

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojírenství
Studijní zaměření: Strojírenská technologie - obrábění

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Konstrukce upínacího přípravku pro skupinu konstrukční dílců v SW Catia V5

Autor: **Ondřej Bublík**

Vedoucí práce: **Ing. Josef Sklenička**

Akademický rok 2016/2017

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ondřej BUBLÍK**

Osobní číslo: **S16B0282P**

Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**

Studijní obor: **Strojírenská technologie-technologie obrábění**

Název tématu: **Konstrukce upínacího přípravku pro skupinu konstrukčních dílců v SW Catia V5**

Zadávací katedra: **Katedra technologie obrábění**

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

1. Úvod
2. Rozbor současného stavu, upínací prvky, metody upínání, výhody, nevýhody
3. Technologičnost konstrukce zadaného dílu
4. Návrh přípravku ve variantách, jejich rozpracování v SW Catia V5 a vytvoření výrobního postupu a výkresové dokumentace pro zvolenou variantu
5. Závěr

Rozsah grafických prací: dle potřeby

Rozsah kvalifikační práce: 30 - 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- Chladil, Josef. Přípravky a nástroje : část-obrábění. 3. vyd. Brno : VUT, 1992. ISBN 80-214-0408-6
- Beneš, Vladimír; Mrkvica, Miloš. Teorie řezných nástrojů : určeno pro stud. fak. strojní. 1. vyd. Praha : ČVUT, 1990. ISBN 80-01-00265-9
- Schmidt, Eduard. Příručka řezných nástrojů. 2. vyd. Praha : SNTL, 1974
- Chvála, Břetislav; Votava, Josef. Přípravky : celost. vysokošk. učebnice pro strojní fakulty vys. škol techn.. 1. vyd. Praha : SNTL, 1988
- ASM Handbook, Vol. 16: Machining. Ohio, 1999. ISBN 0871700077
- Shaw, Milton Clayton. Metal cutting principles. New York : Oxford University Press, 2005. ISBN 0-19-514206-3
- Childs, Thomas. Metal machining : theory and applications. New York : Elsevier, 2000. ISBN 0-340-69159-X
- Příručka obrábění : kniha pro praktiky ; přel. Miroslav Kudela. Praha : Sadvik, 1997. ISBN 91-972299-4-6

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Josef Sklenička

Katedra technologie obrábění

Konzultant bakalářské práce: Ing. Aneta Milsimerová

Katedra technologie obrábění

Datum zadání bakalářské práce: 17. října 2016

Termín odevzdání bakalářské práce: 2. června 2017



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



Doc. Ing. Jan Řehoř, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 19. října 2016

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni. Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

V Plzni dne:

.....
Podpis autora

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Josefovi Skleničkovi za odbornou pomoc, ochotu a rady. Rád bych také poděkoval za trpělivost, kterou během zpracování bakalářské práce se mnou měl.

Ondřej Bublík

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ (BAKALÁŘSKÉ) PRÁCE

AUTOR	Příjmení Bublík	Jméno Ondřej		
STUDIJNÍ OBOR	B2301 – „Strojírenská technologie – technologie obrábění“			
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Sklenička	Jméno Josef		
PRACOVISŤE	ZČU - FST – KTO			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ		Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Konstrukce upínacího přípravku pro skupinu konstrukční dílců v SW Catia V5			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2017
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	57	TEXTOVÁ ČÁST	23	GRAFICKÁ ČÁST	34
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Bakalářská práce se zaměřuje na shrnutí způsobů konstrukce přípravků a jejich typů. Praktická část se zaměřuje na konstrukci speciálního přípravku pro zadanou součást. Tento přípravek by měl umožnit obrobení na co nejmenší počet upnutí. Přípravek bude modelován v softwaru Catia V5.
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Přípravek, návrh, software, Catia V5, upínání, konstrukce

SUMMARY OF DIPLOMA (BACHELOR) SHEET

AUTHOR	Surname Bublík	Name Ondřej	
FIELD OF STUDY	B2301 – „Strojírenská technologie – technologie obrábění“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Sklenička	Name Josef	
INSTITUTION	ZČU - FST – KTO		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Design of clamping fixture for group of parts in SW Catia V5		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KTO	SUBMITTED IN	2017
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	57	TEXT PART	23	GRAPHICAL PART	34
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	This thesis contains several methods of designing special fixtures. Thesis is focused on construction special fixture for our part. The model of the fixture is made in software Catia V5.
KEY WORDS	Fixture, Software, Catia V5, designing, construction

Seznam použitých zkratk a symbolů	8
1. Úvod	9
2. Přípravky – teoretická část	10
2.1. Přípravky	10
2.2 Rozdělení přípravků	11
2.2.1 Rozdělení přípravků z hlediska účelu	11
2.2.2 Rozdělení přípravků z hlediska použitelnosti	12
2.3 Zásady uložení obrobku v přípravku	17
2.3.1 Určení polohy těles v přípravku pro rovinná tělesa	17
2.2.2 Určování polohy těles v přípravku pro vnější válcová tělesa	19
2.2.3 Určování polohy těles v přípravku pro tělesa s vnitřní válcovou plochou	20
3. Technologičnost konstrukce daných součástí	21
3.1. Tvar a rozměr	21
3.2 Výkres zadaných součástí	21
3.3. Materiál součásti	22
3.4. Polotovar	22
4. Návrh a konstrukce přípravku ve variantách pro zadané součásti	23
4.1 Návrh konstrukce přípravku	23
4.2 Ustanovení obrobku do přípravku	23
4.3 Upínací síla	24
4.4 Nástroj	24
4.5 Výpočet upínací síly	25
4.6 Výpočet středících čepů na stříh	27
5. Varianty	28
5.1 Varianta A	28
5.2 Varianta B	29
5. 3 Varianta C	30
5.4 Zhodnocení variant	31
5.5 Upínací systémy	32
5.6 Popis součásti přípravků	33
6. Závěr	36
Použitá literatura	37
Obrázky:	37
Seznam příloh	38

Seznam použitých zkratek a symbolů

Význam	Označení	Jednotky
Průměr	D, d	[mm]
Řezná síla	$F_{\text{řez}}$	[N]
Hloubka řezu	A_p	[mm]
Počet zubů	Z	[-]
Posuv na zub	f_z	[mm]
Měrný řezný odpor	k_c	[Mpa]
Mez pevnosti	R_m	[Mpa]
Radiální síla	F_r	[N]
Výsledná síla	F	[N]
Třecí síla	F_t	[N]
Součinitel smykového tření	F	[-]
Upínací síla	F_u	[N]
Skutečná upínací síla	F_{su}	[N]
Součinitel bezpečnosti	K	[-]
Dovolené napětí ve stříhu	τ_{DS}	[Mpa]
Průřez čepu	S	[mm ²]
Tloušťka odřezávané vrstvy	A	[mm]

1. Úvod

Tématem bakalářské práce je „Konstrukce upínacího přípravku pro skupinu konstrukční dílců v SW Catia V5“.

Při rozvoji strojírenství jsou kladeny nároky na rychlost a kvalitu výroby. Tato kritéria mohou být zlepšena několika způsoby, mezi které patří například zlepšení výrobních metod, obráběcích strojů a nástrojů. Rozvoj ve strojírenství lze zajistit vymezením časových ztrát při určitých procesech. Největší důraz je kladen na zkrácení výrobních časů.

Zkracování hlavních časů závisí na výkonu stroje, materiálu obrobku a nástroji. Důležité je zkracovat vedlejší časy hlavně v případě, pokud je hlavní čas nepoměrně kratší vůči vedlejšímu. Při rozvoji strojírenství jsou kladeny nároky na mechanizaci a automatizaci všech vedlejší úkonů. Upínání obrobků do upínacích přípravků snižuje vedlejší časy a snižuje náročnost výroby.

2. Přípravky – teoretická část

2.1. Přípravky

Přípravek je druh náradí ve strojírenské technologii, který usnadňuje výrobu. Usnadňuje ji tím způsobem, že zlehčuje určité fáze výroby. Je využitelný i v manipulaci s výrobkem a při kontrole správných rozměrů výrobku. Hlavní funkcí přípravků je pevné, rychlé a bezpečné upnutí obrobku. Přípravek by měl zajišťovat správné a jednoznačné ustavení obrobku. V některých případech je využití přípravku nutné pro upnutí součásti takovým způsobem, aby šla součást obrobít. Využití přípravku ve výrobě zrychluje a zkvalitňuje samotnou výrobu.

Výroba s použitím přípravku přináší mnoho výhod, ale každý přípravek musí splňovat kritéria. Tato kritéria se rozdělují hlavně na jakost, bezpečnost, funkčnost a ekonomické kritérium. Při rozhodování o použití přípravku z finančního hlediska nesmí náklady spojené s výrobou a údržbou překročit náklady na výrobu bez využití přípravku. Přípravek lze využít ve všech typech výroby od kusové po hromadnou. V případě kusové výroby by se měl přípravek využívat pouze v případech nezbytně nutných (složitě tvary). V ostatních případech by byl výběr výroby s přípravkem ekonomicky nerozumný. Nejvíce využitelné jsou přípravky v hromadné výrobě, ve které se díky nim podaří dosáhnout potřebné kvality. Z hlediska funkčnosti musí přípravek přenést všechny řezné síly na stroj a musí jednoznačně upnout polotovar, aby nedošlo k případné deformaci. Z bezpečnostního kritéria musí přípravek zajistit bezpečnost obsluhy.

Při kusové výrobě se k upínání využívají klasické upínací pomůcky. Výroba s těmito upínacími prvky je zdlouhavá a fyzicky náročná, z důvodu časově náročného upínání a přenastavení upínacích pomůcek. Vyžaduje spolehlivost a odpovědnost obsluhy strojů. I přes všechny tyto nevýhody je výroba finančně méně náročná než pořizování speciálních přípravků.

Speciální přípravky se využívají především v sériové a hromadné výrobě. Použitím těchto přípravků se zlepšují zejména vedlejší časy, které jsou potřeba například při kontrole součástí. Speciální přípravky určují dostatečnou přesnost obrábění a časově nenáročnou upnutí.

2.2 Rozdělení přípravků

Přípravky se rozdělují podle několika hledisek.

2.2.1 Rozdělení přípravků z hlediska účelu

Hlavním rozdělením přípravků je dle účelu, kde bude přípravek využit. Dle tohoto kritéria rozdělujeme přípravky do několika kategorií:

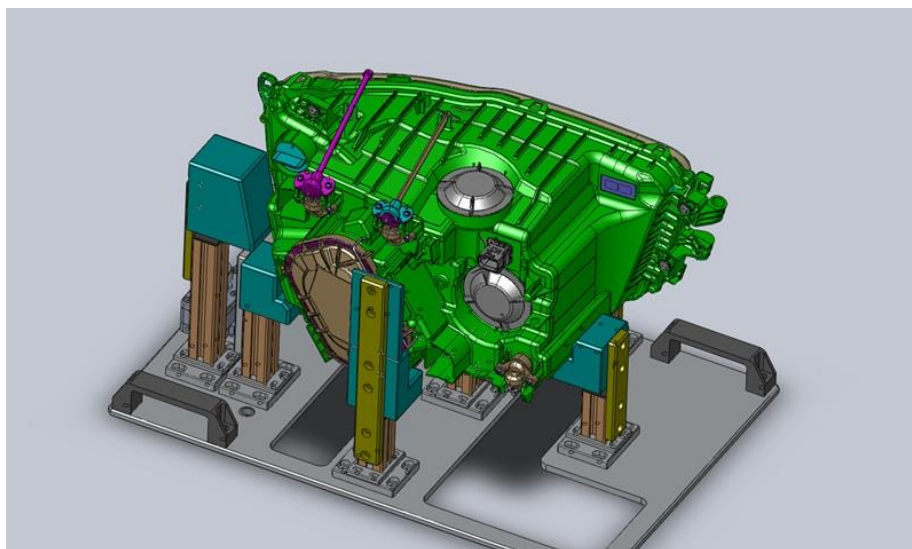
- Montážní/demontážní
- Obráběcí
- Svařovací
- Kontrolní

Montážní přípravek zajišťuje jednoznačnou polohu montovaných součástí. Tento přípravek zajišťuje, aby byla montáž (demontáž) co nejpřesnější a nejjednodušší. Při používání montážních přípravků se snižuje podíl lidské práce na konkrétních úkonech.

Obráběcí přípravek slouží většinou k upnutí obrobku složitějšího tvaru. Obráběcí přípravek musí upnout přípravek v určité poloze vzhledem k nástroji. Tyto druhy přípravků musí zajistit pevné upnutí obrobku. Přípravek je určený k tomu, aby se daný obrobek mohl obrobit na co nejmenší počet upnutí. Kvůli zbytečnému upnutí se navyšují vedlejší časy a klesá produkce výroby.

Obdobnou funkci musí splňovat také svařovací přípravky, které musí zajistit jednoznačnou polohu součástí pro následné svaření. Oba tyto přípravky musí zajistit i volný prostor pro manipulaci s nástroji.

Kontrolní přípravky jsou určené pro zlepšení kvality bez nároku na větší pracovní časy. Slouží k určení správných rozměrů nebo geometrických tvarů.[2][1]



Obr. 1 Montážní přípravek [2.1.1]

2.2.2 Rozdělení přípravků z hlediska použitelnosti

Univerzální přípravky

Univerzální přípravky lze využít pro rozdílné druhy obrobků. Díky své univerzálnosti mohou mít obrobky jiný tvar a velikost. Obrobky jsou většinou technologicky podobné. Tyto přípravky lze použít pro rozdílné operace. Jsou nejrozšířenějším druhem přípravků. Používají se při kusové, nebo malosériové výrobě, mají daný tvar a jsou normalizované. Mezi univerzální přípravky patří například sklíčidla, strojní svěráky, upínací úhelníky, kleštinové hlavy, atd.

