

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Konstrukce upínacího přípravku pro skupinu konstrukčních dílců v SW Catia V5

Autor : **Ondřej Bublík**

Vedoucí práce : **Ing. Josef Sklenička**

Akademický rok 2017/2018

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 : Sandvik, 1997. ISBN 91-972299-4-6.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Josef Sklenička, Ph.D.**
Katedra technologie obrábění
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Aneta Milsimerová**
Katedra technologie obrábění

Datum zadání bakalářské práce: **16. října 2017**
Termín odevzdání bakalářské práce: **21. května 2018**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



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

V Plzni dne 18. října 2017

Prohlášení o autorství

Předkládám 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 konstrukčních dílců v SW Catia V5			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2018
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	63	TEXTOVÁ ČÁST	23	GRAFICKÁ ČÁST	40
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>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 obrábění součástí na co nejmenší počet upnutí. Přípravek bude modelován v softwaru Catia V5.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p style="text-align: center;">ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p>Přípravek, návrh, software, Catia V5, upínání, konstrukce</p>

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	2018
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	63	TEXT PART	23	GRAPHICAL PART	40
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

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 dle účelu	11
2.2.2. Rozdělení přípravků z hlediska použitelnosti	12
2.3. Zásady uložení obrobku v přípravku	19
2.3.1. Určení polohy těles v přípravku pro rovinná tělesa	19
2.3.2. Určování polohy těles v přípravku pro vnější válcová tělesa	21
2.3.3. Určování polohy těles v přípravku pro tělesa s vnitřní válcovou plochou	21
3. Technologičnost konstrukce zadaných součástí	23
3.1. Tvar a rozměr	23
3.2. Složitost výroby	23
3.3. Výkres zadaných součástí	24
3.4. Materiál součásti	24
3.5. Polotovary	24
4. Návrh a konstrukce přípravku ve variantách pro zadané součásti	25
4.1. Návrh konstrukce přípravku	25
4.2. Ustavení obrobku do přípravku	25
4.3. Upínací síla	26
4.4. Nástroj	26
4.5. Výpočet upínací síly	27
4.6. Výpočet středících čepů na stříh	29
5. Varianty	30
5.1. Varianta A	30
5.2. Varianta B	31
5.3. Varianta C	33
5.4. Zhodnocení variant	35
5.5. Upínací systémy	37
5.6. Popis součásti přípravků	38
6. Závěr	42
7. Použitá literatura	43
8. Obrázky	43
Seznam příloh	44

Seznam použitých zkratk 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 střihu	τ_{DS}	[Mpa]
Průřez čepu	S	[mm ²]
Tloušťka odřezávané vrstvy	a	[mm]

1. Úvod

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

Technologie obrábění je jedním ze základních odvětví v oblasti strojírenské technologie. Při obrábění dochází k odebrání materiálu z polotovaru, kde se materiál odebrá ve formě třísky.

U procesu obrábění výrobku je velice důležité upnout obrobek do přípravku, který zabraňuje pohyb obrobku ve všech osách.

Při rozvoji strojírenství jsou kladeny nároky na rychlost výroby a kvalitu výroby. Tyto kritéria se dají zlepšit několika způsoby, mezi které patří například zlepšení výrobních metod, výkon obráběcích strojů a kvalita nástrojů. Zvýšení rychlosti výroby lze zajistit omezením časových ztrát při určitých procesech. Největší snaha je zkrátit výrobní časy.

Hlavní časy při obrábění závisí na výkonu stroje, materiálu obrobku a použitého nástroje. Důležité je zkracovat vedlejší časy v případě, pokud je hlavní čas nepoměrně kratší vůči vedlejšímu. Při rozvoji strojírenství jsou kladeny nároky na mechanizaci a automatizaci všech vedlejších 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. Výrobu usnadňuje tím způsobem, že zlehčuje určité fáze výroby. Je využitelný jak v manipulaci s výrobkem, tak i 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 použití přípravku nezbytně nutné k upnutí součásti, aby šla součást vyrobit. Využití přípravku ve výrobě zrychluje a zkvalitňuje samotnou výrobu.

Výroba součásti s použitím přípravku přináší mnoho výhod, ale každý přípravek musí splňovat určité požadavky. Musí být vyroben z jakostního materiálu, musí být bezpečný, funkční a jeho výroba ekonomická. Při rozhodování o použití přípravku z ekonomického hlediska, nesmí náklady spojené s výrobou a údržbou přípravku, překročit náklady na výrobu bez použití přípravku. Přípravek lze využít ve všech typech výroby od kusové výroby 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 přípravkům podaří dosáhnout potřebné produktivity a kvality. Z hlediska funkčnosti musí přípravek přenést všechny řezné síly na stroj a musí jednoznačně upnout polotovar, aby nedošlo k případné deformaci. Z bezpečnostního hlediska musí přípravek zajistit bezpečnost obsluhy.

Při kusové výrobě se k upínání využívají klasické upínací pomůcky. Výroba s těmito upínacími prvky je zdoluhavá a fyzicky náročná, z důvodu časově náročného upínání a nastavování upínacích pomůcek. Vyžaduje se 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 zaručí dostatečnou přesnost obrábění a časově nenáročnou upnutí.

2.2 Rozdělení přípravků

Přípravky se rozdělují podle několika hledisek.

2.2.1 Rozdělení přípravků dle účelu

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

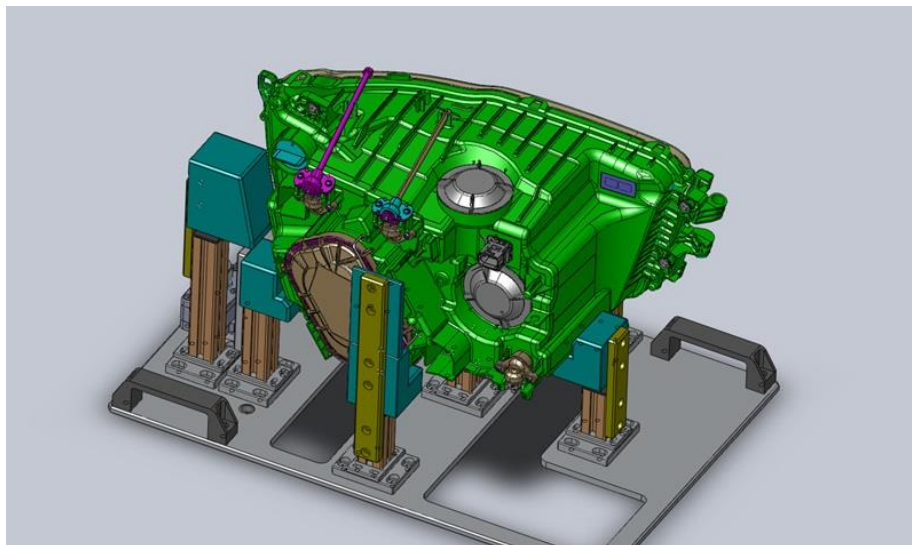
- Montážní/demontážní
- Obráběcí
- Svařovací
- Kontrolní

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 se většinou používá k upnutí obrobku složitějšího tvaru. Podmínkou je upnutí součásti ve správné 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. Bez použití přípravku dochází při obrábění k časté změně upnutí, a tím 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 ověření kvality obráběných součástí. Umožňují rychlou a jednoduchou kontrolu dané součásti. Obsluha kontrolních přípravků by měla být jednoduchá. 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 jdou 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. Tělo 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]



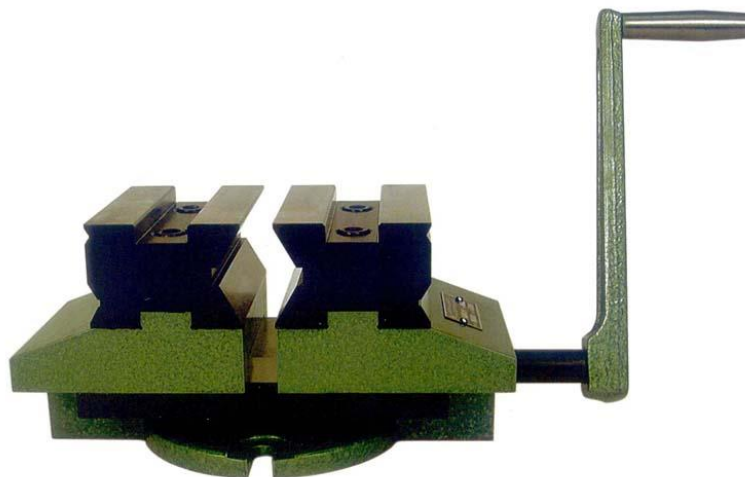
Obr. 2 Strojní svěrák [2.2.2]

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 svěrák – je vhodný 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. 4 Samostředící svěrák s prizmatickými čelistmi [2.2.4]

Výstředníkový svěrák – upínací sílu u tohoto typu svěráku vyvine 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. 5 *Výstředníkový svěrák*[2.2.5]

Pneumatický svěrák – při použití pneumatického svěráku dochází k velmi silnému upnutí součásti. Oproti předchozím případům má pneumatický svěrák mnoho výhod, jako například krátké upínací časy, odstranění tělesné námahy a vyvinutí velké upínací síly. Stejně jako u ručního upínání, čelisti jsou kaleny a lze je měnit.[2]



Obr. 6 *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 taky 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. 7 Lícní deska [2.2.7]

Skličidla

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



Obr. 8 Univerzální sklíčidlo[2.2.8]

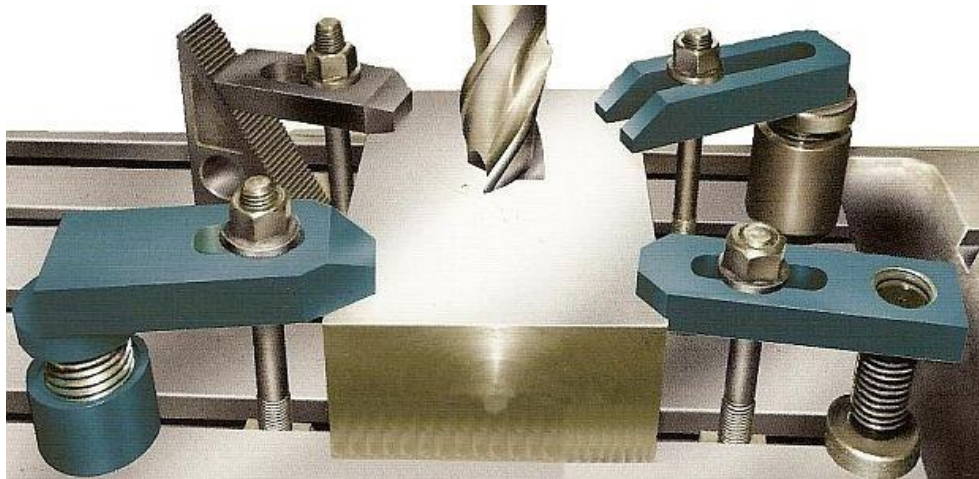
Skupinové přípravky

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:

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



Obr. 9 Stavebnicový přípravek[2.2.9]

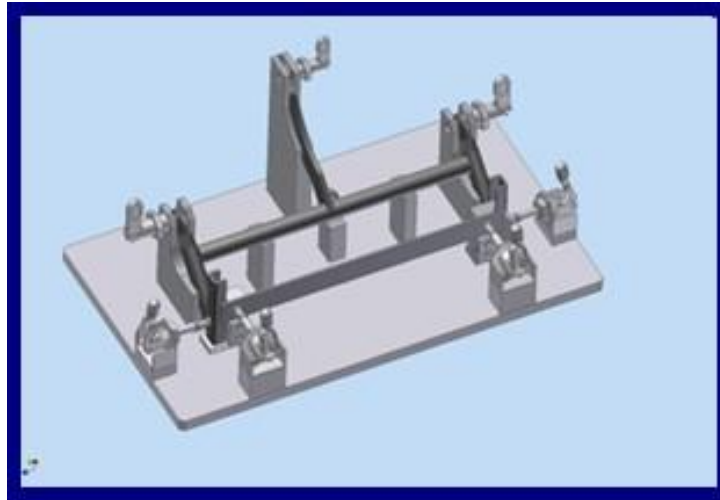
Speciální přípravky

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.

Výhody využití speciální přípravků:

- Zkrácení vedlejších časů (ustavení a upnutí obrobku)
- Zvýšení přesnosti výroby
- Snížení pracnosti obrábění
- Možnost zapojení dělníků s nižší kvalifikací pro obsluhu strojů
- Zvýšení bezpečnosti práce
- Zlepšení pracovního prostředí

Speciální přípravky dělíme dle způsobu obrábění.



Obr. 10 Speciální přípravek [2.2.10]

Jak je vidět na obrázku, tak speciální přípravky jsou určeny pro přesně obráběnou součást a nelze je použít pro několik druhů obrobků.

Je velmi důležité při vyhodnocení použití speciálního přípravku posoudit, zda je ekonomicky výhodné ho aplikovat. Proto využití těchto přípravků je pouze v sériové a hromadné výrobě. Tento druh přípravku lze využít na tvarově složité součásti, kde nám jednoduché upínky nezajistí splnění všech kritérií pro upínání obrobku.

