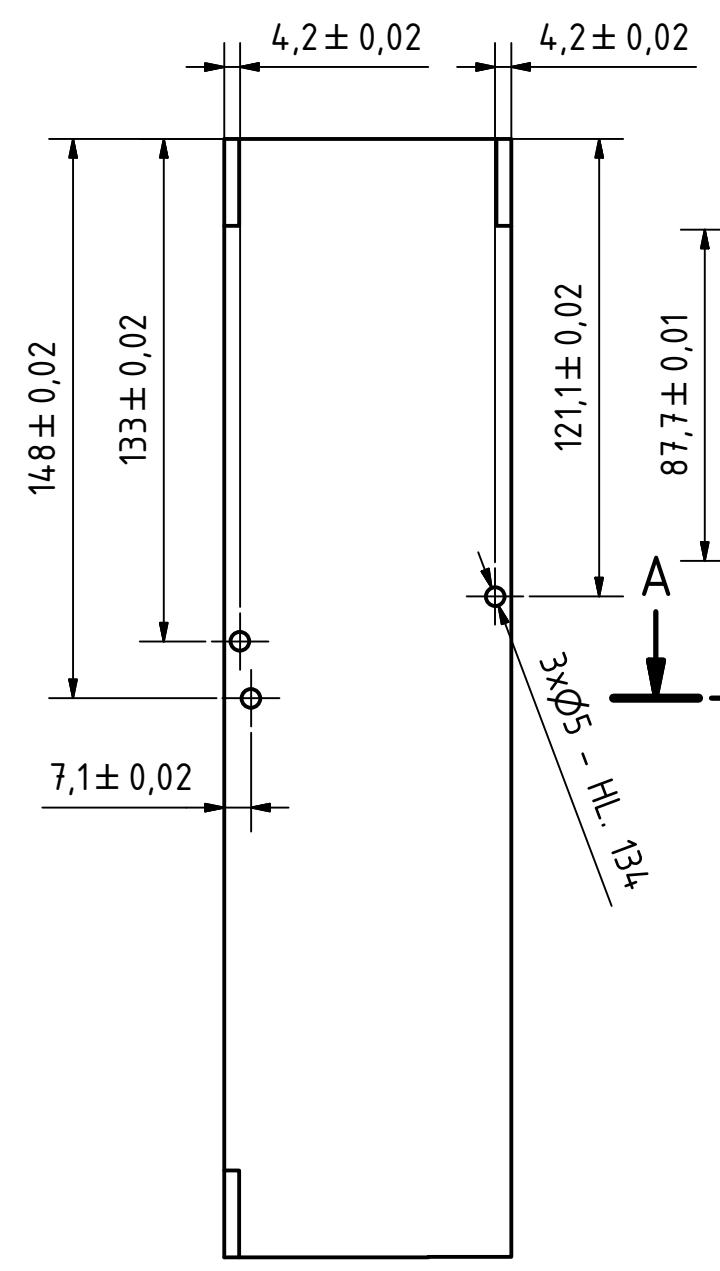


Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítka	Přesnost
		1:5	ISO 2768 - mK
Materiál - Polotovár <b>kompozit - E 1400-346 496-8-90-1</b>		Hmotnost (kg)	Tolerování
		9,378	ISO 8015
		Promítání	
		Formát A3	
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil	Název	
	Datum	JIŘÍ PENZENSTADLER 28.9.2016	IZOLAČNÍ DESKA
KTO KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ	Schválil	Číslo dokumentu	
	Datum	DP/JP/2016/002	
Druh dokumentu		List 1 Listů 1	
VÝROBNÍ VÝKRES			

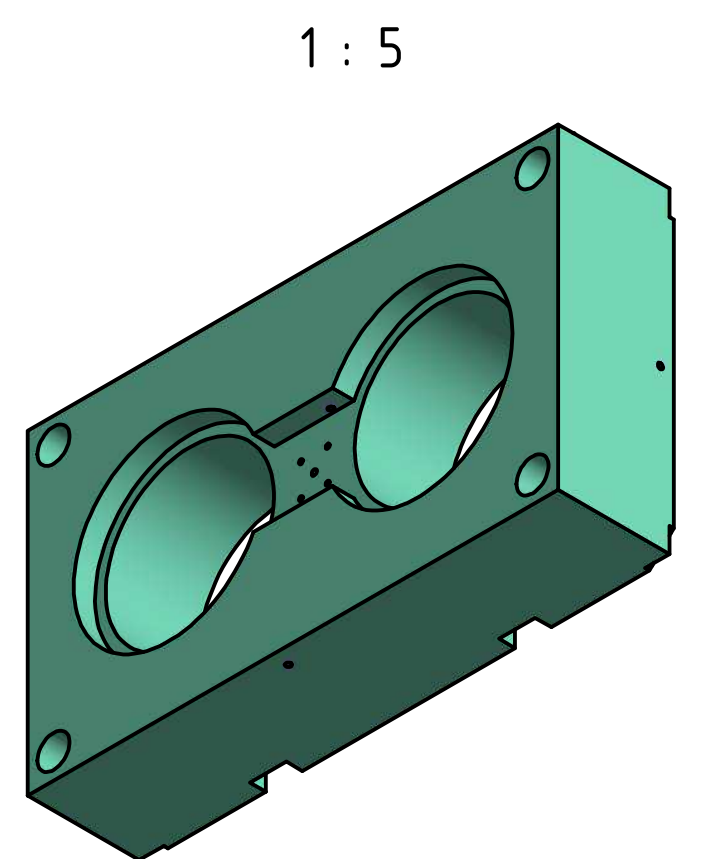
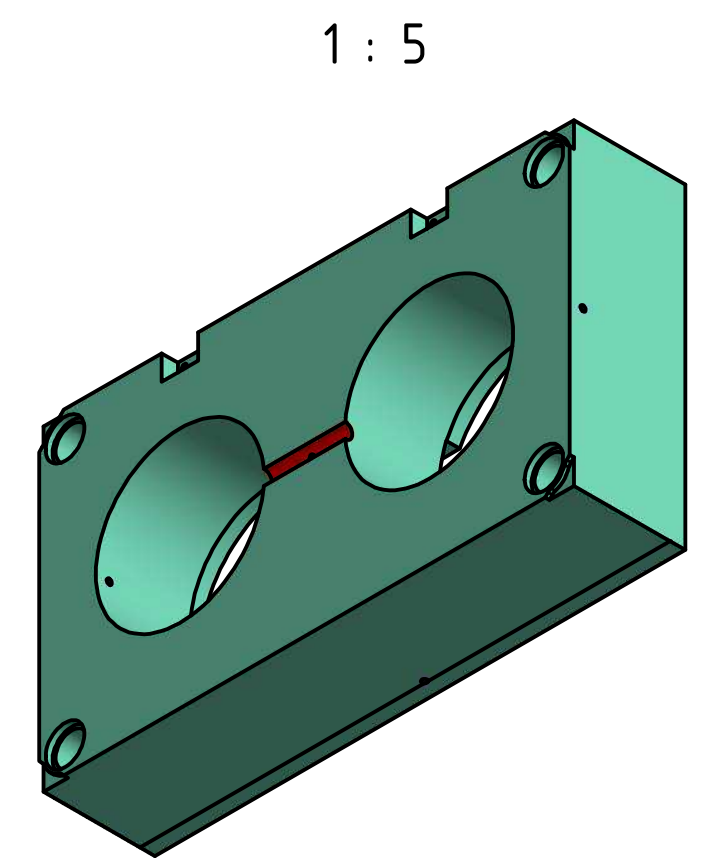
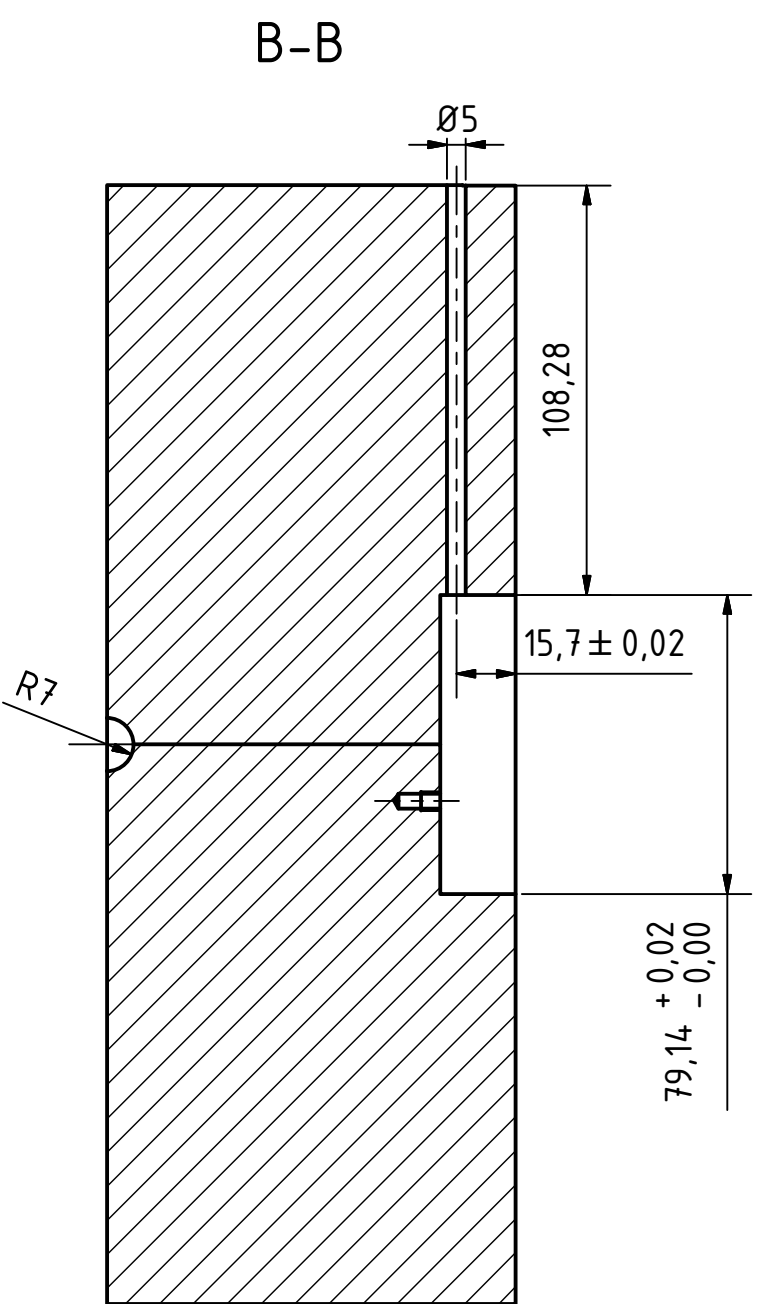
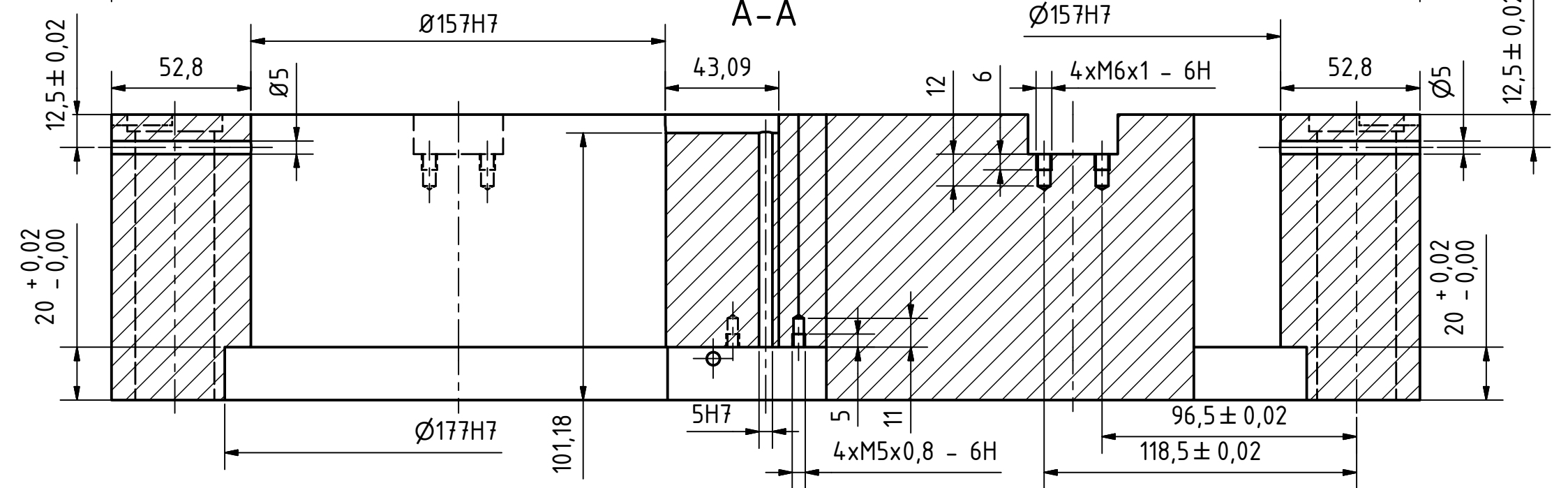
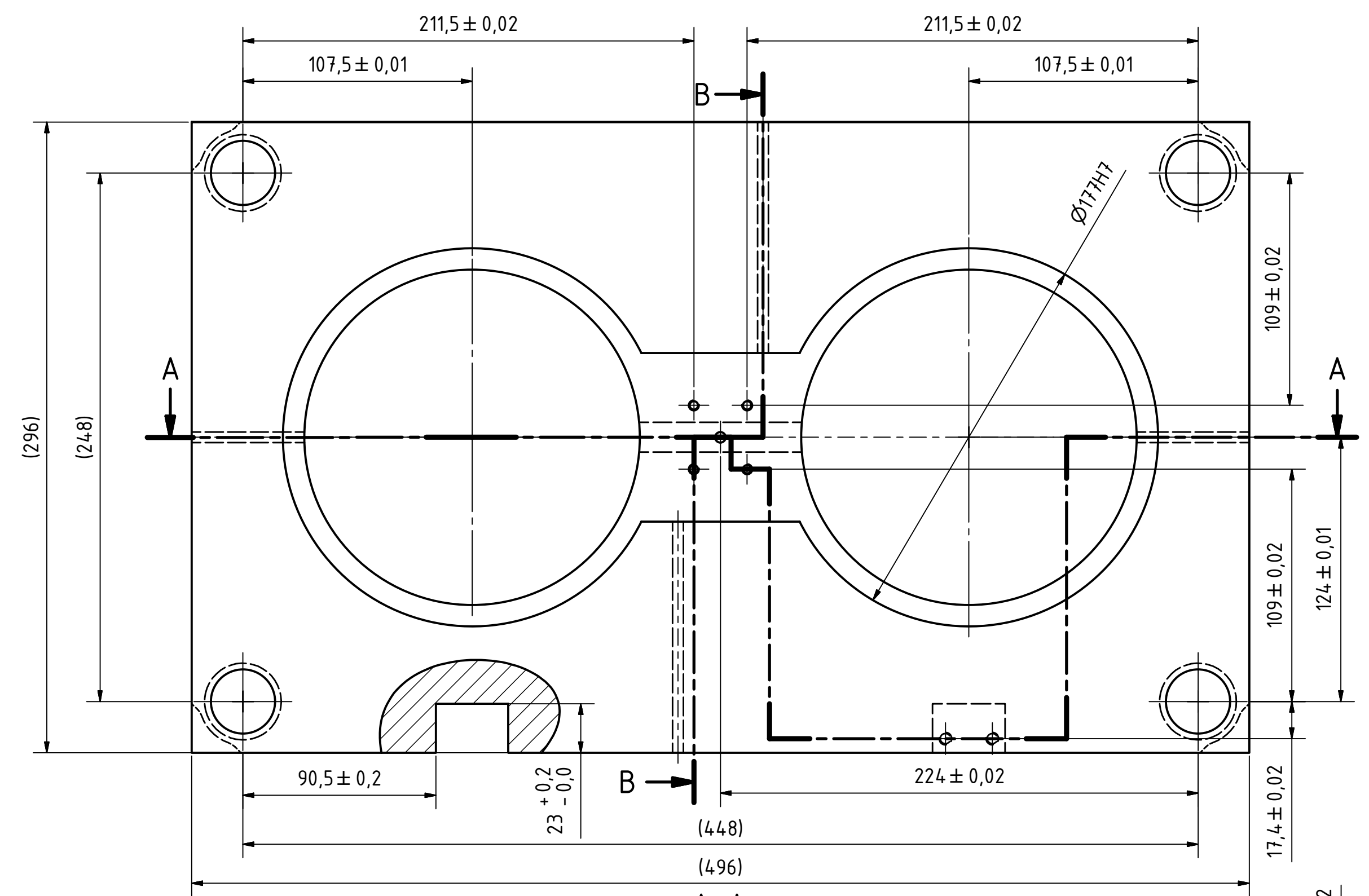
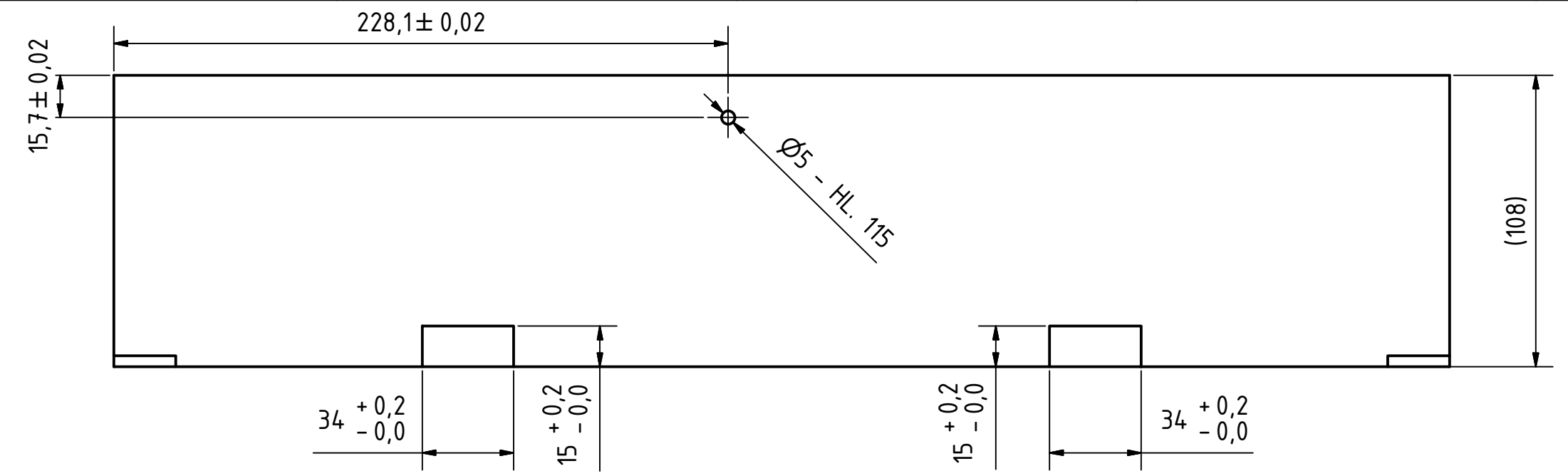
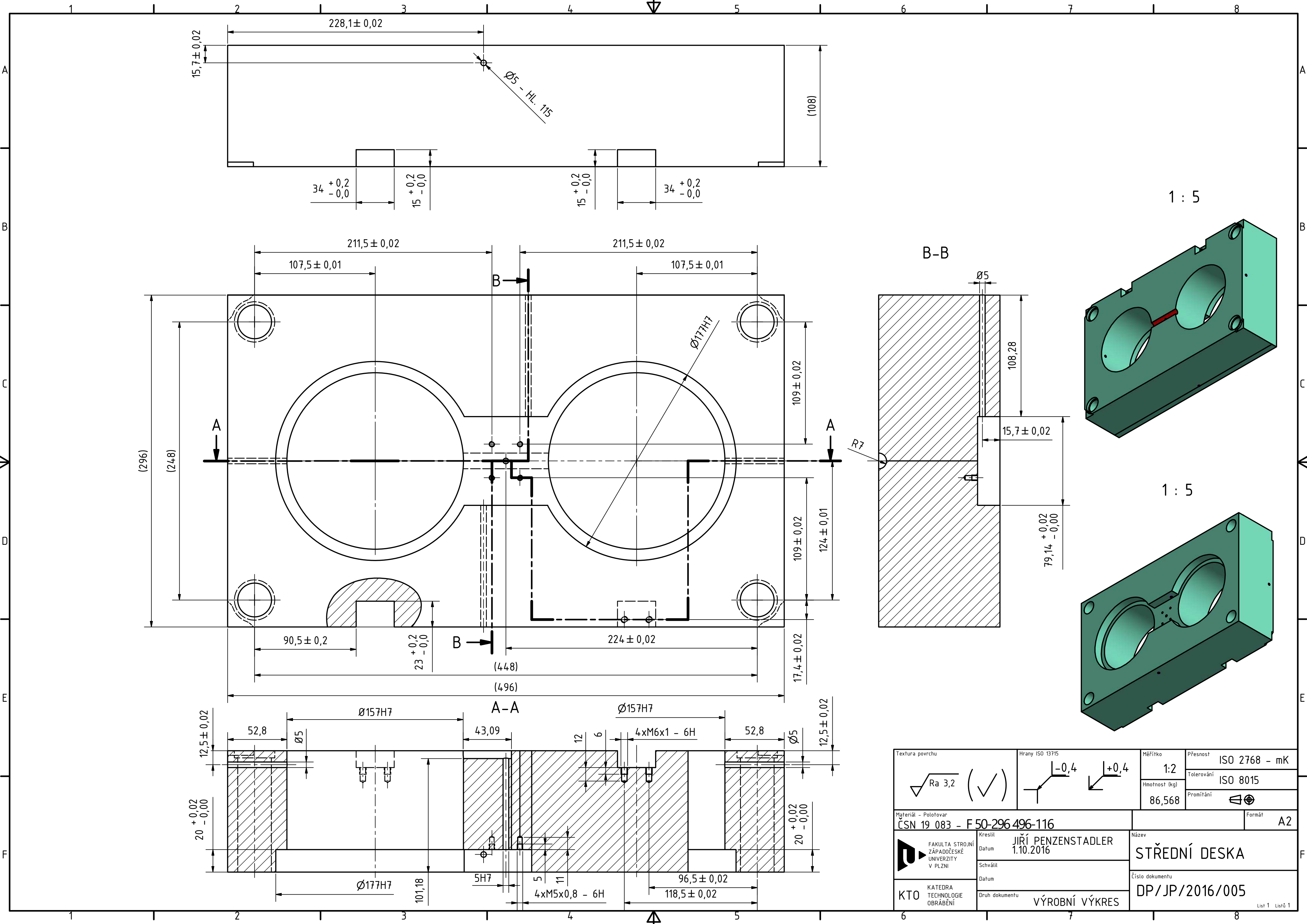


Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítka	Přesnost
		1:2	ISO 2768 - mK
Materiál - Polotovár ČSN 19 083 - F 10-296 496-27		Hmotnost (kg)	Tolerování
		35,045	ISO 8015
			Primitání
Kreslil Datum JIŘÍ PENZENSTADLER 28.9.2016		Název UPÍNAČÍ DESKA	
Schválil Datum		Číslo dokumentu DP/JP/2016/003	
Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		Formát A3	



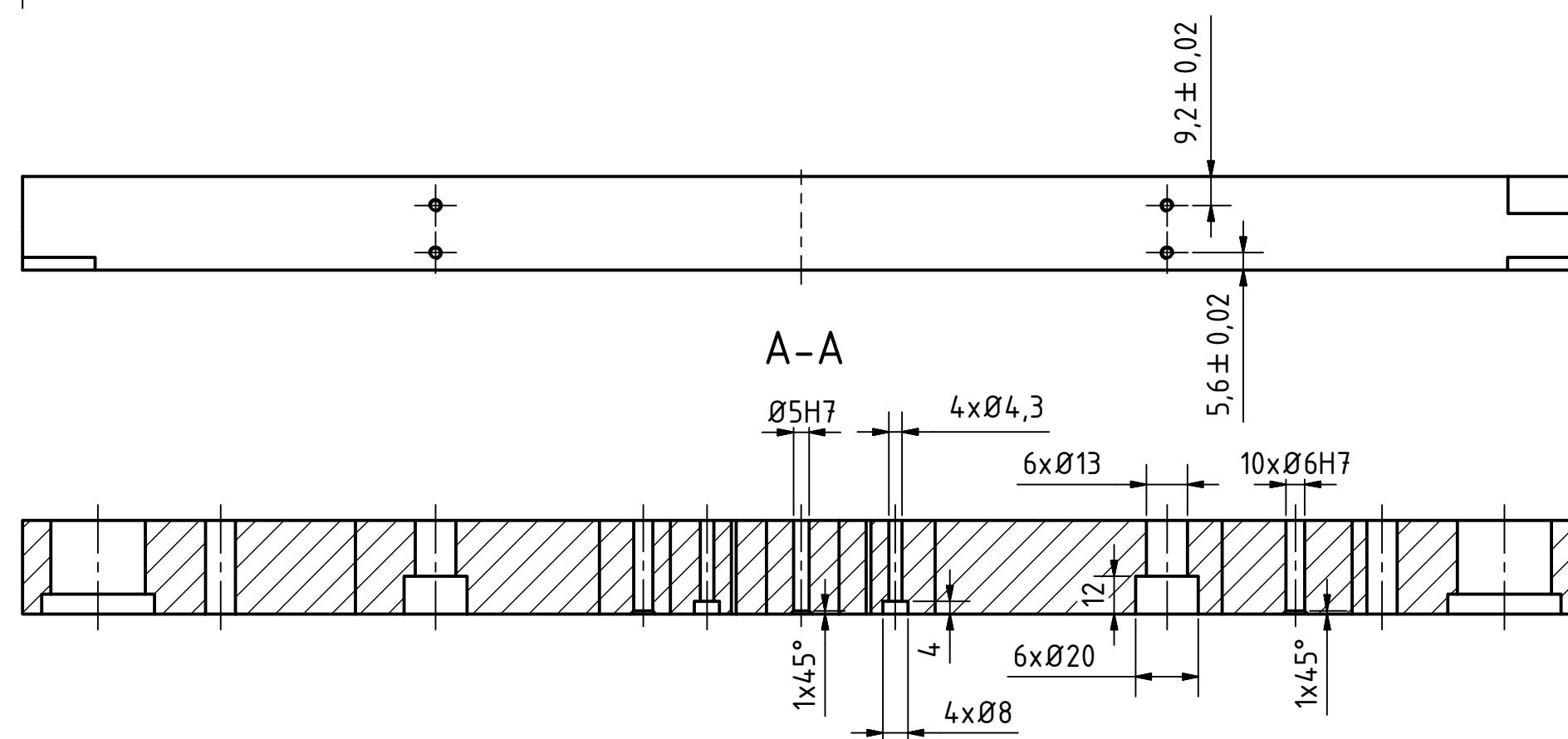
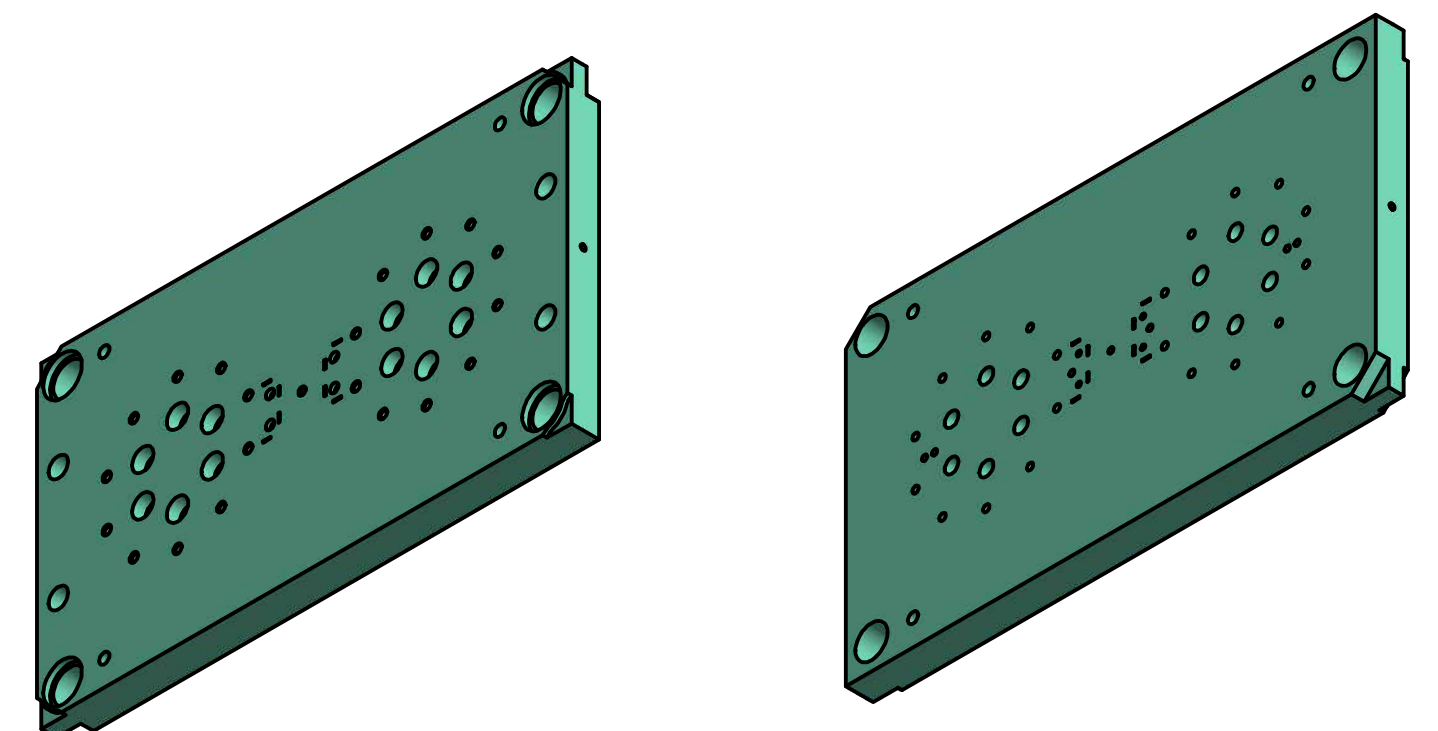
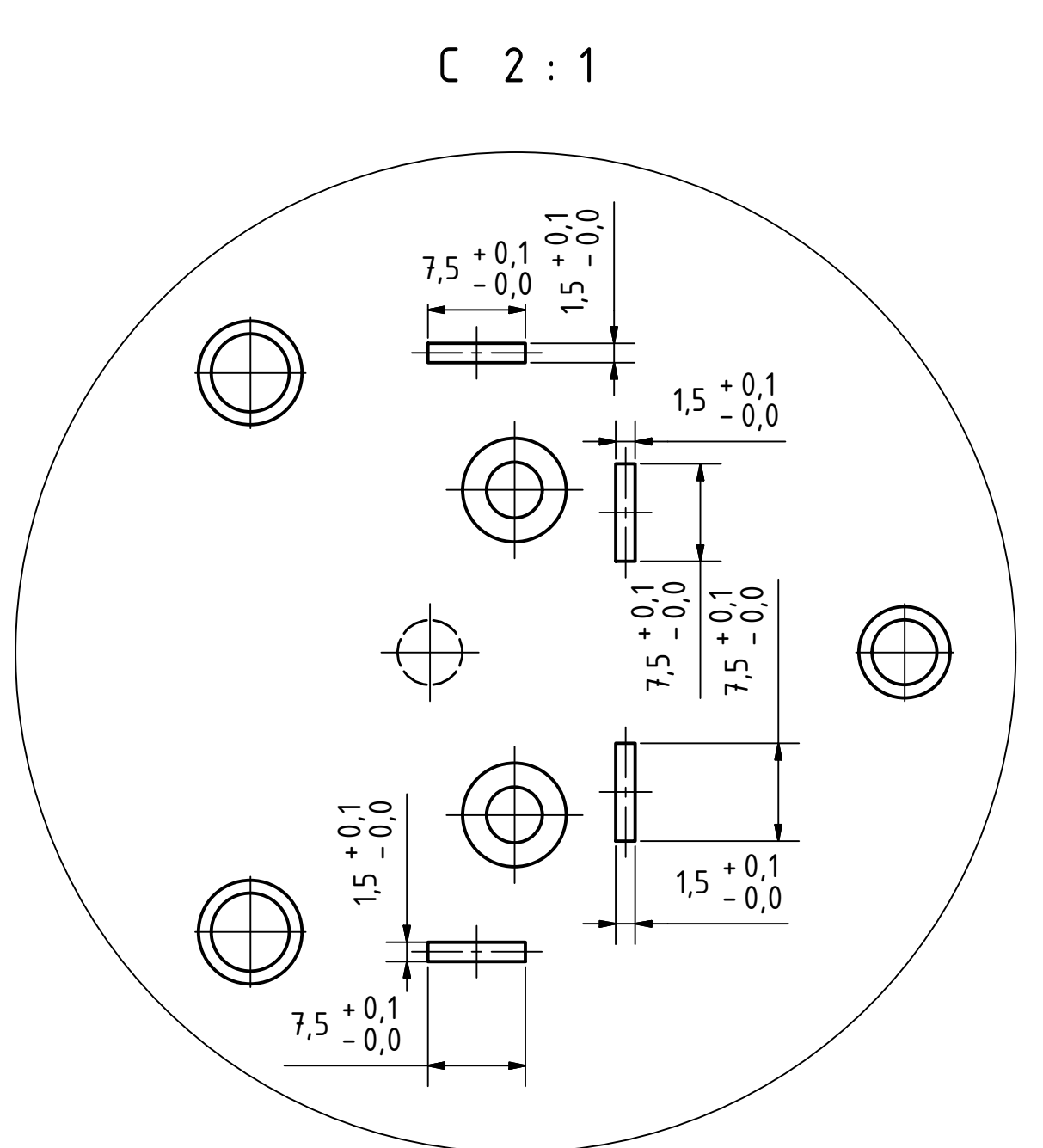
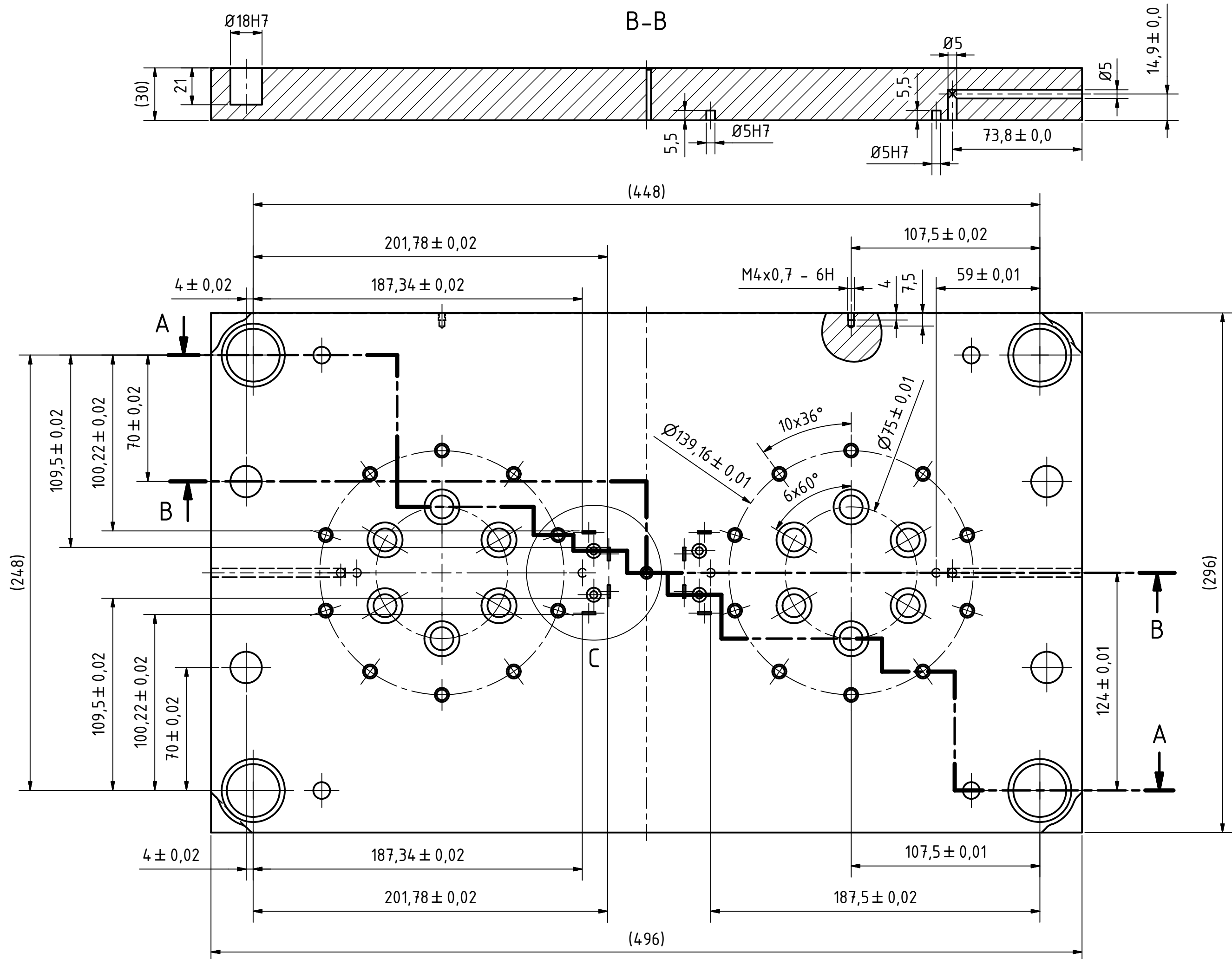