Strojní svěráky

Strojní svěráky patří mezi nejrozšířenější upínací nástroje. Používají se k upínání součástí jednoduchých tvarů a většinou menších rozměrů na frézkách, vrtačkách, hoblovkách, obrážečkách a jiných obráběcích strojích. Pro upínání obrobku používají sevření čelistí šroubem a to buď ruční klikou nebo pneumatickou/hydraulickou utahovací jednotkou. Využívají se i svěráky s upínacím výstředníkem a svěráky pneumatické a hydraulické. Rozevření je největší možná vzdálenost obou čelistí, při které je zaručeno pevné a bezpečné upnutí obrobku [2]

Šroubový strojní svěrák – nejběžnější strojní svěrák. Těleso svěráku s jednou pevnou částí má vedení pro posuvnou čelist. Posuvná čelist má v sobě matici pro šroub, který je otočně uložen a osově zachycen v tělese svěráku. Obě čelisti mají kalené vložky, které jsou vyměnitelné.[2]



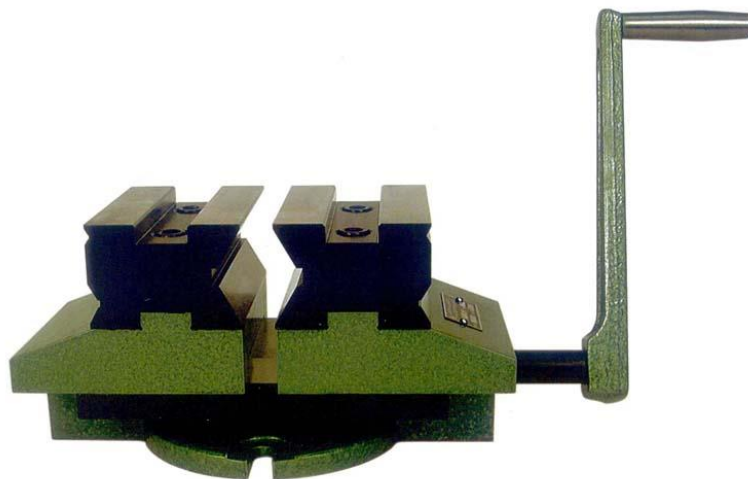
Obr. 2 *Strojní svěrák* [2.2.2]

Otočný svěrák – otočný svěrák se vyznačuje stejným uspořádáním jako klasický přímý svěrák. Rozdíl je v desce, kterou se svěrák připevňuje ke stolu nebo upínací desce stroje. Tato deska je otočná a jsou na ní uloženy saně s čelistmi. Svěrák se otáčí kolem svislé osy o požadovaný úhel podle stupnice na obvodu otočné desky, jeho poloha se zajišťuje dvěma šrouby.[2]



Obr. 3 *Otočný svěrák [2.2.3]*

Samostředící svěráky – jsou vhodné k upínání krátkých válcových předmětů. Pro upnutí válcových předmětů se využívají samostředící svěráky s prizmatickými čelistmi. Obě čelisti jsou u svěráku posuvné, z toho plyne, že poloha osy není ovlivněna průměrem obrobku. Čelisti jsou kalené a po obou stranách mají zářezy různých velikostí, takže je lze podle velikosti obrobku obracet. [2]



Obr. 3 *Samostředící svěrák s prizmatickými čelistmi [2.2.4]*

Výstředníkový svěrák – upínací sílu vytvoří u tohoto typu svěráku výstředník místo upínacího šroubu. Posuvná čelist se posouvá ručně po zářezích na saních nebo pomocí šroubu. Výstředníkovým svěrákem se upínají obrobky menších rozměrů a geometricky pravidelných tvarů.[2]



Obr. 4 *Výstředníkový svěrák* [2.2.5]

Pneumatický svěrák – zde je upínací síla vytvořena pomocí tlakového vzduchu. Jedná se o velmi silné upnutí. Oproti předchozím případům má pneumatický svěrák mnoho výhod jako například krátké upínací časy, odstranění tělesné námahy a velké upínací síly. Stejně jako u ručního upínání, čelisti jsou kaleny a lze je měnit. [2]



Obr. 5 *Pneumatický svěrák* [2.2.6]

Lícní desky

Lícní desky se využívají k upínání válcových obrobků a obrobků s obecnými tvary. Nejčastěji jsou používány při obrábění na soustruzích. Díky tomu, že jednotlivé čelisti upínací desky se pohybují samostatně a jsou stupňovité, tak nemusí být daná součást symetrická k ose soustružení. Tímto se také zvyšuje rozsah upínaných předmětů. Lícní desky vyvodí značnou upínací sílu, ale problém nastává s vystředěním. Pro vystředění je zapotřebí zručnost obsluhy stroje a celý úkon je časově náročný. Na obrázku (obr. 6) jsou vidět výřezy pro šrouby s hlavou. Tyto výřezy slouží k tomu, aby daný výrobek šlo upnout i pomocí upínek.[2]



Obr. 6 Lícní deska [2.2.7]

Skličidla

Skličidla se většinou používají k upnutí rotačních obrobků. Skličidla dokážou upnout i dlouhé obrobky. Všechny čelisti sklíčidla se pohybují současně a symetricky k ose, čímž se zajišťuje správně vystředění obrobku. Skličidla mohou být upínány mechanicky, pneumaticky nebo hydraulicky.[2]



Obr. 7 Univerzální sklíčidlo [2.2.8]

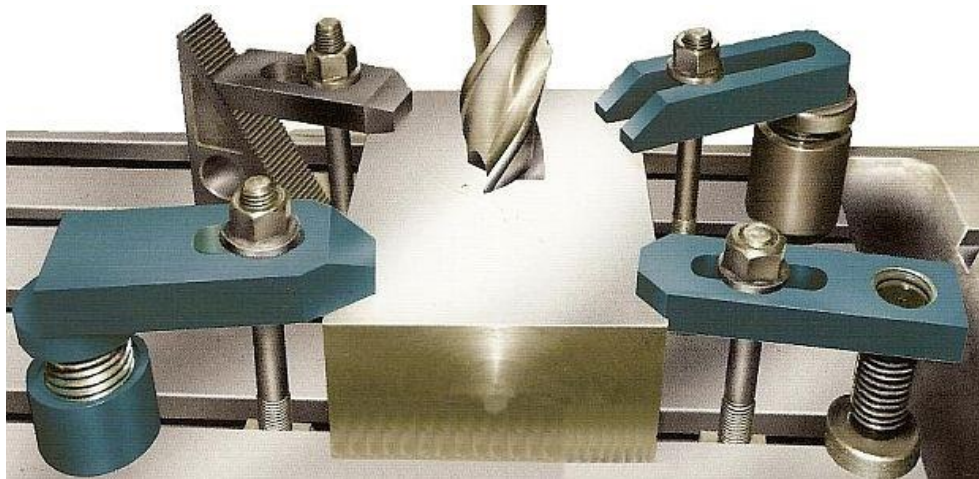
Skupinové přípravky

Celý přípravek nebo jeho část je společná pro celou skupinu obrobků. Skupinové přípravky se skládají ze stálých a vyměnitelných nebo seřiditelných součástí. Vyměnitelné součásti a skupiny vyměnitelných součástí se vyměňují při přechodu z jednoho druhu obrábění na obrábění jiného druhu. [2]

Stavebnicové přípravky

Stavebnicové přípravky se skládají většinou z typizovaných součástek. Všechny součásti se rozdělují do skupin dle použití:

- a) součásti základové, mezi které patří například základové desky a úhelníky,
- b) opěrné součásti (lišty, podložky, opěrky apod.),
- c) ustavovací součásti ustavovací (ustavovací čepy, kolíky),
- d) vodící součásti (vodící pouzdra),
- e) upínací součásti (upínky, výstředníky, upínací hroty),
- f) spojovací součásti (šrouby, matice apod.). [1]



Obr. 8 Stavebnicový přípravek [2.2.9]

Speciální přípravky

Speciální přípravky jsou určeny pouze pro jeden druh operace. Výhodou těchto přípravků je opakovatelnost operace, proto se využívají v sériové a hromadné výrobě. Využití v opakovatelnosti nahradí vyšší náklady pro výrobu přípravku.

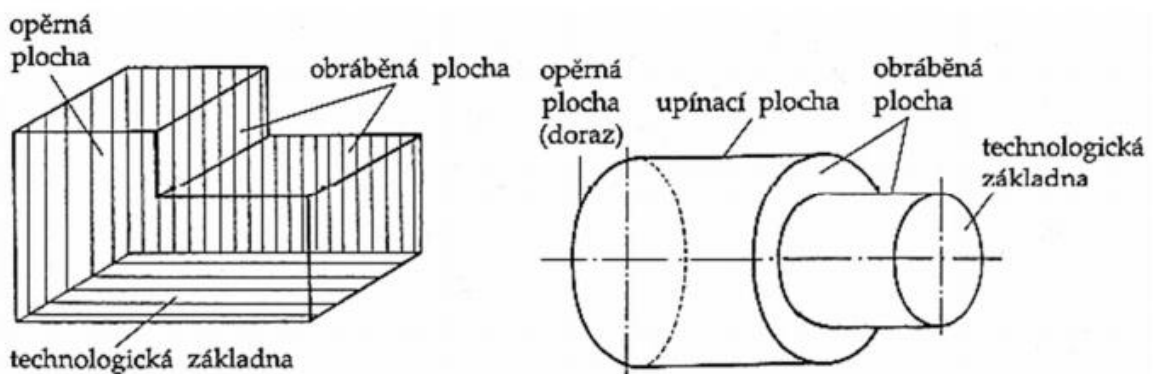
2.2.2 Rozdělení přípravků z hlediska zdrojů upínací síly

- Ruční upínání
- Mechanické upínání (magnetické, elektromechanické, elektromagnetické, magnetické, hydraulické, pneumatické).[1]

2.3 Zásady uložení obrobku v přípravku

Při upínání obrobku nejprve určíme plochy obrobku. Každý obrobek má několik ploch:

- základní (výchozí základny) – určují polohu obrobku
- opěrné použité k opření obrobku (jsou v přímém styku s ustavovacími plochami přípravku),
- upínací použité k přímému upnutí obrobku,
- obráběné plochy.



Obr. 9 Ustavení obrobku [1]

Po určení ustavujících ploch obrobku, stanovení opěrných prvků a jejich polohy je nutno určit způsob upnutí obrobku. Při upínání je nutno dodržet následující podmínky:

1. Při upínání nesmí dojít ke změně polohy ustaveného obrobku působením upínacích sil.
2. Upínací síly nutno volit tak velké, aby působením řezných sil při obrábění nebyl obrobek posunut z původní polohy, a aby nenastali chvění obrobku.
3. Pro upnutí obrobku se využívají rychloupínací prvky, aby upínací čas byl minimální.
4. Působíště, směr a velikost upínacích sil musí být navržen s ohledem na působíště, směr velikost řezných odporů. [3]

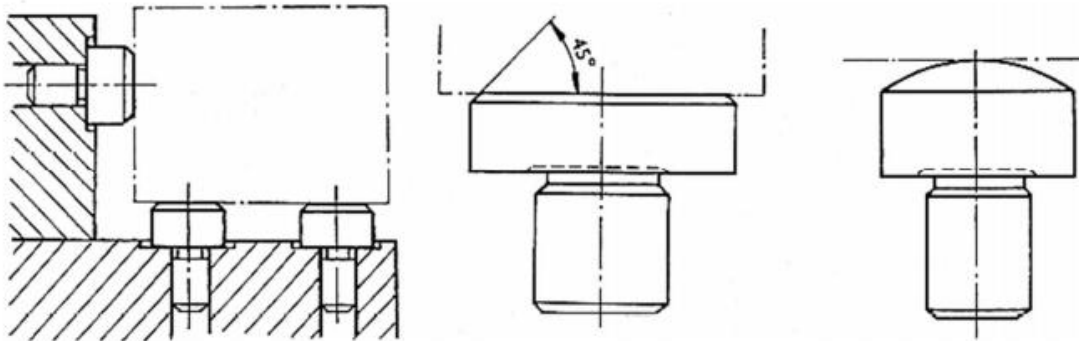
Těleso má v prostoru 6 stupňů volnosti. V osách x, y, z jsou tři posuvy a tři pootočení kolem těchto os. Jednoznačné uložení součásti znamená zamezit posuv ve všech těchto osách. To znamená odebrat všechny stupně volnosti. Ustanovení součásti zajistí šest podpěrných bodů. Při každé operaci je nutné ukládat obrobek do přípravku plochami, které mají vztah k obráběné ploše. [3]

2.3.1 Určení polohy těles v přípravku pro rovinná tělesa

U rovinných těles je jedna stěna uložená na ložnou základnu (plocha, o kterou je obrobek opřen v přípravku), která je tvořena bodem nebo přímkou, ale většinou se tvoří ze tří bodů. Dvěma body na opěrné ploše a jedním bodem na ploše dorazové. V tomto případě je rozdělení v poměru 3:2:1 a zajišťuje všech šest stupňů volnosti.

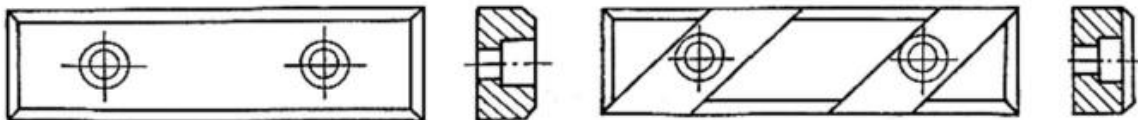
Při výrobkách, které nemají dostatečnou hmotnost, se musí obrobek zatlačit na podpěry ručně. Následně se vyvodí dvě pomocné upínací síly, které směřují proti opěrným prvkům. Při ustanovení na rovinnou plochu se používají **opěrky** a **lišty**.

Opěrky lze rozdělit na pevné, stavitelné a samostavitelné. Povrch opěrek je tepelně zpracovaný a broušený. Opěrky můžeme do tělesa přípravku nalisovat nebo našroubovat. Opěrky lze používat s dokonale rovnou dotykovou hlavou, když je obrobek opracován. V opačném případě se využívají opěrky s dotykovou plochou kulovitého tvaru.



Obr. 10 Opěrky [1]

Lišty jsou využívány pro ustanovení delších obrobků. Povrch lišt je stejně opracován jako u opěrek. Na lištách se nachází mělké lišty, které vymezují pohyb obrobku po samotné lišti. Lišty mohou být přivařeny nebo přišroubovány. Při upínání velmi rozměrných obrobků se využívají i lišty i opěrky, protože rozměrné obrobky se při upínání prohýbají, proto jsou mezi lištami opěrky. Případné prohýbání má vliv i na přesnost.



Obr. 11 Lišty [1]

Při rozhodování o použití lišt nebo druhu opěrek rozhoduje tvar, velikost a tvrdost plochy obrobku. Některé přípravky nevyužívají ani opěrky ani lišty. K ustanovení využívají přímo plochy přípravku. Povrch těchto ploch musí projít stejnou úpravou jako opěrky a lišty, tedy musí být tepelně zpracovaný a obroušený.

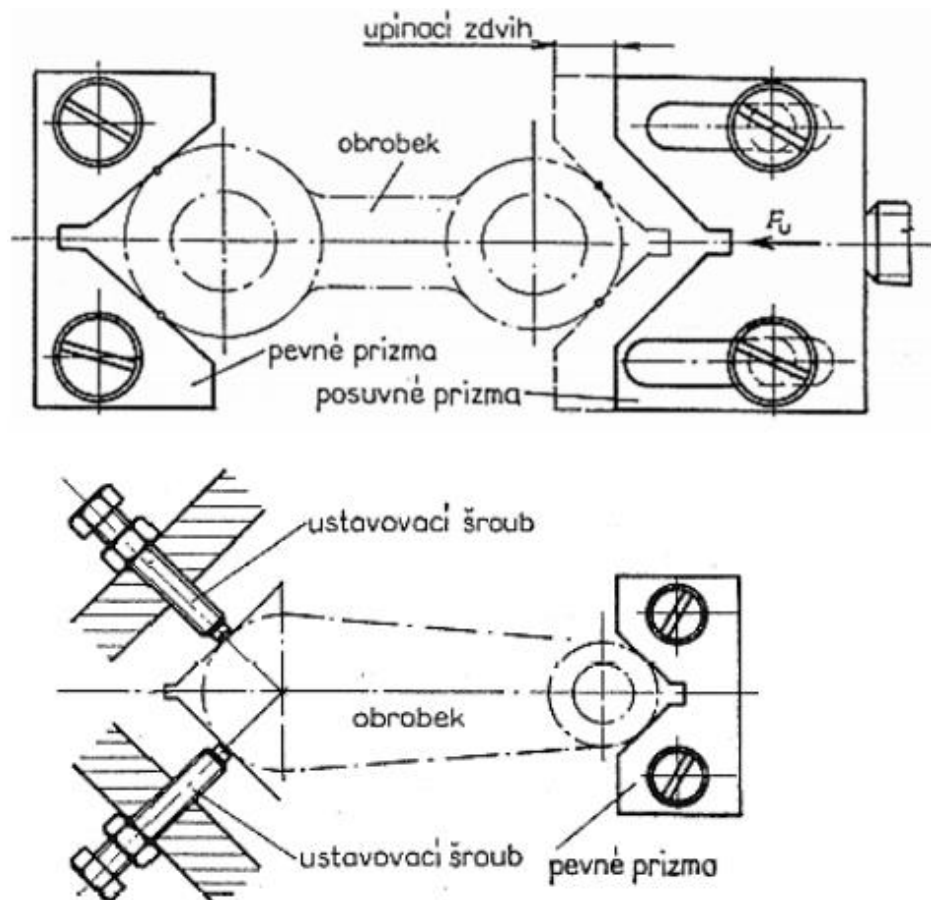
2.2.2 Určování polohy těles v přípravku pro vnější válcová tělesa

Při upínání válcových těles zajišťujeme 4 stupně volnosti tím, že obrobek upneme dvěma přímkami. Toho docílíme díky prizmatickým upínačům. Do jednoho z čel obrobku vložíme opěrku, a tím odebereme další stupeň volnosti. Dále zajistíme upínací silou, že se obrobek nebude točit okolo své osy. Další pomocnou silou zajistíme doraz obrobku na opěrku. Prizmatické upínače nelze používat v případě, že obrobek má nepravidelnou plochu.

Problém v upnutí prizmatickým upínačem nastává v tom, že při tomto druhu upnutí vznikají odchylky. Jedná se o odchylky středové a povrchové. Středová odchylka ovlivňuje celkovou přesnost výroby. Povrchová odchylka se vyskytuje v každém případě, kdy se kótuje od povrchu součásti.