2.2.3 Rozdělení přípravků z hlediska zdrojů upínací síly

Ruční upínání

Hlavním kritériem při návrhu ručního upínání je to, aby fyzická námaha obsluhy při upnutí obrobku byla co nejmenší a časy potřebné pro výměnu a upnutí co nejkratší. [1]

Mechanické upínání

Při návrhu mechanického upnutí se používají k upnutí součásti mechanicky vyvinuté síly. [1]

Pneumatické upínání

Pneumatické upínání používá pro upnutí obrobku sílu vyvinutou stlačeným vzduchem. Jedná se o velkou, stálou a regulovatelnou upínací sílu. Mezi nevýhody tohoto zdroje upínání patří potřeba velkého zařízení, a to z důvodu velké síly, kterou zařízení vyvozuje. Naopak výhody jsou velké upínací síly, rychlost upnutí, jednoduchá regulace a rovnoměrné upnutí. Využívá se především v sériové výrobě. [1]

Hydraulické upínání

Pro hydraulické upínání se využívá síly vyvinuté kapalinou. Při využití tohoto zdroje upínání se dosahuje největších upínacích sil. Hydraulické upínací zařízení je méně rozměrné než například pneumatické. [1]

Elektromagnetické upínání

V tomto případě vyvolá upínací sílu elektromagnet (popřípadě permanentní magnet). Upínání pomocí elektromagnetu je jednoduché, rychlé a lze upnout více obrobků najednou. Využití elektromagnetického upnutí můžeme nalézt například u rovinných brusek a používá se pro tenké součásti. [1]



Obr. 11 Příklad elektromagnetického stolu [2.2.11]

Vakuové upínání

Pro vakuové upínání se musí vytvořit podtlak pod upínacím obrobkem. Tímto tlakem je obrobek přitlačován na vakuový stůl. Posuvná síla obrobku je závislá na drsnosti obrobku, ploše obrobku a tlakovému rozdílu mezi obrobkem a upínací deskou. Čím větší je plocha obrobku, tedy plocha pod kterou se vyvodí podtlak, tak tím větší je přídržná síla. Tento typ upínání se využívá na tenké součásti. Výhodou tohoto upnutí je jednoduchost, produktivita, hospodárnost a nevzniká žádné poškození obrobku. [1]

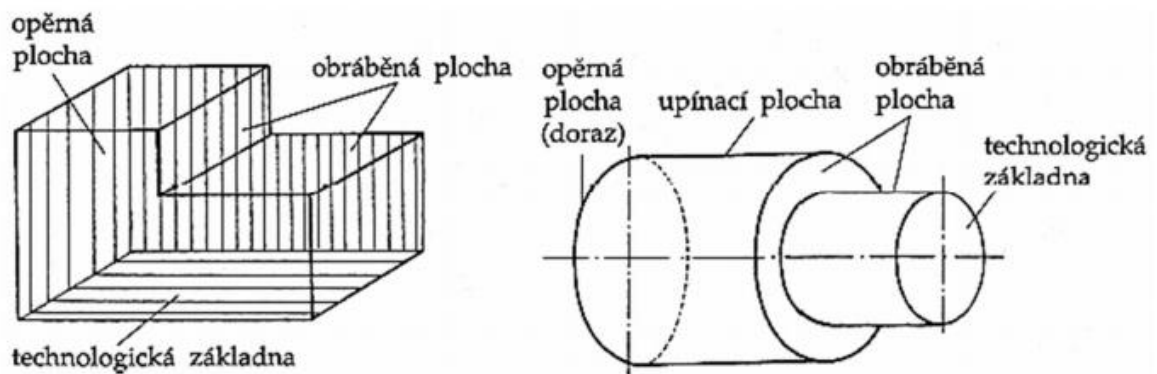


Obr.12 Vakuová upínací deska [2.2.12]

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
- technologická základna



Obr. 13 Ustavení obrobku [5]

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 nenastalo 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]

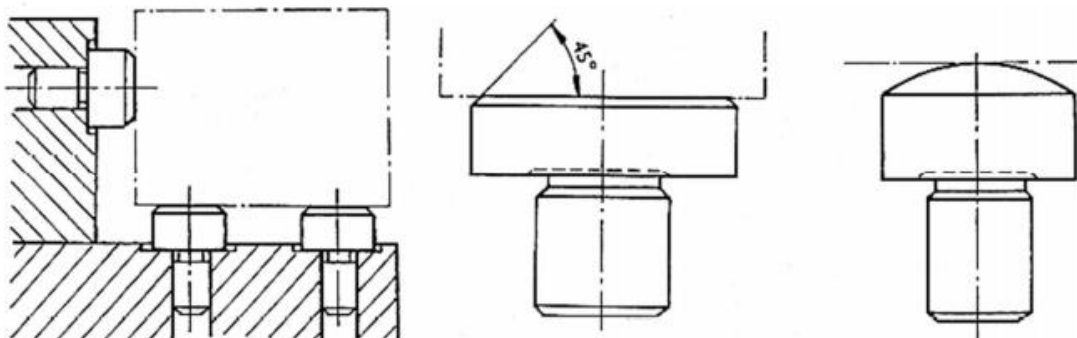
Těleso má v prostoru 6 stupňů volnosti, a to jsou 3 posuvy v osách x, y a z a 3 pootočení kolem těchto os. Jednoznačné uložení součásti znamená zamezit pohyb ve všech těchto osách. To znamená odebrat všechny stupně volnosti. Ustavení součásti zajistí 6 podpěrných bodů. Při každé operaci je nutné ukládat 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 uložena na ložnou základnu (plocha, o kterou je obrobek opřen v přípravku), která je tvořena bodem a 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 6 stupňů volnosti.

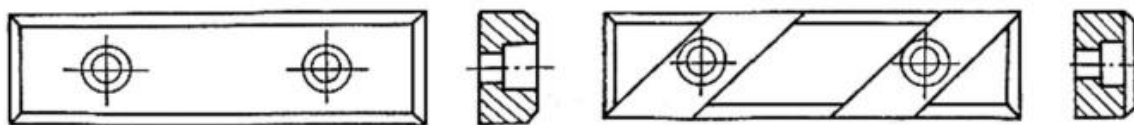
Při výrobách, které nemají dostatečnou hmotnost, se musí obrobek zatlačit na podpěry ručně. Následně se vyvodí dvě pomocné upínací síly, které směřují proti opěrným prvkům. Při ustavení na rovinnou plochu se používají **opěrky** a **lišty**.

Opěrky lze rozdělit na pevné, stavitelné a samostavitelné. Povrch opěrek je tepelně zpracovaný a broušený. Do tělesa přípravku se můžou opěrky nalisovat nebo našroubovat. Když je obrobek již opracovaný, lze použít opěrku s dokonale rovnou dotykovou hlavou, v opačném případě se využívají opěrky s dotykovou plochou kulovitěho tvaru.



Obr. 14 Opěrky [5]

Lišty jsou využívány pro ustavení 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 lišty opěrky. Případné prohýbání má vliv i na přesnost.



Obr. 15 Lišty [5]

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

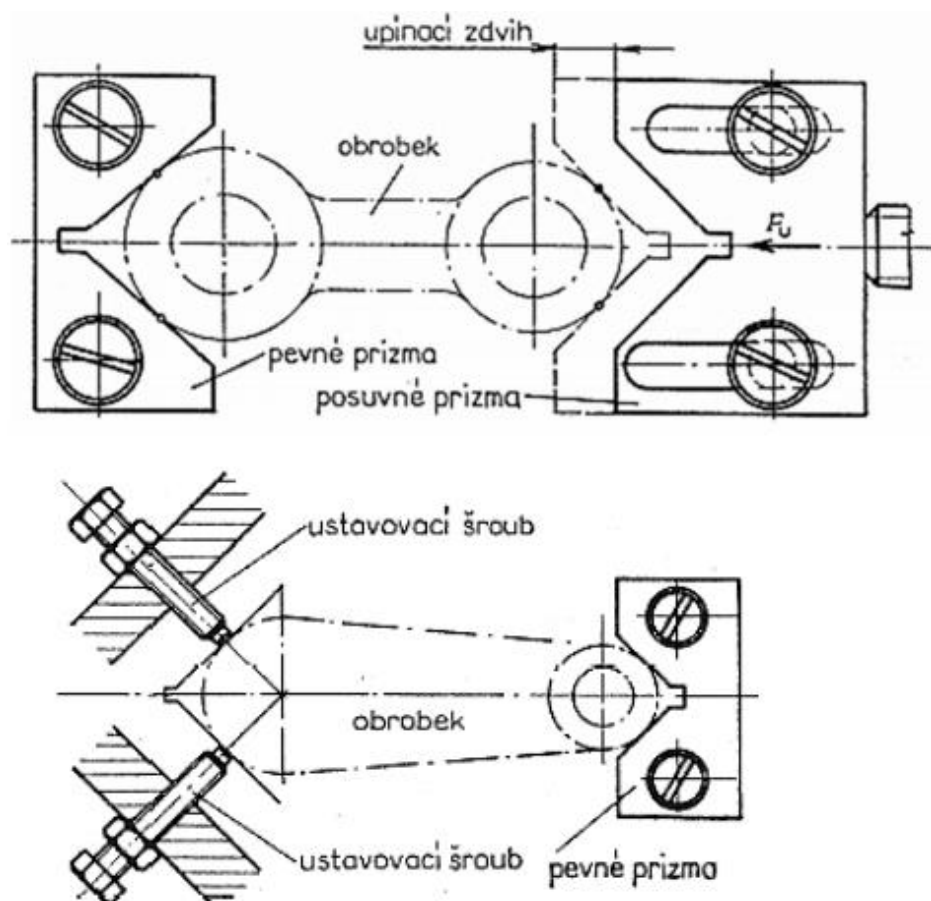
2.2.2 Určování polohy těles v přípravku pro vnější válcová tělesa

Při upínání válcových těles zajišťujeme 4 stupně volnosti tím, že obrobek upneme pomocí prizmatických upínačů. 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 a povrchová odchylka je 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. 16 Prvky pro ustavení na dvě vnější válcové plochy[5]

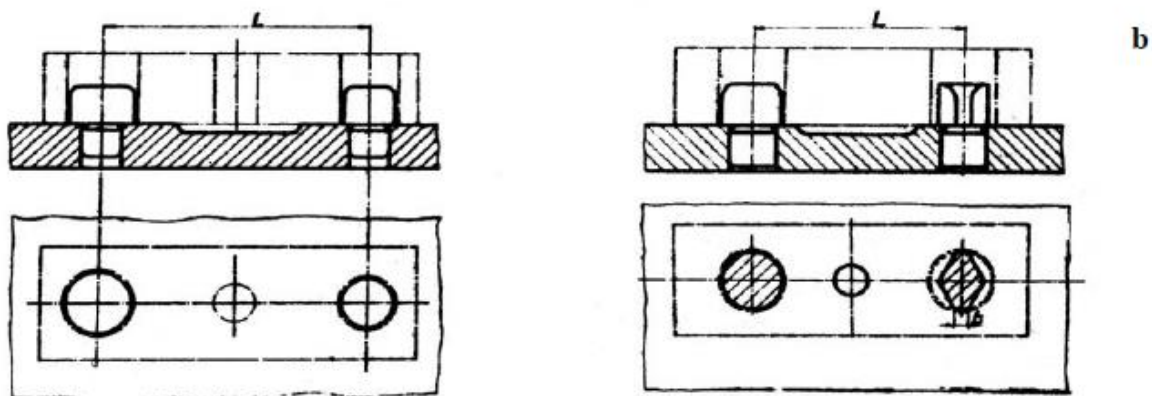
2.2.3 Určování polohy těles v přípravku pro tělesa s vnitřní válcovou plochou

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

- Ustavení 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, kde 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.

Ustavení 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. Zjednodušené ustavení, protože je zmenšena vůle mezi čepem a otvorem. [5]



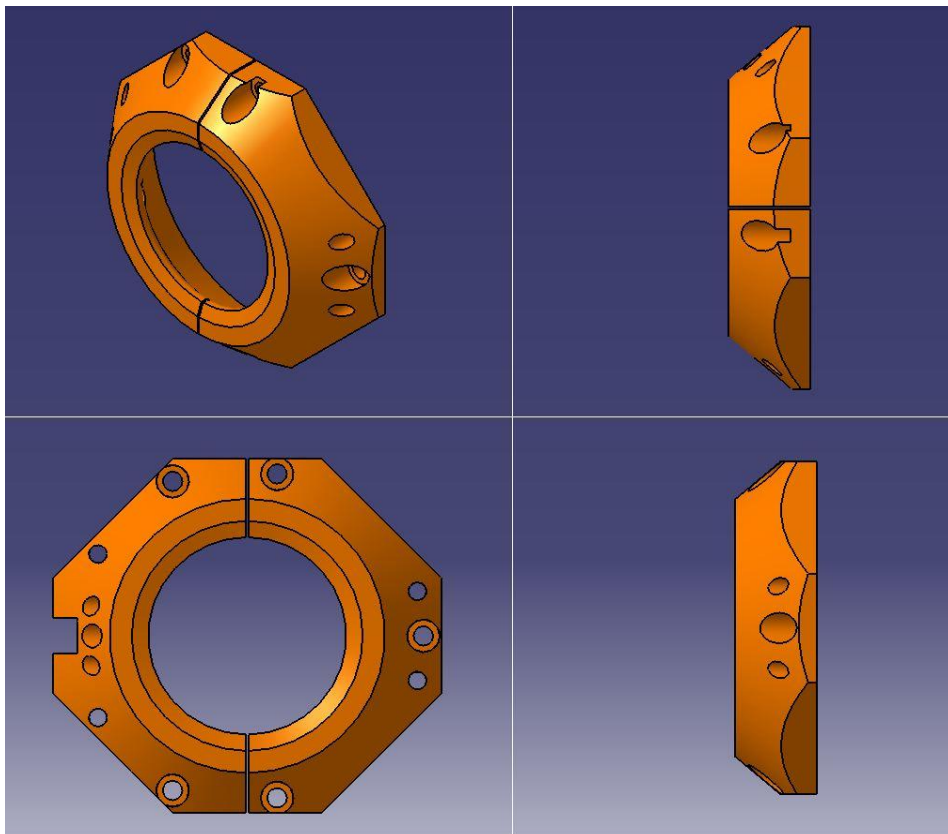
Obr. 17 Prvky pro ustavení na dvě vnější válcové plochy[5]

3. Technologičnost konstrukce zadaných součástí

3.1. Tvar a rozměr

Jedná se o dvě součásti podobného tvaru.

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



Obr. 18 Model součásti

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

3.2. Složitost výroby

Výroba této součásti se obejde bez speciálních operací. V příloze naleznete kompletní výrobní postup dané součásti. Největší důraz na výrobu je potřeba dát u kolíkové díry. Tato díra je tolerována polohově i rozměrově. Jedná se o toleranci H8. Pro dosažení požadované přesnosti lícovaných děr je potřeba operaci dokončit vystružováním.

3.3. Výkres zadaných součástí

Viz. Příloha.

3.4. 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]

3.5. Polotovár

Vzhledem k technologičnosti součásti byl vybrán polotovár - tyč kruhového průřezu. Polotovár má průměr 140 mm a délku 40 mm. Polotovár projde operacemi na soustruhu, kde se zarovná čelo a 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.

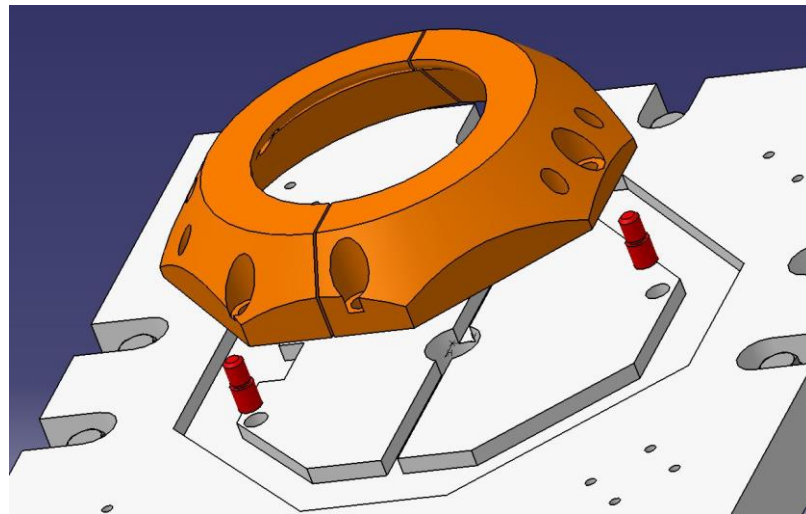
4. Návrh a konstrukce přípravku ve variantách pro zadané součásti

4.1 Návrh konstrukce přípravku

Z tvaru polotovaru vychází plochy, které je potřeba obrobit. 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 části přímým řezem.