Textura povrchu Ra 3,2 (✓)	Hrany ISO 13715 -0,4 / +0,4	Měřítko 1:2	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 81,149	Tolerování ISO 8015
Materiál - Polotovár ČSN 19 083 - F 50-296 496-76		Formát A2	
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil JIRÍ PENZENSTADLER	Název PEVNÁ DESKA	
	Datum 28.9.2016	Číslo dokumentu DP/JP/2016/004	
KTO KATEDRA TECHNOLIE OBRÁBĚNÍ	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		

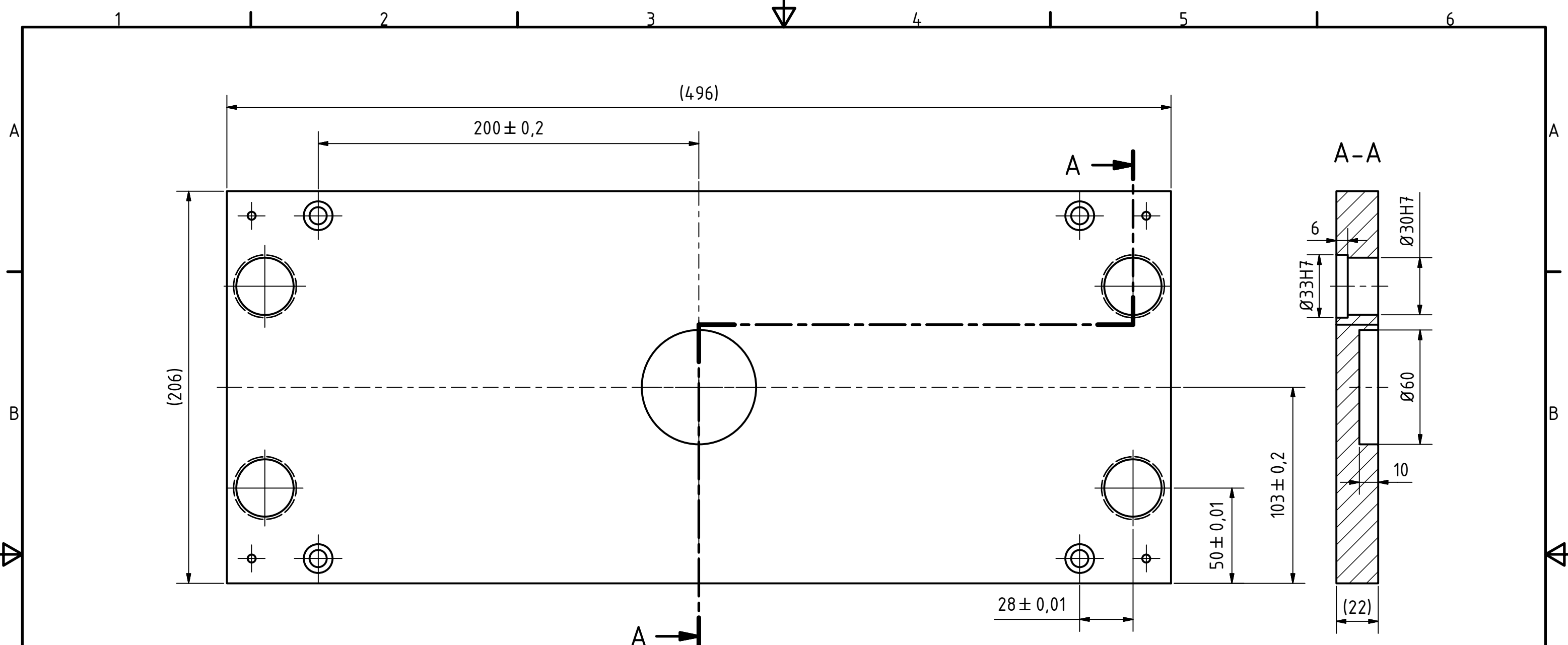


Textura povrchu Ra 3,2 (✓)	Hrany ISO 13715 -0,4 / +0,4	Měřítko 1:2	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 86,568	Tolerování ISO 8015
Materiál - Polotovár ČSN 19 083 - F 50-296 496-116		Formát A2	
KATEDRA TECHNOLIE OBRÁBĚNÍ	Kreslil JIRÍ PENZENSTADLER Datum 1.10.2016	Název <b>STŘEDNÍ DESKA</b>	
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		Číslo dokumentu DP/JP/2016/005

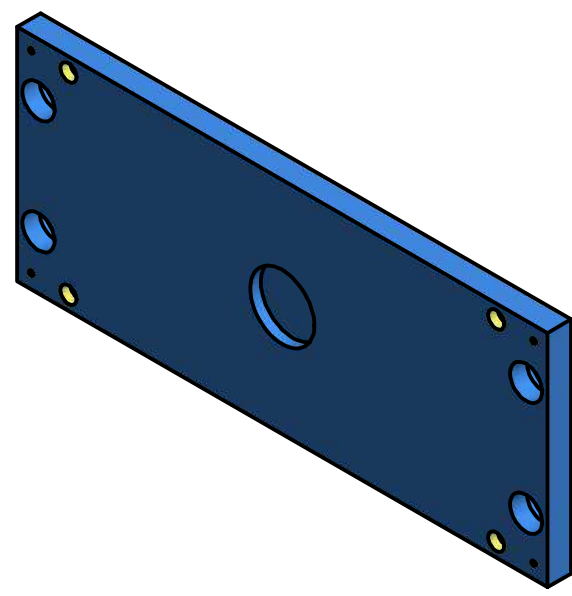




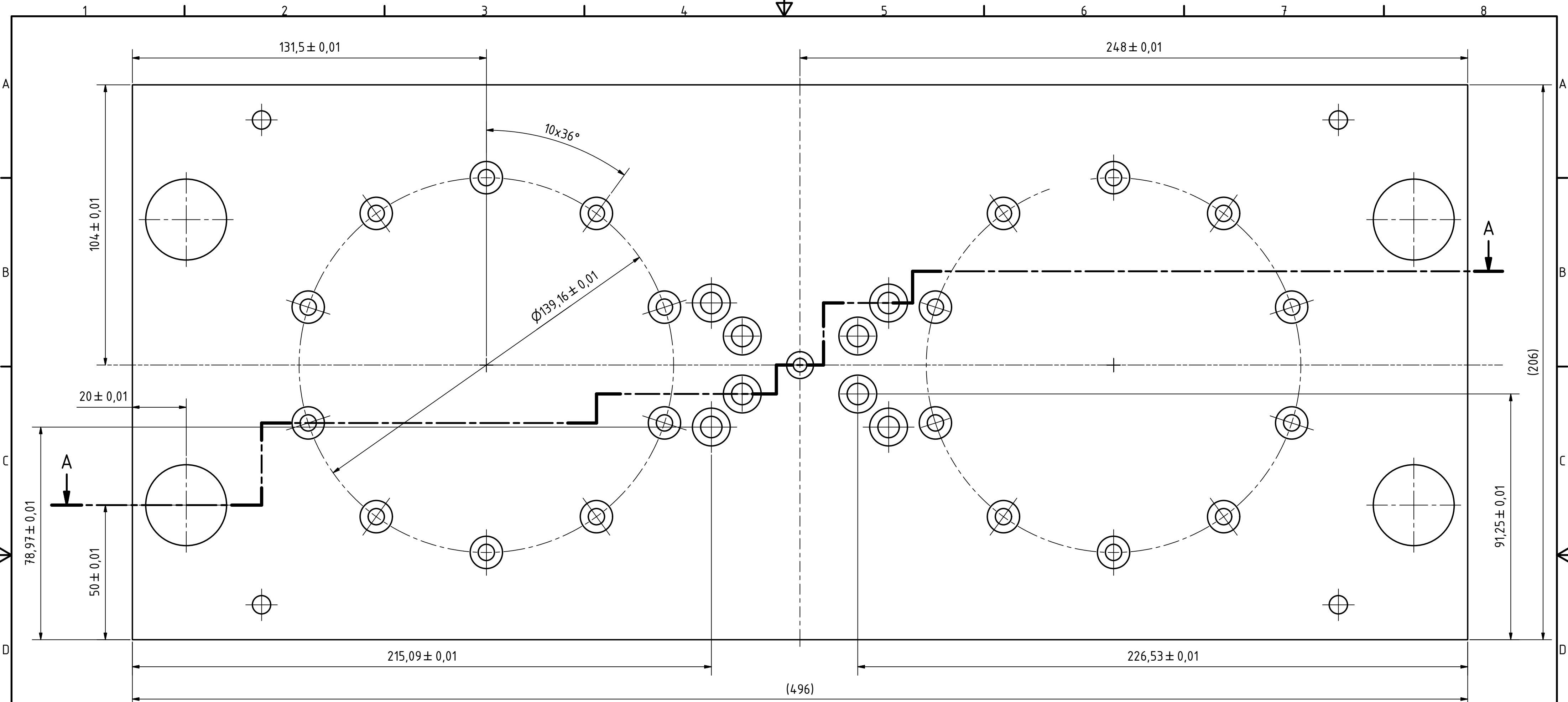
Textura povrchu $\sqrt{\text{Ra } 3,2}$ (✓)	Hrany ISO 13715 -0,4 / +0,4	Měřítko 1:2	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 32,533	Tolerování ISO 8015
Materiál - Polotovár ČSN 19 083 - F 50 296 496 22		Formát A2	
Kreslil JIRÍ PENZENSTADLER	Datum 3.10.2016	Název POHYBLIVÁ DESKA	
KTO KATEDRA TECHNOLIE OBRÁBĚNÍ	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	Číslo dokumentu DP/JP/2016/006	



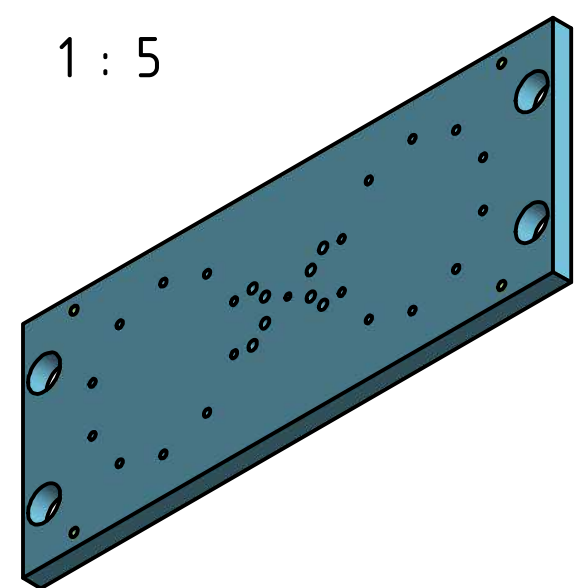
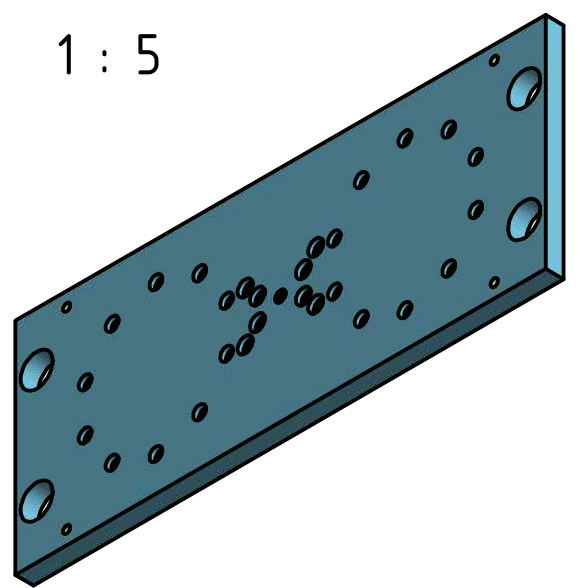
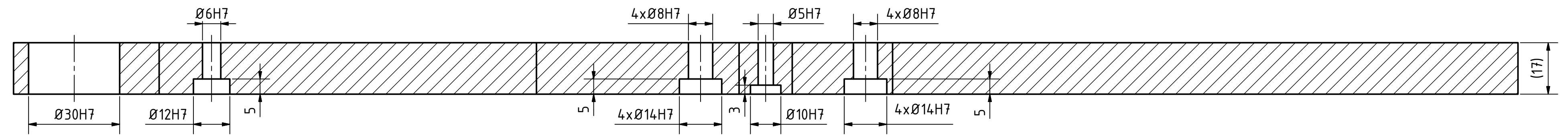
1 : 5



Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítka	Přesnost
		1:2	ISO 2768 - mK
Materiál - Polotovár		Hmotnost (kg)	Tolerování
ČSN 19 083 - F 85-296 496-206-22		16,825	ISO 8015
Formát		Promítání	
A3			
Kreslil <b>JIŘÍ PENZENSTADLER</b> Datum 25.9.2016	Název <b>VYHAZOVAČÍ DESKA 1</b>		
	Číslo dokumentu <b>DP/JP/2016/008</b>		
KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ <b>KTO</b>	Druh dokumentu <b>VÝROBNÍ VÝKRES</b>		List 1 Listů 1