Prvky pro ustavení na dvě vnější válcové plochy:

- Dvě prizmata – jedno pevné a jedno posuvné
- Pevné prizma a ustavovací šrouby[5]



Obr. 12 Prvky pro ustavení na dvě vnější válcové plochy [1]

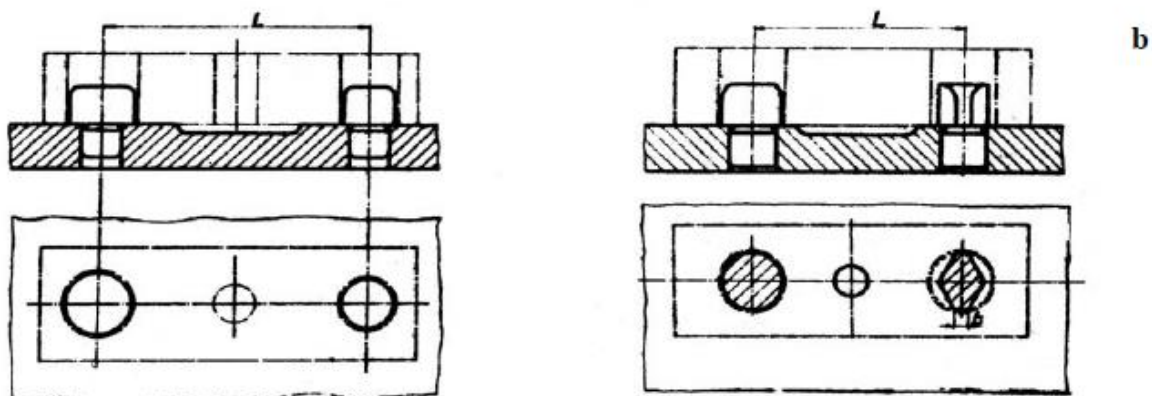
2.2.3 Určování polohy těles v přípravku pro tělesa s vnitřní válcovou plochou

Ustavování obrobku lze využít i obrobky s vnitřní válcovou plochou. Jedná se o obrobky s dírou. Existují celkem tři způsoby ustanovení a to dle tvaru obrobku:

- Ustanovení obrobku za rovinnou plochu (čím se zajistí tři stupně volnosti) a za díru, přičemž základní plocha může být vytvořena jak rovinnou plochou, tak i dírou.
- Ustavení rovinnou plochou, dírou a čelem. Osa díry musí být rovnoběžná s rovinnou plochou. V tomto případě rovinná plocha zajistí 3 stupně volnosti, díra dva stupně volnosti a čelo jeden stupeň volnosti.
- Ustavení obrobku rovinnou plochou a dvěma dírami.

Ustanovení polohy s vnitřní válcovou plochou dvěma čepy lze zajistit dvěma způsoby:

- Dvěma plnými čepy. Tím se zajistí dokonalé upnutí. Tento druh upnutí sebou nese i nutnost přesné výroby. Rozteč dvou otvorů musí být tolerována. Pro vyrovnání osových vzdáleností otvorů musí být značná radiální vůle mezi čepy a otvory. V tomto případě jsou čepy v přípravku nalisovány.
- Jedním čepem plným a jedním zploštělým. Zjednodušený ustanovení, protože je zmenšena vůle mezi čepem a otvorem. [1]



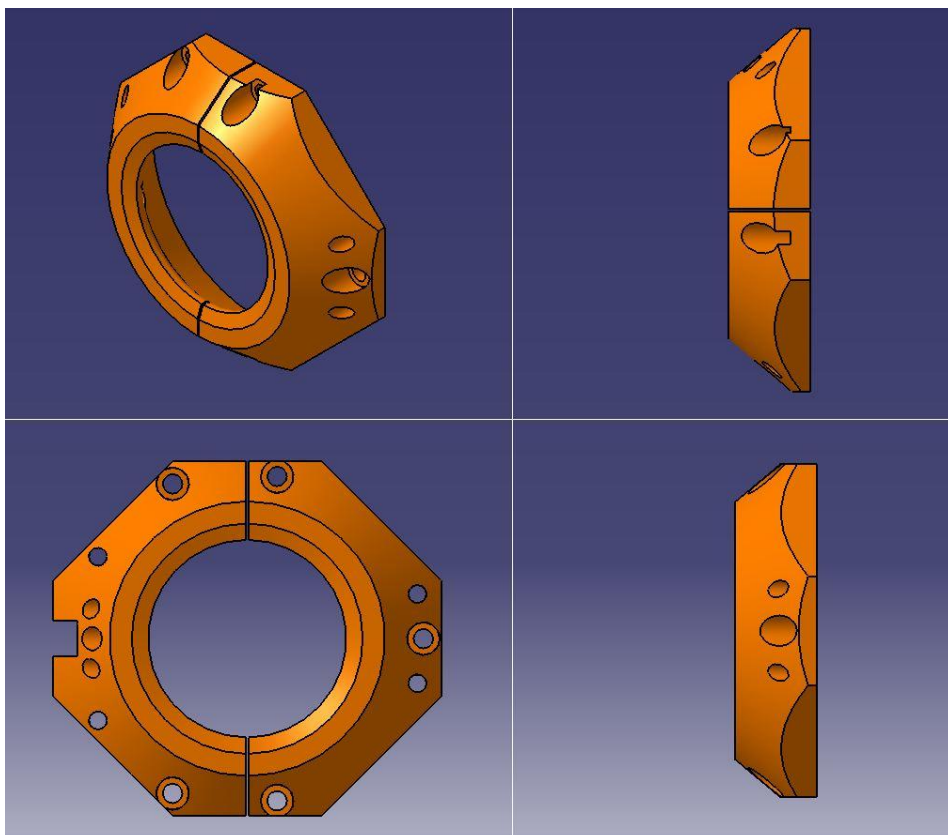
Obr. 13 Prvky pro ustavení na dvě vnější válcové plochy[1]

3. Technologičnost konstrukce daných součástí

3.1. Tvar a rozměr

Jedná se o dvě součásti podobného tvaru.

První součást je osmiúhelníkového tvaru s rozměry 119 x 130 mm. S tloušťkou 29 mm. Na jedné straně osmiúhelníku je vyfrézovaná drážka o průměru 12 mm a hloubce 8 mm. Součást pochází z polotovaru rotační plochy. Na obvodu osmiúhelníku se nachází 12 děr, z nichž 3 prochází z boku součásti. Obráběná součást je rozdělena na dvě součásti přímým řezem uprostřed součásti.



Obr. 14 Model součásti

Druhá součást je téměř identická, liší se pouze v rozměrech. Druhá zadaná součást má rozdílnou tloušťku, která je o velikosti 26.5 mm. Liší se také ve velikosti vnitřního otvoru.

3.2 Výkres zadaných součástí

Viz. Příloha.

3.3. Materiál součásti

Součást je z materiálu ISO CuCrZr (Norma ČSN EN CW106C). Je to slitina mědi, chromu a zirkonu. Jedná se o tepelně vytvrzenou slitinu mědi s vysokou tvrdostí a pevností při vysoké elektrické vodivosti. Charakterizuje se vysokou provozní stálostí i za vysokých teplot. Pevnost tohoto materiálu se pohybuje od 370 Mpa do 480 Mpa.

Tato slitina se využívá především ve svařování. Díky svým vlastnostem je využitelná, jak v ručním, tak i v strojním svařování. [6]

Chemické složení:

Cr	Zr	Cu
0,5-1,2 %	0,03-0,1 %	Zbytek

Tab. 1. Chemické složení materiálu [6]

3.4. Polotovar

Vzhledem k technologičnosti součásti byl vybrán polotovar tyč kruhového průřezu. Polotovar má průměr 140 mm a délku 40 mm. Polotovar projde operacemi na soustruhu, kde se zarovná čelo. Vysoustruží se vnitřní otvor, potřebný zápich a zkosení. Dále se součást upne do sklíčidla a vyvrtají se potřebné otvory na obvodu součásti. Celkem 9 děr.

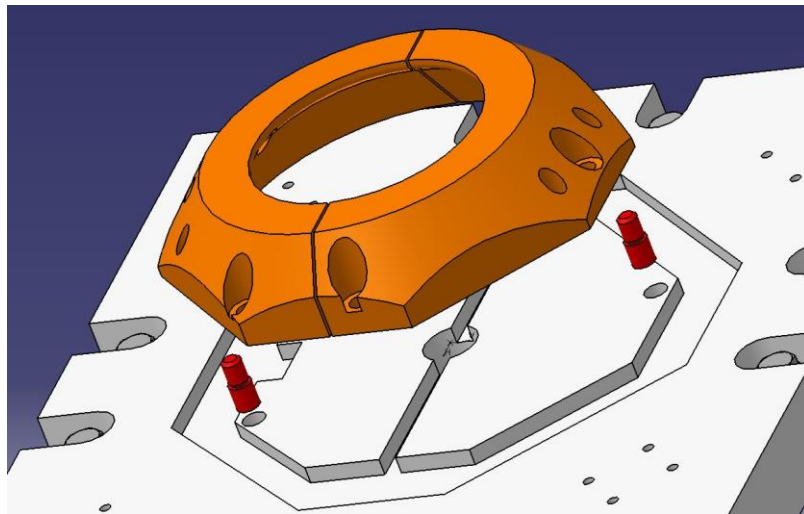
4. Návrh a konstrukce přípravku ve variantách pro zadané součásti

4.1 Návrh konstrukce přípravku

Z tvaru polotovaru vychází plochy, které je potřeba obrobít. Z rotačního polotovaru je zapotřebí obrobít požadovaný osmiúhelník. Dále je zapotřebí vyfrézovat drážku na jedné straně osmiúhelníku. Následně se musí vyvrtat tři díry z boku součásti. Poté se budou frézovat válcové díry na obvodu součásti a jedna válcová díra z boku součásti. Poslední operací na součásti bude rozdělení obrobku na dvě součásti přímým řezem.

4.2 Ustanovení obrobku do přípravku

Pro ustanovení obrobku do přípravku do obrobku využijeme principu ustanovení za dva vnitřní válcové otvory. Tento princip je popsán v kapitole 2.2.3. Tyto otvory pro čepy vznikly v předchozí operaci. Do těla přípravků je zapotřebí vytvořit dva otvory pro čepy. Součást tedy ustavíme do těla přípravku za dva středící čepy.

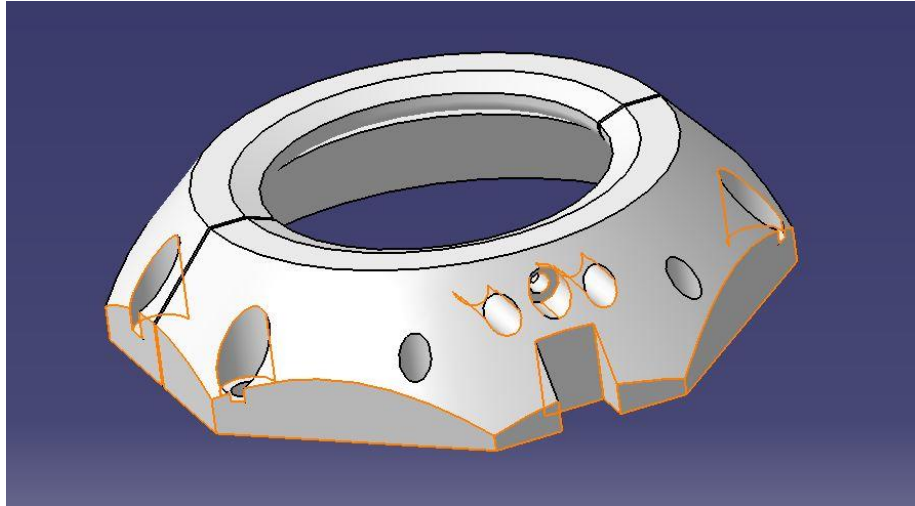


Obr. 16 Ustanovení obrobku

Po rozdělení obrobku na dvě části nebude zajištěno vystředění jednotlivých součástí. Ty budou zajištěny pouze jedním středícím čepem. Pro jednoznačné ustanovení obrobku využijeme i třetí a čtvrtou díru, ve stejné velikosti, do které vložíme kolík. Pro uložení kolíku bude zapotřebí vytvořit díru pro kolík do těla přípravku.

4.3 Upínací síla

Upínací síla je počítána z procesu, kdy je frézována plocha pro tvorbu osmiúhelníku. Tato plocha je frézována čelní válcovou frézou.



Obr. 17 Frézovaná plocha

4.4 Nástroj

Jako nástroj pro frézování plochy byla zvolena čelní válcová fréza s VBD, která má průměr 40 mm.

Její značení dle katalogu ISCAR zní SPKD40-42-W32-10.



Obr. 18 Čelní válcová fréza [4.4]

Specifikace nástroje:

Průměr frézy	40 mm
Výška frézy	125 mm
Upínací průměr	32 mm
Hloubka třísky a_p	max. 43 mm
Posuv na zub f_z	0,15 - 0,30 mm
Počet zubů	3

Tab. 2 Specifikace nástroje [7]

4.5 Výpočet upínací síly

Výpočet řezné síly provedeme pomocí měrného řezného odporu.

$$F_{\text{řez}} = k_c \cdot a_p \cdot f = k_c \cdot a_p \cdot f_z \cdot z$$

$$k_c = \frac{F_{\text{řez}}}{A} = \frac{F_{\text{řez}}}{a_p \cdot f}$$

$F_{\text{řez}}$ = řezná síla [N]

a_p = hloubka řezu [mm]

z = počet zubů [-]

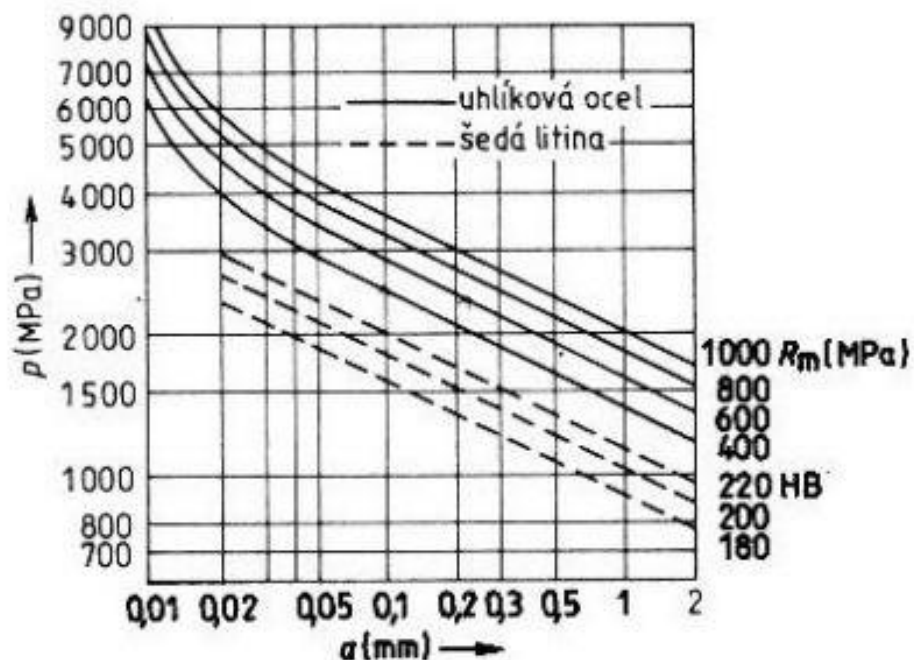
f_z = posuv na zub [mm]

k_c = měrný řezný odpor [MPa]

[4]

Měrný řezný odpor

Pro určení měrného řezného odporu využijeme graf (viz. Obr. 19). Pro vyčtení měrného řezného odporu z grafu přirovnáme materiál CuCrZr k uhlíkové oceli, která má podobné mechanické vlastnosti. Dále vybereme dle meze R_m 480 Mpa.