4.2 Ustavení obrobku do přípravku

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

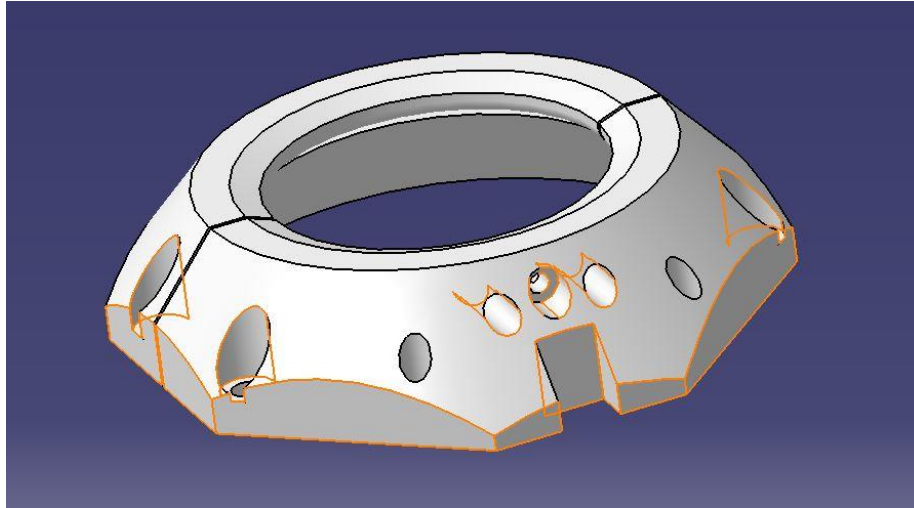


Obr. 19 Ustavení obrobku

Po rozdělení obrobku na dvě části nebude zajištěno vystředění jednotlivých součástí. Ty budou zajištěny pouze jedním středícím čepem. Pro jednoznačné ustavení 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. S tímto ustavením budeme pracovat v každé variantě.

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. 20 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.22 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.

$$F_{\check{r}ez} = k_c \cdot a_p \cdot f = k_c \cdot a_p \cdot f_z \cdot z$$

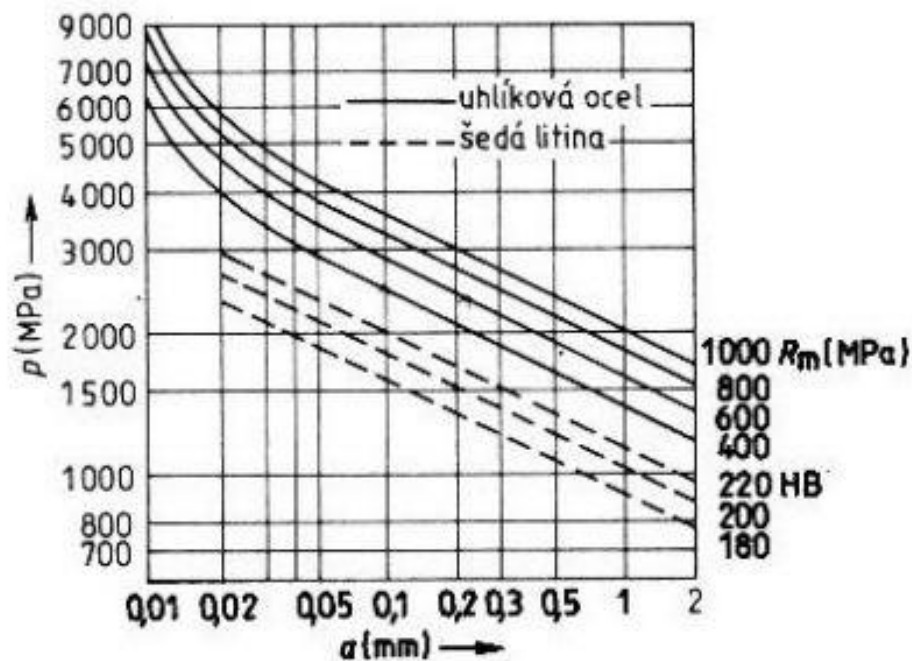
$$k_c = \frac{F_{\check{r}ez}}{A} = \frac{F_{\check{r}ez}}{a_p \cdot f}$$

$F_{\check{r}ez}$ = 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. A dále vybereme dle meze R_m 480 Mpa.



Obr. 23 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 . [5]

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

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 totožně s velikostí řezné síly. Z podmínky smykového tření f vyplývá:

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

[5]

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 střiž

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 střiž. 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 střiž:

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

F = řezná síla [N]

S = Průřez čepu [mm^2]

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

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

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

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

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

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

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

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

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

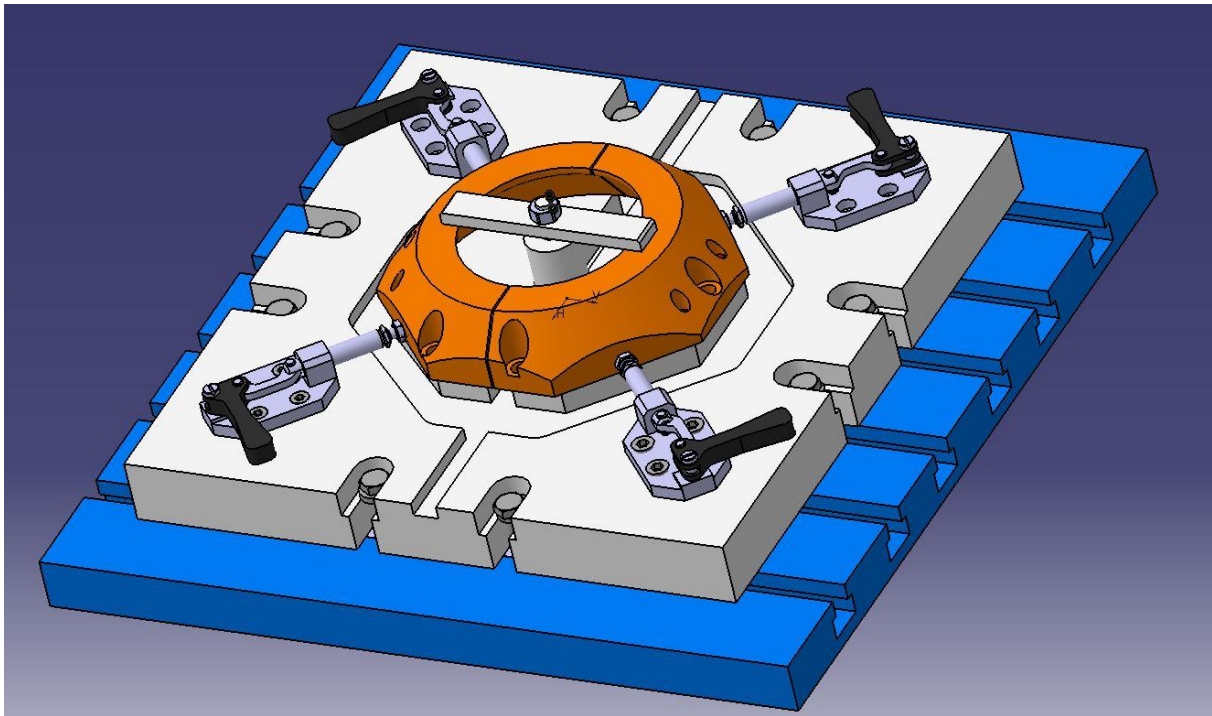
[11]

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 čtyři středící kolíky pro vystředění a ustavení jednoznačné polohy součásti, protože rozdělujeme následně součást na dva díly. Při použití pouze dvou středících kolíků, by při rozdělení součásti zajišťoval polohu každého dílu pouze jeden kolík a to nestačí. Upínací sílu vyvolá matice, která bude tlačit 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. Upnutí budou zajišťovat boční upínky, které budou tlačit proti sobě. Nevýhodou této varianty je, že může dojít k opotřebení kolíků, za které je ustavena součást v upínacím přípravku. Celý přípravek se základní deskou a upínačem je uchycen k desce stolu do T – drážek pomocí T – matic.

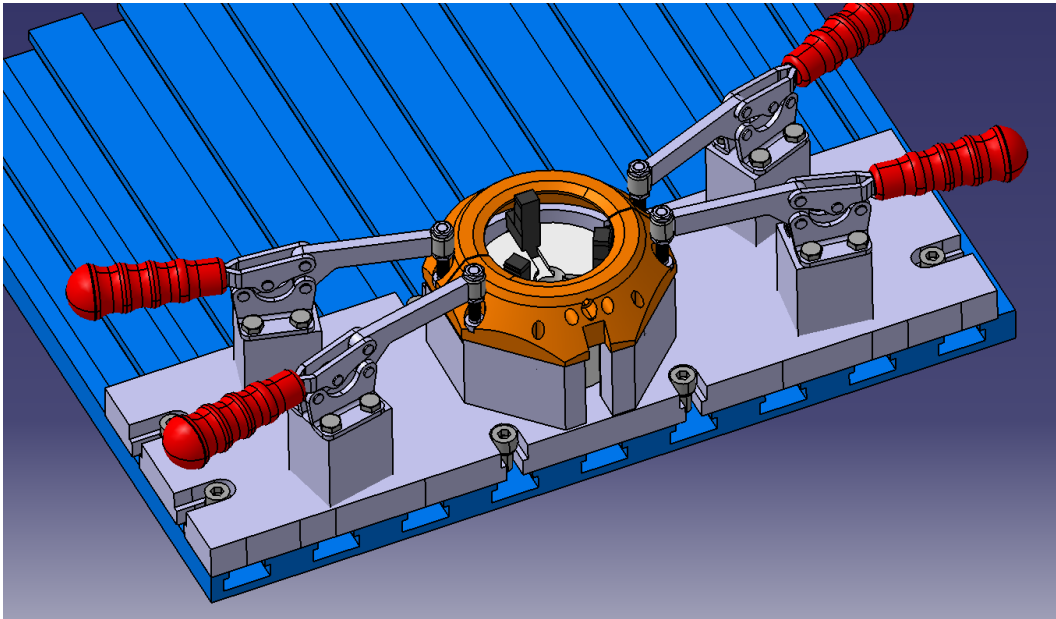


Obr.24 Varianta A

Upínací přípravek v první variantě splňuje upnutí. Nevýhodou tohoto přípravku je zdoluhavá 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. Pro obrobení by se museli použít specializované upínače nástrojů.

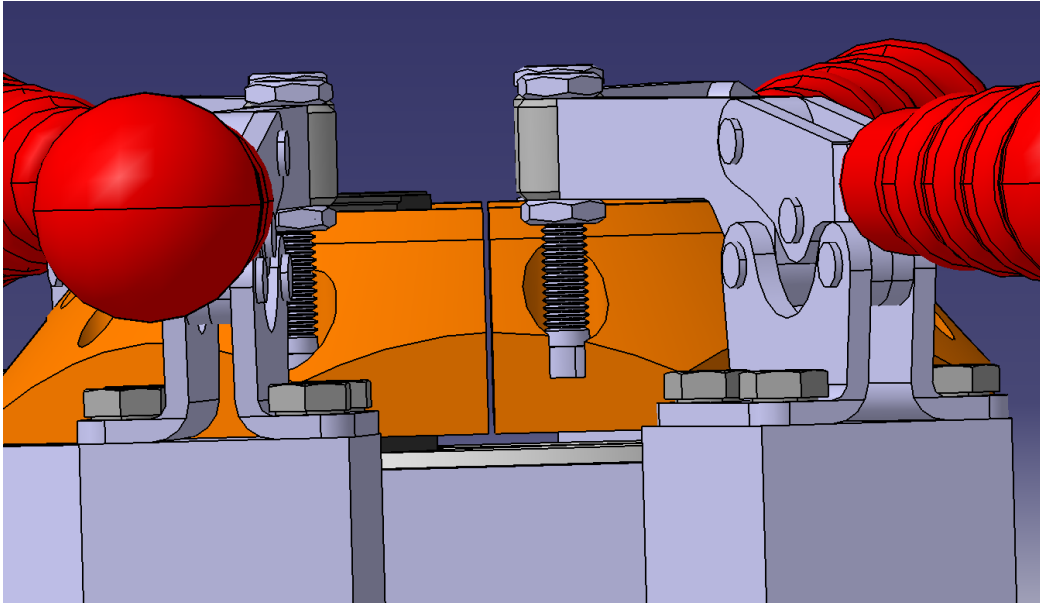
5.2 Varianta B

Při návrhu varianty B se vycházelo z nedostatků oproti variantě A. Celý přípravek je navržen tak, aby byl jednoduchý přístup k obrábění drážky a vyvrtání bočních děr. Proto je přípravek připevněn na kraj stolu a nebudou třeba žádné speciální nástroje pro obrábění drážky. Připevnění na kraj stolu zajišťuje i dostatečnou manipulaci s nástroji. Součást se vystředí pomocí čtyř kolíků, které se zasadí do předem vyvrtaných děr. Upínací sílu zajistí sklíčidlo, které je umístěno uvnitř těla součásti. Vystředění sklíčidla zajišťuje zapuštění do základní desky. Sklíčidlo zabírá na vnitřní průměr součásti. Tělo pod obrobkem je dostatečně vysoké. To zajišťuje, že fréza při tvorbě drážky projede bez problémů.



Obr.25 Varianta B

Pro rozdělení součásti na dva díly je zapotřebí přepnout součást pomocí horizontálních upínek, které jsou vystředěny do předem obrobených válcových děr. Tělo přípravku je navrženo tak, aby mohl kotouč nástroje při rozdělení součástí projet. Projetí kotouče nebude vadit ani sklíčidlo, protože čelisti sklíčidla jsou navrženy tak, aby upnuly obrobek a zároveň, aby celé sklíčidlo nebránilo finálnímu rozdělení.



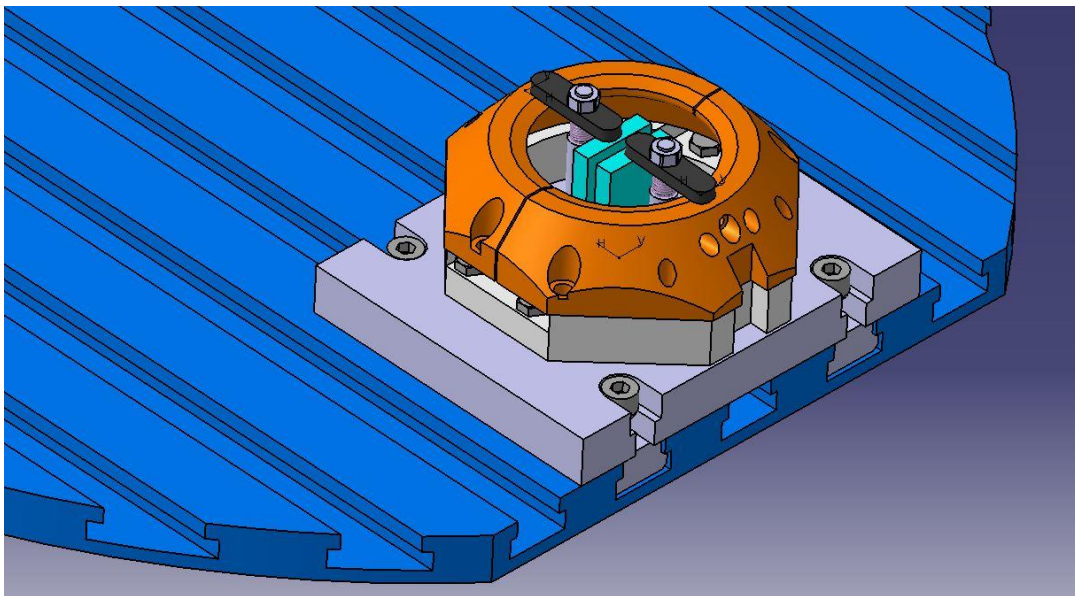
Obr.26 *Přístup k rozdělení součásti*

Přípravek se základní deskou je uchycen k desce stolu do T – drážek pomocí T – matic.

