

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: Strojírenská technologie – technologie obrábění

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Inovace přípravku pro měřicí přístroj Alicona IFM G4

Autor: **Bc. Tomáš Pícha**
Vedoucí práce: **Ing. Ivana Zetková, Ph.D.**

Akademický rok 2017/2018

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš PÍCHA**

Osobní číslo: **S15N0060K**

Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**

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

Název tématu: **Inovace přípravku pro měřicí přístroj Alicona IFM G4**

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
3. Ověření funkce a testování
4. Zhodnocení
5. Závěr

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah kvalifikační práce: 50 - 70 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:

- STANĚK, J. a J. NĚMEJC. 2005. Metodika zpracování a úprava diplomových (bakalářských) prací ZČU. Plzeň.
- LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření. 2., dopl. vyd. Úvaly: Albra, 2005, 907 s. ISBN 80-7361-011-6.
- Elektronické informační zdroje, dostupné z www.knihovna.zcu.cz
- Podklady z TEM. 2016.
- Podklady z PNO:Funkce přípravku. 2013.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Ivana Zetková, Ph.D.**
Katedra technologie obrábění
Konzultant diplomové práce: **Ing. Ondřej Hronek**
Regionální technologický institut
Datum zadání diplomové práce: **16. října 2017**
Termín odevzdání diplomové 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 tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

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

V Plzni dne: 25. 05. 2018

.....

podpis autora

Poděkování

Na tomto místě bych chtěl především poděkovat Ing. Ivaně Zetkové, Ph.D. za vedení této diplomové práce, výbornou spolupráci a rady, které mi během zpracování práce předala.

Dále Ing. Ondřeji Hronkovi za odborné konzultace a za pomoc při testování přípravku.

Katedře KTO ZČU v Plzni za přípravu během studia.

Zároveň bych také chtěl poděkovat Tomáši Duspivovi se kterým jsem realizoval výrobu upravených dílu a finální montáž.

Rád bych také poděkoval mé rodině za podporu během studia, trpělivost a vytvoření potřebného zázemí.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Pícha	Jméno Tomáš	
STUDIJNÍ OBOR	2303T004 „Strojírenská technologie – technologie obrábění“		
VEDOUČÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Zetková, Ph.D.	Jméno Ivana	
PRACOVISŤE	ZČU – FST – KTO		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Inovace přípravku pro měřicí přístroj Alicona IFM G4		

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

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	65	TEXTOVÁ ČÁST	52	GRAFICKÁ ČÁST	7
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p style="text-align: center;">ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Diplomová práce se zabývá montáží navrhnutého přípravku, úpravou vybraných celků. Dále pak popisuje testování nově navrhnutého přípravku a porovnání funkčnosti se stávajícími přípravky, které jsou použity s měřicím přístrojem Alicona IFM G4.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p style="text-align: center;">ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p>Alicona IFM G4, přípravek, montáž, inovace, výroba, měřicí přístroj, geometrie nástroje, měření</p>

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Pícha	Name Tomáš		
FIELD OF STUDY	2303T004 „Engineering Technology – Technology of Metal Cutting “			
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Zetková, Ph.D.	Name Ivana		
INSTITUTION	ZČU - FST - KTO			
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable	
TITLE OF THE WORK	Innovation Tool Grip for Alicona IFM G4 Measuring Instrument			

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machining Technology	SUBMITTED IN	2018
----------------	------------------------	-------------------	----------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	65	TEXT PART	52	GRAPHICAL PART	7
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	The diploma thesis deals with assembly of the designed tool grip, modification of selected parts and then testing newly designed tool grip and comparing functionality with the existing product that are used with the measuring instrument Alicona IFM G4
KEY WORDS	Alicona IFM G4, toll grip, assembly, innovation, manufacturing, measuring instrument, geometry of a tool, measurement

Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů	9
1. Úvod	10
1.1. Cíle diplomové práce	10
2. Rozbor současného stavu	11
2.1. Historie přípravku	11
2.2. Definice a rozdělení přípravků	11
2.3. Přípravky v současnosti	11
2.4. Konstrukční návrh a prizmatické opěrky	12
2.5. Montáž	13
2.5.1. Organizace montážního procesu	15
2.6. Základní pojmy – nástroj, geometrie, opotřebení	15
2.6.1. Roviny a úhly	16
2.6.2. Geometrie břitu nástroje	17
2.6.3. Opotřebení břitu nástroje	18
2.7. Vybavení na Regionálním technologickém institutu	20
2.8. Obecné informace o měřícím přístroji InfiniteFocus	21
2.9. Technická specifikace měřícího přístroje Alicona IFM G4	22
3. Ověření funkce a testování	24
3.1. Montáž přípravku	24
3.1.1. Popis součástí	24
3.1.2. Blokové schéma montáže	27
3.1.3. Montážní postup	27
3.1.4. Shrnutí montáže a konstrukční dokumentace	30
3.2. Úprava návrhu	31
3.2.1. Kontrola návrhu prizma	34
3.3. Volba materiálu a posouzení technologičnosti konstrukce	35
3.3.1. Technologičnost konstrukce – Z hlediska materiálu	36
3.3.2. Technologičnost konstrukce – Z hlediska přesnosti a jakosti povrchu	36
3.3.3. Technologičnost konstrukce – Z hlediska upnutí	36
3.3.4. Technologičnost konstrukce – Z hlediska polotovaru	37
3.4. Výroba	37
3.4.1. Popis výroby nového (druhého) prototypu	37

Katedra technologie obrábění

Bc. Tomáš Pícha

3.4.2. Úprava povrchu, výroba úhlových stupnic a konzervace	40
3.4.3. Shrnutí výroby	40
3.4.4. Specifikace strojů a použitého nářadí.....	41
MCV 750 A.....	41
DMU 65 monoBLOCK.....	42
Gildemester CTX Beta 1250 TC 4A.....	43
Univerzální frézka FA4U TOS	44
Hrotový soustruh SV18RA/1000	45
Svěrák ARNOLD 125	46
Svěrák Hilma SCS 120.....	46
Strojní otočný svěrák.....	47
Univerzální tříčelist'ové sklíčidlo	47
3.5. Ověření úprav a montáž.....	48
3.5.1. Shrnutí montáže.....	49
3.5.2. Aplikace nátěru	49
3.6. Testování	50
3.6.1. Shrnutí testování.....	52
4. Zhodnocení.....	53
5. Závěr.....	54
Seznam použité literatury	55
Seznam obrázků	57
Seznam tabulek	58
Seznam schémat	58
Seznam příloh.....	58
Grafická návodka technologie montáže	59

Seznam použitých zkratk a symbolů

3D	trojrozměrný
μm	mikrometr
Ø	průměr [mm]
°	stupeň
%	procenta
°C	stupně Celsia
CNC	Computer Numeric Control – číslicové ovládání stroje počítačem
ČSN	Česká technická norma
h (hod)	hodina
HRC	značení tvrdosti podle Rockwella
kg	kilogram
KTO	Katedra technologie obrábění
kW	kilowatt
LED	Light-Emitting Diode – Elektroluminiscenční dioda
mm	milimetr
mm/min	milimetry za minutu
mm/ot	milimetry za otáčku
MPa	megapascal (jednotka tlaku)
N	newton
NC	Numerical Control – číslicové ovládání
Nm	newton-metry
nm	nanometer
ot/min	otáčky za minutu
RAL	ReichsAusschuss fuer Lieferbedingungen – Říšský výbor pro dodací podmínky
R _m	mez pevnosti v tahu
RTI	Regionální technologický institut
s	sekunda
VTP	Vědeckotechnický park

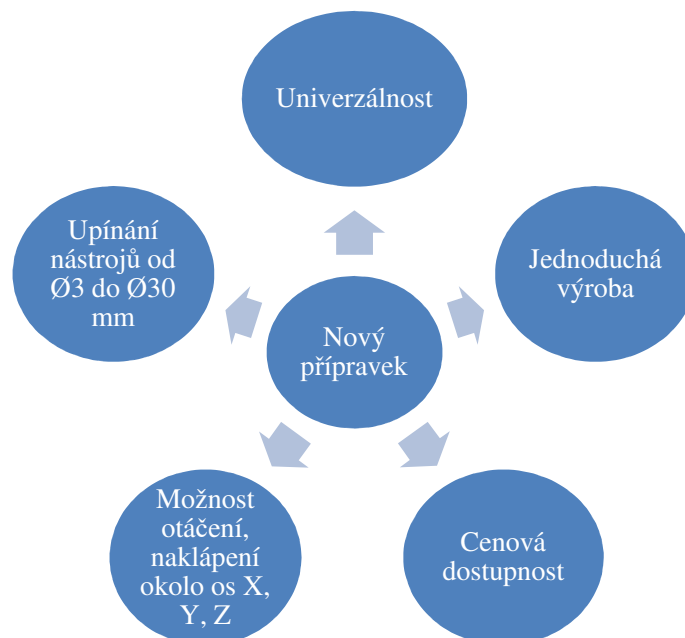
1. Úvod

Tato diplomová práce je zaměřena na sestavení, inovaci návrhu přípravku a výrobu přípravku pro měřicí přístroj Alicona IFM G4, který se nachází v halových laboratořích Regionálního technologického institutu (RTI). Bezdotykový optický měřicí přístroj nachází uplatnění v měření 3D povrchů v oblasti mikro rozsahu. Diplomová práce vychází z návrhu přípravku, který byl vytvořen v bakalářské práci. Dále v bakalářské práci proběhla výroba všech součástí, které jsou použity během montáže a odvíjející se v této diplomové práci.