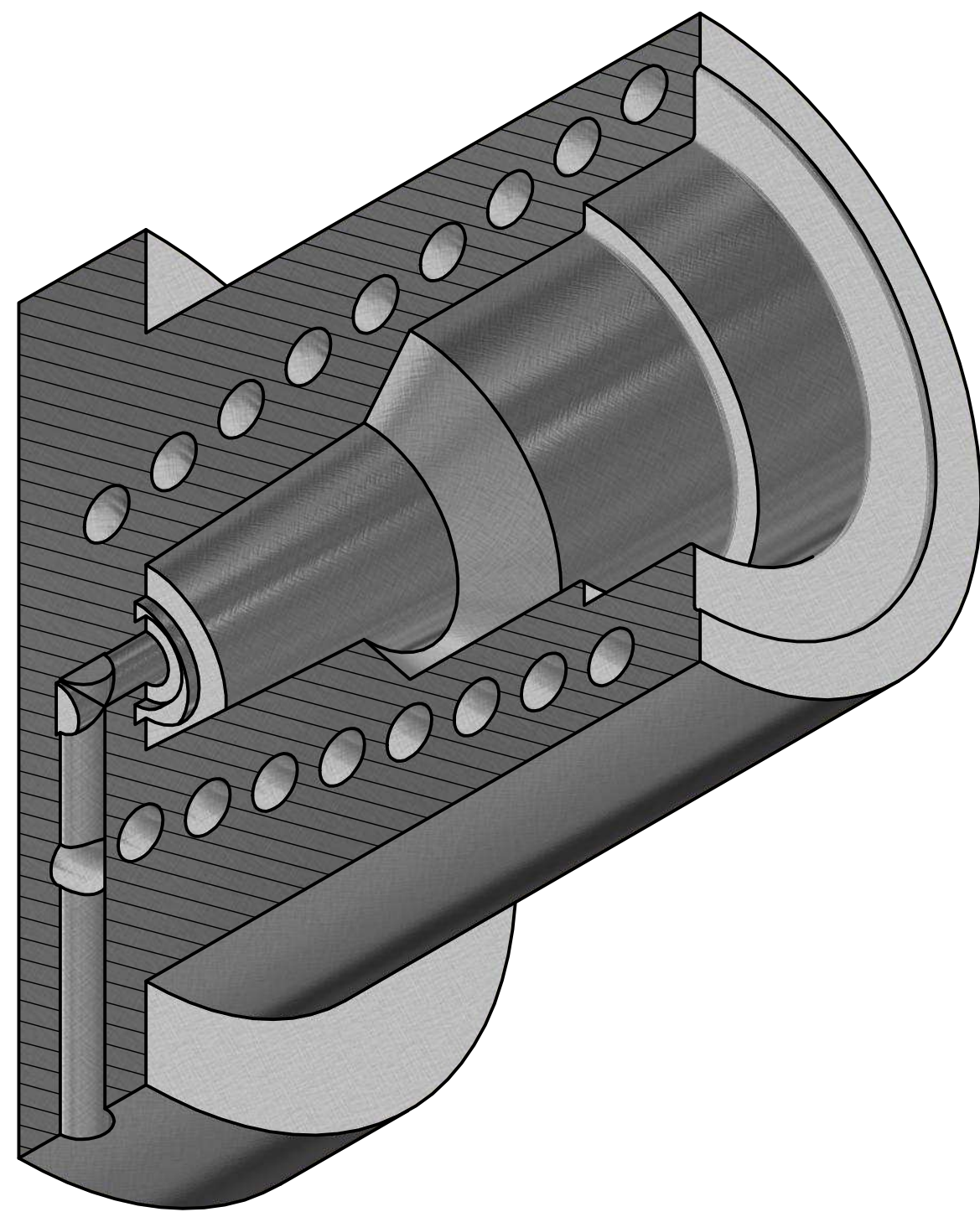
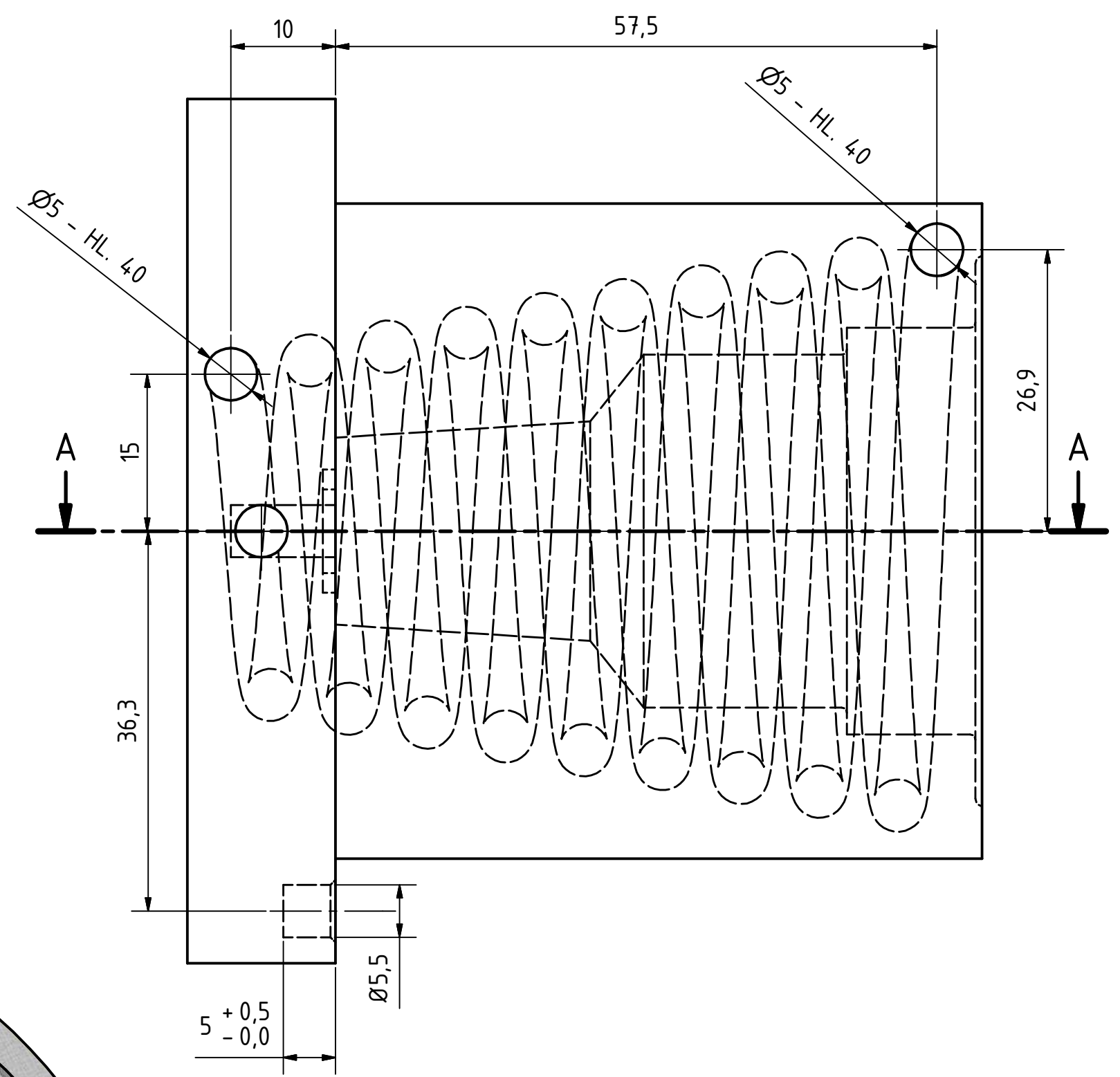
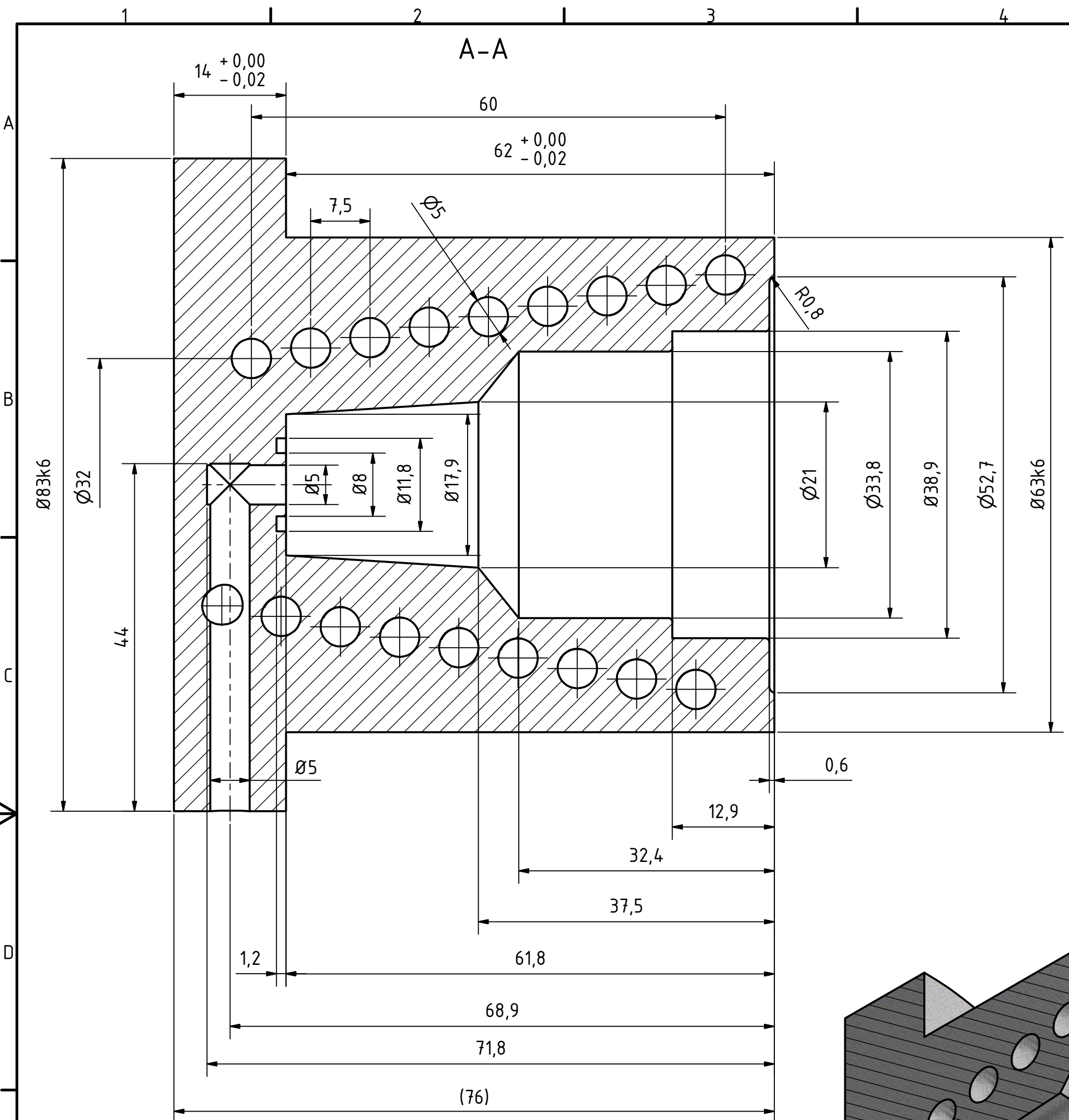


A-A



Textura povrchu $\sqrt{Ra\ 3,2}$ (✓)	Hrany ISO 13715 -0,4 +0,4	Měřítko 1:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 13,006	Tolerování ISO 8015
			Průmítání ☑
Materiál - Polotovár ČSN 19 083 - F 80-296 496-206-17		Formát A2	
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil JIRÍ PENZENSTADLER	Datum 26.9.2016	
	Schválil		Název VYHAZOVAČÍ DESKA 2
KTO	KATEDRA TECHNOLÓGIE OBRÁBĚNÍ	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	Číslo dokumentu DP/JP/2016/009



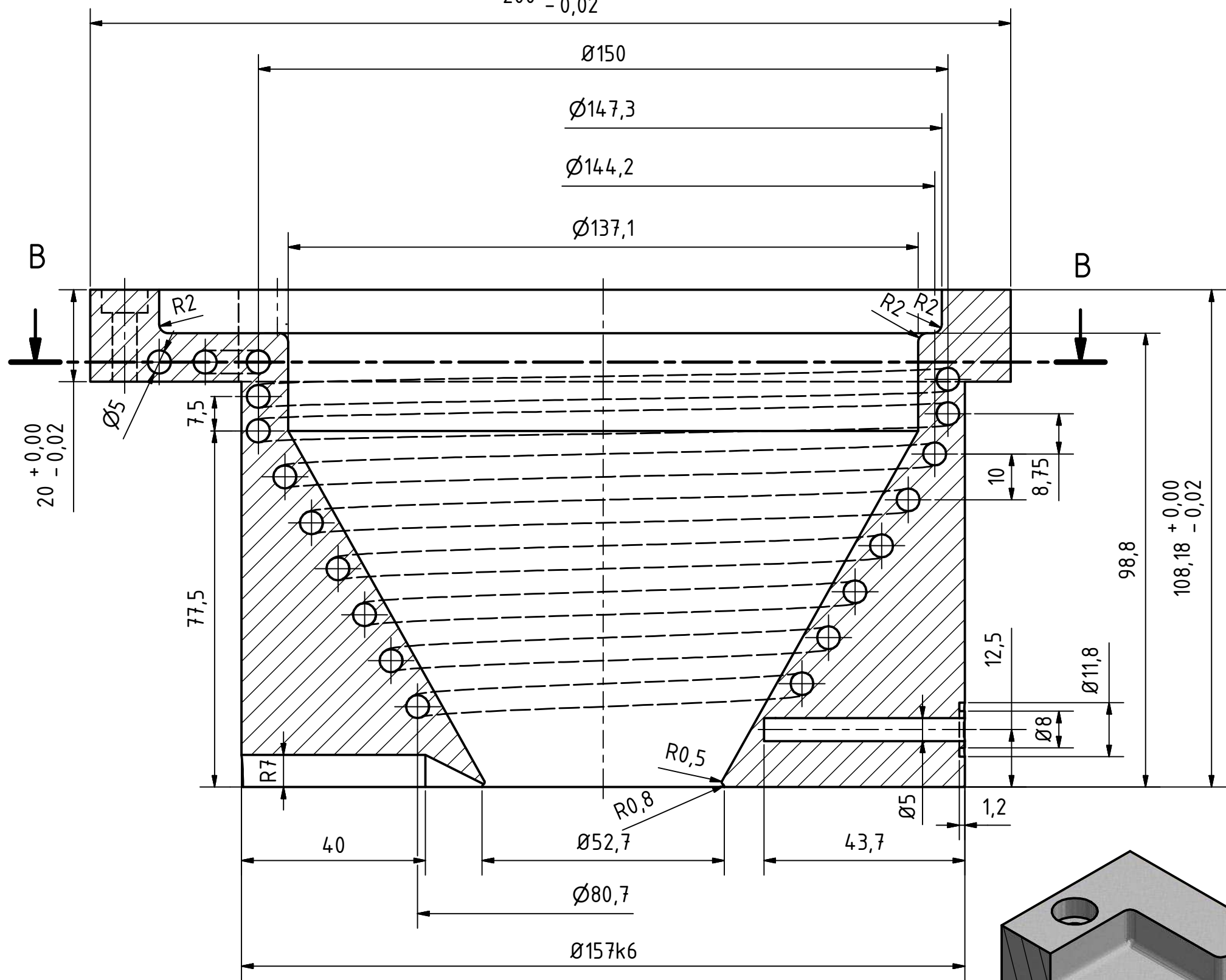


BROUŠENÉ PLOCHY Ra 0,8.

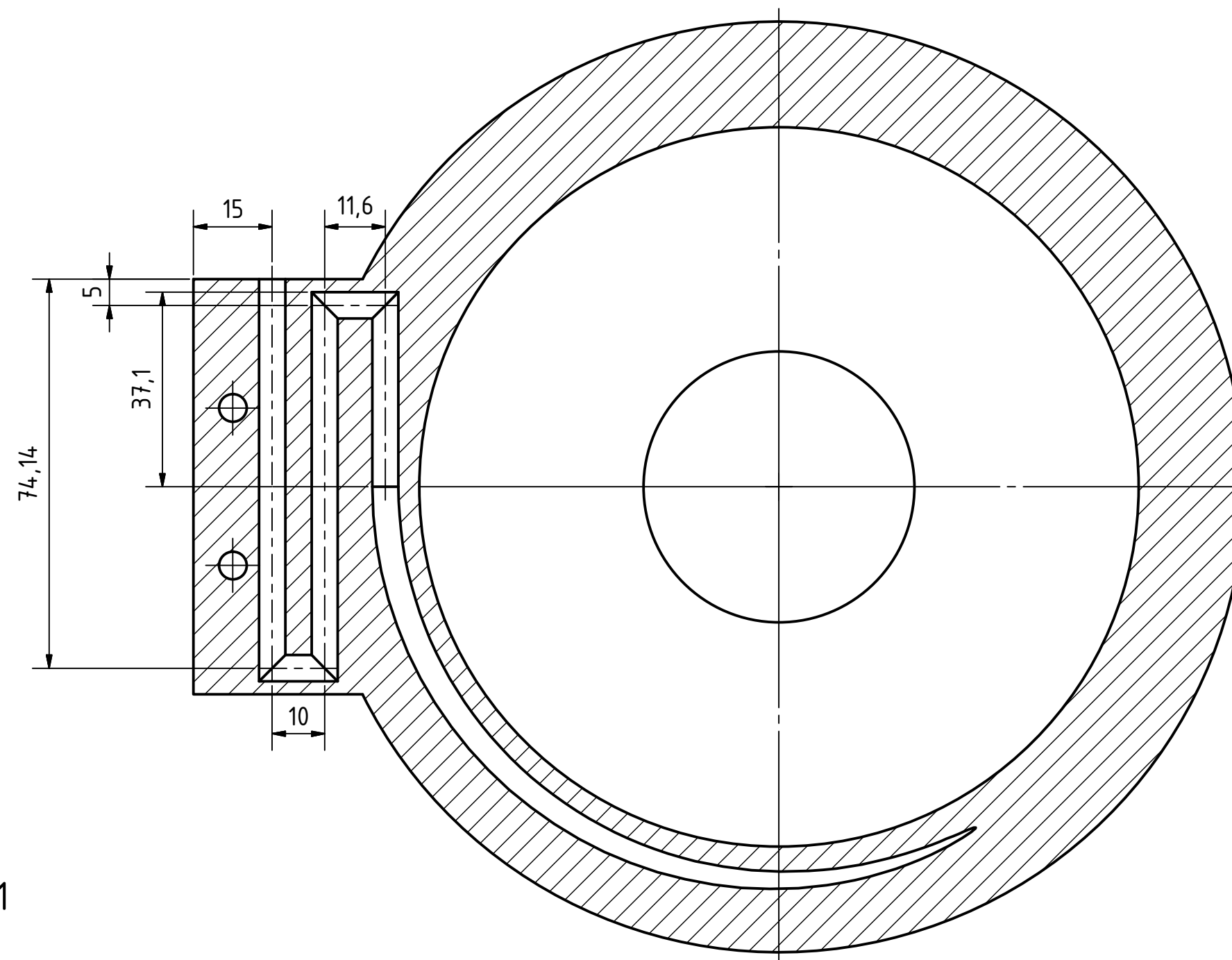
Textura povrchu Ra 6,4 (✓)	Hrany ISO 13715 -0,4 +0,4	Měřítko 2:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 1,553	Tolerování ISO 8015
			Promítání ☑
Materiál - Polotovár ČSN 4 19 520		Formát A2	
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil JIRÍ PENZENSTADLER Datum 4.10.2016	Název TVÁRNICE 1	
	Schválil	Číslo dokumentu DP/JP/2016/010	
KTO KATEDRA TECHNOLIE OBRÁBĚNÍ	Datum	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	

A-A (1:1)