Výhodou této varianty je jednodušší upnutí pro obsluhu stroje. Oproti předchozí variantě nemusí obsluha stroje vyndat součást z přípravku. Tím se zkrátí výrobní časy. Výhodou je také zmíněný prostor pro obrábění. Nevýhodou je, že sklíčidlo vyvozuje tlak na kolíky. Dále je nevýhodou manipulace se sklíčidlem a jeho čelistmi. Pro tento druh upnutí jsou zapotřebí speciálně navržené čelisti.

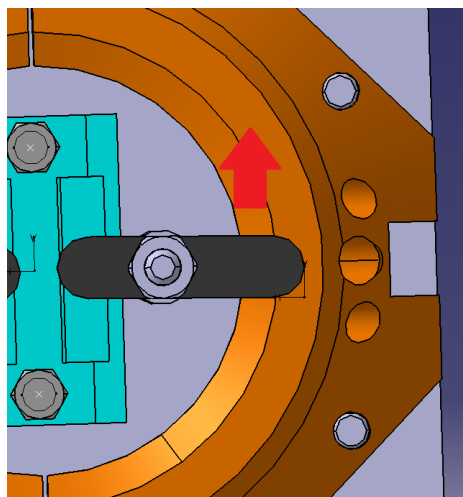
5.3 Varianta C

Při návrhu varianty C se vycházelo z předchozích chyb. Součást se 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 také 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. Největším rozdílem oproti předchozím variantám je, že celá součást se obrobí za pomoci jednoho upnutí.



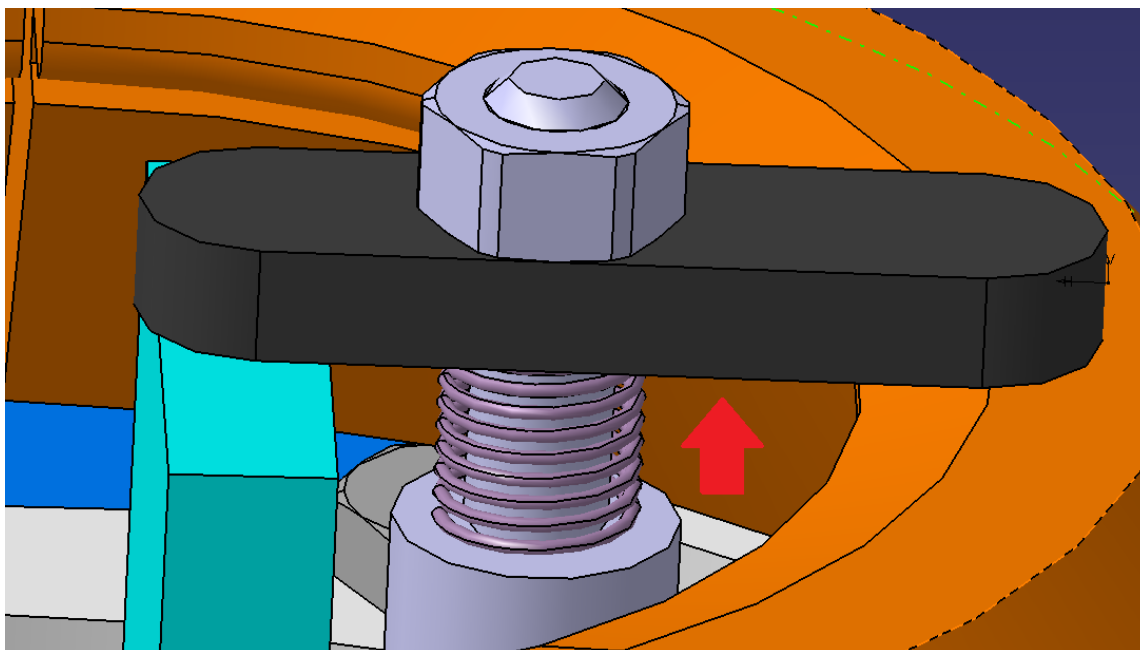
Obr.27 Varianta C

Manipulace obsluhy je jednoduchá. Pro vyměnění součásti je zapotřebí pouze uvolnit matici a posunout upínku do volného prostoru. Upínka je navržena tak, aby šla součást v pořádku vyjmout.



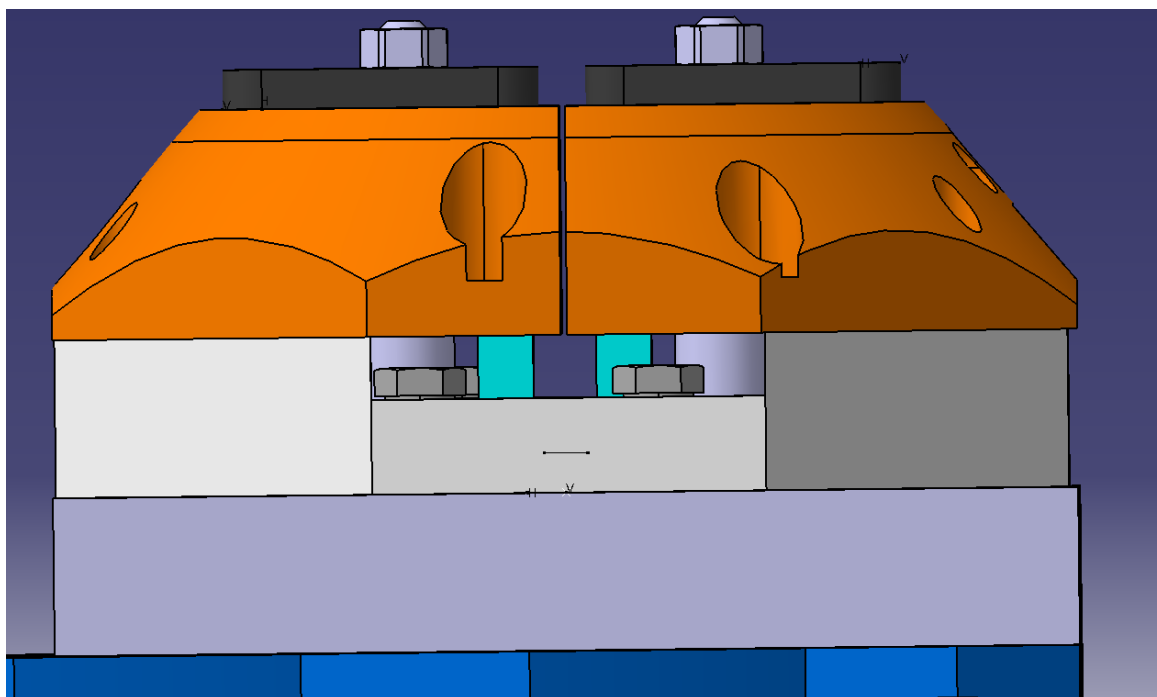
Obr.28 Povolení upínky

Pro lepší manipulaci obsluhy s upínkou byla na upínací trn navlečena pružina, která bude tlačít upínku směrem nahoru. Obsluha v tomto případě nebude hledat upínku na upínacím trnu, ale již bude stačit upínku otočit a utáhnout matici. Tím se zajistí upínací síla.



Obr.29 Použití pružiny

Tato varianta nepotřebuje speciální upnutí pro rozdělení součástí. Tělo je navrženo tak, aby kotouč prošel hladce.



Obr.30 Použití pružiny

5.4 Zhodnocení variant

Zhodnocení z ekonomického hlediska:

Varianta A

Díl Sestavy	Složitost výroby	Odhadovaná cena
Upínací trn	Na výrobu součásti použijeme pouze soustruh. Nejedná se o nákladnou výrobu	328 Kč
Základní deska	Jde o nejsložitější součást ve všech třech variantách. Pro dosažení požadovaných rozměrů uprostřed těla je zapotřebí automatické programování. Nutné také přeupnutí.	9 860 Kč
Upínka	Nutné pouze použití frézky.	785 Kč
Normalizovaná Upínka JC metal 305	Jedná se o normalizovanou upínku. Na součást jsou třeba celkem 4 upínky. Cena za jednu upínku je 380 Kč.	1520 Kč
Kolík	Tento typ součásti je zapotřebí pouze obrousit. V sestavě se nachází celkem 4 kolíky	800 Kč
	Celkem	13 293 Kč

Tab. 3 Ekonomické zhodnocení varianta A

Varianta B

Díl Sestavy	Složitost výroby	Odhadovaná cena
Základní deska	Velmi složitý tvar s vysokým množstvím děr. U této součásti se použije automatické programování pro dosažení přesnosti všech rozměrů. Jedná se i o rozměrově velkou součást, takže bude použito více materiálu.	5 660 Kč
Tělo	Tělo je navrženo tak, aby kopírovalo tvar obráběné součásti. Pro výrobu se použije také automatické programování přístroje.	5 470 Kč
Upínací blok	Jedná se o upínací blok pro normalizované upínky. Jednoduchý tvar a jednoduchá výroba. V soustavě se nachází celkem 4 bloky. Odhadovaná cena jednoho bloku je 368 Kč.	1 472 Kč
Normalizovaná upínka JC metal 120	Normalizovaná upínka. Cena za jednu upínku je 217 Kč. V soustavě jsou 4 upínky.	868 Kč
Spirálové sklíčidlo	Jedná se o sklíčidlo vybrané přímo z katalogu. Jeho cena závisí na množství.	8 000 Kč
	Celkem	21 470 Kč

Tab. 4 Ekonomické zhodnocení varianta B

Varianta C

Díl Sestavy	Složitost výroby	Odhadovaná cena
Upínka	Při výrobě se platí pouze za materiál a jednoduché frézování. Na součásti se nachází dvě.	656 Kč
Tělo	Jedná se o tvarově složitou součást. K její výrobě bude zapotřebí programování.	7 314 Kč
Podpora	Není složitá výroba, ale pro dosažení požadovaných rozměrů se musí naprogramovat frézka.	3 250 Kč
Základní deska	Při výrobě této součásti je potřeba nejvíce materiálu. Bude také použito programování stroje. Proto je částka vyšší.	5 960 Kč
Upínací trn	Jednoduchá válcová součást, která jde celá vyrobít na soustruhu včetně závitů. Náklady na materiál a výrobu jsou minimální.	200 Kč
Kolík	Tento typ součásti je zapotřebí pouze obrousit. V sestavě se nachází celkem 6 kolíků.	1 200 Kč
	Celkem	18 580 Kč

Tab. 5 Ekonomické zhodnocení varianta C

Z ekonomického hlediska vychází nejlépe varianta A. Pro variantu A je použito nejméně nenormalizovaných součástí. Normalizované upínky malé velikosti patří k levnějším variantám normalizovaných upínek. Na druhém místě se umístila varianta C. Nejjednodušší varianta C je více nákladná z toho důvodu, že pro ni nejsou použity normalizované díly, ale speciální součásti pouze pro tento upínací přípravek. Nejvíce ekonomicky nákladná je varianta B. Pro variantu B jsou použity normalizované upínky, normalizované sklíčidlo, ale také součásti vlastní výroby jako například tělo a základní deska. Pro tento typ varianty je také použito nejvíce materiálu.

Ceny součástí jsou tvořeny odhadem. Při propočtu nebyly započítány šrouby a matice. Nejedná se o velkou částku a na každou součást bylo použito poměrně stejné množství šroubů a matic.

Z hlediska kvality obrábění vychází nejlépe varianta B a C. U varianty A je problém v obrobění boční drážky a děr. V tomto případě by se musely použít speciální nástroje. Není tam vytvořen prostor pro manipulaci s nástroji. Varianty B a C jsou umístěny na kraji stolu, kde se nachází dostatečný prostor pro manipulaci s nástroji. U varianty B není tak velký prostor pro projetí kotouče při rozdělení součástí, musel by se použít kotouč většího průměru.

Dle zhodnocení vychází nejlépe varianta C. Cenová relace je přijatelná hlavně z důvodu, že levnější varianta A nesplňuje podmínky kvality obrábění. Jedná se o nejjednodušší obráběcí přípravek ze všech variant. Tento způsob upnutí zajišťuje pevné a přesné upnutí a jednoduchou manipulaci s upínacím přípravkem. Má také nejjednodušší obsluhu.

Největší výhodou této varianty je, že celý proces obrábění lze provést na jedno upnutí. Jednoduchou obsluhou a bez nutnosti přeupnutí se také sníží výrobní časy na minimum.

5.5 Upínací systémy

V této kapitole jsou popsány všechny normalizované součásti, které byly použity ve všech variantách.

Přímá upínka JC metal 305.

Jedná se o upínku menších rozměrů, která umožňuje montáž rukojeti z pravé i z levé strany. Do přípravku je uchycena za pomoci čtyř šroubů. Tato upínka byla použita ve variantě A.

Upínací síla	400 N
Hmotnost	180 g
Cena	380 Kč

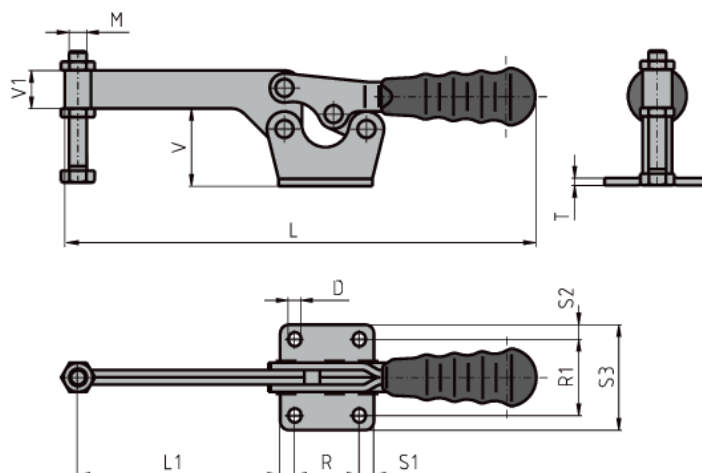
Tab. 6 Specifikace upínače[7]



Obr.31 Přímá upínka JC metal 305
[5.5.1]

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 je 217 Kč. Tento druh mechanického upínače je upevněn v přípravku pomocí čtyř šroubů. Tato upínka byla použita ve variantě B.