Práce je rozdělena do dvou hlavních částí (teoretická a praktická část). V teoretické části se práce zabývá obecně tematikou přípravků (historie, definice, rozdělení, současnost a konstrukční návrh), dále se práce zabývá montáží, kde je opět provedeno základní rozdělení a ukázaní, kde se montáž ve výrobním procesu nachází. Jelikož se na měřicím přístroj měří geometrii nástrojů a další nástrojové parametry je v teoretické části zmíněna i tato problematika. Dále je zde popis vybavení halové laboratoře RTI, kde se nachází měřicí přístroj a je zde popsána technická specifikace přístroje. V praktické části je pak popsána montáž prototypového přípravku, inovace, povrchová úprava a testování přípravku společně s měřicím přístrojem Alicona IFM G4. Na závěr je provedeno hodnocení všech přípravků, které se v současné době využívají nebo se v budoucnu budou využívat v halových laboratořích.

1.1. Cíle diplomové práce

Hlavním cílem této diplomové práce je provést montáž a na základě poznatků z montáže vytvořit technologickou návodku sestavení, provést inovaci návrhu přípravku a testování přípravku pro měřicí přístroj. Návrh přípravku vychází z bakalářské práce [2], kde byly stanoveny určité funkce a parametry např. univerzálnost, jednoduchost na výrobu, možnost otáčení a naklápění okolo os X, Y, Z a dále pak možnost upínání nástrojů v rozmezí od $\varnothing 3$ do $\varnothing 30$ mm.



Obr. 1 - Požadavky na přípravek [2]

2. Rozbor současného stavu

2.1. Historie přípravku [2]

Vývoj prvních přípravků plně souvisel s rozvojem řemeslné výroby, a tudíž je stár jako lidstvo samo. Člověk se učil vyrábět jednotlivé výrobky ke snadnějšímu životu, a právě k jejich výrobě si zhotovoval velmi jednoduché přípravky, které měly zabezpečit snadnější výrobu a v pozdější době opakovatelnost výroby s dosažením stejných rozměrů, popřípadě stejných vzorů u šperků. Ovšem tyto přípravky bych nazval spíše pomůckami či šablonami. Hodnotit je jako technické přípravky by bylo trochu neobjektivní.

2.2. Definice a rozdělení přípravků [6]

Definice dle strojírenské technologie.

„Připravky jsou pomocná zařízení, která jsou účelným doplňkem výrobních strojů.“ [6]

Rozdělení:

- **Dle určení:**
 - k jednoznačnému ustavení a upnutí polotovaru/obrobku při obrábění
 - k vzájemnému ustavení více součástí při jejich spojování
 - k zajištění vzájemného ustavení polohy obrobku, nástroje a vedení nástroje během obrábění (např. vodící pouzdro pro vrták při vrtání otvorů)
- **Dle účelu:**
 - pro zpřesnění výroby
 - pro zkracování vedlejších časů
 - pro zjednodušování složitých úkonů obsluhy
 - pro rozšíření možností výrobního zařízení
 - ke zlepšení bezpečnosti práce – odstranění namáhavé a nebezpečné práce
- **Dle rozsahu použitelnosti:**
 - univerzální
 - jednoúčelové
 - stavebnicové
- **Dle druhu operace:**
 - montážní
 - kontrolní
 - k orýsování obrobku
 - jako příslušenství k obráběcím strojům
- **Dle způsobu upínání:**
 - s ruční upínání (pomocí stahovacích šroubů upínek)
 - s mechanickým upínáním (pneumaticky, hydraulicky)

2.3. Přípravky v současnosti [2]

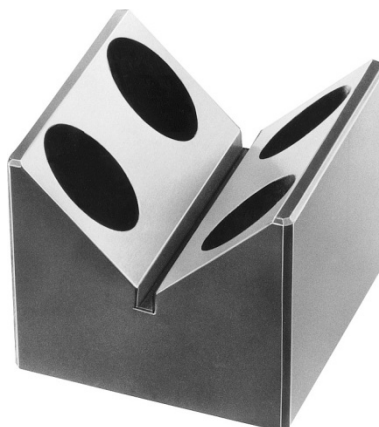
V současné době se přípravky nepodílejí jen na výrobě dílů ale i při kontrole a měření či opravách součástí. Tím se využitelnost přípravků neustále zvyšuje a jejich návrhy se neustále zdokonalují a modernizují. Přípravky i nadále tvoří potřebný celek ve strojírenské technologii. Návrh a pořízení přípravku vždy znamená zvýšení nákladů výroby. Proto je důležité, aby

přípravky byly co nejlépe využity a byly navrženy jako co nejuniverzálnější a náklady byly co nejnižší. Své uplatnění najdou i při kusové výrobě, pokud není jiná možnost řešení a klasickým způsobem výroby nelze dosáhnout požadované kvality. Ekonomické náklady na tuto kusovou výrobu návrh a výroba přípravku dosti navýší.

Vývoj přípravků stále postupuje s rozvojem linkové výroby a robotizace a současné víceúčelové přípravky jsou vybaveny elektrickými, hydraulickými a pneumatickými prvky, které slouží k docílení větší přesnosti a tuhosti upnutí a tím i kvality výrobků.

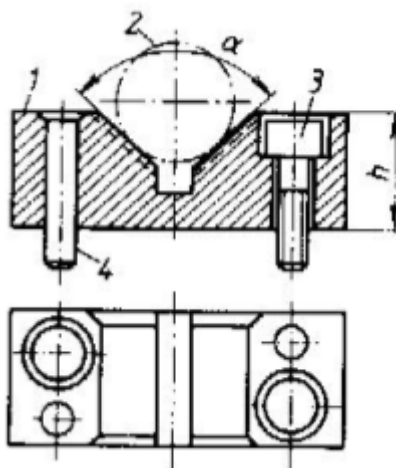
2.4. Konstrukční návrh a prizmatické opěrky [4], [6]

Prizmatické opěrky neboli prizma jsou primárně určeny k ustavení polotovarů/obrobků s válcovou plochou.



Obr. 2 - Prizma svislé [3]

Úhel rozevření opěrných ploch α může být v rozmezí 60 až 120°. Nejčastěji se používá úhel 90°. Prizma určuje polohu polotovaru/obrobku výškově a stranově. Tím dojde k vymezení čtyřech stupňů volnosti. Uchycení prizmatické opěrky se nejčastěji realizuje za pomoci kolíků a šroubů.



Obr. 3 – Upnutí prizma k jiným součástem (1 – prizma, 2 – kontrolní váleček, 3 – šroub, 4 – kolík) [6]

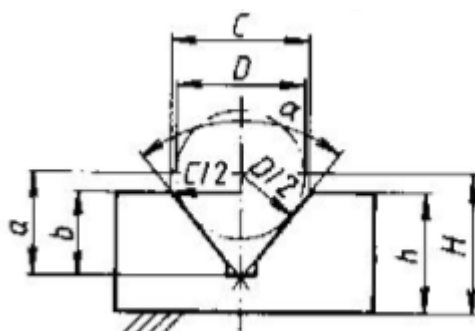
Konstrukční návrh prizmatické opěrky se může řídit následujícími vzorci. Nebo získanými zkušenostmi konstruktéra z praxe.

$$H-h = a-b \quad (1)$$

$$a = \frac{D}{2 \times \sin \frac{\alpha}{2}} \quad (2)$$

$$b = \frac{C}{2 \times \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} \quad (3)$$

$$H = h + \frac{1}{2} \left(\frac{D}{\sin \frac{\alpha}{2}} - \frac{C}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} \right) \quad (4)$$