Obr. 19 Graf pro měrný řezný odpor [4]

Měrný řezný odpor určen z grafu.

$$F_{\check{r}ez} = k_c \cdot a_p \cdot f = k_c \cdot a_p \cdot f_z \cdot z = 2750 \cdot 1,5 \cdot 0,1 \cdot 3 = 1237,5 [N]$$

Z řezné síly vypočítáme dle empirického vztahu sílu radiální, která má značení F_r .

$$\begin{aligned} F_r &= 0,35 \cdot F_{\check{r}ez} \\ F_r &= 0,35 \cdot 1237,5 \\ F_r &= 433,13 [N] \end{aligned}$$

Celková výsledná síla se vypočítá z pythagorovy věty.

$$\begin{aligned} F &= \sqrt{F_{\check{r}ez}^2 + F_r^2} \\ F &= \sqrt{1237,5^2 + 433,13^2} \\ F &= 1310,64 [N] \end{aligned}$$

$F =$ výsledná síla

Třecí síla F_t je uvažována totožná s velikostí řezné síly. Z podmínky smykového tření f vyplývá:

$$\begin{aligned} F_t &= F_u \cdot f = F_{\check{r}ez} \\ F_u &= \frac{F_t}{f} \\ F_u &= \frac{1237,5}{0,36} = 3437,5 [N] \end{aligned}$$

$f =$ tření = pro zadaný materiál 0,36 [–]

$F_t =$ třecí síla [N]

$F_u =$ upínací síla [N]

Velikost skutečné upínací síly je kvůli bezpečnosti vyšší:

$$\begin{aligned} F_{us} &= F_u \cdot k \\ F_{us} &= 3437,5 \cdot 1,2 \\ F_{us} &= 4125 [N] \end{aligned}$$

$F_{us} =$ Skutečná upínací síla [N]

$k =$ součinitel bezpečnosti [–]

[5]

4.6 Výpočet středících čepů na střih

Středící čepy budou použity čtyři. Dva budou normalizované a dva dle rozměrů navržené dle velikosti díry. Z hlediska velikosti musíme zjistit, jestli dané čepy vyhovují pevnostní podmínce na střih. Dle tabulek se normalizované čepy vyrábí z oceli 19 452, která má mez pevnosti $R_m = 1200\text{Mpa} - 2180\text{MPa}$. Při navrhování kolíku budeme počítat s minimální mezí pevností.

Podmínka pevnosti ve střihu:

$$\tau_S = \frac{F}{S} \leq \tau_{DS}$$

F = řezná síla [N]

S = Průřez čepu [mm^2]

τ_{DS} = dovolené napětí ve střihu [MPa]

$$\rightarrow \frac{F}{S} \leq \tau_{DS}$$

$$\rightarrow \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d^2} \leq \tau_{DS}$$

$$\rightarrow \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot \tau_{DS}} \leq d^2$$

$$\rightarrow \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot \tau_{DS}}} \leq d$$

$$\tau_{DS} = 0,6 \cdot R_m$$

$$\tau_{DS} = 0,6 \cdot 1200$$

$$\rightarrow \sqrt{\frac{4 \cdot 4125}{\pi \cdot 720}} \leq d$$

$$\underline{2,7\text{mm} \leq d}$$

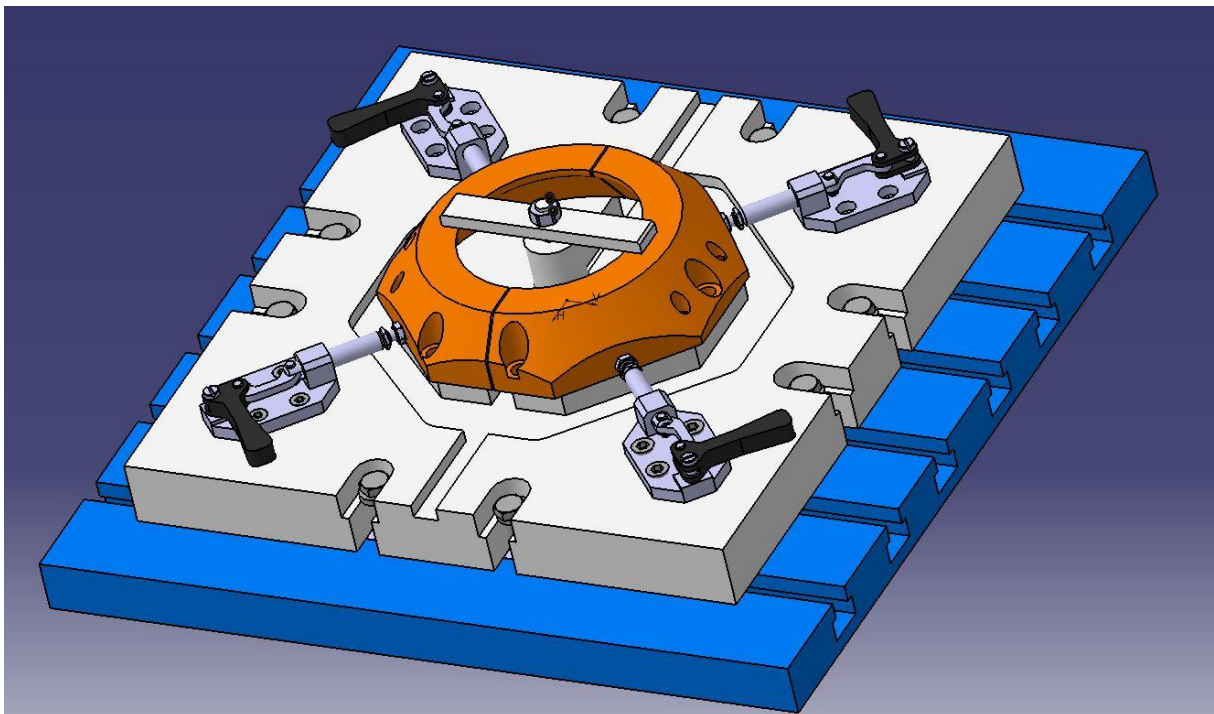
[11]

Čepy musí být větší než průměr 2,7 mm. Jelikož daná síla má být rozdělena do čtyř kolíků, tak navržené kolíky o průměrech 6 mm a 6,1 mm danou podmínku splňují.

5. Varianty

5.1 Varianta A

Upínací přípravek je určen pro operace, při kterých se bude frézovat daný osmiúhelník, drážka na jedné straně osmiúhelníku, válcové díry po obvodu součásti a jedna z boku součásti. Dále se vyvrtají tři díry z boku součásti. Konečná operace bude rozdělení součásti na dva díly. Při této variantě jsou využity středící kolíky pro vystředění a ustavení jednoznačné polohy součásti. Využijeme všechny čtyři kolíky z důvodu rozdělení součásti na dva díly. Při rozdělení by zajišťoval polohu každého dílu pouze jeden kolík. Upínací sílu vyvolá matice, která bude tlačít upínku na součást. Provedou se první operace a před rozdělením součásti se musí upínka vyndat, aby nevadila kotouči. Pro upnutí se využijí tentokrát přímé upínky, které jsou přichyceny k tělu součásti pomocí šroubů. Celý přípravek se základní deskou a upínačem je uchycen k desce stolu do T – drážek pomocí T – matic.

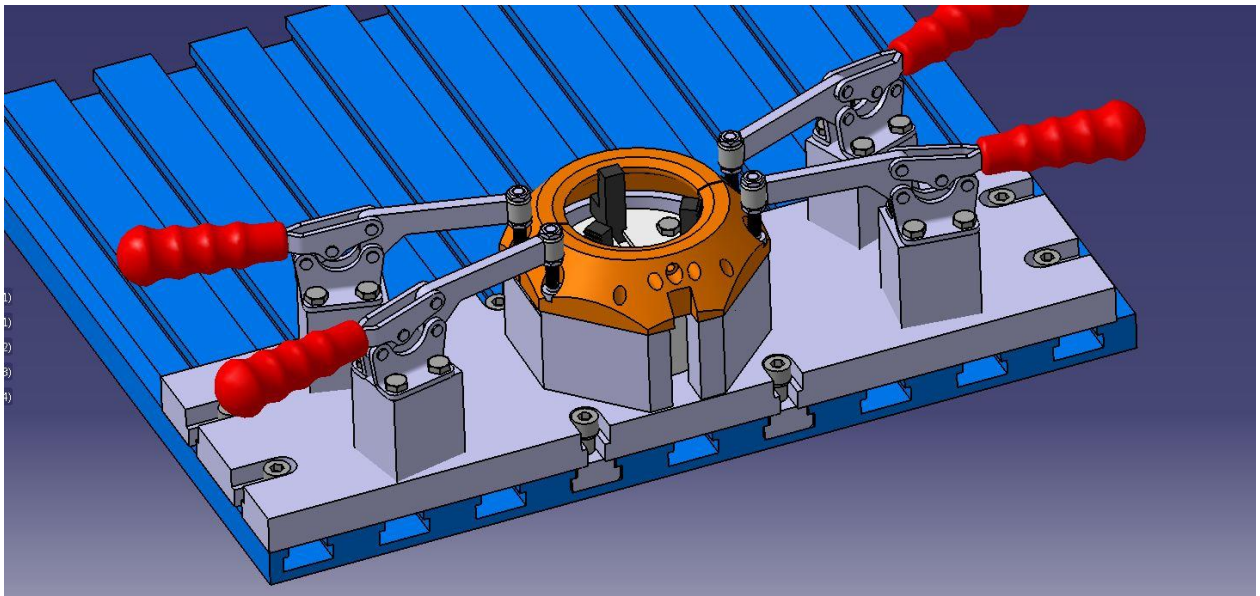


Obr. 20 Varianta A

Upínací přípravek v první variantě splňuje upnutí. Nevýhodou tohoto přípravku je zdlouhavá manipulace s upínkou před rozdělením součásti a při rozdělení součásti budou vyvíjet upínky tlak na kolíky. Dále je komplikovanější manipulace s nástroji. Při vrtání děr z boku součásti a frézování drážky se nástroj komplikovaně dostane k obrobku.

5.2 Varianta B

U varianty B se součást vystředí pomocí čtyř kolíků, které se zasadí do předem vyvrtaných děr. Upínací sílu zajistí sklíčidlo, které je umístěno uvnitř těla součásti. Sklíčidlo zabírá na vnitřní průměr součásti. Při druhé variantě bylo tělo přípravku přizpůsobeno k obrábění drážky a vyvrtání děr, proto bylo upraveno na kraj stolu, aby zajistilo dostatečný prostor pro manipulaci s nástroji. Tělo pod obrobkem je dostatečně vysoké. To zajišťuje, že fréza při tvorbě drážky projede bez problémů. Pro rozdělení součásti na dva díly je zapotřebí přepnout součást pomocí horizontálních upínek, které jsou vystředěny do předem obrobených válcových děr. Přípravek se základní deskou je uchycen k desce stolu do T – drážek pomocí T – matic.

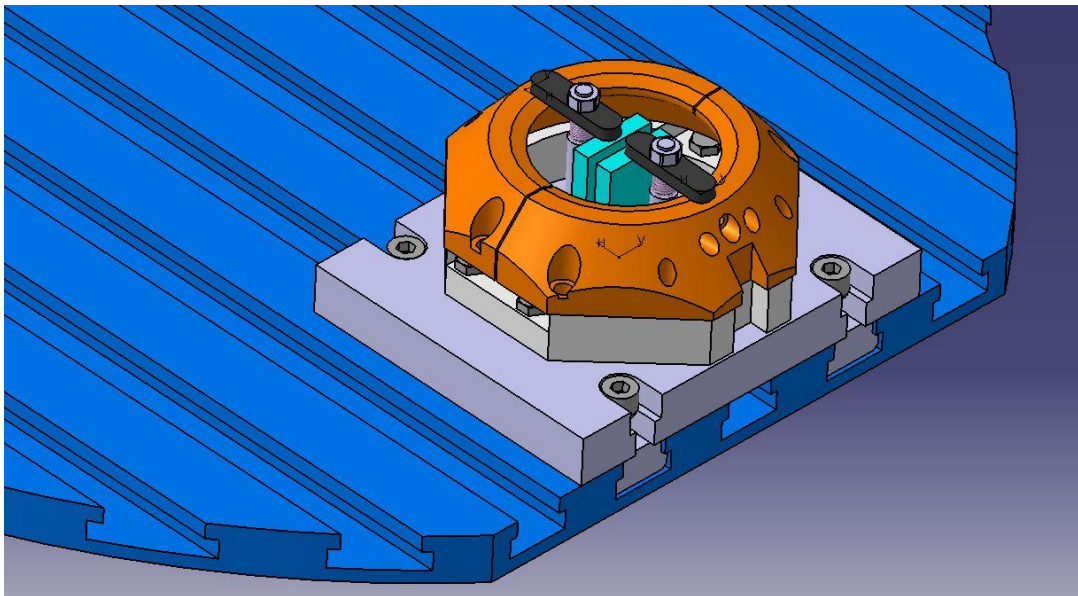


Obr. 21 Varianta B

Výhodou této varianty je jednodušší upnutí pro obsluhu stroje. Nevýhodou je, že sklíčidlo vyvozuje tlak na kolíky. Dále je nevýhodou manipulace se sklíčidlem jeho čelistmi. Pro tento druh upnutí jsou zapotřebí speciálně navržené čelisti.

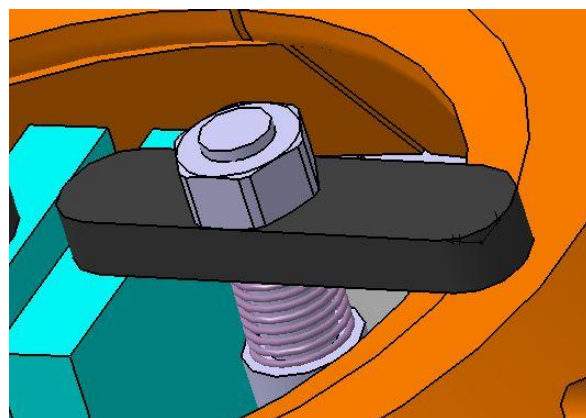
5.3 Varianta C

Varianta C se součást vystředuje stejným způsobem jako u předchozích variant. Tedy pomocí čtyř kolíků. Upínací přípravek je rozdělen na několik částí. Základní deska, ve které jsou díry pro připevnění těla, které drží součást. Na základní desce jsou i díry pro dva upínací trny. Na základní desku jsou připevněny i podpory. Do základní desky jsou vyfrézovány otvory pro uchycení k desce stolu. Toto uchycení bude provedeno stejně jako v předchozím případě do T – drážek pomocí T – matic. Součást je upnutá na stůl, který je určen pro stroj DMU eVo linear 40. Upínací sílu vyvozují dvě upínky. Výhodou tohoto upínacího přípravku je, že se provedou všechny operace na jedno upnutí. I finální rozdělení součásti na dva díly bude provedeno v rámci jednoho upnutí.



Obr. 22 Varianta C

Při výměně součásti se povolí upínka a pro lepší manipulaci obsluhy s upínkou byla na upínací trn navlečena pružina, která bude tlačít upínku od součásti.



Obr. 23 Použití pružiny

5.4 Zhodnocení variant

Zhodnocení variant proběhne podle několika kritérií.

Z hlediska kvality vychází nejlépe varianta B a C. Důvodem je špatné manipulace s nástroji u varianty A. U varianty B a C je přizpůsobené tělo obrobku k dobrému přístupu k drážce a díra z boku součásti. Celé tělo je navíc umístěno na kraj stolu. Díky tomu docílíme bezproblémovou manipulaci s nástroji. Technologicky vychází nejlépe varianta C, jedná se o variantu, při které jsou všechny potřebné operace provedeny bez zbytečného přeupnutí. Přeupnutí zvyšuje časy výroby součásti a tím se zvyšují také náklady na výrobu součásti.

Z ekonomického hlediska nejlépe vychází varianta C, protože nejsou zapotřebí upínky ani sklíčidlo, které bylo využito v předchozích variantách. Upínací přípravek pro variantu C se skládá z méně dílu než další dvě varianty. Při výrobě 800 ks je využitelný jednoduchý princip upnutí pomocí upínky. Tento způsob upnutí zajišťuje pevné a přesné upnutí a jednoduchou manipulaci s upínacím přípravkem.

5.5 Upínací systémy

Přímá upínka JC metal 305.

Jedná se o upínku menších rozměrů, která umožňuje montáž rukojeti z pravé i levé strany. Do přípravku je uchycen pomocí čtyř šroubů.