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.32 Vodorovná upínka JC metal 120 MZ [5.5.2]

Samostředící spirálové sklíčidlo BISON 3504-P

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



Výška	44mm
Průměr	80 mm
Hmotnost	1,5 Kg

Obr.33 Sklíčidlo BISON 3504-P [5.5.3]

Tab. 7 Specifikace sklíčidla[8]

5.6 Popis součástí přípravků

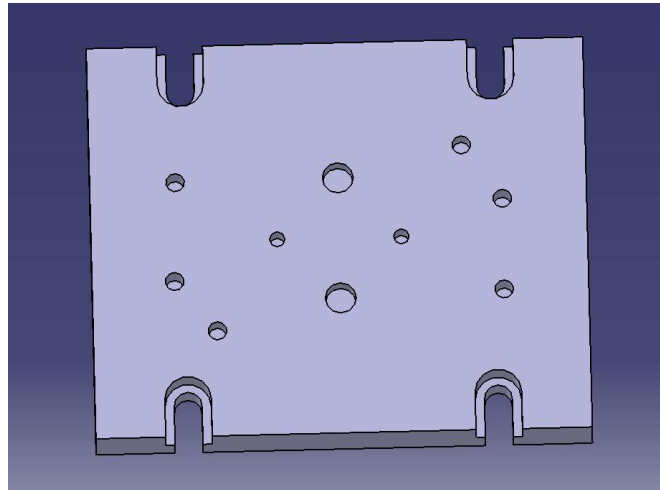
V této kapitole jsou popsány všechny součásti upínacího přípravku, které byly použité ve finální variantě C.

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.



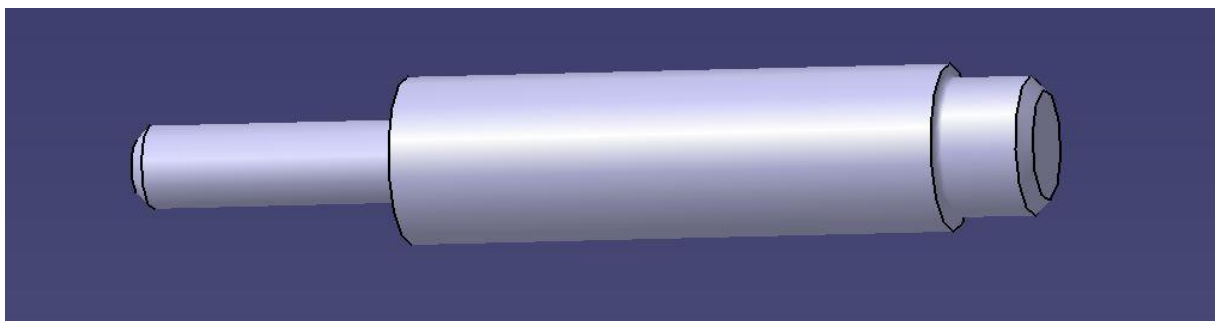
Obr.34 Základní deska

Upínací Trn

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

Nejmenší průměr má závit M6 a délku 20mm. Na tento průměr se navlékne pružina a upínka.

Upínací trn je vyroben z materiálu ČSN 11 500.

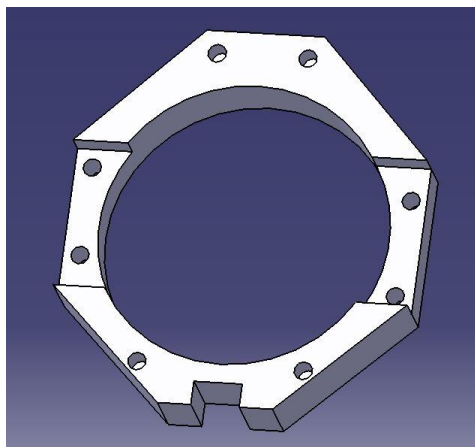


Obr.35 Upínací trn

Tělo

Tělo slouží k ustavení obrobku. Kopíruje jeho tvar, aby zajistilo pevné 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 spodní části 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 délku 128,5 mm. Jeho výška je 20 mm.

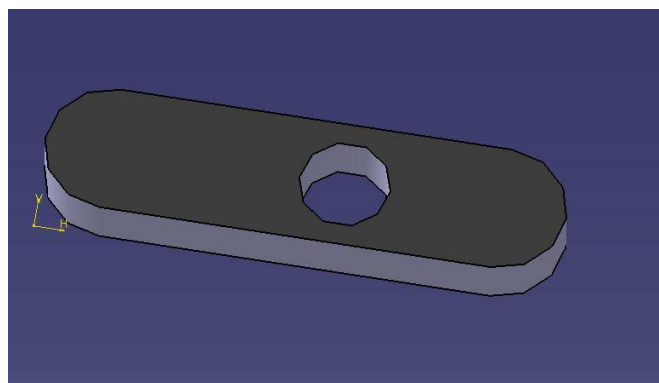
Tělo upínacího přípravku je vyrobeno z materiálu ČSN 11 375.



Obr.36 Tělo

Upínka

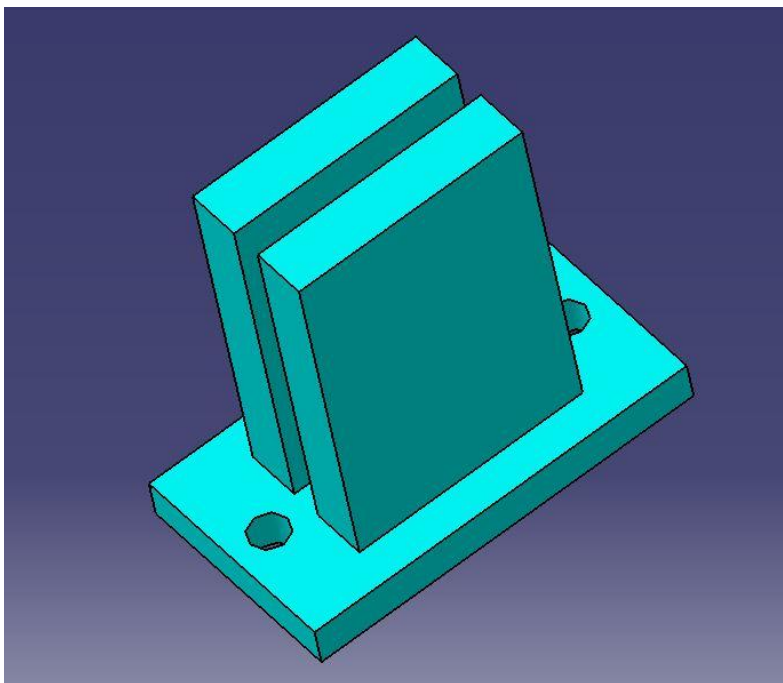
Upínka je dlouhá 40 mm, široká 10 mm a vysoká 5mm. Obě její zakončení mají rádius R5. Na upínce je otvor o průměru 7 mm. Je vyrobena z materiálu ČSN 11 500.



Obr.37 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 5,5 mm. Tyto podpory mají šířku 7 mm a délku 30 mm. Jsou určeny pro podporu upínky z obou stran, aby se daná upínka časem nedeformovala.



Obr.38 Podpora

6. Závěr

V první části se bakalářská práce zabývá teoretickou stránkou. Popisuje funkci přípravků a 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 bakalářská 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 a byla zvolena jedna z variant, která nejlépe splňovala dané požadavky.

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 výrobním postupem pro obě zadané součásti.

Cílem práce bylo: „Konstrukce upínacího přípravku pro předem zadané součásti“. Dle výrobního postupu se zjistilo, na které operace se bude upínací přípravek využívat. Při návrhu každé z variant se vycházelo z chyb v předchozích verzích. U první varianty, která byla vyhodnocena jako nefunkční, si můžete povšimnout chyb, které již ve druhé variantě nejsou. Největší změna oproti předchozí variantě je umístění přípravku na kraj stolu pro dosažení prostoru pro obrábění. Dále ve třetí variantě byly použity prvky z verzí A i B. Bylo použito jednoduché upnutí pomocí dvou upínek uvnitř součásti (dle varianty A) a také byl přípravek umístěn na okraj stolu. Největší výhodou varianty C je provedení všech obráběcích operací bez nutnosti přeupnutí. Tím se splní cíle, které byly dány v úvodu práce.

Díky postupnému vylepšování variant byl cíl práce splněn. Varianta C splňuje všechny dílčí cíle, které bakalářská práce vytyčila. Splnění bylo dosaženo díky postupnému opravování chyb z předchozích variant. Bez návrhů varianty A a B a některých variant, které nebyly v práci využity, by nevznikla finální verze C.

Jako návrh na další zlepšení by bylo více automatizovat upínací přípravek. Momentálně je zapotřebí manuální práce při výměně upínací součásti. Zadání znělo, že tento upínací přípravek bude vyráběn pro výrobu 800 ks, takže tato varianta nepotřebuje být tolik automatická. Sází se na jednoduchost a vymezení minimálních nákladů na výrobu upínacího přípravku. Pokud by se navýšil počet obráběných kusů, tak by bylo zapotřebí větší automatizace upínacího přípravku.

7. 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.fme.vutbr.cz/opory/pdf/PripravkyNastroje.pdf>>[2012-10]
- [4] STO, Přednášky KTO z předmětu STO, ZČU Plzeň, 2013, Učební texty vysokých škol
- [5] Chvála, Břetislav; Votava, Josef. Přípravky: celost. vysokošk. učebnice pro strojní fakulty vys. škol techn.. 1. vyd. Praha: SNTL, 1988.
- [6] Studijní texty, Přípravky, SPŠ Vítkovice,[online], 2016 dostupné z: http://www.sps-vitkovice.cz/texty/texty/STT/STT4_6-pripravky.pdf
- [7] Základní chemické a fyzikální vlastnosti vybraných materiálů, [online], [cit. 2017-4-1], dostupné z: http://www.kopta.cz/slitiny_m%C4%9Bdi.htm
- [8] 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>.
- [9] Specifikace upínače[online], [cit. 2017-4-1]. Dostupné z: <https://www.jcmetal.cz/produkt/103-305.html>
- [10] Specifikace sklíčidla [online], [cit. 2017-4-1]. Dostupné z: <http://www.zjp.cz/katalogy-bison/t1122>
- [11] 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
- [11] Vakuové upínání , [online], [cit. 2017-4-1]
http://www.naros.cz/katalog/Prospekt_Vakuum_CZ.pdf

8. Obrázky

- [2.1.1] *Montážní přípravek* [online]. [cit. 2017-4-1]. Dostupné z: <http://www.konstrukcefoff.cz/galerie/montazni-pripravky.htm>
- [2.2.2] Strojní svěrák [online]. [cit. 2018-19-4]. Dostupné z: http://www.landsmann.cz/groz-100-mmv-sp-strojni-sverak-sire-100mm-mmv-pro-frezovani-vrtani-a-brouseni_d90259.html
- [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.mkgroupcz.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-ctyrcelistove-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>
- [2.2.9] Speciální přípravek [online]. [cit. 2018-1-2]. Dostupné z:
<http://slideplayer.cz/slide/5651988/>
- [2.2.10] Magnetická deska [online]. [cit. 2018-19-4]. Dostupné z :
<http://mlgearsdesigns.blog.cz/1504/frezovani-pri-slozitem-upnuti-obrobku>
- [2.2.11] Vakuová upínací deska [online]. [cit. 2018-19-4]. Dostupné z :
<https://www.verko.cz/magneticky-stul-vakuum-system-5-5bar-10221/> [4.4] Čelní válcová fréza [online]. [cit. 2017-4-1]. Dostupné z:
<https://www.iscar.com/ecatalog/Ecat/datafile/PICTURE/409.gif>
- [5.5.1] Přímá upínka JC metal 305 [online]. [cit. 2017-4-1]. Dostupné z:
<https://www.jcmetal.cz/produkt/103-305.html>
- [5.5.2] Vodorovná upínka JC metal 120 MZ [online]. [cit. 2017-4-1]. Dostupné z:
<https://www.jcmetal.cz/produkt/55-120-mz.html>
- [5.5.3] Sklíčidlo BISON 3504-P [online]. [cit. 2017-4-1]. Dostupné z:
<https://shop.boukal.cz/upinaci-naradi/3celistove-sklicidlo-standard-bison-3504-250/>
- [2.2.6] Magnetická deska [online]. [cit. 2018-19-4]. Dostupné z :
<http://mlgearsdesigns.blog.cz/1504/frezovani-pri-slozitem-upnuti-obrobku>

Seznam příloh

Příloha č.1 Výrobní postupy


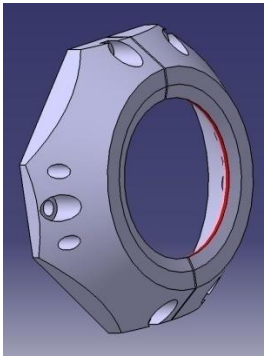
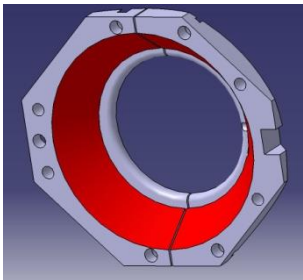
Příloha č. 2 Výkres obrobku

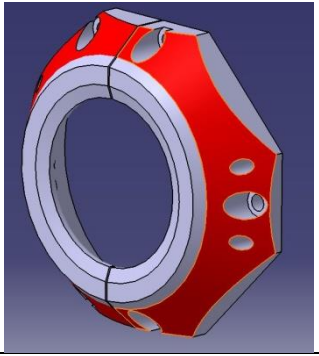
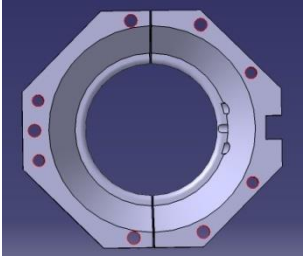
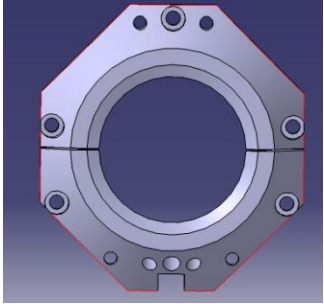
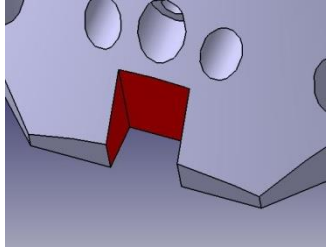
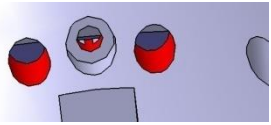
Příloha č.3 Výkresová dokumentace varianty C

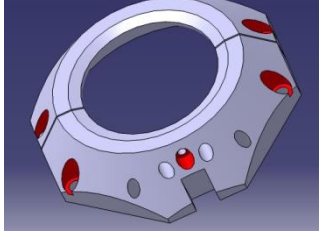
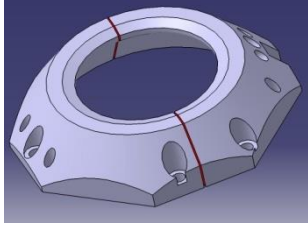
Příloha č.1