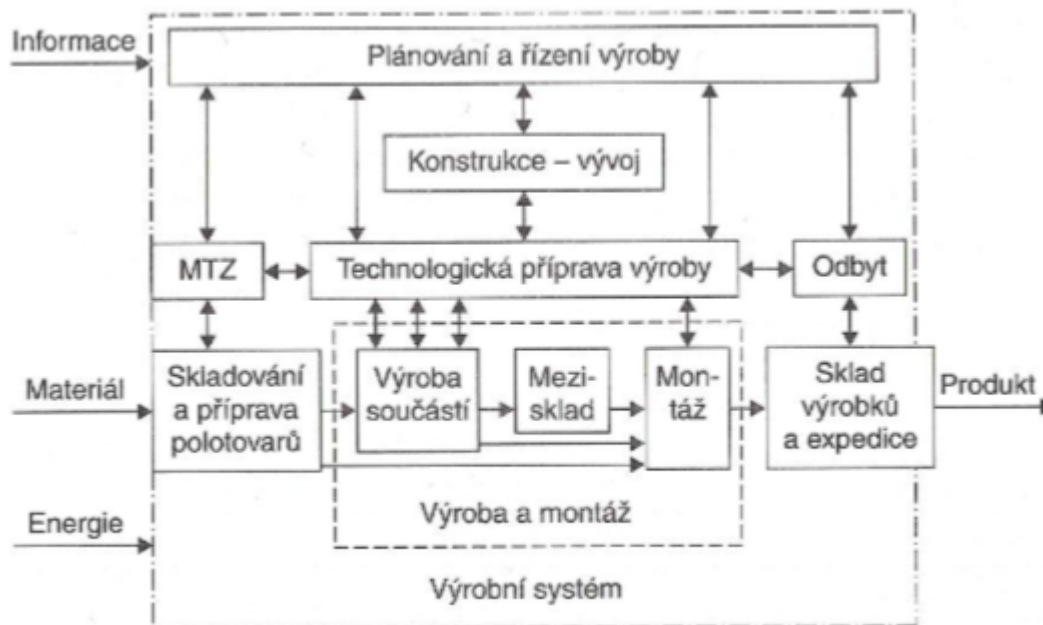
Obr. 4 – Schéma návrhu prizma (C – vzdálenost hran, D – průměr válcové plochy, H – vzdálenost středu kontrolního válečku od základny, h – výška prizma, α – úhel rozevření dosedací ploch prizma [6])

2.5. Montáž [5], [6]

Jedná se o závěrečnou fázi výrobního procesu ve strojírenství a zaujímá z tohoto pohledu v rozvoji strojírenských technologií zvláštní postavení. Montáž ve strojírenství představuje velkou část pracnosti ve strojírenské výrobě (30 až 50 %). V hromadné výrobě je procento menší. Kdežto v kusové výrobě je procento větší.

Montážní proces má ve strojírenské technologii následující specifika:

- značný podíl ručních prací u jednotlivých činnostech
- montáž je nutno synchronizovat s výrobou součástí, které jsou často vyráběny na různých místech a v různých časech
- přímá účast lidského činitele vnáší do procesu řadu předem nedefinovaných vlivů, které mohou komplikovat řízení procesu
- během montáže se mohou současně protínat technologické, manipulační a kontrolní činnosti s různým stupněm automatizace
- inovace výrobku téměř vždy zaznamená změnu v montážní technologii
- a další.



Obr. 5 - Schéma výrobního procesu [6]

Zařazení montáže:

- **ve výrobní fázi** – dílčí montáž např. při potřebě obrábět dva montážní celky jako jeden kus (převodová skříň pro trakční motor). Po obrobení a kontrole následuje demontáž pro potřeby logistiky.
- **v konečné fázi výroby** – montáž dílu v jeden celek. Záleží na charakteru výrobku a jeho technickém provedení
- **při opravách** – při opravě je provedena demontáž, výměna špatných dílu a poté opětovná montáž.

Montáž je možné rozdělit na tři základní skupiny:

- **montáž v kusové výrobě** – probíhá na jednom pracovišti kde je zapotřebí mít kvalifikovanou obsluhu. Na pracovišti je stanoven nepravidelný takt. Jedná se o zakázkovou výrobu podle individuálních požadavků zákazníka. Do této skupiny patří výrobky typu jako např. obráběcí stroje, energetická zařízení, přípravky nebo speciální výrobní linky (jednoúčelové).
- **montáž v sériové výrobě** – nejčastější podoba je montážní linka na které se plynule v pravidelném taktu pohybuje výrobek po dopravníku. Výrobek je postupně na jednotlivých stanovištích osazován až vznikne finální produkt. Jednotlivá stanoviště mohou být vybavena přípravky, nářadím a dalšími díly v zásobníku. Stanoviště jsou určena pro jeden typ operace. Tento typ montáže je standardně v automobilovém průmyslu.
- **automatizovaná montáž** – samotná montáž probíhá bez účasti lidského faktoru. Člověk je v tomto procesu pouze jako dozor a seřizovač. Samotná montáž již

probíhá automaticky. Přesun mezi pracovišti za pomoci dopravníků. Jedná se o montážní automaty, které jsou specializovány na montáž konkrétního výrobku.

2.5.1. Organizace montážního procesu [5], [6]

Organizace montážního procesu je závislá na typu a rozsahu výroby, pracnosti montáže, dodavatelsko-odběratelských vztazích a na vybavení podniku.

Faktory, které mohou ovlivnit montáž:

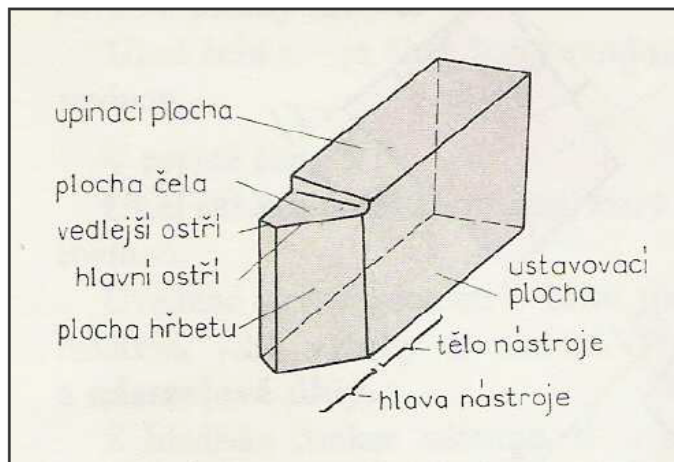
- vliv konstrukčního řešení
- vliv technologie a organizace
- vliv pracovních sil a pracovních podmínek
- vliv pracovního prostředí

Montáž lze dále rozdělit podle následujících hledisek:

- podle místa provádění
 - externí
 - interní
- podle pohybu montované součásti
 - stacionární
 - nestacionární
- kumulace montážních činností
 - fázová
 - předmětná (skupinová)
- stupeň mechanizace a automatizace
 - ruční
 - poloautomatická
 - automatická
- pružnost změny montážního systému
 - jednoúčelová
 - víceúčelová

2.6. Základní pojmy – nástroj, geometrie, opotřebení [8], [9], [10], [11]

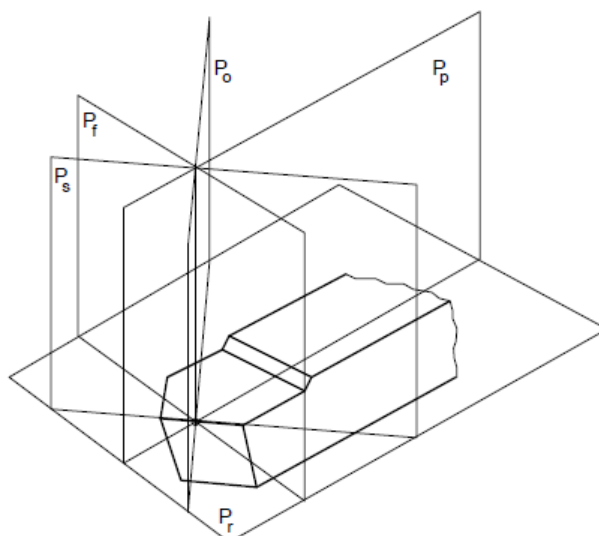
Nástroj je aktivní prvkem při obrábění. Skládá se ze dvou hlavních částí – stopka neboli tělo (upínací část nástroje) a rezná část. Rezná část nástroje se skládá z břitu, který má tvar klínu a který je ohraničen plochou čela (plocha po které odchází tříska) a plochou hřbetu. Spojením těchto dvou ploch vznikne průsečnice, která se nazývá ostří. Rezná část nástroje má zpravidla hlavní a vedlejší ostří.