Upínací síla	400 N
Hmotnost	180 g
Cena	380 Kč

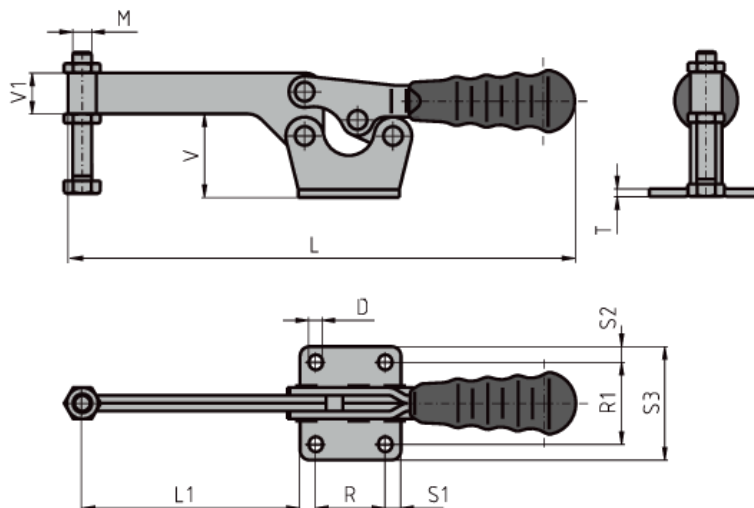
Tab. 3 Specifikace upínače [7]



Obr. 24 Přímá upínka JC metal 305 [7]

Vodorovná upínka JC metal 120 MZ

Vodorovná upínka od společnosti JC metal má nízkou stavební výšku, která nám vyhovuje při rozdělení obrobku na dvě části. Její cena 217 Kč. Tento druh mechanického upínače je upevněn v přípravku pomocí čtyř šroubů.



TYP	L	L1	S1	S2	S3	D	T	M	R	R1	V	V1	Uhol otvorenia	m (g)	Fmax (N)
120 MZ	200	69	6,5	6,4	38	6,4	3	6	25	23	29	13	95	350	2300

Obr. 25 Vodorovná upínka JC metal 120 MZ [7]

Samostředící spirálové sklíčidlo BISON 3504-P

Sklíčidlo o průměru 80 mm je využitelné pro všechny operace, kdy je vyžadována maximální přesnost.



Obr. 26 Skličidlo BISON 3504-P

Výška	44mm
Průměr	80 mm
Hmotnost	1,5 Kg

Tab. 4 Specifikace sklíčidla[8]

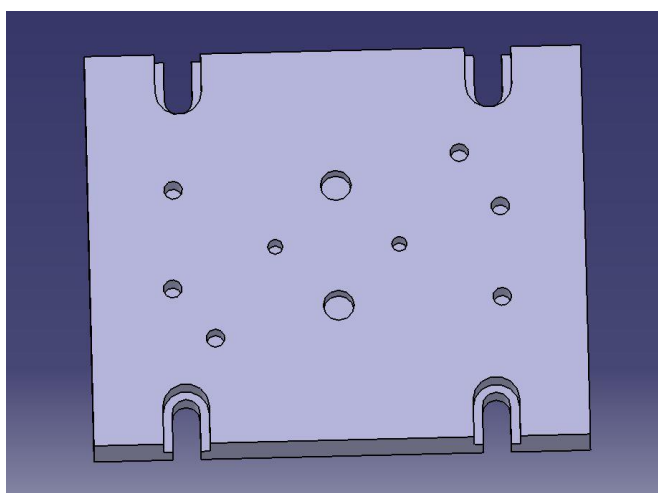
5.6 Popis součásti přípravků

Základní deska

Základní deska má rozměry 140 mm na šířku a 160 mm na délku. Je vysoká 20 mm. Na obvodu desky jsou umístěny otvory pro šrouby s dosedací plochou. Tato deska bude uchycena ke stolu pomocí čtyř šroubů.

Na desce stolu jsou otvory pro připevnění těla, na kterém bude usazena součást. Dále jsou tam otvory pro dva kolíky, které zajistí vystředění těla. Na desce jsou dva otvory pro upínací trny a dva otvory pro uchycení podpory.

Základní deska má drsnost 3,2 a je vyrobena z materiálu ČSN 11 375.

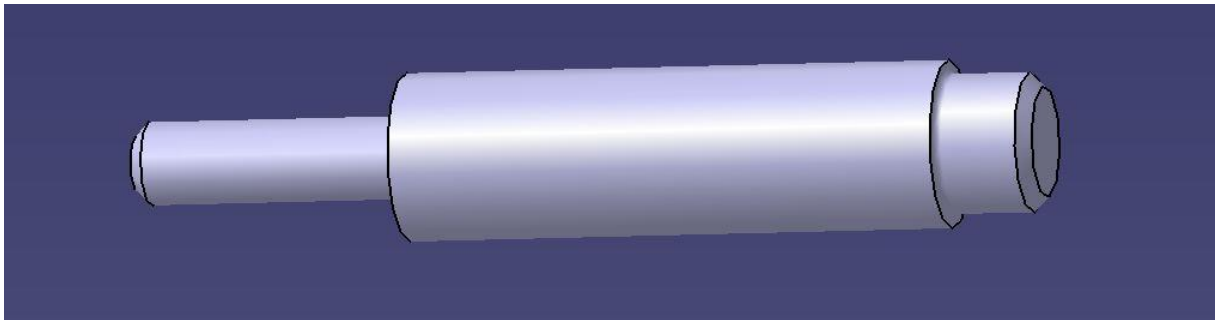


Obr. 27 Základní deska

Upínací Trn

Upínací trn o délce 67 mm je rozdělen na tři průměry. Na spodní straně upínacího trnu se nachází závit M10 o délce 6 mm. Spodní hrana je zkosena. Za tento průměr se trn chytne do základní desky. Prostřední průměr je o velikosti 12 mm a délce 40 mm. Nejmenší průměr má závit M6 a délce 20 mm. Na tento průměr se navlékne pružina a upínka.

Upínací trn je vyroben z materiálu ČSN 11 500.

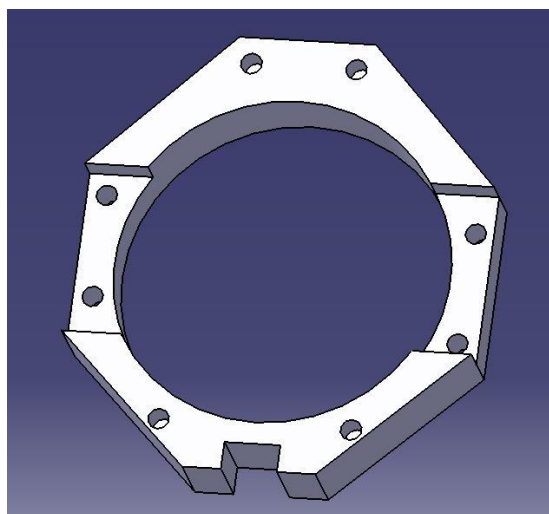


Obr. 28 *Upínací trn*

Tělo

Tělo slouží k ustavení obrobku. Kopíruje tvar obrobku, aby zajistil pevný ustavení pro následné obrábění. Má tvar osmiúhelníku s drážkou na jedné straně tohoto osmiúhelníku. V těle je vyfrézované snížení uprostřed součásti. Toto snížení slouží k tomu, aby při rozdělení součásti daný kotouč projel bez zavadění o tělo. V tomto snížení se nachází čtyři otvory pro uchycení k základní desce pomocí čtyř šroubů. Na spodu těla se nachází dva otvory pro kolíky o hloubce 8 mm. Kolíky zajistí pevné ustavení součásti. Z vrchu součásti jsou vytvořeny čtyři otvory pro kolíky. Tyto kolíky slouží pro jednoznačné ustavení obrobku i při rozdělení součásti. Hloubka otvoru pro kolíky je 8 mm. Uprostřed těla je otvor o průměru 96 mm. Tento otvor je určený pro upínky a podpory. Tělo má na šířku 117 mm a na délku 128,5 mm. Jeho výška je 20 mm.

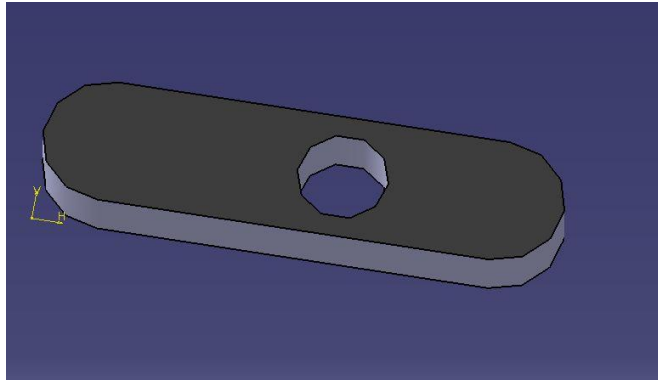
Tělo upínacího přípravku je vyrobeno z materiálu ČSN 11 375.



Obr. 29 *Tělo*

Upínka

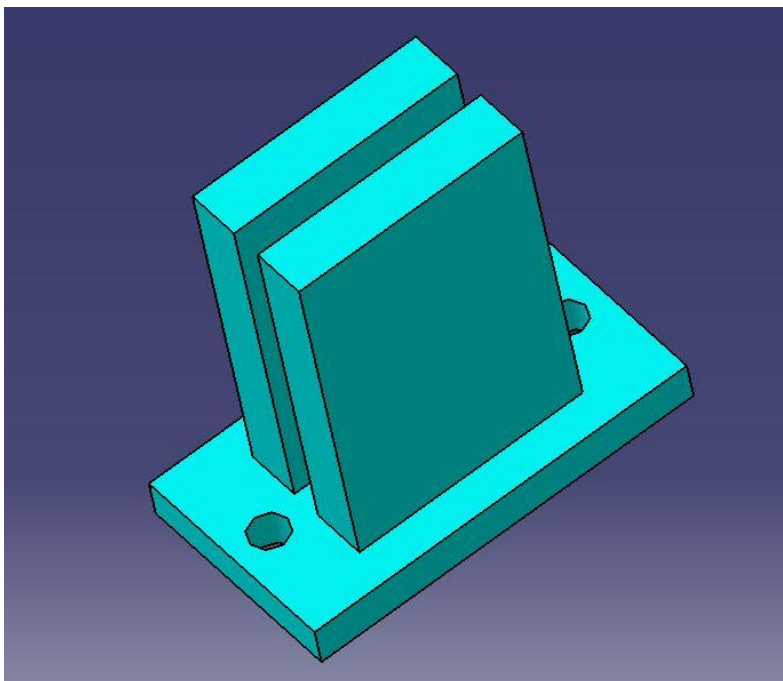
Upínka je dlouhá 40 mm, široká 10 mm a tlustá 5 mm. Obě její zakončení mají rádius R5. Na upínce je otvor o průměru 7 mm. Je vyrobena z materiálu ČSN 11 500.



Obr. 30 *Upínka*

Podpora

Dvě podpory pro upínky leží na desce o délce 50 mm a šířce 28 mm. Její tloušťka je 5 mm. V této desce jsou vytvořeny dva otvory pro šrouby o velikosti 5 mm. Kvůli velmi složitému tvaru tělesa budou podpory k desce připevněny pomocí koutových svarů. Tyto podpory mají šířku 7 mm a délku 30 mm. Jsou určeny pro podporu upínky z obou stran, aby daná upínka se časem nedeformovala.



Obr. 31 *Podpora*

6. Závěr

V první části se bakalářská práce zabývá teoretickou stránkou. Popisuje funkci přípravků, jejich rozdělení dle několika kritérií. Dále se práce zabývá pravidly při navrhování konstrukce jednotlivých přípravků. Práce nastiňuje problematiku uložení obrobku v přípravku.

Ve druhé části práce popisuje zadanou součást. Popisuje její technologičnost, tvar a materiál. V práci je vyhodnocen výrobní postup, dle kterého se zadaná součást vyrobí. Podle postupu byl zvolen nástroj a operace, z kterých se vypočte potřebná upínací síla. Dále následuje návrh jednotlivých variant pro upnutí zadané součásti. Upínací přípravek byl navržen ve třech variantách. Poté se vyhodnotila, která z variant je nejlepší pro upnutí dané součásti.

Na konci se bakalářská práce zabývá přesným popisem jednotlivých součástí upínacího přípravku. V příloze jsou výrobní výkresy jednotlivých součástí zvoleného přípravku. Také tam naleznete výkres celé sestavy spolu s kusovníkem a výrobní postup pro obě zadané součásti.

Použitá literatura

- [1] B. CHVÁLA a J. VOTAVA, Přípravky. 1. vyd., Praha: SNTL, 1988
- [2] J. CHLADIL, Přípravky a nástroje: Část obrábění. 3. vyd., Brno: VUT, 1992. ISBN 80-214-0208-6.
- [3] ZEMČÍK, O.; NOVOTNÝ, K.: Přípravky a nástroje. Sylaby pro kombinované bakalářské studium. <<http://drogo.fime.vutbr.cz/opory/pdf/PripravkyNastroje.pdf>>[2012-10]
- [4] STO, Přednášky KTO z předmětu STO, ZČU Plzeň, 2013, Učební texty vysokých škol
- [5] SPŠ VÍTKOVICE, *Studijní texty, Přípravky*, [online], [cit. 2017-4-1], dostupné z: http://www.sps-vitkovice.cz/texty/texty/STT/STT4_6-pripravky.pdf
- [6] KOPTA, Základní chemické a fyzikální vlastnosti vybraných materiálů, [online], [cit. 2017-4-1], dostupné z: http://www.kopta.cz/slitiny_m%C4%9Bdi.htm
- [7] ISCAR, *Specifikace nástroje* [online], [cit. 2017-4-1]. Dostupné z: <https://www.iscar.com/eCatalog/item.aspx?cat=3106528&fnum=3325&mapp=ML&app=0&GFSTYP=M>.
- [8] JC METAL, *Specifikace upínače* [online], [cit. 2017-4-1]. Dostupné z: <https://www.jcmetal.cz/produkt/103-305.html>
- [9] ZJP, *Specifikace sklíčidla* [online], [cit. 2017-4-1]. Dostupné z: <http://www.zjp.cz/katalogy-bison/t1122>
- [10] SSPU-OPAVA, *Kolíky a čepy*, [online], [cit. 2017-4-1]. Dostupné z http://www.sspu-opava.cz/UserFiles/File/_sablon/SPS_II/VY_32_INOVACE_C-07-04.pdf

Obrázky:

- [2.1.1] Montážní přípravek [online]. [cit. 2017-4-1]. Dostupné z: <http://www.konstrukce-foff.cz/galerie/montazni-pripravky.htm>
- [2.2.2] Strojní svěrák [online]. [cit. 2017-4-1]. Dostupné z: <https://www.bo-import.cz/upinaci-naradi/sveraky/sveraky-strojni-a-prirucni/>
- [2.2.3] Otočný svěrák [online]. [cit. 2017-4-1]. Dostupné z: <http://shop.strojniveraky.cz/index.php?cPath=63>
- [2.2.4] Výstředníkový svěrák [online]. [cit. 2017-4-1]. Dostupné z: http://www.ifrezy.cz/fotky4595/fotos/gen320/gen_vyr_20836542.jpg
- [2.2.5] Pneumatický svěrák [online]. [cit. 2017-4-1]. Dostupné z: http://www.mkgroupecz.cz/eshop/images/catalog/F03-04_t_002.jpg
- [2.2.6] Lícni deska [online]. [cit. 2017-4-1]. Dostupné z: http://www.zjp.cz/data/images/thumb/1083_afd6a44c7d.png
- [2.2.7] Univerzální sklíčidlo [online]. [cit. 2017-4-1]. Dostupné z: http://www.landsmann.cz/rohm-3441532-ctyrclistove-sklicidlo-univerzalni-pr-200-mm-typ-camlock-d1-4_i81413.jpg

[2.2.8] Stavebnicový přípravek [online]. [cit. 2017-4-1]. Dostupné z:

<https://petrskalicki.files.wordpress.com/2011/02/upinani1.jpg>

[4.1] Čelní válcová fréza [online]. [cit. 2017-4-1]. Dostupné z:

<https://www.iscar.com/ecatalog/Ecat/datafile/PICTURE/409.gif>

[4.1] Přímá upínka JC metal 305 [online]. [cit. 2017-4-1]. Dostupné z:

<https://www.jcmetal.cz/produkt/103-305.html>

[4.1] Vodorovná upínka JC metal 120 MZ [online]. [cit. 2017-4-1]. Dostupné z:

<https://www.jcmetal.cz/produkt/55-120-mz.html>

Seznam příloh

Příloha č. 1: Výrobní postupy


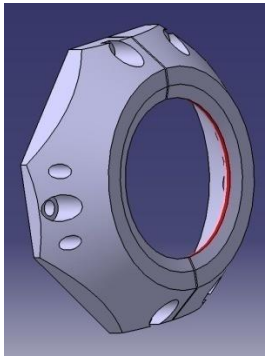
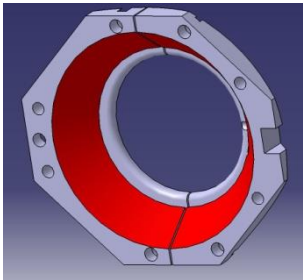
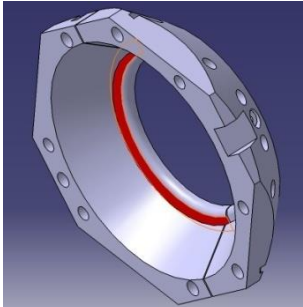
Příloha č. 2: Výkres obrobku

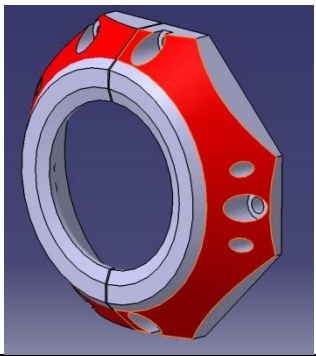
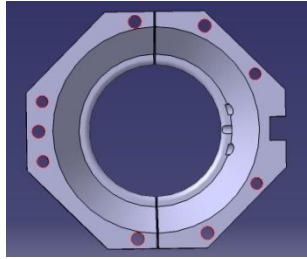
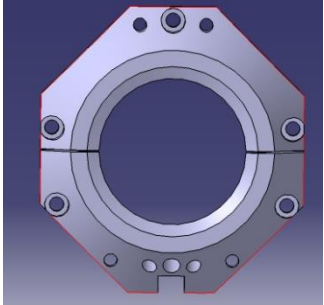
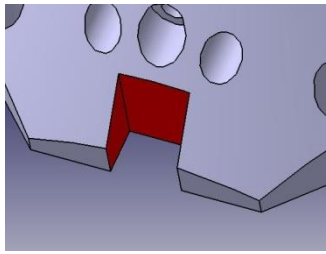

Příloha č. 3: Výkresová dokumentace varianty C

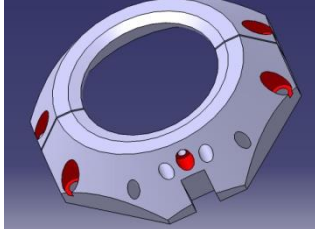
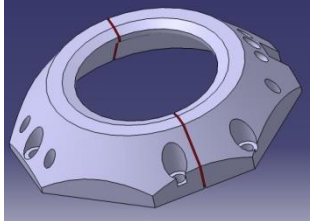
Příloha č.1

Výrobní postupy


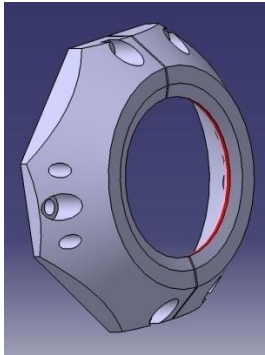
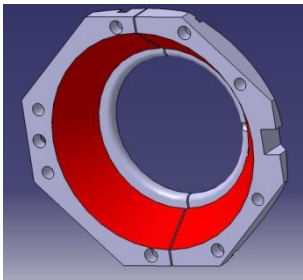
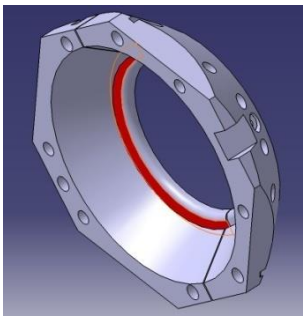
Výrobní postup pro součást OB050805/5:

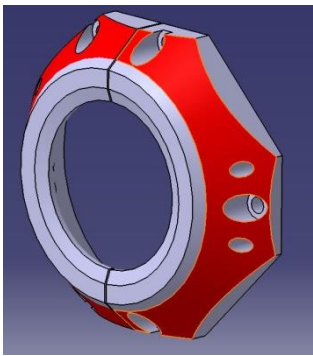
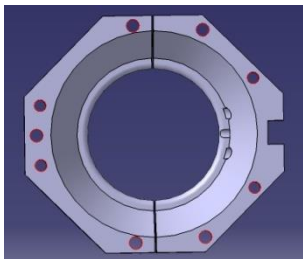
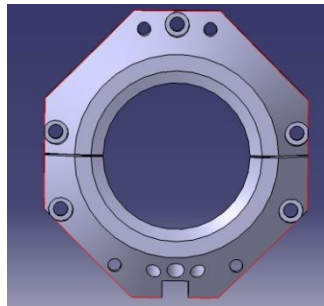
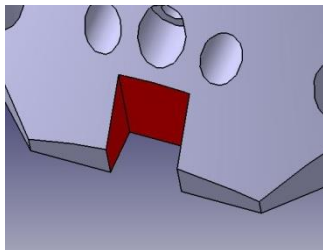
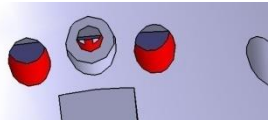
	FAKULTA STROJNÍ		VÝROBNÍ POSTUP	
	<i>Katedra technologie obrábění</i>		Název součásti:	Materiál: CuCrZr
	Výkres: OB050805/5		Měděná proložka	Polotovar: 140 Ø x 35
Čís. oper.	Typ stroje	Popis operace		Grafická dokumentace
001	Soustruh	Upnout do sklíčidla (tvrdé čelisti viper)		
		Hrubovat čelo s ponecháním přídávku 0,3mm na čisto		
		Na čisto čelo		
		Vrtat průchozí otvor Ø10		
		Nožem vysoustružit potřebný otvor Ø 64.4		
		Srazit hranu v otvoru na 68 °		
Vysoustružit zápich široký 2,5 mm na Ø 84.4				
Přeupnout za druhou stranu do sklíčidla				
Hrubovat čelo s ponecháním přídávku 0,3mm na čisto				

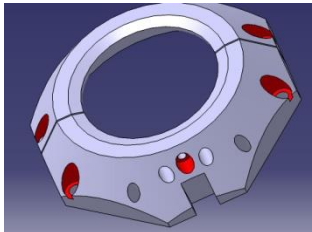
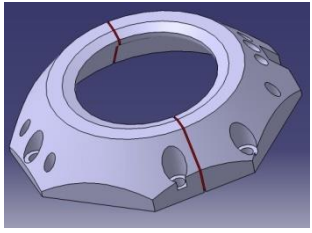
		Na čisto čelo	
		Srazit vnější hranu na 68 °	
		Srazit hranu v otvoru 20 °x 2	
002	CNC frézka	Upnout do sklíčidla (tvrdé čelisti viper), dosedací plocha bude kratší strana	
		Vrtat 5x Ø 6,6	
		Vrtat 2x Ø 6,1	
		Vystružit 2x Ø 6H8	
003	CNC frézka	Upnout do upínacího přípravku	
		Frézovat strany obrobku	
		Vyfrézovat drážku	
		Vrtat 2x Ø 6,6	
		Vrtat 1x Ø 4,2	

		Frézovat válcové díry 5x Ø11 Frézovat válcové díry 1x Ø8 z boku součásti	
		Obrobek rozdělit na dvě součásti	

Výrobní postup pro součást OB04040/4

	FAKULTA STROJNÍ		VÝROBNÍ POSTUP	
	<i>Katedra technologie obrábění</i>		Název součásti:	Materiál: CuCrZr
	Výkres: OB04040/4		Měděná proložka	Polotovár: 140 Ø x 35
Čís. oper.	Typ stroje	Popis operace		Grafická dokumentace
001	Soustruh	Upnout do sklíčidla (tvrdé čelisti viper)		
		Hrubovat čelo s ponecháním přídavku 0,3mm na čisto		
		Na čisto čelo		
		Vrtat průchozí otvor Ø10		
		Nožem vysoustružit potřebný otvor Ø 67,8		
		Srazit hranu v otvoru na 68 °		
Vysoustružit zápich široký 1,7 mm na Ø 84.4				
Přeupnout za druhou stranu do sklíčidla				
Hrubovat čelo s ponecháním přídavku 0,3mm na čisto				

		Na čisto čelo	
		Srazit vnější hranu na 80 °	
002	CNC frézka	Upnout do sklíčidla (tvrdé čelisti viper), dosedací plocha bude kratší strana	
		Vrtat 5x Ø 6,6	
		Vrtat 2x Ø 6,1	
		Vystružit 2x Ø 6H8	
003	CNC frézka	Upnout do upínacího přípravku	
		Frézovat strany obrobku	
		Vyfrézovat drážku	
		Vrtat 2x Ø 6,6	
		Vrtat 1x Ø 4,2	

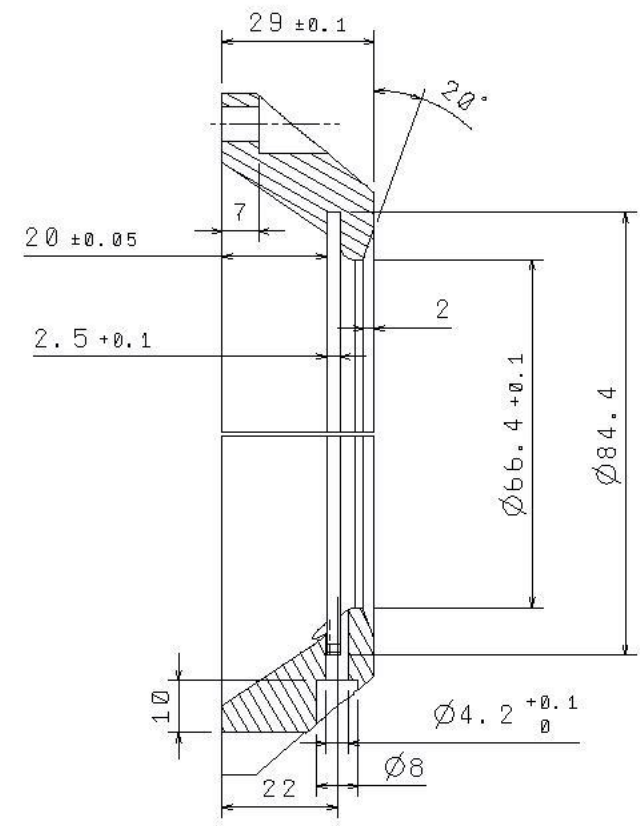
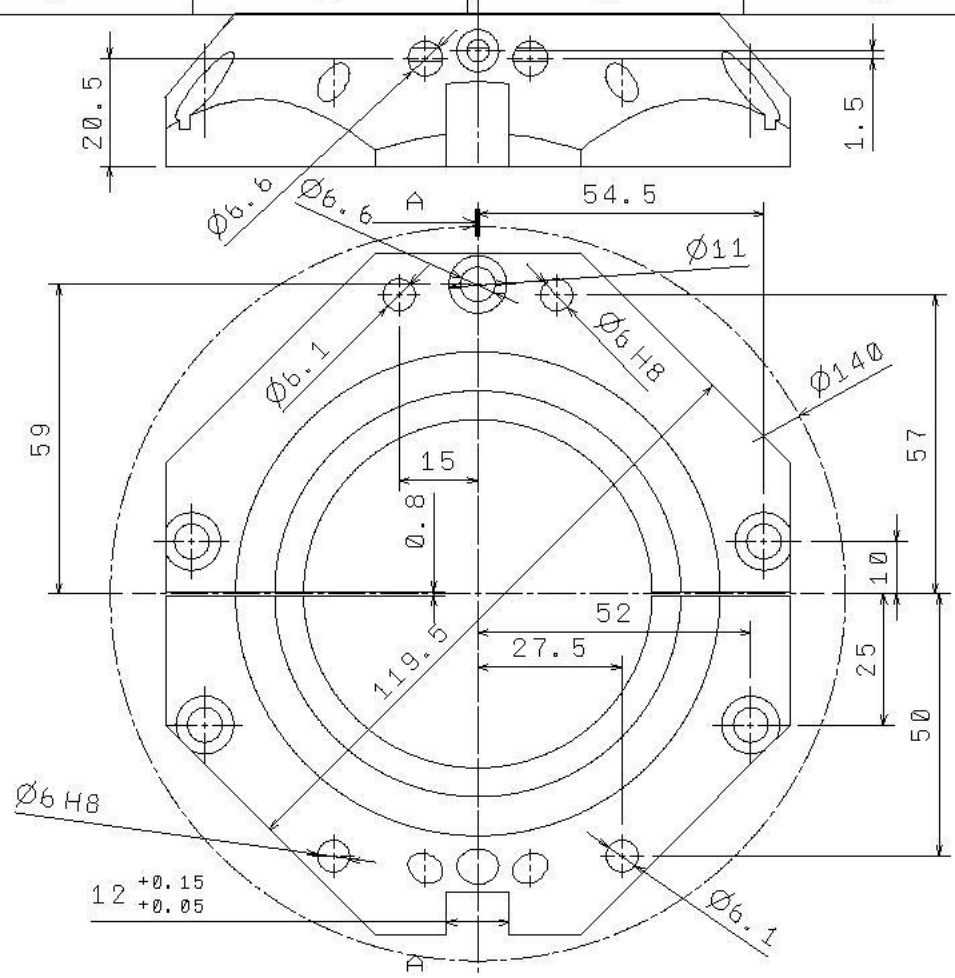
		Frézovat válcové díry 5x Ø11	
		Frézovat válcové díry 1x Ø8 z boku součásti	
		Obrobek rozdělit na dvě součásti	