Výrobní postupy


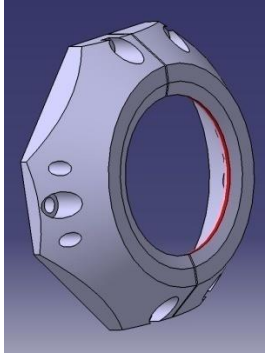
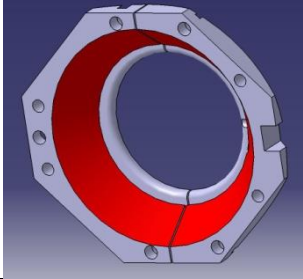
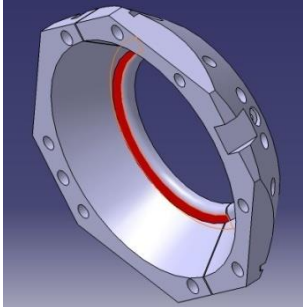
Výrobní postup pro součást OB050805/5:

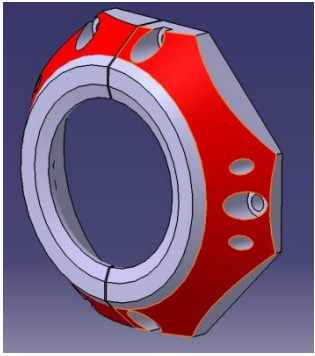
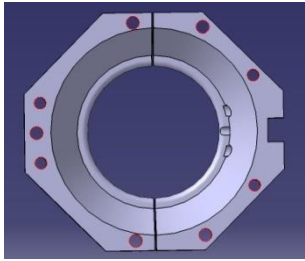
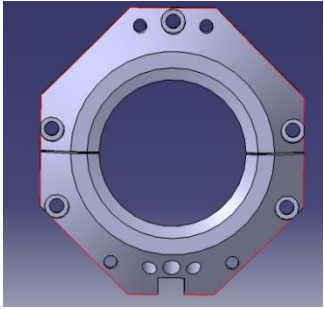
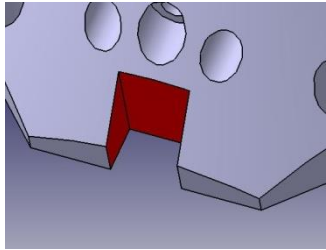

	FAKULTA STROJNÍ		VÝROBNÍ POSTUP	
	<i>Katedra technologie obrábění</i>		Název součásti:	Materiál: CuCrZr
	Výkres: OB050805/5		Měděná proložka	Polotovár: 140 Ø x 35
Čís. oper.	Typ stroje	Popis operace		Grafická dokumentace
001	Soustruh	Upnout do sklíčidla (tvrdé čelisti viper)		
		Hrubovat čelo s ponecháním 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				

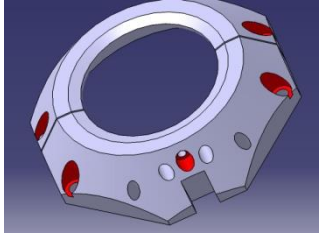
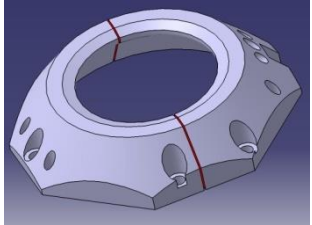
		Na čisto čelo	
		Srazit vnější hranu na 68 °	
		Srazit hranu v otvoru 20 °x 2	
002	CNC frézka	Upnout do sklíčidla (tvrdé čelisti viper), dosedací plocha bude kratší strana	
		Vrtat 5x Ø 6,6	
		Vrtat 2x Ø 6,1	
		Vystružit 2x Ø 6H8	
003	CNC frézka	Upnout do upínacího přípravku	
		Frézovat strany obrobku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

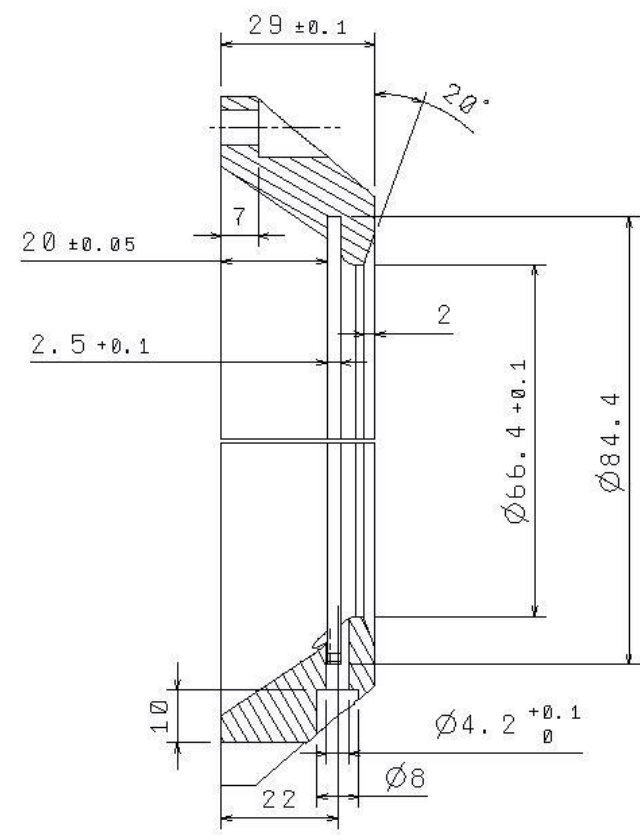
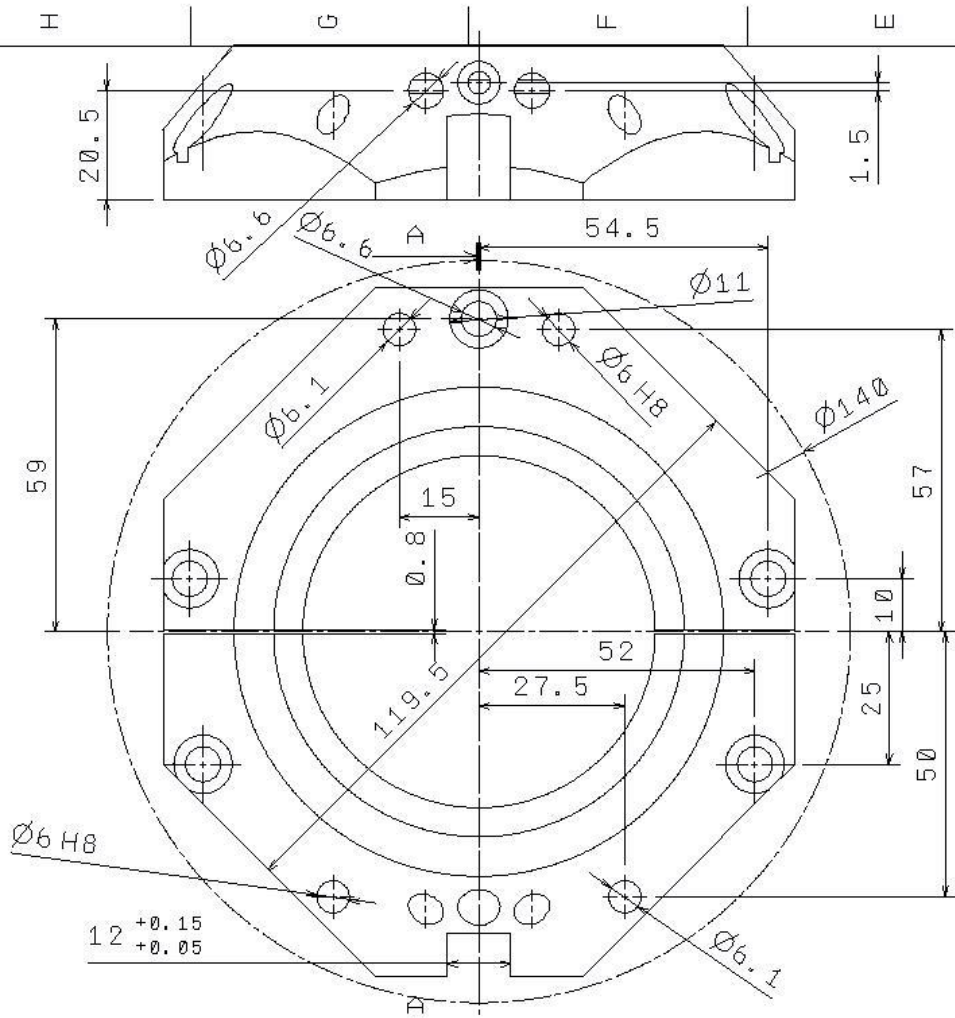
	FAKULTA STROJNÍ		VÝROBNÍ POSTUP	
	<i>Katedra technologie obrábění</i>		Název součásti:	Materiál: CuCrZr
	Výkres: OB04040/4		Měděná proložka	Polotovar: 140 Ø x 35
Čís. oper.	Typ stroje	Popis operace		Grafická dokumentace
001	Soustruh	Upnout do sklíčidla (tvrdé čelisti viper)		
		Hrubovat čelo s ponecháním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



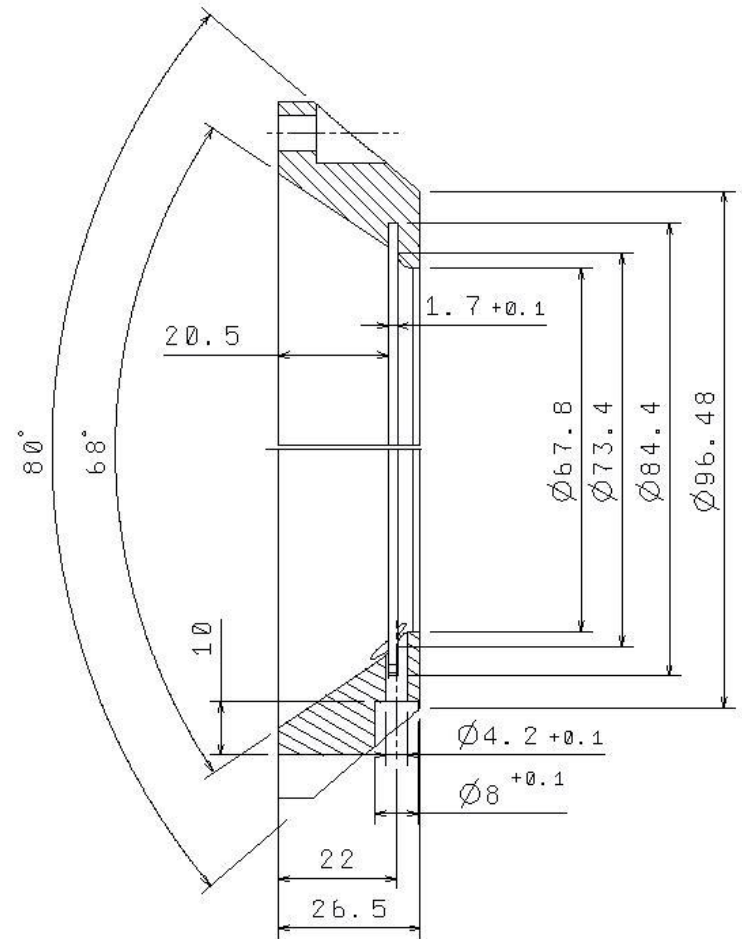
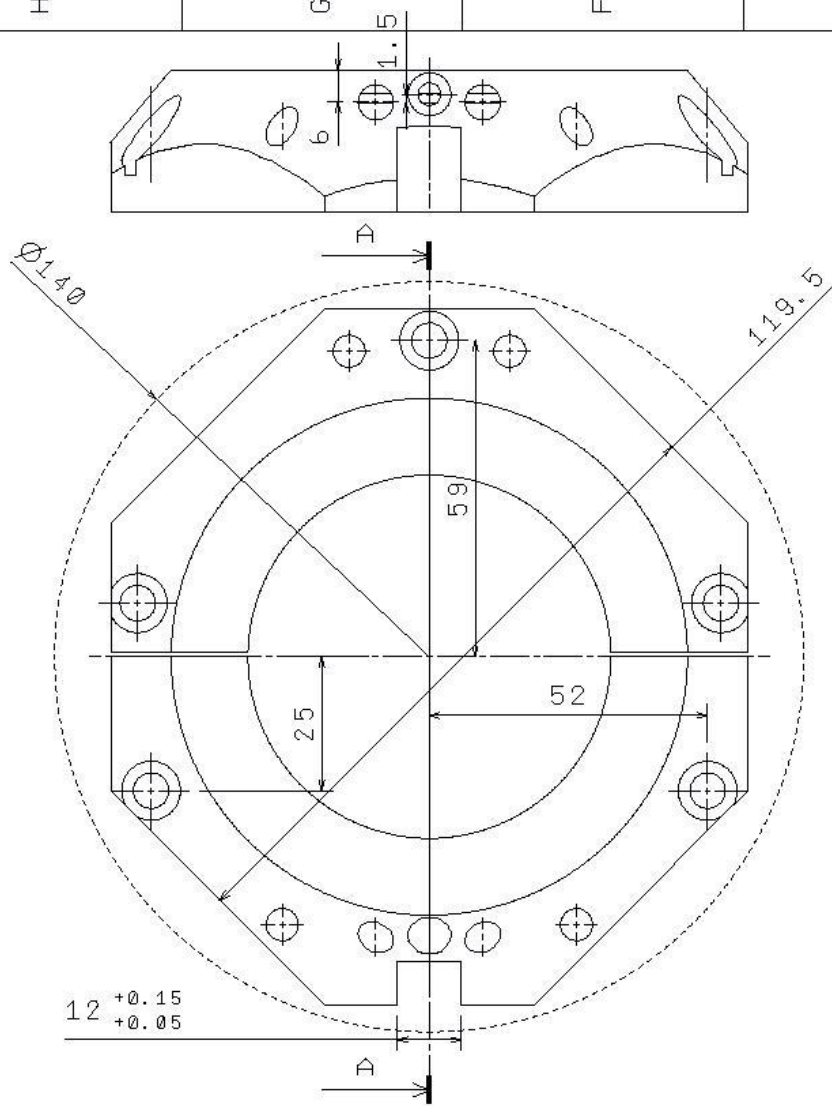
REZ A-A

3,2 / (...)

DESIGNED BY: Ondřej Bublík	Ply Name	Méděná 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.

3,2 / (...)