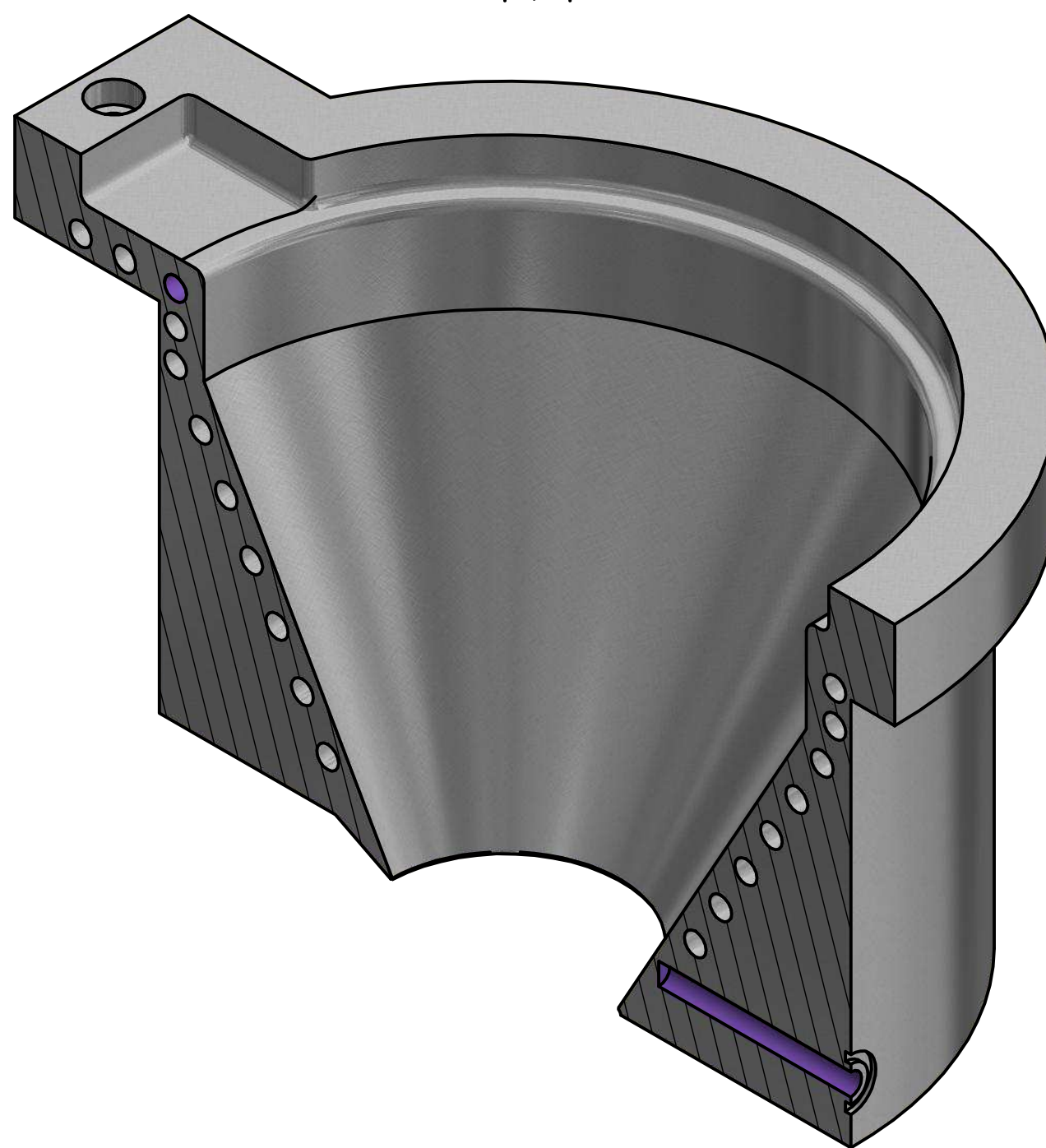
200  $\begin{smallmatrix} +0,00 \\ -0,02 \end{smallmatrix}$



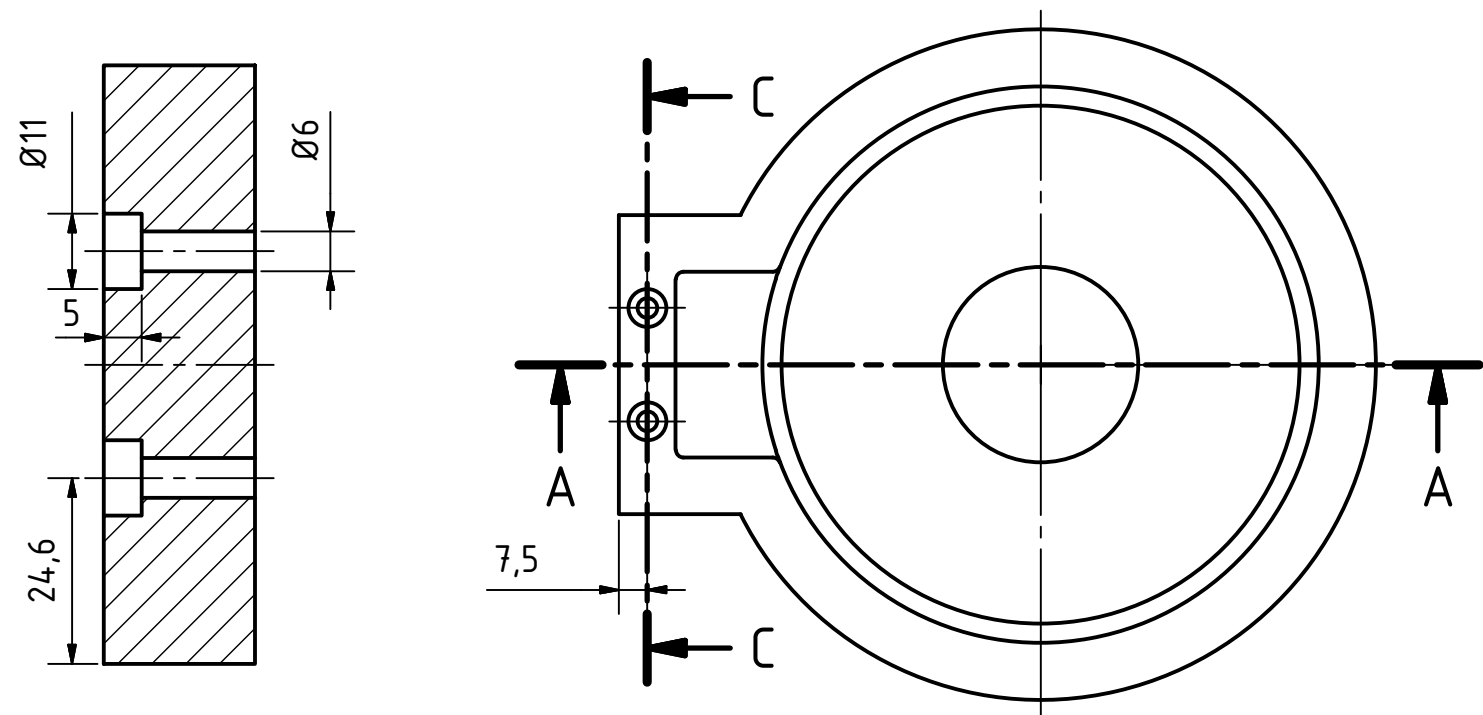
B-B (1:1)



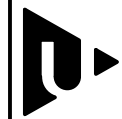
1:1



C (1:1)

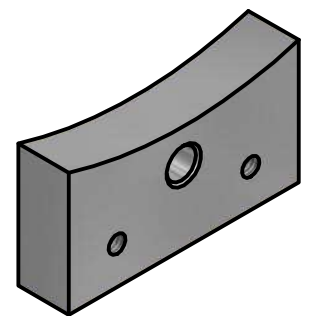
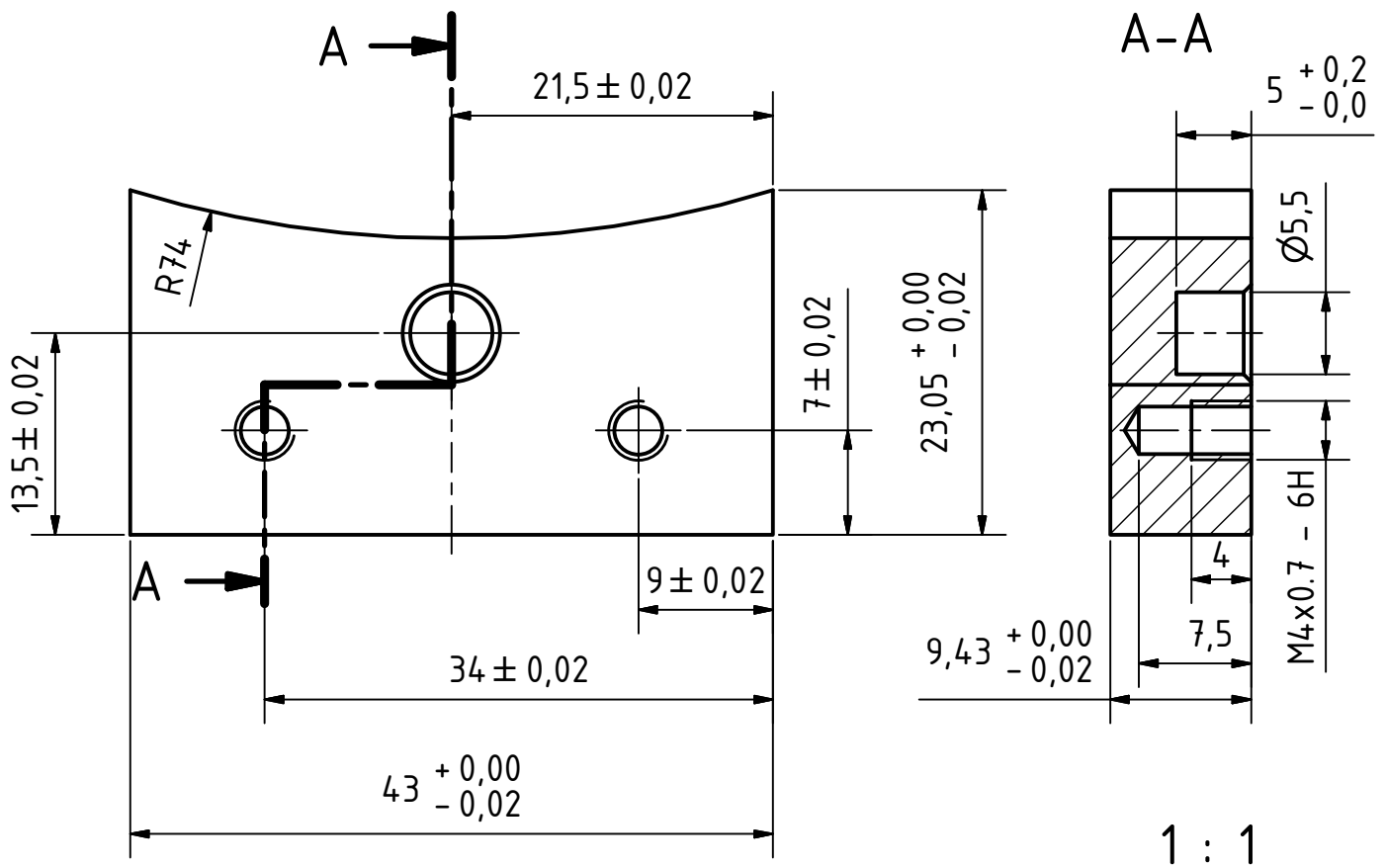


BROUŠENÉ PLOCHY Ra 0,8.

Textura povrchu $\sqrt{\text{Ra } 6,4}$ (✓)	Hrany ISO 13715 $\begin{smallmatrix} -0,4 \\ +0,4 \end{smallmatrix}$	Měřítko 1:2	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 8,771	Tolerování ISO 8015
Materiál - Polotovár ČSN4 19 520		Formát A2	
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil JIRÍ PENZENSTADLER	Název TVÁRNICE 2	
	Datum 5.10.2016	Číslo dokumentu DP/JP/2016/011	
KTO KATEDRA TECHNOLÓGIE OBRÁBĚNÍ	Datum	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	







NEKÓTOVANÉ HRANY SRAŽENY  $1 \times 45^\circ$

Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 2:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 0,066	Tolerování ISO 8015
			Promítání 

Materiál - Polotovár  
 ČSN 19 520 - □ 25x12 ČSN 42 5522.01

Formát  
A4



Kreslil  
JIRÍ PENZENSTADLER  
Datum  
24.9.2016

Název  
VEDLEJŠÍ JÁDRO

KTO  
KATEDRA  
TECHNOLIE  
OBRÁBĚNÍ

Schválil  
Datum  
Druh dokumentu  
VÝROBNÍ VÝKRES

Číslo dokumentu  
DP/JP/2016/013



**Chemické složení [hm. %]**

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni
0,40-0,50	0,55-0,80	0,15-0,35	max 0,035	max 0,035	max 0,25	max 0,25

**Polotovary**

- |   |  |
|---|--|
| [1] tyče kované nebo válcované za tepla | [4] pásy a pruhy válcované za tepla                    |
| [2] výkovky                             | [5] tyče tažené za studena (matné) a broušené (lesklé) |
| [3] plechy válcované za tepla           |  |

**Mechanické vlastnosti <sup>1)</sup>**

Polotovar	[1]
Rozměr d [mm]	20
Stav	kalený a popuštěný
Mez kluzu $R_p$ 0,2 [MPa]	~ 1 700-1 980 (při HRC 50-57)
Mez pevnosti $R_m$ [MPa]	~ 1 850-2 200 (při HRC 50-57)
Tažnost $A_g$ [%]	~ 5-10 (při HRC 50-57)
Kontrakce Z [%]	~ 15-42 (při HRC 50-57)
Vrbová houževnatost KCU 2 [J.cm <sup>-2</sup> ]	~ 30-48 (při HRC 50-57)
Tvrdość HRC	50-59 (K.t. 805 °C/voda, P.t. 300-100 °C/2h)
Mez kluzu $R_p$ 0,2 za zvýšených teplot [MPa]	920-1 700 (při t = 400-200 °C, $R_m = 2 000$ MPa)
Mez kluzu v tlaku $R_{et}$ [MPa]	1 700-2 000 (při HRC 50-59)

**Fyzikální vlastnosti <sup>2)</sup>**

Hustota	Měrná tepelná kapacita	Teplotní součinitel roztažnosti	Tepelná vodivost	Konduktivita
$\rho$ [kg.m <sup>-3</sup> ]	$c_p$ [J.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	$\alpha$ [K <sup>-1</sup> ]	$\lambda_t$ [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	$\lambda_e$ [MS.m <sup>-1</sup> ]
7 860	–	12,6.10 <sup>-6</sup>	444	–

**Odolnost proti degračním procesům <sup>3) 4)</sup>**

ODOLNOST PROTI KOROZI malá	ODOLNOST PROTI KŘEHKÉMU LOMU velmi dobrá	ODOLNOST PROTI OPOTŘEBENÍ poměrná otěruvzdornost abrazí 150%
-------------------------------	---	---

**Technologické údaje****TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ**

normalizační žhání	840-860 °C	prohřát a ochlazovat na vzduchu
žhání na měkko	680-710 °C	po prohřátí min 4 h pomalu ochlazovat v peci (max 190 HB)
žhání ke snížení prnutí	600-650 °C	po prohřátí 1-2h pomalu ochlazovat v peci
kalení	790-820 °C	ochlazovat ve vodě, tlustší výrobky vřídlem (min 56HRC)
	810-840 °C	tenké předměty do 5 mm ochlazovat v oleji (min 50HRC)
teploty přeměn	$A_{C1} \sim 725$ °C	$A_{C3} \sim 780$ °C $M_s \sim 350$ °C
prokalitelnost	při kalení ve vodě v průřezu do 15 mm, při kalení do oleje v průřezu do 4 mm	
popuštění	100-320 °C	
cementace	790-820 °C	provádí se jen ve speciálních případech

délkové změny po kalení a popouštění<sup>3)</sup> 0,22 %

### Závislost tvrdosti na popouštění teplotě

teplota [°C]	100	150	200	250	300	320
tvrdost HRC	59	58	56	53	50	48

### TVAŘITELNOST

velmi dobrá teploty tváření 1 050-800 °C

### SVARITELNOST

dobrá

### OBROBITELNOST

třída obrobitelnosti pro stav .3

soustružení a hoblování

16 b

frézování a vrtání

15 b

broušení

9b

### Použití

Řezné nástroje. Malé, tvarově jednoduché řezné nástroje na dřevo, (méně namáhané vrtáky, nebozezy, záhlubníky, sukovníky a zátkovníky) zejména při zvýšených požadavcích na houževnatost.

Formy. Malé, méně namáhané kalené, pomocné části forem pro tlakové lití kovů a forem pro různé, tvářené nebo lisované materiály.

Ruční nástroje a nářadí. Různé druhy ručních nástrojů na dřevo, kůži, papír, plasty, kovy, včetně montážního nářadí.

### Ostatní vlastnosti

Druh oceli podle způsobu výroby	Barevné značení podle ČSN 42 0010	Třída odpadu podle ČSN 42 0030
elektroocel	hnědá - bílá - zelená	002

### Porovnání se zahraničními materiály

ISO		EURO		Německo	
-	-	-	-	C45W3	DIN 17350-80
Francie		Velká Británie		Rusko	
Y342	NF A35-390-78				
C42E4U	NF A35-590-92	-	-	-	-
C48E4U	NF A35-590-92				
Y348	NF A35-390-78				
USA		Japonsko		Kanada	
-	-	-	-	-	-
Itálie		Rakousko		Švédsko	
-	-	K945	VEW-78	-	-
Polsko		Maďarsko		Norsko	
-	-	S45	MSZ 4354-82	-	-
Finsko		Švýcarsko		Španělsko	
-	-	-	-	F5131	UNE 36072-75

### Poznámky

<sup>1)</sup> hodnoty tvrdosti platí pro referenční vzorky Ø 20 × 20 mm

<sup>2)</sup> fyzikální vlastnosti jsou stanoveny pro stav žháný na měkko

<sup>3)</sup> délkové změny a oteřuvzdornost jsou stanoveny pro běžně používané podmínky kalení a popouštění nástrojů

<sup>4)</sup> oteřuvzdornost představuje poměrnou hodnotu abraze, vztaženou k normalizačně žhánému ethalonu uhlíkové oceli ČSN 41 2013 o tvrdosti cca 113HV

**ČSN 41 9520**

Nástrojová nízkolegovaná Cr-Mn-Mo

**OCEL****STN 41 9520**

ocel pro práci za tepla

**19 520****Chemické složení [hm. %]**

C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo
0,35–0,45	1,20–1,80	0,50–0,90	max 0,030	max 0,030	1,70–2,20	0,20–0,40

**Polotovary**

[1] tyče válcované nebo kované za tepla (kruhové, čtvercové, ploché)

**Mechanické vlastnosti<sup>1)</sup>**

Polotovar	[1]
Rozměr t, d [mm]	20
Stav	kalený a popuštěný
Mez kluzu $R_p$ 0,2 [MPa]	1 060–1 450 (při 33–48 HRC)
Mez pevnosti $R_m$ [MPa]	1 140–1 600 (při 33–48 HRC)
Tažnost $A_5$ [%]	12–20 (při 33–48 HRC)
Kontrakce Z [%]	45–65 (při 33–48 HRC)
Vrbová houževnatost KCU 2 [J.cm <sup>-2</sup> ]	60–130 (při 33–48 HRC)
Tvrdost HRC	33–48 (K. t. 880 °C/olej; P. t. 400–650 °C/2 × 1 h)
Mez kluzu v tlaku $R_{et}$ [MPa]	1 100–1 500 (při 33–48 HRC)

Mechanické vlastnosti za zvýšených teplot 200–600 °C, výchozí pevnost po kalení a popuštění 1 400 MPa (~ 44 HRC)

Mez kluzu $R_p$ 0,2 [MPa]	1 080–650
Mez pevnosti $R_m$ [MPa]	1 200–700
Tažnost $A_5$ [%]	18–25
Kontrakce Z [%]	55–85
Vrbová houževnatost KCU 2 [J.cm <sup>-2</sup> ]	90–70
Tvrdost HB	–
Modul pružnosti E [GPa]	–
Modul pružnosti ve smyku G [GPa]	–

**Fyzikální vlastnosti<sup>2)</sup>**

Hustota	Měrná tepelná kapacita	Teplotní součinitel roztažnosti	Tepelná vodivost	Rezistivita
$\rho$ [kg.m <sup>-3</sup> ]	$c_p$ [J.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	$\alpha$ [K <sup>-1</sup> ]	$\lambda_t$ [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]	$\rho$ [ $\Omega$ .m]
7 850	–	12,8 . 10 <sup>-6</sup>	34	–

## Technologické údaje

### TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ

žhánání na měkko	700–730 °C	ochlazovat v peci	tvrdost max 240 HB
žhánání ke snížení prnutí	600–650 °C	ochlazovat v peci	
kalení	860–890 °C	ochlazovat na vzduchu, příp. v oleji	tvrdost min 49 HRC
popouštění	500–650 °C		
prokalitelnost	velká, při kalení na vzduchu v celém průřezu asi do $\varnothing$ 120 mm		
teploty přeměn	$A_{c1} \sim 760$ °C	$A_{c3} \sim 800$ °C	

Závislost tvrdosti na popouštěcí teplotě

popouštěcí teplota [°C]	300	400	500	550	600	650
tvrdost HRC	50	48	45	42	38	33

### TVAŘITELNOST

tvářitelnost za tepla	– dobrá
teploty tváření	1 100–850 °C

### SVAŘITELNOST

obtížná

OBROBITELNOST	soustružení, hoblování	frézování, vrtání	broušení
polotovary [1] stav .3	11b	11b	8b

## Použití

Nástroje pro tváření za tepla – především mezivložky a pláště recipientů pro protlačování za tepla; malé až středně velké zápustky pro buchary a kovací listy, aj.; tepelně namáhané pomocné nástroje.