Příloha č. 2

Výkres obrobku

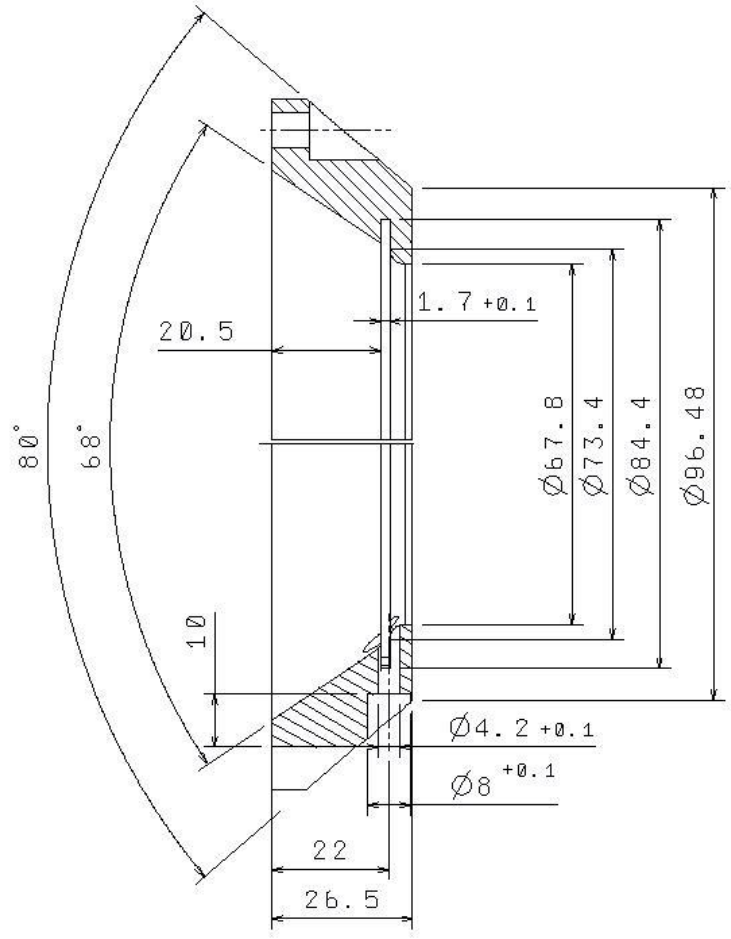
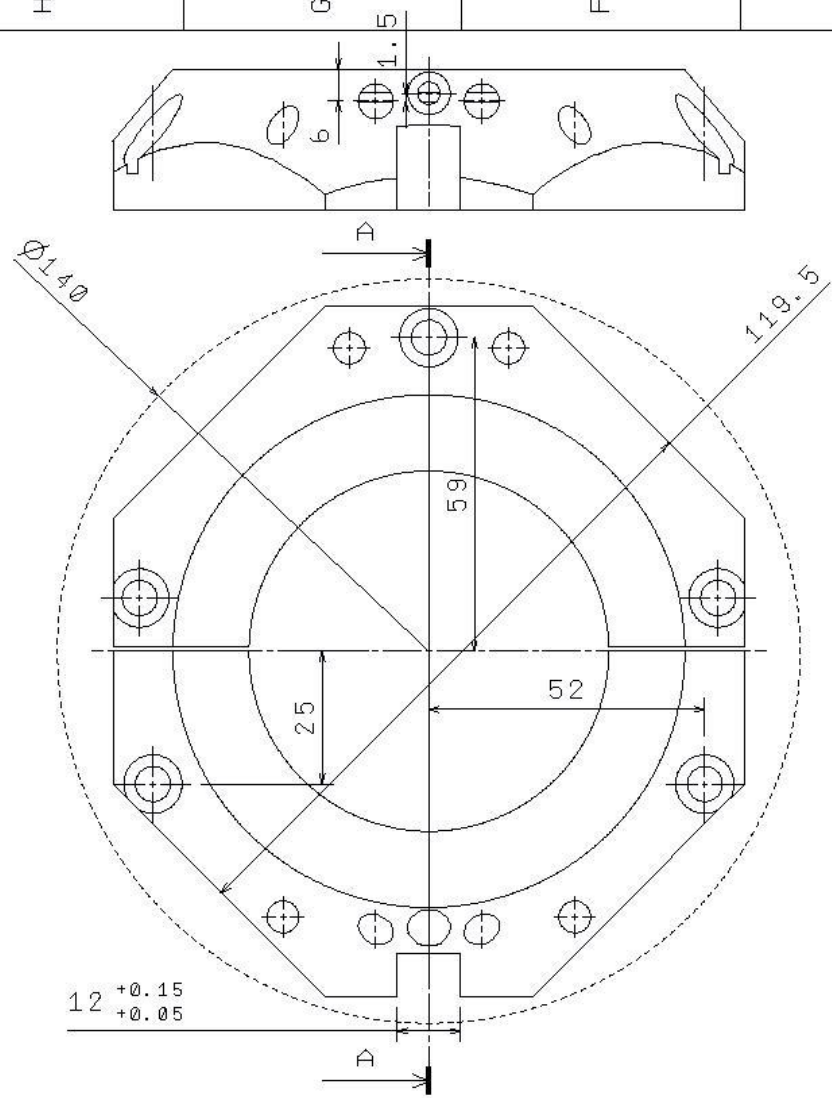
REZ A-A

3,2 / (...)



DESIGNED BY: Ondřej Bublík	Ply Name	Měděná příložka	I	-
DATE: 29.5.2017	Material	CuCrZR	H	-
CHECKED BY:	Direction	OB050805/5	G	-
DATE:	Thickness	XXXX	F	-
SIZE: A3	SequenceID	XXXX	E	-
SCALE: 1:1	GroupID	XXXX	D	-
			C	-
			B	-
			A	-

This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.



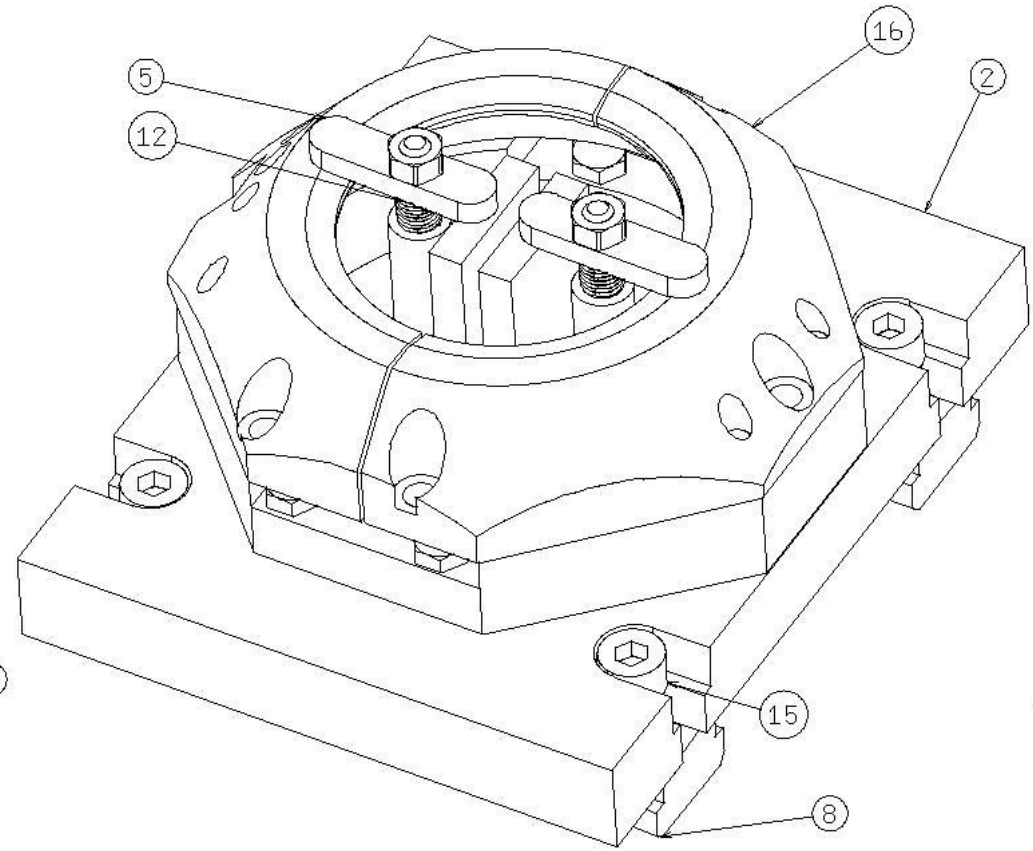
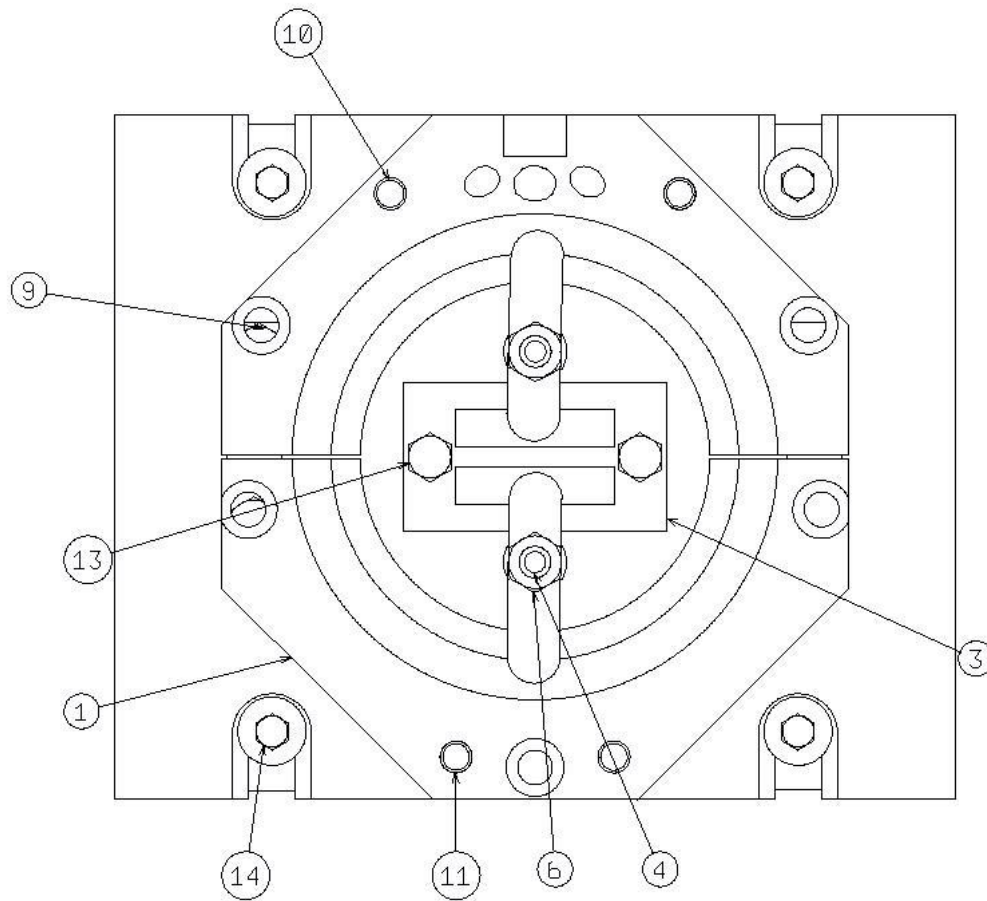
DESIGNED BY: Ondřej Bublík	Ply Name	Měděná příložka	I	-
DATE: 29.5.2017	Material	CuCrZr	H	-
CHECKED BY:	Drawing No.	OB04040/4	G	-
DATE:	Thickness		F	-
SIZE: A3	SequenceID		E	-
SCALE: 1:1	GroupID		D	-
			C	-
			B	-
			A	-

This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.

Příloha č. 3

Výkresová dokumentace varianty C

H G F E D C B A



DESIGNED BY: Ondřej Bublík		Ply Name	Výkres sestavy	I	-
DATE: 29.5.2017		Material		H	-
CHECKED BY:		Direction		G	-
DATE:		Thickness		F	-
SIZE: A3		SequenceID		E	-
SCALE: 1:1	WEIGHT (KG):	GroupID		D	-
This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.				C	-
				B	-
				A	-

H G F E D C B A

4

3

2

1

4

3

2

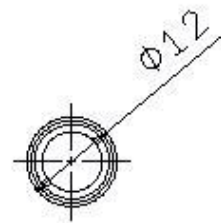
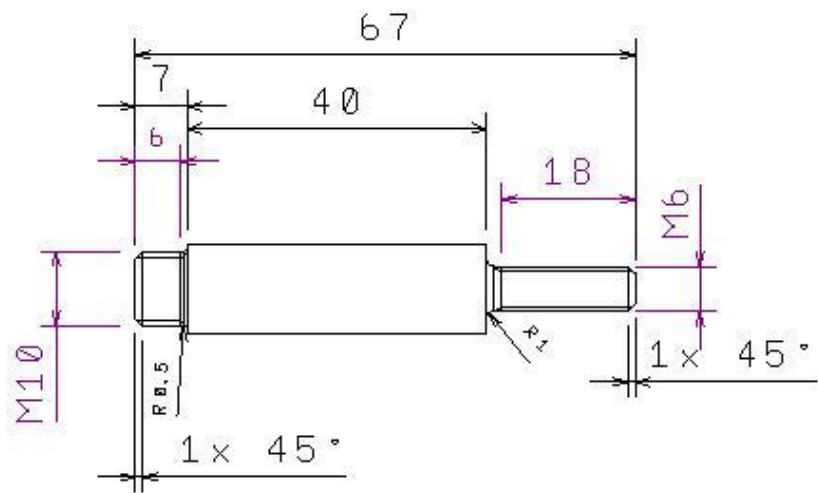
1

Bill of Material

Number	Part Number	Výkres	Quantity
1	Tělo	BP KTD 01/2	1
2	Základní deska	BP KTD 01/5	1
3	Podpora	BP KTD 01/1	1
4	Upínací trn	BP KTD 01/3	2
5	Upínka	BP KTD 01/4	2
6	Matice M6	ISO 4032	2
7	Stůl	Pro DMU 40 eVo Linear	1
8	T-matice	ČSN 02 1529	4
9	M6x16	ISO 4017	4
10	Kolík b,1	BP KTD 01/6	2
11	Kolík b	ČSN 24 6371	4
12	Pružina	EN 10270-1	2
13	M5x12	ISO 4017	2
14	M8x16	ISO 4762	4
15	Podložky M8	DIN 125 FORM A	4
	Obrobek	OB050805/5	1

DESIGNED BY: Ondřej Bublík	Ply Name	Kusovník	I	-
DATE: 26. 4. 2016	Material		H	-
CHECKED BY:	Direction		G	-
DATE:	Thickness		F	-
SIZE: A4	SequenceID		E	-
SCALE: 1:1	GroupID		D	-
WEIGHT (kg)			C	-
			B	-
			A	-

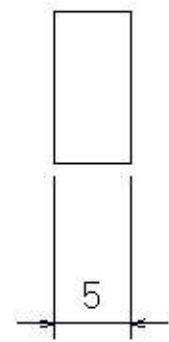
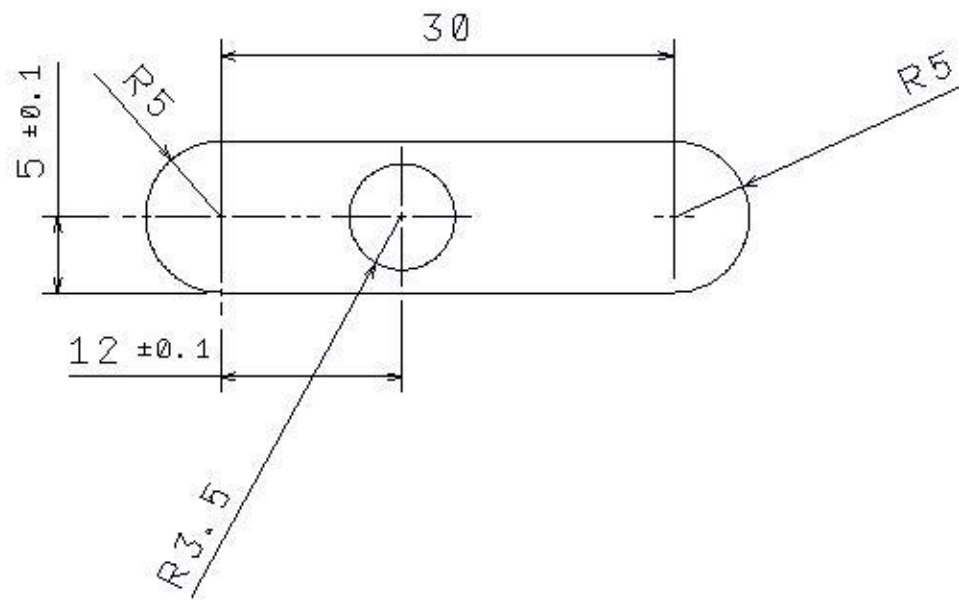
This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.

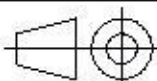


Left view
Scale: 1:1

DESIGNED BY: Ondřej Bublík	Ply Name	Upínací Trn	I	-
DATE: 26.5.2017	Material	11500	H	-
CHECKED BY:	Drawing no.	BP KTO 01/3	G	-
DATE:	Thickness		F	-
SIZE: A4	SequenceID		E	-
SCALE: 1:1	GroupID		D	-
WEIGHT (KG):			C	-
			B	-
			A	-

This drawing is our property, it can't be reproduced or communicated without our written agreement.



DESIGNED BY: Ondřej Bublík		Ply Name	Upínka	I	-
DATE: 26.5.2017		Material	11 500	H	-
CHECKED BY:		Drawing no.	BP KTO 01/3	G	-
DATE:		Thickness		F	-
SIZE: A4		SequenceID		E	-
SCALE: 1:1	WEIGHT (KG)	GroupID		D	-
				C	-
				B	-
				A	-

This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.