DESIGNED BY: Dndřej 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	-
WEIGHT (kg): XXX			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

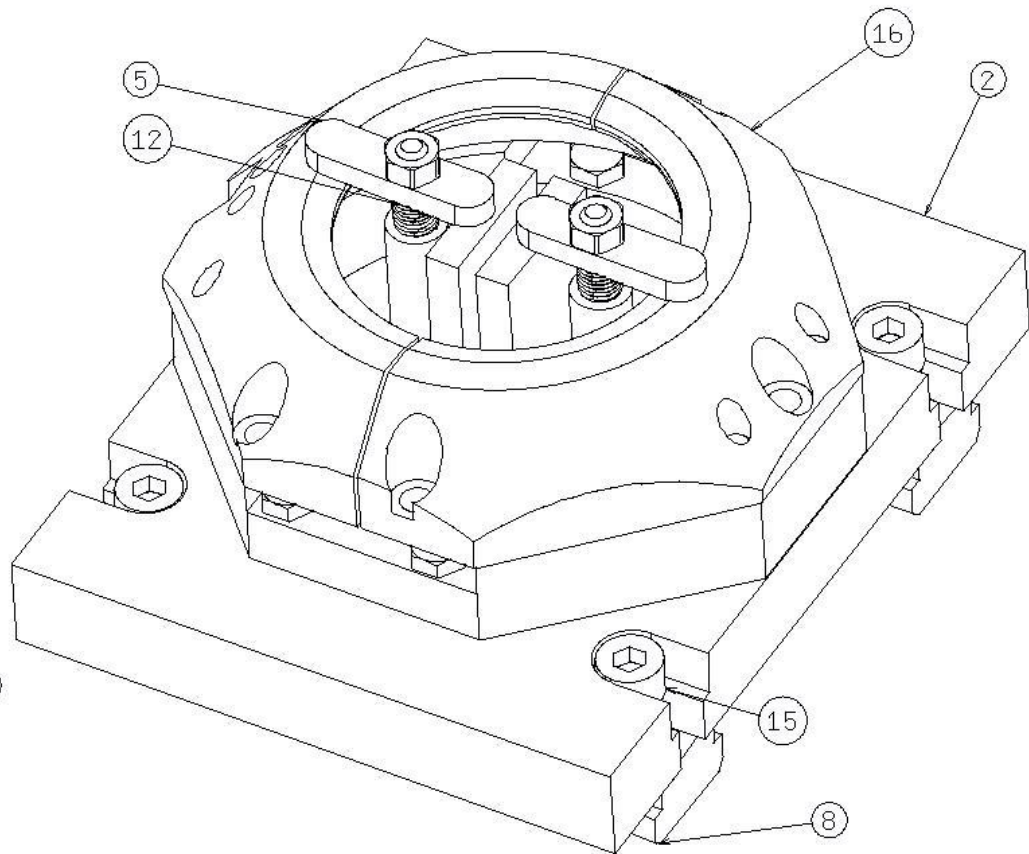
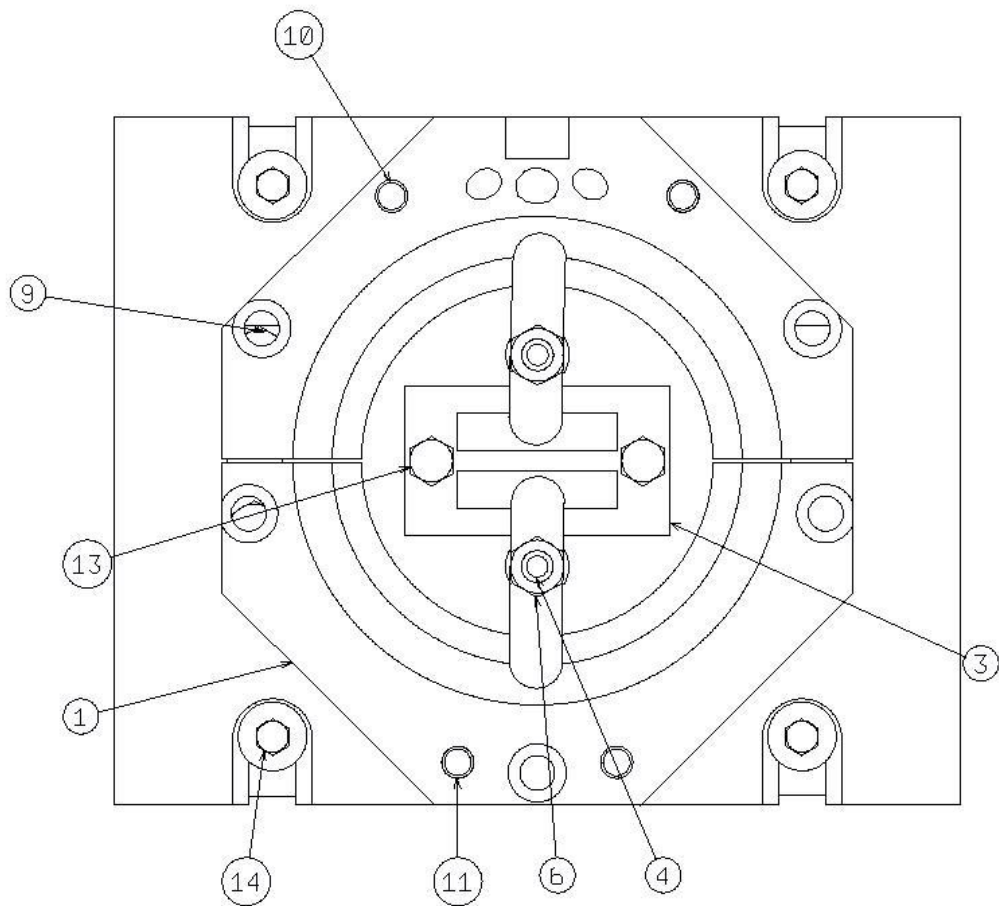
H G F E D C B A

4

3

2

1



4

3

2

1

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	GroupID		D	-
			C	-
			B	-
			A	-

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

H G F E D C B A

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		2
7	Stůl		1
8	T-matice		4
9	M6x16		4
10	Kolík b,1	BP KTD 01/6	2
11	Kolík b		4
12	Pružina		2
13	M5x12		2
14	M8x16		4
15	Podložky M8		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	-
			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

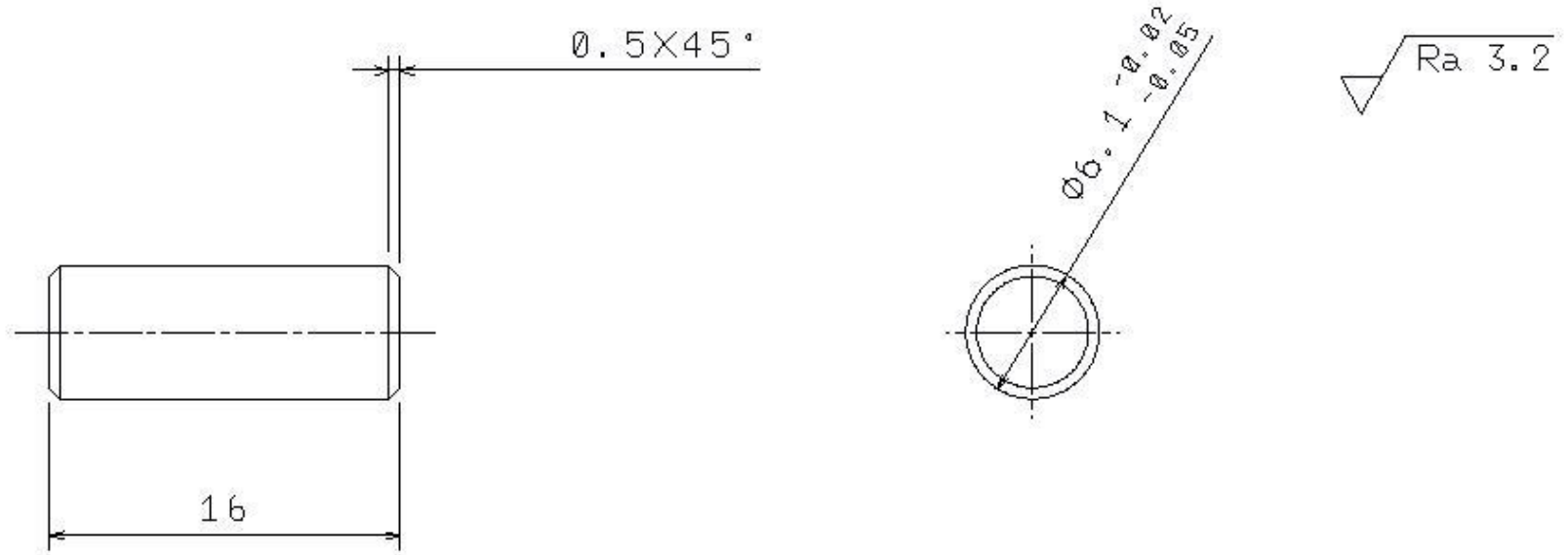
3

2

2

1

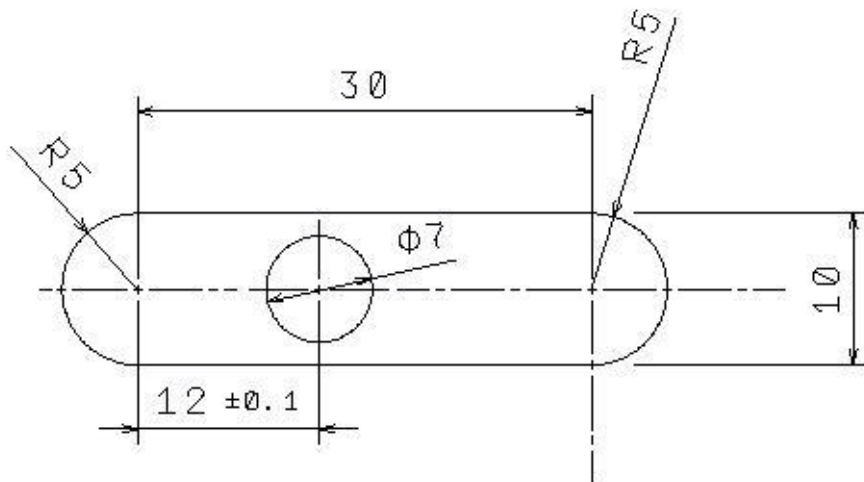
1



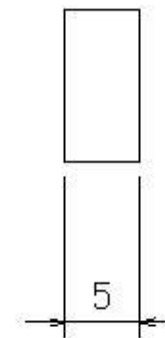
DESIGNED BY: Ondřej Bublík		Ply Name	Kolík	I	-
DATE: 22.5.2017		Material	19 452	H	-
CHECKED BY:		Drawing No.	BP KTO 01/6	G	-
DATE:		Přesnost	ISO 27b8 - mk	F	-
SIZE: A4				E	-
SCALE: 1:1	WEIGHT (KG):	GroupID		D	-
This drawing is our property; it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				C	-
				B	-
				A	-

D

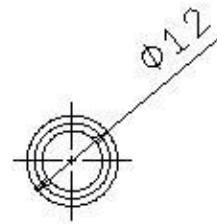
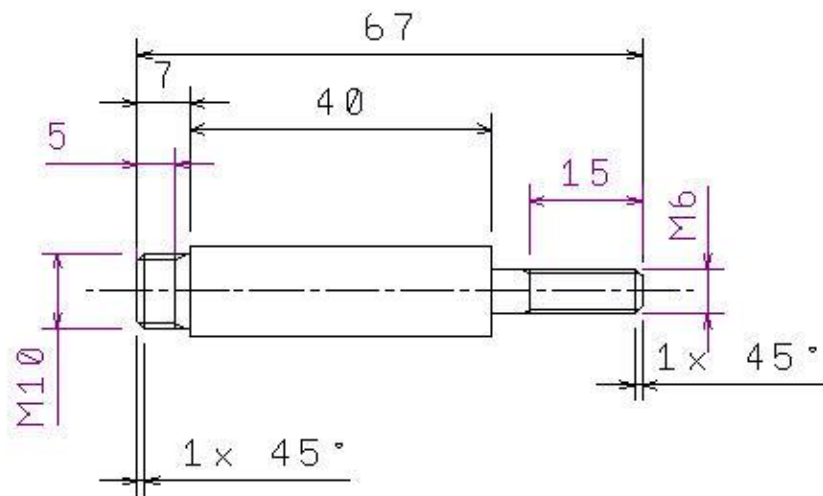
A



$\sqrt{\text{Ra } 3,2}$



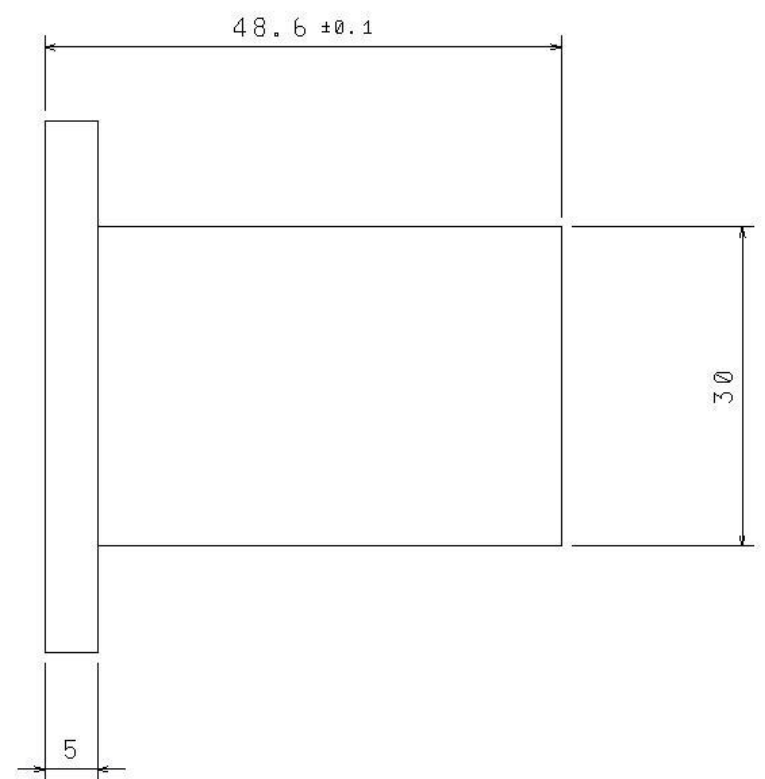
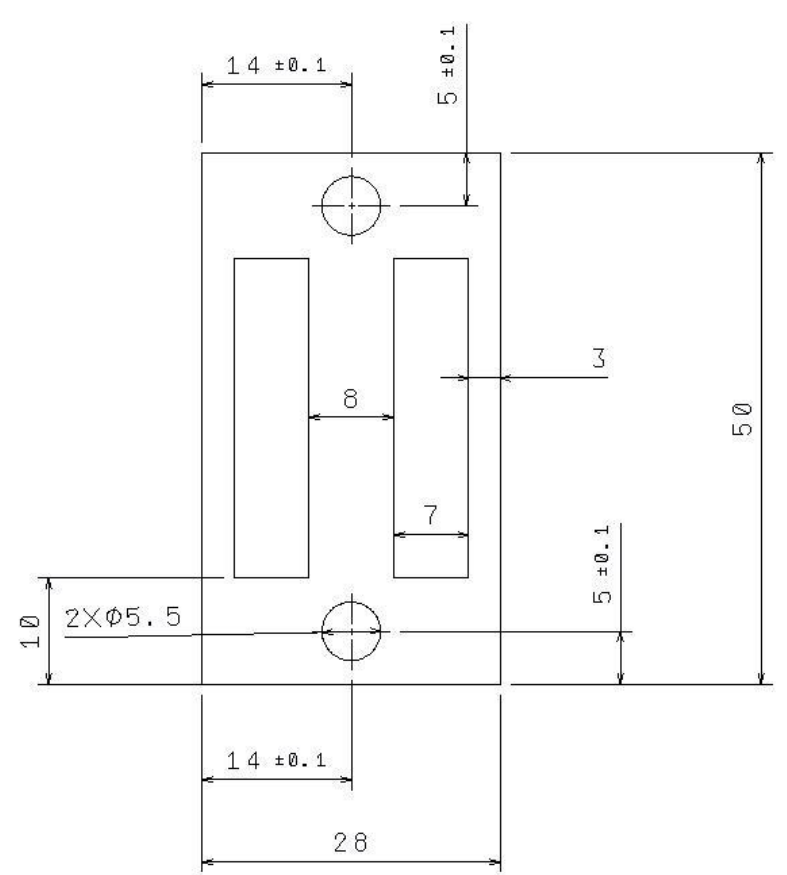
DESIGNED BY: Ondřej Bublík		Ply Name	Upínka	I	-
DATE: 26.5.2017		Material	11 500	H	-
CHECKED BY:		Drawing no.	BP KTO 01/3	G	-
DATE:		Přesnost	ISO 2768 mk	F	-
SIZE: A4				E	-
SCALE: 1:1	WEIGHT (KG)	GroupID		D	-
This drawing is our property, it can't be reproduced or communicated without our written agreement.				C	-
				B	-
				A	-