## Ostatní vlastnosti

Druh oceli podle způsobu výroby	Barevné značení podle ČSN 42 0010	Třída odpadu podle ČSN 42 0030
elektroocel	hnědá–červená–zelená	049

## Porovnání se zahraničními materiály

<i>ISO</i>		<i>EURO</i>		<i>Německo</i>	
35CrMo7	ISO 4957	35CrMo8	EN 96-79	40CrMnMo7	DIN 17350
<i>Francie</i>		<i>Velká Británie</i>		<i>Rusko</i>	
40CrMnMo8	NF A35-590-92	–	–	–	–
40CMD8	NF A35-590-78				
<i>USA</i>		<i>Japonsko</i>		<i>Kanada</i>	
–	–	–	–	–	–
<i>Itálie</i>		<i>Rakousko</i>		<i>Švédsko</i>	
35CrMo8KU	UNI 2955-82	–	–	–	–
<i>Polsko</i>		<i>Maďarsko</i>		<i>Norsko</i>	
WLB	PN H-85021-86	–	–	–	–
<i>Finsko</i>		<i>Švýcarsko</i>		<i>Španělsko</i>	
–	–	–	–	40CrMnMo7	UNE 36018-94

## Poznámky

1) hodnoty mechanických vlastností platí pro referenční vzorky Ø 20 mm

2) fyzikální vlastnosti jsou stanoveny pro stav žíhaný na měkko

Číslo zakázky	1		Číslo průvodky	1	
Název součásti	Izolační deska		Autor	Penzenstadler	
Číslo výkresu	DP/JP/2016/002		Stránka	1/1	
Materiál	kompozit	Polotovary	E 1400-346 496-8-90-1	Kusů v dávce	1

Č. op. Kód pracoviště (a oznašení stroje) / Popis operace

 $t_{AS} t_{AC} t_{BC}$  / Spec. nástroje

<b>10</b>	<b>09421 – Zámečnické pracoviště</b>  Položit na plochu 496×346 mm. Prorazit dvě díry o $\varnothing 6$ mm skrz desku, pokud nejde, přenechat na další pracoviště.	$t_{AS} = 0$ $t_{AC} = 0,5$ $t_{BC} = 1$  vysekávací nástroj
<b>20</b>	<b>35234 – Kovosvit MCV 750 A</b>  Položit na plochu 496×346 mm a upnout upínkami. Vrtat dvě díry o $\varnothing 6$ mm skrz desku, pokud již nejsou hotové.	$t_{AS} = 0,1$ $t_{AC} = 57$ $t_{BC} = 24$
<b>30</b>	<b>09863 – Technická kontrola</b>  Prostrčit šroub M5 dírami o $\varnothing 6$ mm.	$t_{AS} = 0$ $t_{AC} = 0,5$ $t_{BC} = 20$
<b>40</b>		$t_{AS} =$ $t_{AC} =$ $t_{BC} =$

Číslo zakázky	1		Číslo průvodky	2	
Název součásti	Upínací deska		Autor	Penzenstadler	
Číslo výkresu	DP/JP/2016/003		Stránka	1/1	
Materiál	ČSN 19 083	Polotovary	F 10-296-496-27	Kusů v dávce	1

Č. op. Kód pracoviště (a oznašení stroje) / Popis operace

 $t_{AS}$   $t_{AC}$   $t_{BC}$  / Spec. nástroje

<b>10</b>	<p><b>45226 – DMG/MORI SEIKI DMU 65 monoBLOCK</b></p> <p>Položit na plochu 496×296 mm, zahlubnými dírami k vřetenu a upnout upínkami.          Navrtat 4 díry.          Frézovat průchozí díru <math>\varnothing 48H7</math>.          Vrtat 2 průchozí díry o <math>\varnothing 4,2</math> mm.          Řezat 2 průchozí závity M5×0,8.          Vrtat díru o <math>\varnothing 8,5</math> mm do hloubky 19 mm.          Řezat závit M10×1,5 do hloubky 10 mm.</p>	$t_{AS} = 5,9$ $t_{AC} = 63$ $t_{BC} = 51$
<b>20</b>	<p><b>09863 – Technická kontrola</b></p> <p>Kontrolovat průchozí díry o <math>\varnothing 48H7</math>.          Kontrolovat závity M5×0,8.          Kontrolovat závit M10×1,5.</p>	$t_{AS} = 0$ $t_{AC} = 2$ $t_{BC} = 20$
<b>30</b>		$t_{AS} =$ $t_{AC} =$ $t_{BC} =$

Číslo zakázky	1		Číslo průvodky	3	
Název součásti	Pevná deska		Autor	Penzenstadler	
Číslo výkresu	DP/JP/2016/004		Stránka	1/1	
Materiál	ČSN 19 083	Polotovar	F 50-296 496-76	Kusů v dávce	1

Č. op. Kód pracoviště (a oznašení stroje) / Popis operace

 $t_{AS}$   $t_{AC}$   $t_{BC}$  / Spec. nástroje

<b>10</b>	<p><b>45226 – DMG/MORI SEIKI DMU 65 monoBLOCK</b></p> <p>Položit na plochu 496×296 mm, zahloubenými dírami k vřetenu a upnout upínkami. Frézovat 2 průchozí díry o <math>\varnothing 63H7</math> se zahloubením o <math>\varnothing 83H7</math>. Frézovat průchozí díru o <math>\varnothing 24H7</math>. Frézovat 3 neprůchozí díry o <math>\varnothing 5H7</math> do hloubky 5,5 mm. Navrtat 14 děr. Vrtat 6 průchozích děr o <math>\varnothing 5</math> mm. Vrtat 8 neprůchozích děr o <math>\varnothing 3,3</math> mm do hloubky 7,5 mm. Řezat 8 neprůchozích závitů M4×0,7 do hloubky 7 mm. Frézovat vnější zaoblení R3.</p>	$t_{AS} = 50$ $t_{AC} = 111$ $t_{BC} = 67$
<b>20</b>	<p><b>09863 – Technická kontrola</b></p> <p>Kontrola 2 průchozích děr o <math>\varnothing 63H7</math> se zahloubením o <math>\varnothing 83H7</math>. Kontrola průchozí díry o <math>\varnothing 24H7</math>. Kontrola 3 neprůchozích děr o <math>\varnothing 5H7</math> a hloubce 5,5 mm. Kontrola 6 průchozích děr o <math>\varnothing 5</math> mm. Kontrola 8 neprůchozích závitů M4×0,7.</p>	$t_{AS} = 0$ $t_{AC} = 5$ $t_{BC} = 20$
<b>30</b>		$t_{AS} =$ $t_{AC} =$ $t_{BC} =$



Číslo zakázky	1		Číslo průvodky	4	
Název součásti	Střední deska		Autor	Penzenstadler	
Číslo výkresu	DP/JP/2016/005		Stránka	1/1	
Materiál	ČSN 19 083	Polotovary	F 50-296 496-116	Kusů v dávce	1

Č. op. Kód pracoviště (a označení stroje) / Popis operace

 $t_{AS}$   $t_{AC}$   $t_{BC}$  / Spec. nástroje

<b>10</b>	<p><b>45226 – DMG/MORI SEIKI DMU 65 monoBLOCK</b></p> <p>Položit na plochu 496×296 mm, zahluobenými dírami ke stolu a upnout upínkami. Frézovat 2 průchozí díry o <math>\varnothing 157H7</math> se zahluobením o <math>\varnothing 177H7</math>. Frézovat kapsu mezi dírami o <math>\varnothing 157H7</math>. Navrtat 4 díry. Vrtat 4 neprůchozí díry o <math>\varnothing 4,2</math> mm do hloubky 11 mm. Řezat 4 neprůchozí závity M5×0,8 do hloubky 5 mm. Přeupnout, položit na plochu 496×296 mm, zahluobenými dírami k vřetenu a upnout upínkami. Frézovat 2 otevřené kapsy o rozměrech 34×23×15 mm. Frézovat 4 rohy kapes. Frézovat drážku průchozí o R7. Navrtat 9 děr. Vrtat 4 neprůchozí díry o <math>\varnothing 5</math> mm do hloubky 12 mm. Řezat 4 neprůchozí závity M6×1 do hloubky 11,5 mm. Vrtat 4 průchozí díry o <math>\varnothing 5</math> mm. Vrtat průchozí díru o <math>\varnothing 4,8</math> mm skrz desku. Vystružit průchozí díru o <math>\varnothing 5H7</math> skrz desku.</p>	<p><math>t_{AS} = 66</math> <math>t_{AC} = 183</math> <math>t_{BC} = 78</math></p> <p>výstružník 5H7</p>
<b>20</b>	<p><b>09863 – Technická kontrola</b></p> <p>Kontrola 2 průchozích děr o <math>\varnothing 157H7</math> se zahluobením o <math>\varnothing 177H7</math>. Kontrola kapsy mezi dírami o <math>\varnothing 157H7</math>. Kontrola 2 otevřených kapes o rozměrech 34×23×15 mm. Kontrola průchozí drážky o R7. Kontrola 4 neprůchozích závitů M6×1. Kontrola 4 průchozích děr o <math>\varnothing 5</math> mm. Kontrola neprůchozí díry o <math>\varnothing 5H7</math>.</p>	<p><math>t_{AS} = 0</math> <math>t_{AC} = 7,5</math> <math>t_{BC} = 20</math></p>

Číslo zakázky	1		Číslo průvodky	5	
Název součásti	Pohyblivá deska		Autor	Penzenstadler	
Číslo výkresu	DP/JP/2016/006		Stránka	1/2	
Materiál	ČSN 19 083	Polotovár	F 50_296_496_22	Kusů v dávce	1

Č. op. Kód pracoviště (a označení stroje) / Popis operace

 $t_{AS}$   $t_{AC}$   $t_{BC}$  / Spec. nástroje

<b>10</b>	<p><b>45226 – DMG/MORI SEIKI DMU 65 monoBLOCK</b></p> <p>Položit na plochu 496×296 mm, zahloubenými dírami k vřetenu a upnout upínkami. Frézovat 4 neprůchozí díry o <math>\varnothing 18H7</math> do hloubky 21 mm. Navrtat 37 děr. Vrtat 12 průchozích děr o <math>\varnothing 13</math> mm. Frézovat 12 neprůchozích děr o <math>\varnothing 20</math> mm do hloubky 12 mm. Vrtat 20 průchozích děr o <math>\varnothing 5,8</math> mm. Vystružit 20 průchozích děr o <math>\varnothing 6H7</math>. Vrtat 4 průchozí díry o <math>\varnothing 4,3</math> mm. Frézovat 4 neprůchozí díry o <math>\varnothing 8</math> mm do hloubky 4 mm. Vrtat 2 neprůchozí díry o <math>\varnothing 5</math> mm do hloubky 77 mm. Vrtat 2 neprůchozí díry o <math>\varnothing 5</math> mm do hloubky 18 mm. Frézovat 4 neprůchozí díry o <math>\varnothing 5H7</math> do hloubky 5,5 mm. Vrtat průchozích díru o <math>\varnothing 4,8</math> mm. Vystružit průchozích díru o <math>\varnothing 5H7</math>. Vrtat 4 neprůchozí díry o <math>\varnothing 3,3</math> mm do hloubky 7,5 mm. Řezat 4 neprůchozí závity M4×0,7 do hloubky 7 mm.</p>	<p><math>t_{AS} = 22</math> <math>t_{AC} = 80</math> <math>t_{BC} = 94</math></p> <p>výstružník <math>\varnothing 6H7</math> výstružník <math>\varnothing 5H7</math></p>
<b>20</b>	<p><b>09863 – Technická kontrola</b></p> <p>Kontrola 4 neprůchozích děr o <math>\varnothing 18H7</math>. Kontrola každé 4. průchozí díry o <math>\varnothing 13</math> mm se zahloubením o <math>\varnothing 20</math> mm. Kontrola každé 4. průchozí díry o <math>\varnothing 6H7</math>. Kontrola 4 průchozích děr o <math>\varnothing 4,3</math> mm se zahloubením o <math>\varnothing 8</math> mm. Kontrola 2 neprůchozí děr o <math>\varnothing 5</math> mm a hloubce 77 mm. Kontrola 2 neprůchozích děr o <math>\varnothing 5</math> mm a hloubce 18 mm. Kontrola 5 děr o <math>\varnothing 5H7</math>. Kontrola 4 neprůchozích závitů M4×0,7.</p>	<p><math>t_{AS} = 0</math> <math>t_{AC} = 16</math> <math>t_{BC} = 20</math></p>

<b>30</b>	<b>Kooperace – KORAFORM s.r.o.</b>  Vyříznout 8 průchozích děr o rozměru 7,5×1,5 mm.	$t_{AS} =$ $t_{AC} =$ $t_{BC} =$
<b>40</b>	<b>09863 – Technická kontrola</b>  Kontrola 8 průchozích děr o rozměru 7,5×1,5 mm.	$t_{AS} = 0$ $t_{AC} = 4$ $t_{BC} = 20$

Číslo zakázky	1		Číslo průvodky	6	
Název součásti	Vyhazovací deska 1		Autor	Penzenstadler	
Číslo výkresu	DP/JP/2016/008		Stránka	1/1	
Materiál	ČSN 19 083	Polotovary	F 85-296 496-206-22	Kusů v dávce	1

Č. op. Kód pracoviště (a označení stroje) / Popis operace

 $t_{AS}$   $t_{AC}$   $t_{BC}$  / Spec. nástroje

<b>10</b>	<p><b>35234 – Kovosvit MCV 750 A</b></p> <p>Položit na plochu 496×206 mm, zahlubnými dírami k vřetenu a upnout upínkami. Frézovat neprůchozí díru o <math>\varnothing 60</math> mm do hloubky 10 mm. Navrtat 4 díry. Vrtat 4 průchozí díry o <math>\varnothing 28,45</math> mm. Vyhrubovat 4 průchozí díry o <math>\varnothing 29,75</math> mm. Vystružit 4 průchozí díry o <math>\varnothing 30H7</math>. Frézovat 4 neprůchozí díry <math>\varnothing 33H7</math>.</p>	<p><math>t_{AS} = 14</math> <math>t_{AC} = 72</math> <math>t_{BC} = 51</math></p> <p>výhrubník <math>\varnothing 29,75</math> výstružník 30H7</p>
<b>20</b>	<p><b>09863 – Technická kontrola</b></p> <p>Kontrola neprůchozí díry o <math>\varnothing 60</math> mm a hloubce 10 mm. Kontrola 4 průchozích děr o <math>\varnothing 30H7</math>. Kontrola 4 neprůchozích děr o <math>\varnothing 33H7</math>.</p>	<p><math>t_{AS} = 0</math> <math>t_{AC} = 4,5</math> <math>t_{BC} = 20</math></p>
<b>30</b>		<p><math>t_{AS} =</math> <math>t_{AC} =</math> <math>t_{BC} =</math></p>

Číslo zakázky	1		Číslo průvodky	7	
Název součásti	Vyhazovací deska 2		Autor	Penzenstadler	
Číslo výkresu	DP/JP/2016/009		Stránka	1/1	
Materiál	ČSN 19 083	Polotovary	F 80-296 496-206-17	Kusů v dávce	1

Č. op. Kód pracoviště (a označení stroje) / Popis operace

 $t_{AS}$   $t_{AC}$   $t_{BC}$  / Spec. nástroje

<b>10</b>	<p><b>45226 – DMG/MORI SEIKI DMU 65 monoBLOCK</b></p> <p>Položit na plochu 496×206 mm a upnout upínkami.  Navrtat 33 děr.  Vrtat 4 průchozí díry o <math>\varnothing 28,45</math> mm.  Vyhrubovat 4 průchozí díry o <math>\varnothing 29,75</math> mm.  Vystružit 4 průchozí díry o <math>\varnothing 30H7</math>.  Vrtat 20 průchozích děr o <math>\varnothing 5,8</math> mm.  Vystružit 20 průchozích děr o <math>\varnothing 6H7</math>.  Frézovat 20 neprůchozích děr o <math>\varnothing 12H7</math>.  Vrtat 8 průchozích děr o <math>\varnothing 7,8</math> mm.  Vystružit 8 průchozích děr o <math>\varnothing 8H7</math>.  Frézovat 8 neprůchozích děr o <math>\varnothing 14H7</math>.  Vrtat průchozí díru o <math>\varnothing 4,8</math> mm.  Vystružit průchozí díru o <math>\varnothing 5H7</math>.  Frézovat neprůchozí díru o <math>\varnothing 10H7</math>.</p>	<p><math>t_{AS} = 17</math> <math>t_{AC} = 75</math> <math>t_{BC} = 83</math></p> <p>výhrubník <math>\varnothing 29,75</math>  výstružník <math>\varnothing 30H7</math>  výstružník <math>\varnothing 6H7</math>  výstružník <math>\varnothing 8H7</math>  výstružník <math>\varnothing 5H7</math></p>
<b>20</b>	<p><b>09863 – Technická kontrola</b></p> <p>Kontrola 4 průchozích děr o <math>\varnothing 30H7</math>.  Kontrola každé 4. průchozí díry o <math>\varnothing 6H7</math> se zahloubením <math>\varnothing 12H7</math>.  Kontrola každé 2. průchozí díry o <math>\varnothing 8H7</math> se zahloubením <math>\varnothing 14H7</math>.  Kontrola průchozí díry o <math>\varnothing 5H7</math> se zahloubením <math>\varnothing 10H7</math>.</p>	<p><math>t_{AS} = 0</math> <math>t_{AC} = 7</math> <math>t_{BC} = 20</math></p>