Obr. 6 - Nástroj – základní pojmy [9]

2.6.1. Roviny a úhly [9]

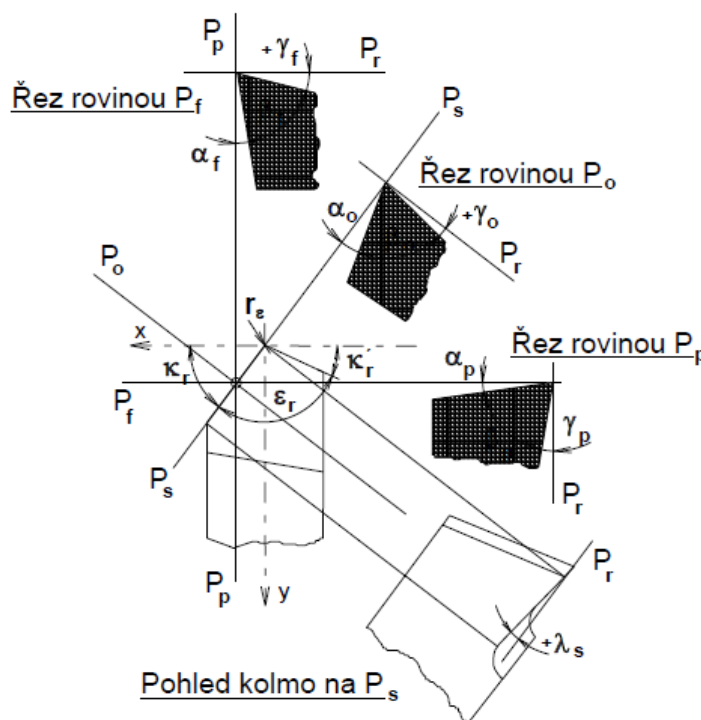
Pro určování a jednoduché vysvětlení geometrie břitu se nejčastěji používá soustružnický nůž. Tento model je zvolen i v této kapitole.



Obr. 7 - Roviny nástroje [9]

Nástrojové roviny:

- P_R – základní rovina
- P_F – boční rovina (kolmá na základní rovinu)
- P_P – zadní rovina (kolmá na základní a boční rovinu)
- P_S – rovina ostří (kolmá na základní rovinu a je tečná na ostří)
- P_O – rovina ortogonální (kolmá na rovinu ostří a na rovinu základní)



Obr. 8 - Úhly nástroje [9]

Nástrojové úhly:

- α – úhel hřbetu (nejbližší k obrobenému materiálu)
- β – úhel břitu
- γ – úhle čela
- δ – úhel řezu ($\delta = \alpha + \beta$)
- κ_r – úhel nastavení hlavního ostří
- κ_r' – úhel nastavení vedlejšího ostří
- λ_s – úhel sklonu hlavního ostří
- ϵ – úhel špičky nástroje

2.6.2. Geometrie břitu nástroje [10]

Geometrie ovlivňuje práci nástroje z hlediska velikosti řezných sil, drsnosti, přesnosti obrobené plochy, trvanlivosti břitu a hospodárnosti obrábění. Konstrukce nástroj a konečné ostření je zvoleno tak, aby při využívání nástroje nedocházelo ke ztrátám. Proto je nutná znalost geometrie břitu a její vliv při procesu obrábění.

Zjišťování a určování všech úhlů a prvků geometrie břitu potřebných k výrobě a ostření nástrojů lze provádět metodou:

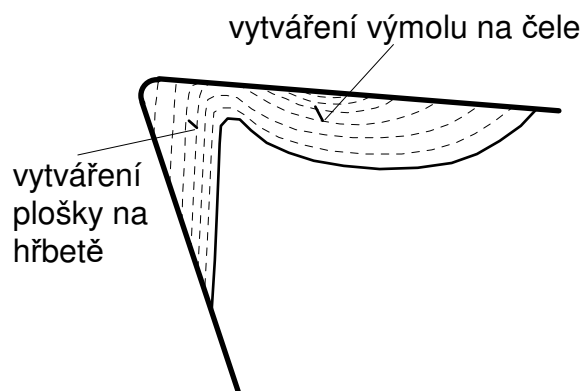
- početní
- grafickou
- graficko-početní (nejčastěji používanou v praxi – Břítový diagram)

2.6.3. Opotřebení břitu nástroje [10]

Tato kapitola je spojena s kapitolou 3.6 – Testování, kde pro ověření všech funkcí přípravku je zvolen nástroj, na kterém proběhne měření. Toto měření je prováděno na původním a novém přípravku. Výsledné hodnoty měření budou navzájem porovnány.

Otupování břitu – Silová a tepelná interakce mezi materiálem obrobku a materiálem břitu způsobuje změnu v povrchové vrstvě břitu a mění tvar břitu. K opotřebení břitu nástroje nejčastěji dochází:

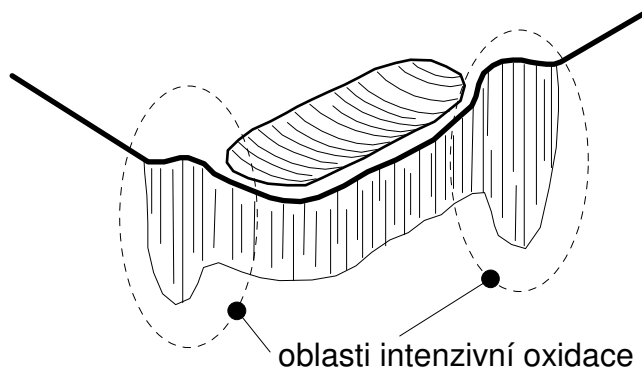
- **Otěrem stykových ploch** – zapříčiněný jednotlivým nebo současným působením fyzikálních (abraze a adheze) a chemických (difuze, chemická reakce kovů) dějů.



Obr. 9 - Časový vývoj opotřebení na stykových plochách [10]

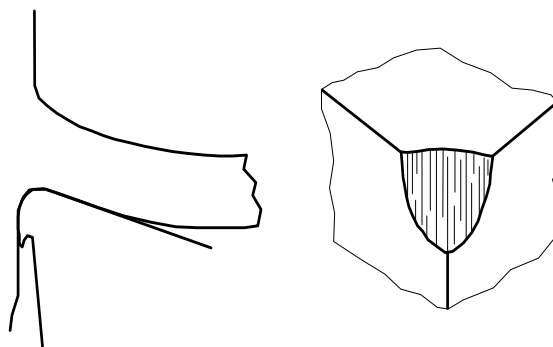
- **Abrazivní otěr** – postihuje všechny druhy řezných materiálů např.: nástrojové oceli, rychlořezné oceli, slinuté karbidy, řeznou keramiku. Otěr způsobují tvrdé částice (karbidy, nitridy) struktury obráběného materiálu, jejichž tvrdost je vyšší než částice ve struktuře břitu nástroje např.: kobalt u slinutých karbidů.
- **Adhezní otěr** – dochází k němu u řezných materiálů, které jsou chemicky příbuzné s obráběným materiálem např. u nástrojových ocelí a rychlořezných ocelí. Vznik působením vysokých lokálních tlaků vlivem nerovnosti pracovní plochy břitu. Dochází ke vzniku mikrosvárů podobně jako při tvoření nárůstku.
- **Difuzní otěr** – vznik při dosažení tzv. disociační teploty některého z prvků obsažených v materiálu břitu nástroje a obrobku. Při dosažení disociační teploty dochází k difuzi atomů do mřížky kovu nástroje. Během tohoto jevu vznikají nové tuhé roztoky nebo chemické vazby. Nová struktura je vždy horší než původní. Vzniká defektní vrstva, kde je menší pevnost a tato vrstva se snáze stírá.

- **Chemický otěr** – vzniká při vyšších teplotách řezání (nad 700 °C) dochází i k chemické reakci některých prvků v břitu nástroje a prvků v řezném prostředí např.: kyslík a obráběném materiálu.



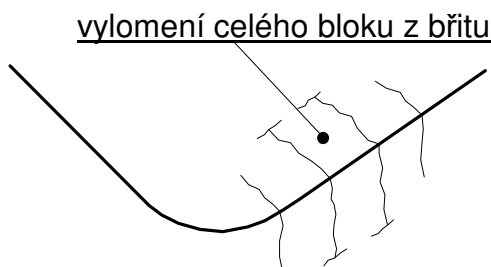
Obr. 10 - Chemický otěr – Oxidace [10]

- **Plastickou deformací** – vzniká při obrábění měkkých materiálů např.: dřevo, plasty. Tyto materiály mají definovanou malou tepelnou vodivost, a proto se teplo hromadí v nástroji. To vyvolává společně s tlakem plastický stav povrchových vrstev břitu. K opotřebení dochází plynulým přemísťováním plasticky deformované vrstvy materiálů.



Obr. 11 – Vyobrazení plastické deformace [10]

- **Křehkým lomem (narušením ostří)** – nejčastěji vznikají při práci nástroje přerušovaným řezem. Přetížení břitu v ohybu následkem okamžité zvýšení řezného odporu vlivem tvrdého městku nebo tepelným rázem. Následkem toho vznikají na břitu mikrotrhliny a tím je v důsledku podporován křehký lom.