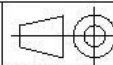


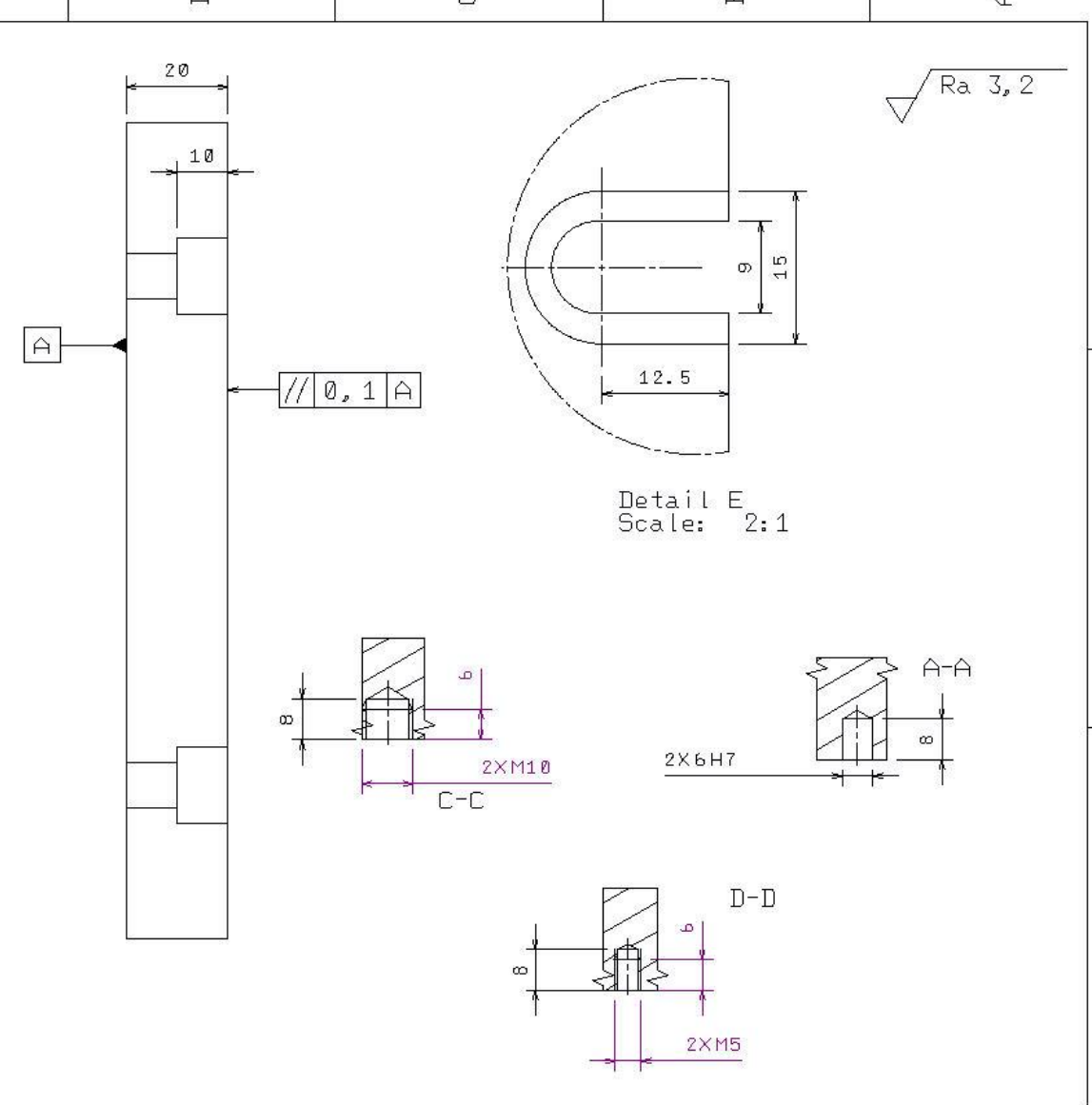
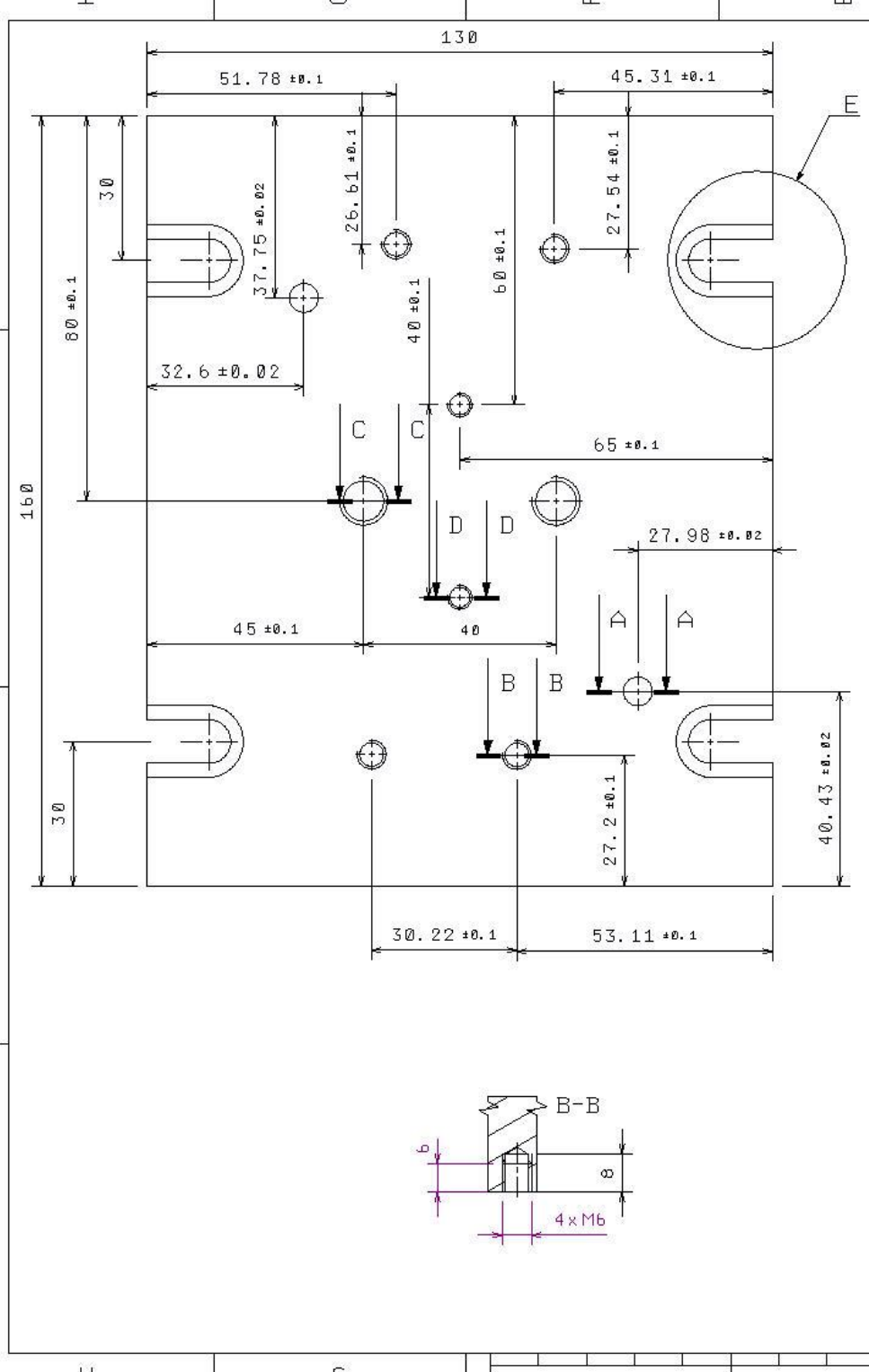
Ra 3,2

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:		Přesnost	ISO 2768 - mk	F	-
SIZE: A4				E	-
SCALE: 1:1	WEIGHT (KG)			D	-
This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.				C	-
				B	-
				A	-

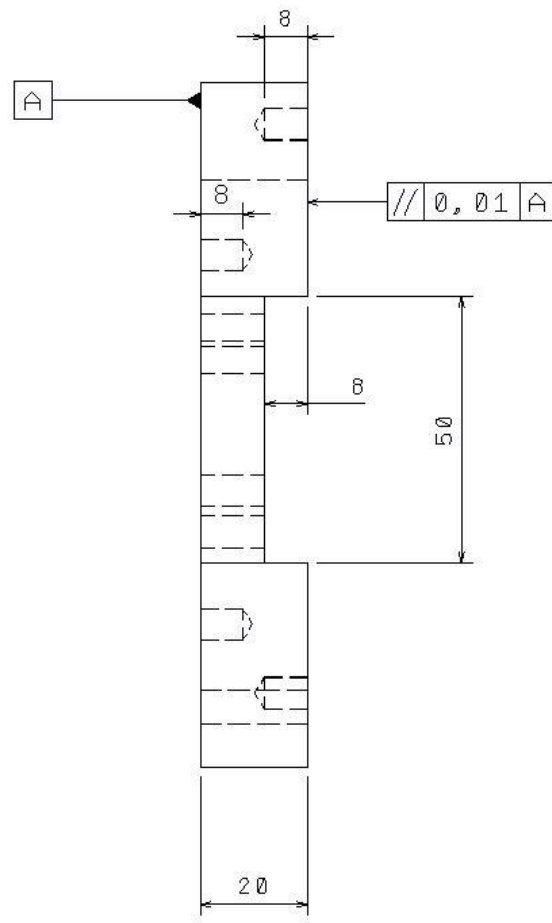
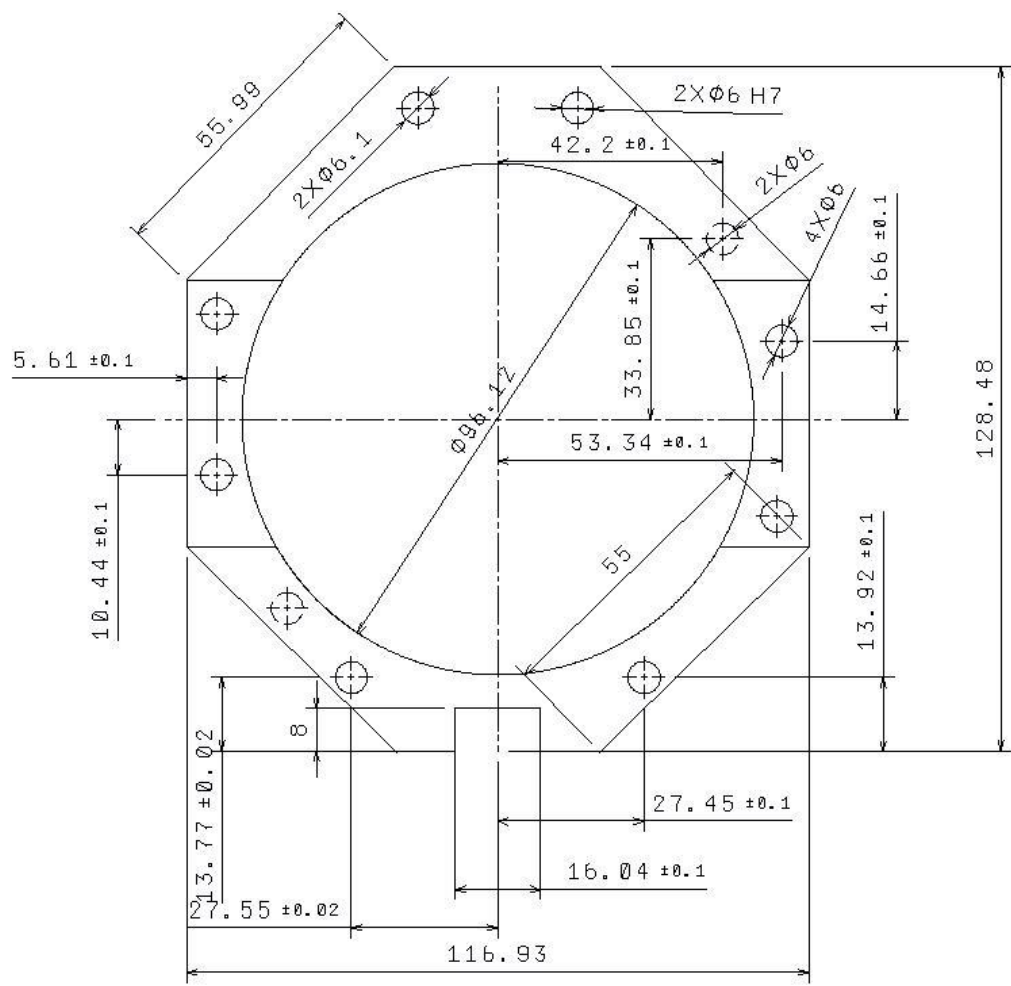
$\sqrt{Ra\ 3,2}$



DESIGNED BY: Dndřej Bublík	Ply Name	Podpora	I	-
DATE: 26.5.2017	Material	11 343	H	-
CHECKED BY:	Drawin number	BP KTO 01/1	G	-
DATE:	Přesnost	ISO 2768 - mk	F	-
SIZE: A3			E	-
SCALE: 1:1		GroupID	D	-
This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.			C	-
			B	-
			A	-



DESIGNED BY: Dndřej Bublík	Ply Name	Základní deska	I	-
DATE:	Material	11 375	H	-
DRAWN BY:	Drawing No.	BP KTO 01/5	G	-
DATE:	Přesnost	ISO 2768 - mk	F	-
SIZE: A3			E	-
SCALE: 1:1	WEIGHT (kg): 0,40		D	-
This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.			C	-
			B	-
			A	-



DESIGNED BY: Dndřej Bublík	Ply Name	Tělo	I	-
DATE: 26.5.2017	Material	11 375	H	-
CHECKED BY:	Drawing Num.	BP KTO 01/2	G	-
DATE:	Přesnost	ISO 2768 - mk	F	-
SIZE: A3			E	-
SCALE: 1:1			D	-
			C	-
			B	-
			A	-

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