Číslo zakázky	1		Číslo průvodky	8
Název součásti	Tvárnice 1		Autor	Penzenstadler
Číslo výkresu	DP/JP/2016/0010		Stránka	1/2
Materiál	ČSN 19 520	Polotovar	Kusů v dávce	2

Č. op. Kód pracoviště (a oznašení stroje) / Popis operace

 $t_{AS}$   $t_{AC}$   $t_{BC}$  / Spec. nástroje

<b>10</b>	<b>3D tisk – EOS M290</b> Tisk tvárnice 1.	$t_{AS} = 180$ $t_{AC} = 210$ $t_{BC} = 60$
-----------	---	---

<b>20</b>	<b>09863 – Technická kontrola</b> Kontrola součástí po vytisknutí.	$t_{AS} = 0$ $t_{AC} = 10$ $t_{BC} = 20$
-----------	---	--

<b>30</b>	<b>05515 – Bernardo URS 500 N</b> Upnout součást do sklíčidla za $\varnothing 83$ mm. Brousit válcovou plochu na $\varnothing 63k6$ . Brousit čela $\varnothing 83$ mm a $\varnothing 63k6$ . Brousit vnitřní tvar součásti. Odepnout součást a znovu upnout do sklíčidla za $\varnothing 63k6$ . Brousit válcovou plochu na $\varnothing 83k6$ a čelo této plochy.	$t_{AS} = 11$ $t_{AC} = 35$ $t_{BC} = 18$
-----------	---	---

<b>40</b>	<b>09863 – Technická kontrola</b> Kontrola vnějšího tvaru součásti. Kontrola vnitřního tvaru součásti.	$t_{AS} = 0$ $t_{AC} = 10$ $t_{BC} = 20$
-----------	--	--



Číslo zakázky	1		Číslo průvodky	9
Název součásti	Tvárnice 2		Autor	Penzenstadler
Číslo výkresu	DP/JP/2016/0011		Stránka	1/1
Materiál	ČSN 19 520	Polotovár	Kusů v dávce	2

Č. op. Kód pracoviště (a označení stroje) / Popis operace

 $t_{AS}$   $t_{AC}$   $t_{BC}$  / Spec. nástroje

<b>10</b>	<b>3D tisk – EOS M290</b> Tisk tvárnice 2.	$t_{AS} = 240$ $t_{AC} = 270$ $t_{BC} = 60$
<b>20</b>	<b>09863 – Technická kontrola</b> Kontrola součástí po vytisknutí.	$t_{AS} = 0$ $t_{AC} = 10$ $t_{BC} = 20$
<b>30</b>	<b>05515 – Bernardo URS 500 N</b> Upnout součást do sklíčidla za vnitřní $\varnothing 137$ mm. Brousit válcovou plochu na $\varnothing 157k6$ . Brousit čela. Odepnout a upnout za $\varnothing 157k6$ . Brousit vnitřní tvar součásti.	$t_{AS} = 12$ $t_{AC} = 30$ $t_{BC} = 18$
<b>40</b>	<b>09863 – Technická kontrola</b> Kontrola $\varnothing 157k6$ . Kontrola čelní ploch. Kontrola vnitřního tvaru součásti.	$t_{AS} = 0$ $t_{AC} = 5$ $t_{BC} = 20$
<b>50</b>	<b>09421 – Zámečnické pracoviště</b> Dobrousit ručně tvárnici 2 spolu s TK. Kontrola tvárnice 2.	$t_{AS} = 5$ $t_{AC} = 20$ $t_{BC} = 25$



Číslo zakázky	1		Číslo průvodky	10
Název součásti	<b>Hlavní jádro</b>		Autor	Penzenstadler
Číslo výkresu	<b>DP/JP/2016/0012</b>		Stránka	<b>1/1</b>
Materiál	ČSN 19 520	Polotovár	Kusů v dávce	2

Č. op. Kód pracoviště (a oznašení stroje) / Popis operace

 $t_{AS}$   $t_{AC}$   $t_{BC}$  / Spec. nástroje

<b>10</b>	<b>3D tisk – EOS M290</b> Tisk hlavních jader.	$t_{AS} = 300$ $t_{AC} = 330$ $t_{BC} = 60$
<b>20</b>	<b>09863 – Technická kontrola</b> Kontrola součástí po vytisknutí.	$t_{AS} = 0$ $t_{AC} = 10$ $t_{BC} = 20$
<b>30</b>	<b>05515 – Bernardo URS 500 N</b> Upnout součást do sklíčidla za $\varnothing 131$ mm a podepřít vřetenem koníku. Brousit větší kuželovou plochu. Brousit válcovou plochu na $\varnothing 35 \pm 0,01$ mm. Brousit válcovou plochu na $\varnothing 30 \pm 0,01$ mm. Brousit menší kuželovou plochu. Odepnout a znovu upnout součást do sklíčidla za $\varnothing 30 \pm 0,01$ mm. Brousit válcovou plochu na $\varnothing 131 \pm 0,01$ mm a čelo.	$t_{AS} = 23$ $t_{AC} = 47$ $t_{BC} = 18$
<b>40</b>	<b>09863 – Technická kontrola</b> Kontrola vnějšího tvaru součásti.	$t_{AS} = 0$ $t_{AC} = 10$ $t_{BC} = 20$

Číslo zakázky	1		Číslo průvodky	11	
Název součásti	Vedlejší jádro		Autor	Penzenstadler	
Číslo výkresu	DP/JP/2016/0013		Stránka	1/1	
Materiál	ČSN 19 520	Polotovar	<input type="checkbox"/> 25x12 ČSN 42 5522.01	Kusů v dávce	2

Č. op. Kód pracoviště (a oznašení stroje) / Popis operace

 $t_{AS}$   $t_{AC}$   $t_{BC}$  / Spec. nástroje

<b>10</b>	<b>35234 – Kovosvit MCV 750 A</b>  Upnout do svěráku za strany 45 mm. Součást je ve svěráku uchycena za 6 mm své výšky. Frézovat vnější tvar součásti. Frézovat neprůchozí díru o $\varnothing 5,5$ mm do hloubky 5 mm. Navrtat 2 díry. Vrtat 2 neprůchozí díry o $\varnothing 3,3$ mm. Řezat 2 neprůchozí závity M4 $\times$ 0,7. Odepnout ze svěráku, součást otočit a znovu upnout za strany 45 mm. Součást je ve svěráku uchycena za 4 mm své výšky. Frézovat vnější tvar součásti.	$t_{AS} = 7$ $t_{AC} = 42$ $t_{BC} = 45$
<b>20</b>	<b>09863 – Technická kontrola</b>  Kontrola neprůchozí díry o $\varnothing 5,5$ mm a hloubce 5 mm. Kontrola 2 závitů M4 $\times$ 0,7. Kontrola vnějšího tvaru součásti.	$t_{AS} = 0$ $t_{AC} = 2$ $t_{BC} = 20$
<b>30</b>		$t_{AS} =$ $t_{AC} =$ $t_{BC} =$


**VÝPOČET NORMY ČASU**

Poř. číslo	Popis úkonů	Způsob výpočtu času	Četnost	$t_s$	$t_{A32}$	$t_{A101}$			$t_{A31}$	Normat. č. tab.	$t_{B1}$ $t_{B3}$
						$t_{A111}$	$t_{A121}$	$t_{A131}$			
1	Převzít dokumentaci		1							101002	1,7
2	Prostudovat práci		1							101010	8,2
3	Upnout a odepnout ks.		1			50				zkuš. odh.	
4	Spustit stroj		1			0,05				zkuš. odh.	
5	Vrták připravit vč. kor.		1							zkuš. odh.	5
6	Vrtat díry		2	0,06						výpočet	
7	Kontrola prvního kusu		1							101025	5
8	Předat hotovou práci		1							101028	1,5
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
Přenos				0	0	0	0	0	0	$t_{B1}$ $t_{B3}$	0 0
$t_{A102}$ pro strojní práce z $t_s + t_{A131}$ $t_{A102}$ pro ruční práce z $t_{A101}$	$\Sigma$ složek času		0,06	0	50,1	0	0	0		$t_{B1}$	21,4
	$\Sigma$ času $t_{A101}$					50,05				$t_{B3}$	
	$t_{A102}$ ..... 4%					2,002					
	$t_{A1}$					52,052				$t_{B1}$	21,4
	$t_{A201}$ ..... %									$t_{B201}$	
	$t_{A3} = t_{A31} + t_{A32}$					0,06				$t_{B3}$	
	$t_A$					52,112				$t_B$	21,4
$t_{AC} = t_A \cdot k_C$					56,28096				$t_{BC} = t_B \cdot k_C$	23,11	

Náčrt

popis operace: **Obrábění izolační desky.**


**VÝPOČET NORMY ČASU**

Poř. číslo	Popis úkonů	Způsob výpočtu času	Četnost	$t_s$	$t_{A32}$	$t_{A101}$			$t_{A31}$	Normat. č. tab.	$t_{B1}$ $t_{B3}$
						$t_{A111}$	$t_{A121}$	$t_{A131}$			
1	Převzít dokumentaci		1							101002	1,7
2	Prostudovat práci		1							101010	8,2
3	Upnout a odepnout ks.		1			50				zkuš. odh.	
4	Spustit stroj		1			0,05				zkuš. odh.	
5	Navrtávak připravit vč. kor.		1							zkuš. odh.	5
6	Fréza připravit vč. kor.		1							zkuš. odh.	5
7	Vrtáky připravit vč. kor.		2							zkuš. odh.	10
8	Závitníky připravit vč. kor.		2							zkuš. odh.	10
9	Navrtat díry		4	0,07						zkuš. odh.	
10	Frézovat díru $\varnothing 48H7$		1	5						zkuš. odh.	
11	Vrtat díry o $\varnothing 4,2$ mm		2	0,12						výpočet	
12	Řezat závity M5×0,8		2	0,49						výpočet	
13	Vrtat díru o $\varnothing 8,5$ mm		1	0,05						výpočet	
14	Řezat závit M10×1,5		1	0,1						výpočet	
15	Kontrola prvního kusu		1							101025	5
16	Předat hotovou práci		1							101028	1,5
17											
18											
19											
Přenos				0	0	0	0	0	0	$t_{B1}$ $t_{B3}$	0 0
$t_{A102}$ pro strojní práce z $t_s + t_{A131}$ $t_{A102}$ pro ruční práce z $t_{A101}$	$\Sigma$ složek času		5,83	0	50,1	0	0	0		$t_{B1}$	46,4
	$\Sigma$ času $t_{A101}$					50,05				$t_{B3}$	
	$t_{A102}$ ..... 4%					2,002					
	$t_{A1}$					52,052				$t_{B1}$	46,4
	$t_{A201}$ ..... %									$t_{B201}$	
	$t_{A3} = t_{A31} + t_{A32}$						5,83			$t_{B3}$	
	$t_A$						57,882			$t_B$	46,4
$t_{AC} = t_A \cdot k_C$						62,51256			$t_{BC} = t_B \cdot k_C$	50,11	

Náčrt

popis operace: **Obrábění upínací desky.**


**VÝPOČET NORMY ČASU**

Poř. číslo	Popis úkonů	Způsob výpočtu času	Četnost	$t_s$	$t_{A32}$	$t_{A101}$			$t_{A31}$	Normat. č. tab.	$t_{B1}$ $t_{B3}$
						$t_{A111}$	$t_{A121}$	$t_{A131}$			
1	Převzít dokumentaci		1							101002	1,7
2	Prostudovat práci		1							101010	8,2
3	Upnout a odepnout ks.		1			50				zkuš. odh.	
4	Spustit stroj		1			0,05				zkuš. odh.	
5	Frézy připravit vč. kor.		5							zkuš. odh.	25
6	Navrtávak připravit vč. kor.		1							zkuš. odh.	5
7	Vrtáky připravit vč. kor.		2							zkuš. odh.	10
8	Závitník připravit vč. kor.		1							zkuš. odh.	5
9	Fréz. díru $\varnothing 63H7$ a $\varnothing 83H7$		2	30						zkuš. odh.	
10	Frézovat díru $\varnothing 24H7$		1	15						zkuš. odh.	
11	Frézovat díry $\varnothing 5H7$		3	3						zkuš. odh.	
12	Navrtat díry		14	0,23						zkuš. odh.	
13	Vrtat díry o $\varnothing 5$ mm		6	0,11						výpočet	
14	Vrtat díry o $\varnothing 3,3$ mm		8	0,21						výpočet	
15	Řezat závity M4×0,7		8	0,29						výpočet	
16	Frézovat zaoblení R3		1	1						zkuš. odh.	
17	Kontrola prvního kusu		1							101025	5
18	Předat hotovou práci		1							101028	1,5
19											
Přenos				0	0	0	0	0	0	$t_{B1}$ $t_{B3}$	0 0
$t_{A102}$ pro strojní práce z $t_s + t_{A131}$ $t_{A102}$ pro ruční práce z $t_{A101}$	$\Sigma$ složek času		49,8	0	50,1	0	0	0		$t_{B1}$	61,4
	$\Sigma$ času $t_{A101}$				50,05					$t_{B3}$	
	$t_{A102}$ ..... 4%				2,002						
	$t_{A1}$				52,052					$t_{B1}$	61,4
	$t_{A201}$ ..... %									$t_{B201}$	
	$t_{A3} = t_{A31} + t_{A32}$					49,8				$t_{B3}$	
	$t_A$					101,852				$t_B$	61,4
$t_{AC} = t_A \cdot k_C$					110,00016				$t_{BC} = t_B \cdot k_C$	66,31	

Náčrt

popis operace: **Obrábění pevné desky.**


**VÝPOČET NORMY ČASU**

Poř. číslo	Popis úkonů	Způsob výpočtu času	Četnost	$t_s$	$t_{A32}$	$t_{A101}$			$t_{A31}$	Normat. č. tab.	$t_{B1}$ $t_{B3}$
						$t_{A111}$	$t_{A121}$	$t_{A131}$			
Dílec				Náčrt							
název: <b>Střední deska</b>											
č. výkresu: <b>DP/JP/2016/005</b>											
č. operace: 10		tarif. třída									
počet kusů: 1		dávka: 1									
materiál: ČSN 19 083		skup. obráb.									
polotovary: <b>F 50-296 496-116</b>											
stav materiálu:											
hmotnost v kg - čistá: 86,5 hrubá: 90											
výroba <b>seřizená</b> - neseřizená											
Stroj											
pracoviště: <b>45226</b>		typ stroje: DMU									
průtažná síla		příkon v kW:									
max. dov. zatížení suportu v N											
velikost stroje:											
počet obsluhovaných strojů: 1											
poznámka:											
1	Převzít dokumentaci		1							101002	1,7
2	Prostudovat práci		1							101010	8,2
3	Upnout a odepnout ks.		1			50				zkuš. odh.	
4	Spustit stroj		1			0,05				zkuš. odh.	
5	Frézy připravit vč. kor.		5							zkuš. odh.	25
6	Navrtávak připravit vč. kor.		1							zkuš. odh.	5
7	Vrtáky připravit vč. kor.		3							zkuš. odh.	15
8	Závitník připravit vč. kor.		2							zkuš. odh.	10
9	Fréz. $\varnothing 157H7$ a $\varnothing 177H7$		2	40						zkuš. odh.	
10	Fréz. kapsu mezi $\varnothing 157H7$		1	10						zkuš. odh.	
11	Navrtat díry		4	0,07						zkuš. odh.	
12	Vrtat díry o $\varnothing 4,2$ mm		4	0,12						výpočet	
13	Řezat závity M5×0,8		4	0,19						výpočet	
14	Odepnout a upnout ks.		1			50				zkuš. odh.	
15	Spustit stroj		1			0,05				zkuš. odh.	
16	Fréz. 2 kapsy 34×23×15		2	5						zkuš. odh.	
17	Frézovat rohy kapes		4	2						zkuš. odh.	
18	Fréz. drážku průch. o R7		1	5						zkuš. odh.	
19	Navrtat díry		9	0,15						zkuš. odh.	
Přenos				2,75	0	0	0	0	0	$t_{B1}$ $t_{B3}$	6,5 0
$\Sigma$ složek času				65,3	0	100	0	0	0	$t_{B1}$	71,4
$\Sigma$ času $t_{A101}$							100,1			$t_{B3}$	
$t_{A102}$ ..... 4%							4,004				
$t_{A1}$							104,104			$t_{B1}$	71,4
$t_{A201}$ ..... %										$t_{B201}$	
$t_{A3} = t_{A31} + t_{A32}$							65,3			$t_{B3}$	
$t_A$							169,404			$t_B$	71,4
$t_{AC} = t_A \cdot k_C$							182,95632			$t_{BC} = t_B \cdot k_C$	77,11