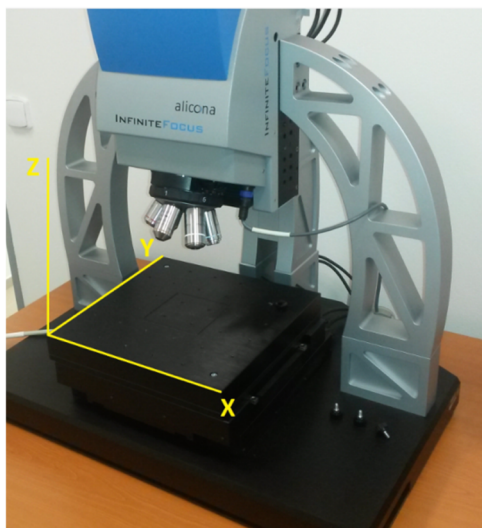
Obr. 12 - Tvorba tepelných trhlin v břitu (materiál slinutý karbid) [10]

Při měření opotřebení na nástroji (např. šroubovité vrták) je velmi důležité provádět měření v určitém délkovém rozsahu, jelikož opotřebení nevzniká bodově ale plošně. Proto je důležité, aby při měření bylo použito vhodné příslušenství (přípravek), které umožňuje pohybování s nástrojem a aby mohlo docházet k přizpůsobení geometrie zvoleného nástroje.

2.7. Vybavení na Regionálním technologickém institutu [2]

V současné době se v prostorách RTI nachází měřicí přístroj Alicona IFM G4 (Obr. 13) společně s dvěma přípravky (Obr. 14, Obr. 15, Obr. 16).

Do prvního přípravku (Obr. 14) lze upínat nástroje od $\varnothing 2\text{mm}$ – do $\varnothing 14\text{mm}$. Upínání probíhá za pomoci kleštiny, která je vsazena do stahovací matice. Při připravování měřicího přístroje k měření a během měření nastává však s tímto přípravek problém. Pokud je použit již zmíněný přípravek a v něm upnut nástroj o libovolném průměru, často nastává kolize mezi přípravek, respektive stahovací maticí pro kleštinu a vedlejším objektivem, který není při měření použit.



Obr. 13 - Měřicí přístroj Alicona IFM G4 [2]



Obr. 14 - Současný přípravek 1 [2]



Obr. 15 - Současný přípravek 2



Obr. 16 - Současný přípravek 2

Do druhého přípravku (Obr. 15 a Obr. 16) lze upínat nástroje od $\varnothing 3\text{mm}$ – do $\varnothing 15\text{mm}$. Upínání je realizováno za pomoci prizma a protikusu, které je přichyceno pružně k tělu přípravku.

Současné přípravky postrádají několik potřebných funkcí, které jsou při měření nástrojů potřebné. Mezi tyto funkce patří např. otáčení okolo osy Y a Z.

2.8. Obecné informace o měřicím přístroji InfiniteFocus [12]

Měřicí přístroj InfiniteFocus (Alicona IFM G4) je optické zařízení pro měření 3D povrchů. Přístroj provádí měření na základě bez-dotykové metody. Měření je prováděno v oblasti mikro a nano rozsahu. Rozsah měřitelných ploch je téměř neomezený, což umožňuje použití koaxiálního osvětlení a optimalizovaného LED kroužku. 3D měření se provádí přímo v optickém obrazu.

Princip měření je založen na změně ohniskové vzdálenosti. Kombinuje malou hloubku ostrosti optického systému při vertikální změně pohybu a změnu topografické a barevné informace při změně zaostření.

Při měření je možné dosáhnout vysokého rozlišení, několika násobnou opakovatelnost měření a vysokou přesnost. Všechny vlastnosti povrchu jsou měřeny pouze za pomoci jednoho multifunkčního čidla. Optimální nastavení měřených parametrů je poskytováno automaticky. To umožňuje např. provádět měření ve větším počtu proškolených osob, variabilitu měřených materiálů apod.

Měřicí přístroj může být použit v laboratoři anebo také v blízkosti výrobního prostředí (automobilový, letecký průmysl, procesy 3D tisku). Přístroj je zároveň vybaven funkcí detekce kolize pro bezpečnost obsluhy ale také jako ochrana proti poškození přístroje nebo měřeného nástroje.

S měřicím přístrojem je možné měřit:

- nástrojové úhly (α – úhel hřbetu, β – úhel břitu, γ – úhle čela)
- drsnost povrchu
- zaoblení řezné hrany
- drsnost povrchu řezné hrany



Obr. 17 – Nejnovější model z produktů firmy Alicona (Měřicí přístroj Alicona InfiniteFocus G5) [13]

2.9. Technická specifikace měřicího přístroje Alicona IFM G4



Obr. 18 - Měřicí přístroj Alicona IFM G4 [14]

Hlavní specifikace	
Princip měření	bez-kontaktní, opticky, 3 rozměrný, založeno na změně zaostření
Výsledky měření	hustý, skutečný barevný povrchový model s G4 a - f: 2-25M 3D body
	G4 g a následující: 2-100M 3D body
Čas měření	od 10 s (2M měřicí body v jednom měření)
Údržba	bezúdržbový
Vzorek	
Povrchová struktura vzorku	Povrchová struktura Ra nad 10-15 nm, v závislosti na struktuře povrchu
Materiál	jakýkoli pevný materiál
Max. výška vzorku	100 mm až do 340 mm
Max. hmotnost vzorku	35 kg (větší váha je volitelná)
Max. úhel sklonu	až do 90°
Příprava vzorku	žádná

Tabulka 1 - Technické specifikace 1 [12]

Měřicí jednotka	
Osvětlení	Koaxiální bílé LED světlo, vysoký výkon, elektrický kontrolovatelné
Optické osvětlení	Prstencové bílé LED světlo, vysoký výkon, elektrický kontrolovatelné
Objektivy	2,5x, 5x, 10x, 20x, 50x, 100x
Sensory	snímané barevné zaostření (1624x1236 3D body)
Revolverová hlavice:	6 objektivů manuálních nebo 6 objektivů poháněných
Max. rozsah pohybu(XY)	100 mm x 100 mm
Max. rozsah pohybu (Z)	100 mm
Max. moment v ose X	200 Nm
Max. moment v ose Y	200 Nm
Hmotnost	95-100 kg, v závislosti na vybavení
Rozměry	šířka: 710 mm, hloubka: 540 mm
Výška	628 mm až do 868 mm
Teplotní rozsah	možné 5°-40 °C, kalibrované pro teplotu 18°-22 °C (lze také kalibrovat jiné teplotní rozsahy)
Teplotní spád	méně než 1 °C za hodinu
atmosférická vlhkost	ideální: 45 % (±5 %)
	platný rozsah: 45 % (±15 %)
Třída IP:	IP 20 (dle DIN EN 60529)

Tabulka 2 - Technická specifikace 2 [12]

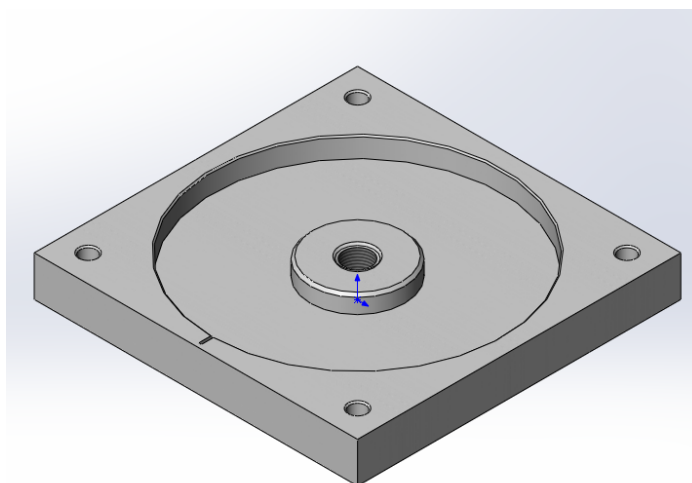
3. Ověření funkce a testování

3.1. Montáž přípravku

3.1.1. Popis součástí [2]

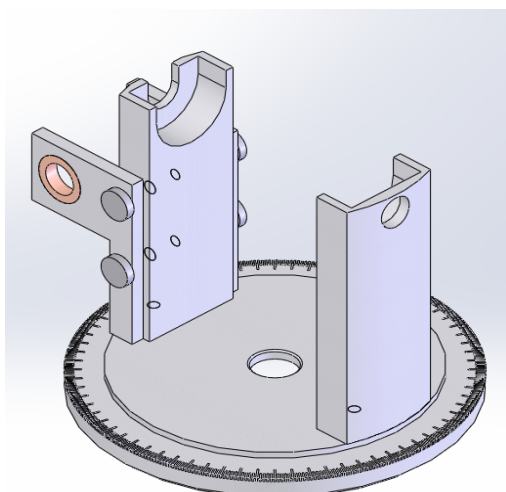
Přípravek pro měřicí přístroj se skládá ze spodní desky, vrchní desky s dvěma vidlicemi, osou pro naklápění a natáčení, prizmatu s pojízdným protikusem, dvou ozubených šnekových kol s úchyty, třech kluzných pouzder, distančního kroužku a různého spojovacího materiálu.