D

C

B

A

4

4

3

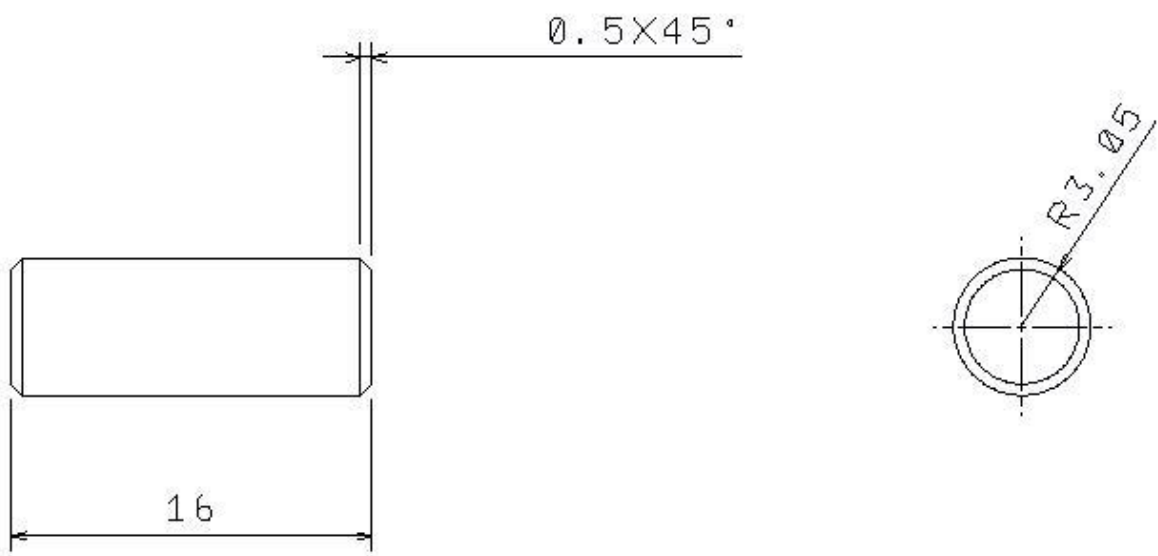
3

2

2

1

1

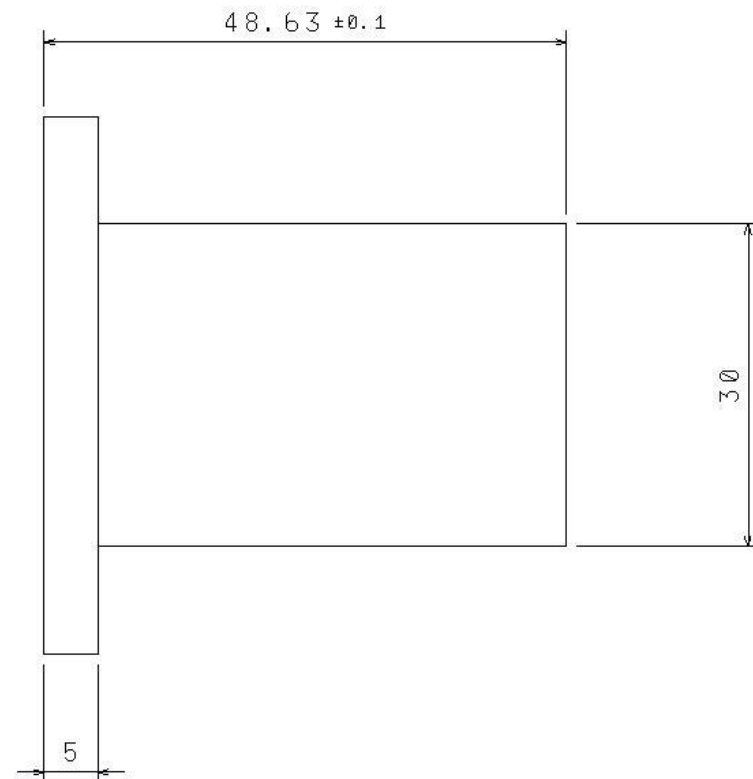
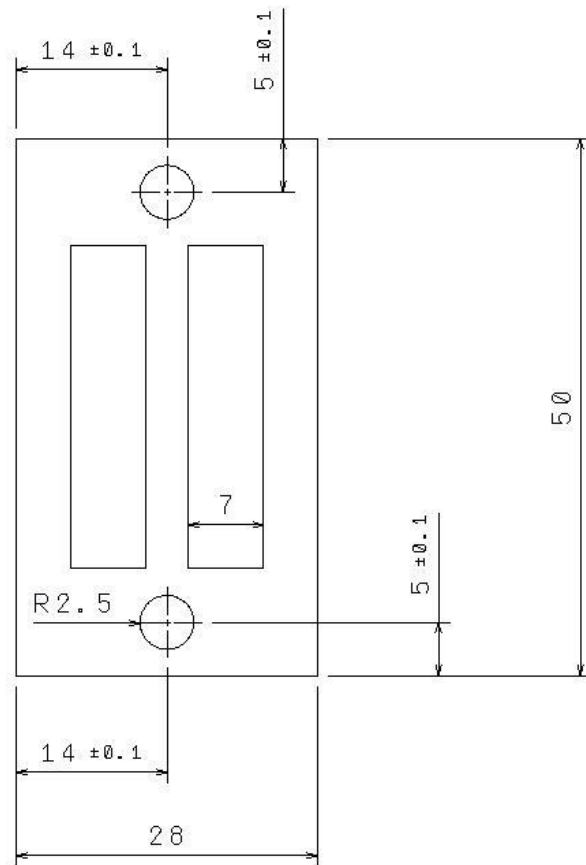


DESIGNED BY: Ondřej Bublík		Ply Name	Kolík	I	-
DATE: 22.5.2017		Material	19 452	H	-
CHECKED BY:		Drawing No.	BP KTO 01/6	G	-
DATE:		Thickness		F	-
SIZE: A4		SequenceID		E	-
SCALE: 1:1		GroupID		D	-
WEIGHT (kg):				C	-
				B	-
				A	-

This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.

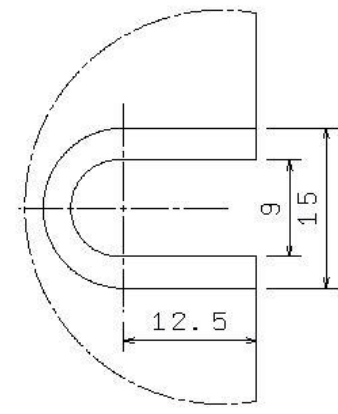
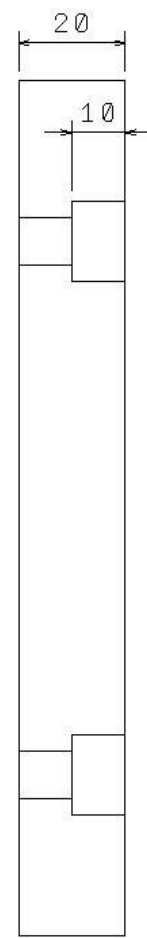
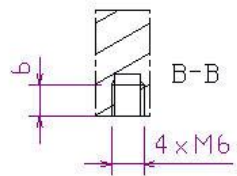
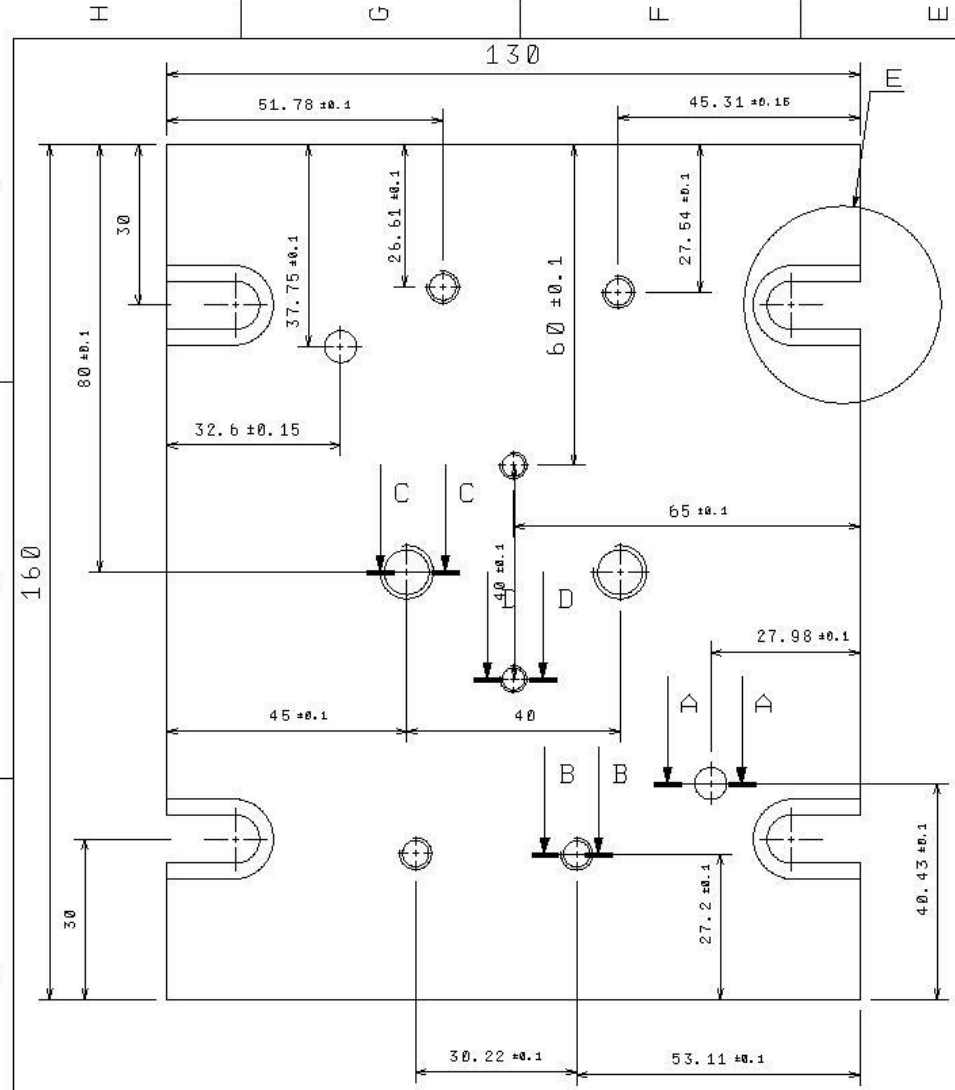
D

A

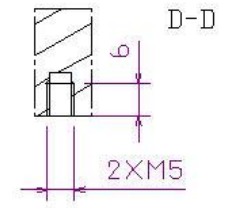
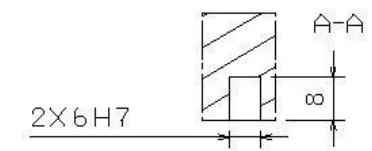
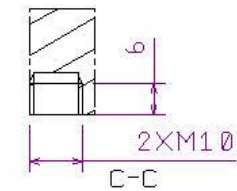


DESIGNED BY: Ondřej Bublík	Ply Name	Podpora	I	-
DATE: 26.5.2017	Material	11 343	H	-
CHECKED BY:	Drawin number	BP KTO 01/1	G	-
DATE:	Thickness		F	-
SIZE: A3	SequenceID		E	-
SCALE: 1:1	GroupID		D	-
WEIGHT (kg):			C	-
			B	-
			A	-

This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.

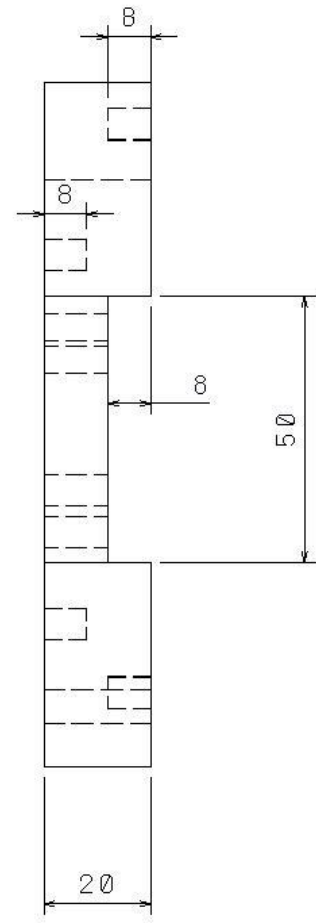
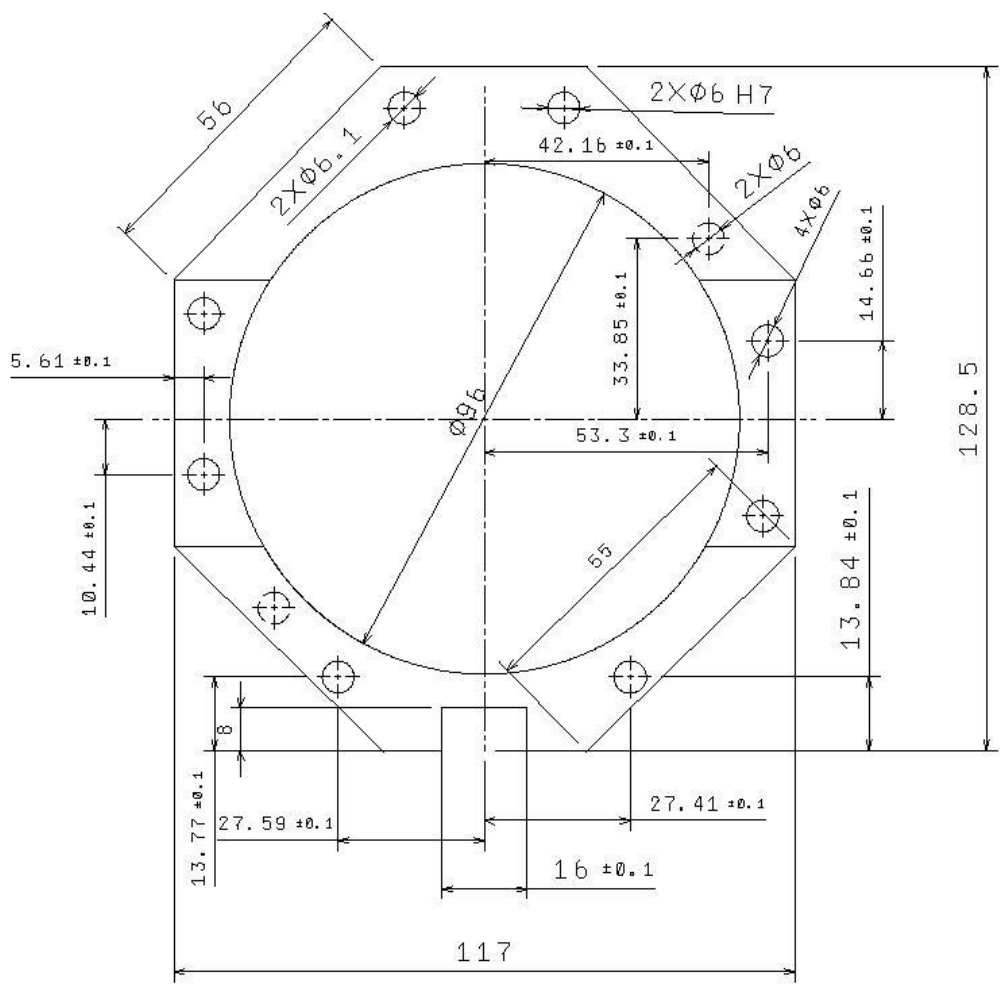


Detail E
Scale: 2:1



DESIGNED BY: Dndřej Bublík	Ply Name Základní deska	I	-
DATE:	Material 11 375	H	-
CHECKED BY:	Drawing No. BP KTO 01/5	G	-
DATE:	Thickness	F	-
SIZE: A3	SequenceID	E	-
SCALE: 1:1	GroupID	D	-
WEIGHT (kg): 0,40		C	-
		B	-
		A	-

This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.



DESIGNED BY: Ondřej Bublík	Ply Name	Tělo	I	-
DATE: 26.5.2017	Material	11 375	H	-
CHECKED BY:	Drawing Num.	BP KTO 01/2	G	-
DATE:	Thickness		F	-
SIZE: A3	SequenceID		E	-
SCALE: 1:1	GroupID		D	-
			C	-
			B	-
			A	-

This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.