**VÝPOČET NORMY ČASU**

Poř. číslo	Popis úkonů	Způsob výpočtu času	Četnost	$t_s$	$t_{A32}$	$t_{A101}$			$t_{A31}$	Normat. č. tab.	$t_{B1}$ $t_{B3}$
						$t_{A111}$	$t_{A121}$	$t_{A131}$			
1	Převzít dokumentaci		1							101002	1,7
2	Prostudovat práci		1							101010	8,2
3	Upnout a odepnout ks.		1			50				zkuš. odh.	
4	Spustit stroj		1			0,05				zkuš. odh.	
5	Navrtávací přípravit vč. kor.		1							zkuš. odh.	5
6	Frézy připravit vč. kor.		4							zkuš. odh.	20
7	Vrtáky připravit vč. kor.		6							zkuš. odh.	30
8	Závitníky připravit vč. kor.		1							zkuš. odh.	5
9	Výstružníky přip. vč. kor.		2							zkuš. odh.	10
10	Frézovat díru $\varnothing 18H7$		4	5						zkuš. odh.	
11	Navrtat díry		37	0,62						zkuš. odh.	
12	Vrtat díry o $\varnothing 13$ mm		12	1,09						výpočet	
13	Frézovat díru $\varnothing 20$ mm		12	2						zkuš. odh.	
14	Vrtat díry o $\varnothing 5,8$ mm		20	1,9						výpočet	
15	Vystružit díry o $\varnothing 6H7$		20	8						výpočet	
16	Vrtat díry o $\varnothing 4,3$ mm		4	0,3						výpočet	
17	Frézovat díry $\varnothing 8$ mm		4	0,5						zkuš. odh.	
18	Vrtat díry o $\varnothing 5$ mm		2	0,35						výpočet	
19	Vrtat díry o $\varnothing 5$ mm		2	0,09						výpočet	
Přenos				1,6	0	0	0	0	0	$t_{B1}$ $t_{B3}$	6,5 0
$t_{A102}$ pro strojní práce z $t_s + t_{A131}$ $t_{A102}$ pro ruční práce z $t_{A101}$	$\Sigma$ složek času		21,5	0	50,1	0	0	0		$t_{B1}$	86,4
	$\Sigma$ času $t_{A101}$				50,05					$t_{B3}$	
	$t_{A102}$ ..... 4%				2,002						
	$t_{A1}$				52,052					$t_{B1}$	86,4
	$t_{A201}$ ..... %									$t_{B201}$	
	$t_{A3} = t_{A31} + t_{A32}$					21,5				$t_{B3}$	
	$t_A$					73,552				$t_B$	86,4
$t_{AC} = t_A \cdot k_C$					79,43616				$t_{BC} = t_B \cdot k_C$	93,31	

Náčrt

popis operace: **Obrábění pohyblivé desky.**






**VÝPOČET NORMY ČASU**

Poř. číslo	Popis úkonů	Způsob výpočtu času	Četnost	$t_s$	$t_{A32}$	$t_{A101}$			$t_{A31}$	Normat. č. tab.	$t_{B1}$ $t_{B3}$
						$t_{A111}$	$t_{A121}$	$t_{A131}$			
Dílec				Náčrt							
název: <b>Vyhazovací deska 1</b>											
č. výkresu: <b>DP/JP/2016/008</b>											
č. operace: 10		tarif. třída									
počet kusů: 1		dávka: 1									
materiál: ČSN 19 083		skup. obráb.									
polotovary: <b>F 85-296 496-206-22</b>											
stav materiálu:											
hmotnost v kg - čistá: 16,8		hrubá: 18									
výroba <b>seřizená</b> - neseřizená											
Stroj											
pracoviště: <b>35234</b>		typ stroje: MCV									
průtažná síla		příkon v kW: 30									
max. dov. zatížení suportu v N											
velikost stroje: 3700×2220×2735											
počet obsluhovaných strojů: 1											
poznámka:											
1	Převzít dokumentaci		1							101002	1,7
2	Prostudovat práci		1							101010	8,2
3	Upnout a odepnout ks.		1			50				zkuš. odh.	
4	Spustit stroj		1			0,05				zkuš. odh.	
5	Navrtávací přípravit vč. kor.		1							zkuš. odh.	5
6	Frézy přípravit vč. kor.		2							zkuš. odh.	10
7	Vrták přípravit vč. kor.		1							zkuš. odh.	5
8	Výhrubník přípravit vč. kor.		1							zkuš. odh.	5
9	Výstružník přípravit vč. kor.		1							zkuš. odh.	5
10	Frézovat díru ø60 mm		1	5						zkuš. odh.	
11	Navrtat díry		4	0,07						zkuš. odh.	
12	Vrtat díry o ø28,45 mm		4	0,22						výpočet	
13	Vyhrubovat díry o ø29,75		4	1,12						výpočet	
14	Vystružit díry o ø30H7		4	2,49						výpočet	
15	Frézovat díru ø33H7		4	5						zkuš. odh.	
16	Kontrola prvního kusu		1							101025	5
17	Předat hotovou práci		1							101028	1,5
18											
19											
Přenos				0	0	0	0	0	0	$t_{B1}$ $t_{B3}$	0 0
$\Sigma$ složek času				13,9	0	50,1	0	0	0	$t_{B1}$	46,4
$\Sigma$ času $t_{A101}$						50,05				$t_{B3}$	
$t_{A102}$ ..... 4%						2,002					
$t_{A1}$						52,052				$t_{B1}$	46,4
$t_{A201}$ ..... %										$t_{B201}$	
$t_{A3} = t_{A31} + t_{A32}$						13,9				$t_{B3}$	
$t_A$						65,952				$t_B$	46,4
$t_{AC} = t_A \cdot k_C$						71,22816				$t_{BC} = t_B \cdot k_C$	50,11


**VÝPOČET NORMY ČASU**

Poř. číslo	Popis úkonů	Způsob výpočtu času	Četnost	$t_s$	$t_{A32}$	$t_{A101}$			$t_{A31}$	Normat. č. tab.	$t_{B1}$ $t_{B3}$
						$t_{A111}$	$t_{A121}$	$t_{A131}$			
1	Převzít dokumentaci		1							101002	1,7
2	Prostudovat práci		1							101010	8,2
3	Upnout a odepnout ks.		1			50				zkuš. odh.	
4	Spustit stroj		1			0,05				zkuš. odh.	
5	Navrtávak připravit vč. kor.		1							zkuš. odh.	5
6	Frézy připravit vč. kor.		3							zkuš. odh.	15
7	Vrták připravit vč. kor.		4							zkuš. odh.	20
8	Výhrubník připravit vč. kor.		1							zkuš. odh.	5
9	Výstružník připravit vč. kor.		3							zkuš. odh.	15
10	Navrtat díry		33	0,55						zkuš. odh.	
11	Vrtat díry o $\varnothing 28,45$ mm		4	0,19						výpočet	
12	Vyhřubovat díry o $\varnothing 29,75$		4	1						výpočet	
13	Vystružit díry o $\varnothing 30H7$		4	2,1						výpočet	
14	Vrtat díry o $\varnothing 5,8$ mm		20	0,19						výpočet	
15	Vystružit díry o $\varnothing 6H7$		20	2,1						výpočet	
16	Frézovat díru $\varnothing 12H7$		20	5						zkuš. odh.	
17	Vrtat díry o $\varnothing 7,8$ mm		8	0,49						výpočet	
18	Vystružit díry o $\varnothing 8H7$		8	2,37						výpočet	
19	Frézovat díru $\varnothing 12H7$		8	2,5						zkuš. odh.	
Přenos				0,34	0	0	0	0	0	$t_{B1}$ $t_{B3}$	6,5 0
$t_{A102}$ pro strojní práce z $t_s + t_{A131}$ $t_{A102}$ pro ruční práce z $t_{A101}$	$\Sigma$ složek času		16,8	0	50,1	0	0	0		$t_{B1}$	76,4
	$\Sigma$ času $t_{A101}$					50,05				$t_{B3}$	
	$t_{A102}$ ..... 4%					2,002					
	$t_{A1}$					52,052				$t_{B1}$	76,4
	$t_{A201}$ ..... %									$t_{B201}$	
	$t_{A3} = t_{A31} + t_{A32}$						16,8			$t_{B3}$	
	$t_A$						68,852			$t_B$	76,4
$t_{AC} = t_A \cdot k_C$						74,36016			$t_{BC} = t_B \cdot k_C$	82,51	

Náčrt

popis operace: **Obrábění vyhazovací desky 2.**





**FAKULTA STROJNÍ**  
**KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ**

List

**VÝPOČET NORMY ČASU**

<b>Dílec</b>	název: <b>Tvárnice 1</b>			Náčrt											
	č. výkresu: <b>DP/JP/2016/0010</b>														
	č. operace: 30	tarif. třída													
	počet kusů: 2	dávka: 1													
	materiál: ČSN 19 520	skup. obráb.													
	polotovary:														
	stav materiálu:														
	hmotnost v kg - čistá: 1,5	hrubá: 2													
	výroba <b>seřizená</b> - neseřizená														
	<b>Stroj</b>	pracoviště: <b>05515</b>								typ stroje: URS					
průtažná síla		příkon v kW:													
max. dov. zatížení suportu v N															
velikost stroje: 2150×1450×1700															
počet obsluhovaných strojů: 1															
poznámka:			popis operace: <b>Broušení tvárnice 1.</b>												
<b>Poř. číslo</b>	<b>Popis úkonů</b>	<b>Způsob výpočtu času</b>	<b>Četnost</b>	$t_s$	$t_{A32}$	$t_{A101}$			$t_{A31}$	<b>Normat. č. tab.</b>	$t_{B1}$ $t_{B3}$				
						$t_{A111}$	$t_{A121}$	$t_{A131}$							
1	Převzít dokumentaci		1							101002	1,7				
2	Prostudovat práci		1							101010	8,2				
3	Upnout a odepnout ks.		1			10				zkuš. odh.					
4	Spustit stroj		1			0,05				zkuš. odh.					
5	Brousit na $\varnothing 63k6$		1	2,5						zkuš. odh.					
6	Brousit čela		1	2,5						zkuš. odh.					
7	Brousit vnitřní tvar souč.		1	5						zkuš. odh.					
8	Odepnout a upnout ks.		1			10				zkuš. odh.					
9	Spustit stroj		1			0,05				zkuš. odh.					
10	Brousit na $\varnothing 83k6$ a čelo		1	1						zkuš. odh.					
11	Kontrola prvního kusu		1							101025	5				
12	Předat hotovou práci		1							101028	1,5				
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
<b>Přenos</b>				0	0	0	0	0	0	$t_{B1}$ $t_{B3}$	0 0				
$t_{A102}$ pro strojní práce z $t_s + t_{A131}$ $t_{A102}$ pro ruční práce z $t_{A101}$				$\Sigma$ složek času			11	0	20,1	0	0	$t_{B1}$	16,4		
				$\Sigma$ času $t_{A101}$						20,1				$t_{B3}$	
				$t_{A102}$ ..... 4%						0,804					
				$t_{A1}$						20,904				$t_{B1}$	16,4
				$t_{A201}$ ..... %									$t_{B201}$		
				$t_{A3} = t_{A31} + t_{A32}$						11				$t_{B3}$	
				$t_A$						31,904				$t_B$	16,4
$t_{AC} = t_A \cdot k_C$							34,45632				$t_{BC} = t_B \cdot k_C$	17,71			



**FAKULTA STROJNÍ**  
**KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ**

List

**VÝPOČET NORMY ČASU**

<b>Dílec</b>	název: <b>Tvárnice 2</b>			Náčrt											
	č. výkresu: <b>DP/JP/2016/0011</b>														
	č. operace: 30	tarif. třída													
	počet kusů: 2	dávka: 1													
	materiál: ČSN 19 520	skup. obráb.													
	polotovary:														
	stav materiálu:														
	hmotnost v kg - čistá: 8,7	hrubá: 9													
	výroba <b>seřizená</b> - neseřizená														
	<b>Stroj</b>	pracoviště: <b>05515</b>								typ stroje: URS					
průtažná síla		příkon v kW:													
max. dov. zatížení suportu v N															
velikost stroje: 2150×1450×1700															
počet obsluhovaných strojů: 1															
poznámka:			popis operace: <b>Broušení tvárnice 2.</b>												
<b>Poř. číslo</b>	<b>Popis úkonů</b>	<b>Způsob výpočtu času</b>	<b>Četnost</b>	$t_s$	$t_{A32}$	$t_{A101}$			$t_{A31}$	<b>Normat. č. tab.</b>	$t_{B1}$ $t_{B3}$				
						$t_{A111}$	$t_{A121}$	$t_{A131}$							
1	Převzít dokumentaci		1							101002	1,7				
2	Prostudovat práci		1							101010	8,2				
3	Upnout a odepnout ks.		1			7,5				zkuš. odh.					
4	Spustit stroj		1			0,05				zkuš. odh.					
5	Brousit na $\varnothing 157k6$		1	5						zkuš. odh.					
6	Brousit čela		2	2						zkuš. odh.					
7	Odepnout a upnout ks.		1			7,5				zkuš. odh.					
8	Spustit stroj		1			0,05				zkuš. odh.					
9	Brousit vnitřní tvar souč.		1	5						zkuš. odh.					
10	Kontrola prvního kusu		1							101025	5				
11	Předat hotovou práci		1							101028	1,5				
12															
13															
14															
15															
16															
17															
18															
19															
<b>Přenos</b>				0	0	0	0	0	0	$t_{B1}$ $t_{B3}$	0 0				
$t_{A102}$ pro strojní práce z $t_s + t_{A131}$ $t_{A102}$ pro ruční práce z $t_{A101}$				$\Sigma$ složek času			12	0	15,1	0	0	$t_{B1}$	16,4		
				$\Sigma$ času $t_{A101}$						15,1				$t_{B3}$	
				$t_{A102}$ ..... 4%						0,604					
				$t_{A1}$						15,704				$t_{B1}$	16,4
				$t_{A201}$ ..... %									$t_{B201}$		
				$t_{A3} = t_{A31} + t_{A32}$						12				$t_{B3}$	
				$t_A$						27,704				$t_B$	16,4
$t_{AC} = t_A \cdot k_C$							29,92032				$t_{BC} = t_B \cdot k_C$	17,71			


**VÝPOČET NORMY ČASU**

Poř. číslo	Popis úkonů	Způsob výpočtu času	Četnost	$t_s$	$t_{A32}$	$t_{A101}$			$t_{A31}$	Normat. č. tab.	$t_{B1}$ $t_{B3}$
						$t_{A111}$	$t_{A121}$	$t_{A131}$			
1	Převzít dokumentaci		1							101002	1,7
2	Prostudovat práci		1							101010	8,2
3	Upnout a odepnout ks.		1			12				zkuš. odh.	
4	Spustit stroj		1			0,05				zkuš. odh.	
5	Brousit větší kužel		1	7						zkuš. odh.	
6	Brousit na $\varnothing 35 \pm 0,01$ mm		1	2						zkuš. odh.	
7	Brousit na $\varnothing 30 \pm 0,01$ mm		1	3						zkuš. odh.	
8	Brousit menší kužel		1	3						zkuš. odh.	
9	Odepnout a upnout ks.		1			12				zkuš. odh.	
10	Brousit na $\varnothing 131 \pm 0,01$ mm		1	3						zkuš. odh.	
11	Kontrola prvního kusu		1							101025	5
12	Předat hotovou práci		1							101028	1,5
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
Přenos				0	0	0	0	0	0	$t_{B1}$ $t_{B3}$	0 0
$t_{A102}$ pro strojní práce z $t_s + t_{A131}$ $t_{A102}$ pro ruční práce z $t_{A101}$	$\Sigma$ složek času		18	0	24,1	0	0	0		$t_{B1}$	16,4
	$\Sigma$ času $t_{A101}$					24,05				$t_{B3}$	
	$t_{A102}$ ..... 4%					0,962					
	$t_{A1}$					25,012				$t_{B1}$	16,4
	$t_{A201}$ ..... %									$t_{B201}$	
	$t_{A3} = t_{A31} + t_{A32}$					18				$t_{B3}$	
	$t_A$					43,012				$t_B$	16,4
$t_{AC} = t_A \cdot k_C$					46,45296				$t_{BC} = t_B \cdot k_C$	17,71	

Náčrt

popis operace: **Broušení hlavního jádra.**


**VÝPOČET NORMY ČASU**

Poř. číslo	Popis úkonů	Způsob výpočtu času	Četnost	$t_s$	$t_{A32}$	$t_{A101}$			$t_{A31}$	Normat. č. tab.	$t_{B1}$ $t_{B3}$
						$t_{A111}$	$t_{A121}$	$t_{A131}$			
1	Převzít dokumentaci		1							101002	1,7
2	Prostudovat práci		1							101010	8,2
3	Upnout a odepnout ks.		1			15				zkuš. odh.	
4	Spustit stroj		1			0,05				zkuš. odh.	
5	Navrtávací přípravit vč. kor.		1							zkuš. odh.	5
6	Frézy přípravit vč. kor.		2							zkuš. odh.	10
7	Vrtákypřípravit vč. kor.		1							zkuš. odh.	5
8	Závitník přípravit vč. kor.		1							zkuš. odh.	5
9	Frézovat vnější tvar souč.		1	2,5						zkuš. odh.	
10	Frézovat díru $\varnothing 5,5$ mm		1	1						zkuš. odh.	
11	Navrtat díry		2	0,04						zkuš. odh.	
12	Vrtat díry o $\varnothing 3,3$ mm		2	0,05						výpočet	
13	Řezat závity M4×0,2		2	0,9						výpočet	
14	Odepnout a upnout ks.		1			15				zkuš. odh.	
15	Spustit stroj		1			0,05				zkuš. odh.	
16	Frézovat vnější tvar souč.		1	2,5						zkuš. odh.	
17	Kontrola prvního kusu		1							101025	5
18	Předat hotovou práci		1							101028	1,5
19											
Přenos				0	0	0	0	0	0	$t_{B1}$ $t_{B3}$	0 0
$t_{A102}$ pro strojní práce z $t_s + t_{A131}$ $t_{A102}$ pro ruční práce z $t_{A101}$	$\Sigma$ složek času		6,99	0	30,1	0	0	0		$t_{B1}$	41,4
	$\Sigma$ času $t_{A101}$				30,1					$t_{B3}$	
	$t_{A102}$ ..... 4%				1,204						
	$t_{A1}$				31,304					$t_{B1}$	41,4
	$t_{A201}$ ..... %									$t_{B201}$	
	$t_{A3} = t_{A31} + t_{A32}$					6,99				$t_{B3}$	
	$t_A$					38,294				$t_B$	41,4
$t_{AC} = t_A \cdot k_C$					41,35752				$t_{BC} = t_B \cdot k_C$	44,71	

Náčrt

popis operace: **Obrábění vedlejšího jádra.**