Spodní deska (Obr. 19) má čtvercový tvar o rozměrech 120x120 mm a výšce 15 mm. Na spodní desce jsou navrženy čtyři průchozí díry $\text{Ø}6$ mm s roztečí 100x100 mm, které slouží za pomoci čtyř šroubů k uchycení přípravku k základní desce měřicího přístroje. Spodní deska má dále kruhové vybrání o rozměru $\text{Ø}107+0,5/-0,1$ mm a hloubce 7,5 mm. V kruhovém vybrání je vyroben osazení o rozměru $\text{Ø}35\text{h}8$ mm. Navržené osazení je slícováno s protikusem, na kterém je navržen otvor o rozměru $\text{Ø}35\text{G}8$. Osazení zároveň slouží k rotaci celé vrchní sestavy. Pro aretaci vrchní sestavy je použit šroub o rozměru M12.

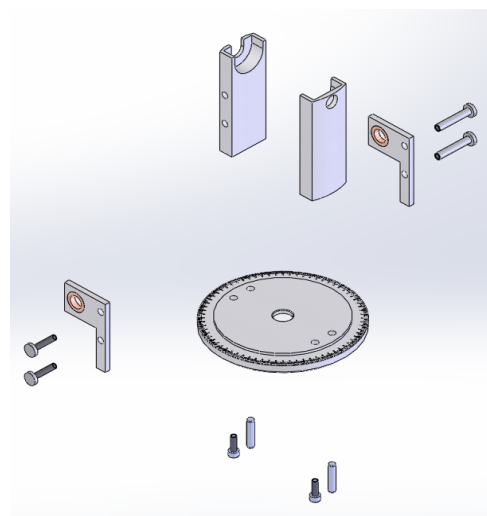


Obr. 19 - Spodní deska přípravku

Vrchní deska (Obr. 20, 21) s kruhovou podstavou o rozměrech a toleranci $\text{Ø}107-0,1/-0,5$ mm a výšce 10 mm tvoří v sestavě se dvěma vidlicemi samotné tělo přípravku. Vidlice jsou k vrchní desce přidělány za pomoci čepů a šroubů s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem. Spojení čepu a vidlice bylo použito pro zajištění přesné polohy vidlice při montáži. Na vrchní desce je za podpory popisovacího laseru vytvořena stupnice pro odměření polohy při natáčení vrchní sestavy přípravku. První vidlice o rozměrech 40x13,5 mm a druhá vidlice o rozměrech 40x12,5 mm slouží pro uložení osy pro naklápění. Pro uložení osy pro naklápění jsou ve vidlicích vytvořena kruhová vybrání o rozměru 25 mm. Obě vidlice mají výšku 80 mm. Kontakt mezi vidlicí a osou pro naklápění tvoří dvojice kluzných pouzder o rozměru $\text{Ø}25\text{mm}$ (vnější rozměr) a 22,5 (vnitřní rozměr). Výška kluzných pouzder je 10 mm. Vidlice na levé straně je dále upravena pro uchycení a dosednutí jednoho šnekového ozubeného převodu. Úchyt šneku je k levé vidlici přidělán za pomoci dvou stahovacích šroubů o rozměrech M4. Stahovací šrouby jsou uloženy v průchozích dírách o rozměru $\text{Ø}5.5$ mm.



Obr. 20 - Sestava vrchní desky, vidlic a úchytlů



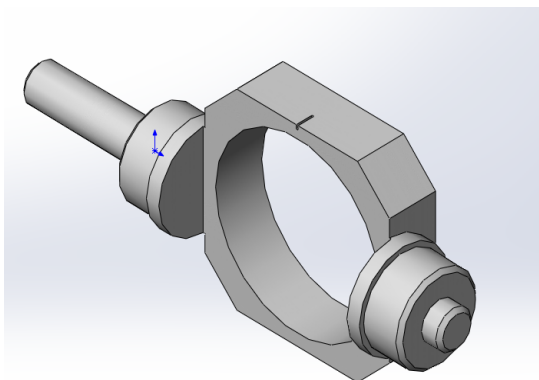
Obr. 21 - Rozložený pohled sestavy

Osa pro naklápění (Obr. 22) o maximálních rozměrech 52x25,5 mm a délce 118 mm propojuje tělo přípravku a otočnou upínací část přípravku. Na ose jsou uložena již zmiňovaná kluzná pouzdra, která zajišťují funkci naklápění. Na jedné straně je na ose navrhnut čep o rozměru $\text{Ø}10\text{g}8$ mm, který je slícován s otvorem v pravé vidlici. Tento čep slouží k vystředění celé součásti a zároveň k fixaci součásti při naklápění. Na druhém převislém konci je čep o rozměru $\text{Ø}10$ mm délky 33 mm, na který bude umístěno šnekové ozubené kolo a ryska pro odměření polohy při naklápění. V kruhovém otvoru o rozměru $\text{Ø}46$ mm je uloženo kluzné pouzdro s osazením. Rozměry kluzného pouzdra jsou $\text{Ø}52,7$ mm (maximální rozměr osazení), $\text{Ø}46$ mm (vnější průměr totožný s průměrem v ose pro naklápění) a $\text{Ø}42$ mm (vnitřní rozměr totožný s průměrem na ose pro natáčení). Výška kluzného pouzdra je 19 mm. Do tohoto kluzného pouzdra bude vložena osa pro natáčení (Obr. 23) o rozměrech $\text{Ø}52$ mm a délce 45 mm.

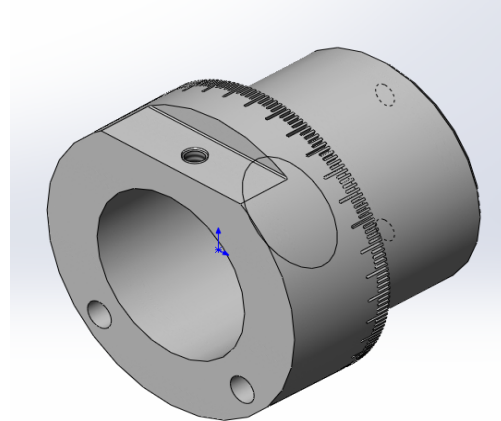
K ose pro natáčení je z jedné strany připevněno prizma (Obr. 24) za pomoci dvou čepů. Prizma o rozměrech 51,7x45 mm, výšce 18,5 mm a úhlu rozevření 110° slouží k upínání měřených nástrojů. Prizma bylo u přípravku navrženo z důvodu jeho univerzálnosti. Pro fixaci měřených nástrojů v prizma jsou navrženy dva pojízdné protikusy. Jeden protikus je navrhnut pro upínání nástrojů od $\text{Ø}3$ do $\text{Ø}15$ mm a druhý protikus je navrhnut pro upínání nástrojů od $\text{Ø}15$ do $\text{Ø}30$ mm. Pojízdný protikus je z jedné strany zajištěn tělem přípravku a ze strany druhé dvěma šrouby o rozměru M4. Tímto řešením je docíleno určitého aretačního rozpětí, které je možné přizpůsobit dle délky měřeného nástroje.

Na druhé straně osy se nachází distanční kroužek, který slouží k zajištění osy pro natáčení, dále k upevnění šneku pro šnekové ozubené kolo a proti vyjetí osy z kluzného pouzdra. Zároveň distanční kroužek slouží jako opěra pro druhé šnekové ozubené kolo. Pro fixaci je na distančním kroužku navrhnut zub, který se opře o rovinnou plochu na ose pro naklápění. Sestavení osy pro natáčení, osy pro naklápění, distančního kroužku a šnekového ozubeného kola je propojeno za pomoci dvou šroubů s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem. Šrouby se ještě opírají o kruhovou desku o rozměru $\text{Ø}40$ mm a výšce 4 mm. Tato kruhová deska zajistí, aby šrouby stáhly šnekové ozubené kolo po celé čelní ploše kola. Sestavu os pro naklápění a natáčení by bylo možné spojit i bez desky, ale mohlo by dojít k otláčení v místě dotyku šroubu u šnekového ozubeného kola, protože kolo je vyrobeno z polyamidu.

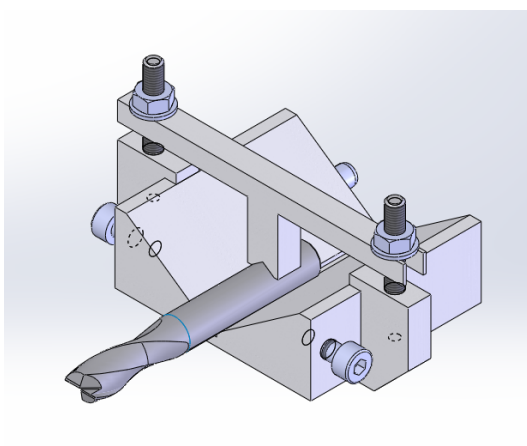
Uvnitř osy pro natáčení (Obr. 23) se nachází otvor o rozměru $\text{Ø}31$ mm a hloubce 25 mm, do kterého bude možné zasunout poměrně dlouhé a velké nástroje. Dále je pak navrhnut závit M20 pro stavěcí šroub, který bude mít funkci dorazu. Tím pádem bude při měření zajištěna délková poloha a může docházet k výměně nástroje bez ztráty nastavené polohy. V případě potřeby je možné stavěcí šroub vyjmout a získat tím větší prostor pro delší nástroje.



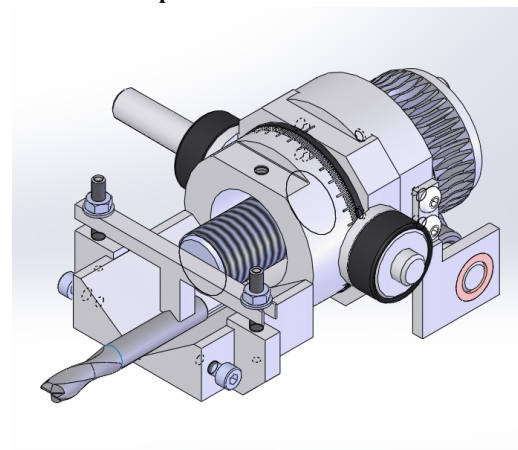
Obr. 22 - Osa pro naklápění



Obr. 23 - Osa pro natáčení



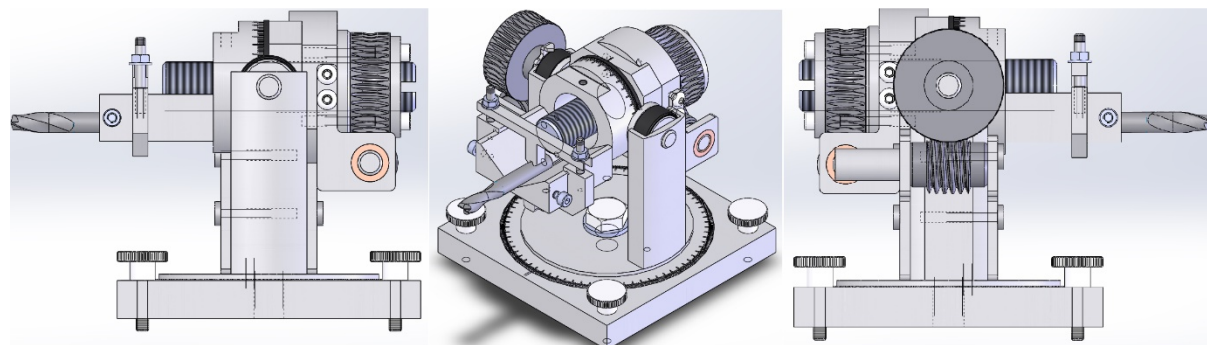
Obr. 24 – Sestavení prizma s pojízdným protikusem



Obr. 25 - Sestavení os pro naklápění a natáčení

Na obrázku 25 je znázorněno celé sestavení os pro naklápění a natáčení. Je zde vidět i upnutý nástroj $\text{Ø}8$ mm, uložení kluzných pouzder a uchycení šneku na distančním kroužku.

Finální montážní celek je na obrázku 26 kde je vidět celkový vzhled přípravku a jak jsou popsané součásti vzájemně propojeny.



Obr. 26 - Sestavení přípravku (zprava, izometricky, zleva)

3.1.2. Blokové schéma montáže

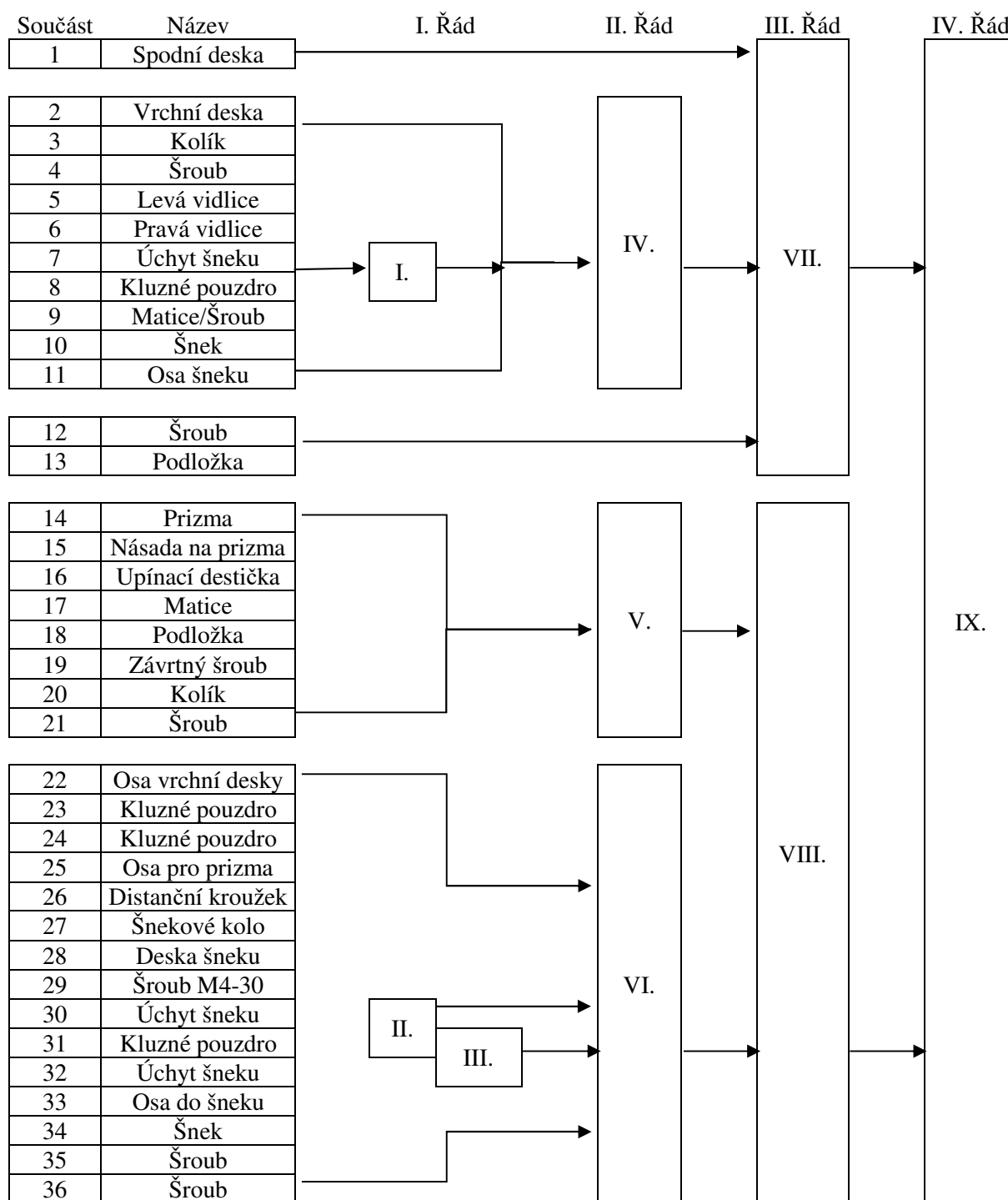


Schéma 1 - Blokové schéma montáže

3.1.3. Montážní postup

Montážní postup vychází z blokového schéma navrhnutého v přechodí kapitole. Před započítím finální montáže a lakýrnické práce musela proběhnout před-prototypová montáž. Tato montáž byla provedena za účelem ověření navržených rozměrů a kontrole funkčnosti přípravku. Navržená technologická návodka je založen na základě původních neopravených výkresu. V závěru se finální montážní postup může lišit v číslech výkresu, textu operací a použitým náradí.

Technologická návodka montáže			
Oper.	Řád/ Krok	Hlavní sestavy/podsestavy/díly	Text operace
10	-	-	Očistit všechny plochy od antikorozi ochrany, která byla nanesena v průběhu výroby dílčích součástí.
			Nářadí
			Textilie, technický benzín
20	I. Řád/I.	BP – V1.7–11 (Úchyt šneku z boku) BP – V1.7–13 (Bronzové kluzné pouzdro)	Do úchytů šneku naklepnout kluzná pouzdra za pomoci gumové paličky. V případě potřeby použít montážní přípravek (ochrana proti vyboulení kluzného pouzdra).
			Nářadí
			Gumová palička, montážní přípravek – váleček Ø14 - 30 mm)
30	I. Řád/II.	BP – V1.7–14_1 (Úchyt šneku zezadu) BP – V1.7–13 (Bronzové kluzné pouzdro)	Do úchytů šneku naklepnout kluzná pouzdra za pomoci gumové paličky. V případě potřeby použít montážní přípravek (ochrana proti vyboulení kluzného pouzdra).
			Nářadí
			Gumová palička, montážní přípravek – váleček Ø14 - 30 mm)
40	I. Řád/III.	BP – V1.7–14_2 (Úchyt šneku zezadu) BP – V1.7–13 (Bronzové kluzné pouzdro)	Do úchytů šneku naklepnout kluzná pouzdra za pomoci gumové paličky. V případě potřeby použít montážní přípravek (ochrana proti vyboulení kluzného pouzdra).
			Nářadí
			Gumová palička, montážní přípravek – váleček Ø14 - 30 mm)
50	II. Řád/IV.	BP – V1.7–00_01 (Sestava vrchní desky) BP – V1.7–10 (Osa do šneku k naklápění) Šnek	Do Levé vidlice (Poz. 4) a Pravé vidlice (Poz. 5) vložit kolík (Poz. 2). Kolík před vložením podchladit, aby do vidlic kolík snadněji zapadl. V případě potřeby použít gumovou paličku. Připravené vidlice vložit (Vystředění provést přes kolík a otvor Ø5H7 vyrobený ve vrchní desce.) do vrchní desky (Poz. 1). V případě potřeby použít gumovou paličku. Vidlice zajistit za pomoci šroubu (Poz.3) zespod vrchní desky. Úchyty s kluznými pouzdry připevnit za pomoci Stahovacího šroubů (Poz. 7 a Poz. 8) k Levé vidlici. Otvor Ø10 mm ve šneku vymazat lepidlem, poté vložit šnek mezi úchyty a z boku vsunout osu do šneku. Lepidlo nechat vytvrdnout 24 hod.
			Nářadí
			Gumová palička, Imbus klíč č. 3, Křížový šroubovák – 2ks, lepidlo

60	Kontrola	BP – V1.7–00_01 (Sestava Vrchní desky)	Kontrola vzdálenosti mezi Levou a Pravou vidlicí. Dle naměřených hodnot upravit vzdálenost, aby na obou stranách vidlic byla naměřena stejná hodnota.
			Nářadí
			Posuvné měřítko
70	II. Řád/V.	BP – V1.7–00_03 (Sestava Prizma)	Do prizma (Poz. 1) vložit kolíky (Poz.8). Kolíky před vložením podchladit, aby do prizma snadněji zapadly. Poté na prizma nasadit násadu na otočné prizma (Poz. 2). Z jedné strany zajistit šrouby (Poz. 9). Do násady zašroubovat závrtný šroub (Poz. 7). Na závrtné šrouby nasadit destičku pro upnutí (Poz. 3) a zajistit podložkami (Poz. 6) a maticemi (Poz. 5).
			Nářadí
			Gumová palička, Imbus klíč č. 3, Ploché klíč č. 7
80	II. Řád/VI.	BP – V1.7–00_02 (Sestava Osy pro naklápění) BP – V1.7–18 (Čep na vystředění šnekového kola)	Na Osu pro prizma (Poz. 4) vložit kluzné pouzdro (Poz. 2). Osu s kluzným pouzdrům vložit do osy k naklápění (Poz. 1). Na sestavu nasadit kluzná pouzdra (Poz. 3), která jsou zkrácena na délku 10 mm. Poté z druhé strany nasadit Distanční kroužek (Poz. 5). Otvor Ø10 mm ve šneku (Poz. 6) vymazat lepidlem, poté vložit šnek na osu (Poz.12). Lepidlo nechat vytvrdnout 24 hod. Na osu (Poz. 12) nasadit úchyty šneku (Poz. 10 a Poz. 9). Distanční kroužek vložit mezi úchyty šneku a za pomocí šroubů přichytíme. Zezadu připevnit ozubené kolo (Kolo vystředit za pomocí čepu.) a desku šneku. Ozubené kolo a šnek zajistit šrouby. Na závěr vložit aretační šroub (Poz. 14)
			Nářadí
			Pilka, brusný papír, křížový šroubovák, Imbus klíč č. 3, lepidlo, ploché šroubovák
90	III. Řád/VII.	BP – V1.7–00 (Sestava Přípravku)	Sestavu vrchní desky (Poz. 2) vložit do Spodní desky (Poz. 1). Desky zajistit podložkou (Poz. 8) a šroubem (Poz. 9)
			Nářadí
			Ploché klíč č. 19
100	III. Řád/VIII.	BP – V1.7–00_02 (Sestava Osy pro naklápění)	Sestavu prizma (Poz. 13) vložit na sestavu Osy pro naklápění (Vystředění provést přes kolíky a otvory Ø5H7 vyrobený v Ose pro prizma.).
			Nářadí
			-

110	IV. Řád/IX.	BP – V1.7–00 (Sestava Přípravku)	Do sestavy Vrchní a Spodní desky vložit sestavu Osy pro naklápění a natáčení. Z levé strany nasadit rysku pro naklápění (Poz. 4) a nasadit ozubené kolo. Před nasazením otvor Ø10 mm v ozubeném kole vymazat lepidlem. Lepidlo nechat vytvrdnout 24 hod.
			Nářadí
			-
120	Kontrola	BP – V1.7–00 (Sestava Přípravku)	Kontrola všech funkcí dle zadání práce.
			Nářadí
			-

Tabulka 3 – Technologická návodka montáže

3.1.4. Shrnutí montáže a konstrukční dokumentace

Během výrobního procesu a při kontrole výkresové dokumentace byly odhaleny nedostatky v dokumentaci v podobě chybějících pohledů nebo nedostatečném kótování, kontrole sestav, podsestav a dílčích dílů.

Při montáži byly vyhodnoceny některé dílčí sestavy jako nevyhovující, protože jednotlivé komponenty nešly vložit do sebe (špatně zvolené toleranční pole a vliv nepřesnost výroby). Hlavní problém vznikl v konstrukčních uzlech, kde jsou použita kluzná pouzdra. Bylo zjištěno, že výrobce/dodavatel předepisuje ve své příručce produktů pro kluzná pouzdra určité výrobní tolerance, které při poptání a následném objednání nebyly sděleny. Proto muselo dojít k vyžádání zmiňovaného katalogu a tolerance navrhnout na dílech tak, jak předepisuje výrobce.

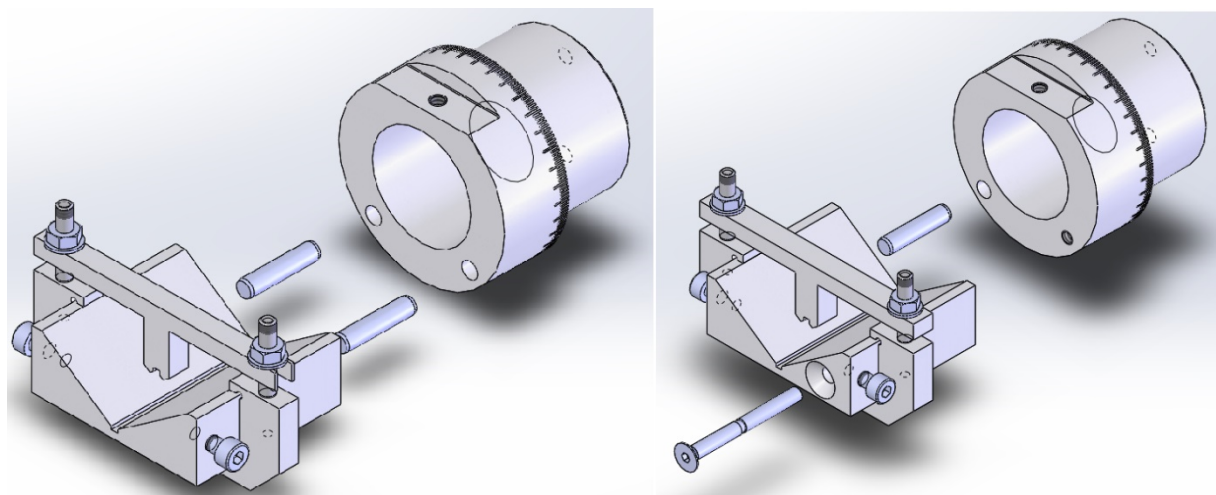
Některé díly bylo možné upravit za pomoci ručního opracování (pilování, broušení brusným papírem). Ostatní díly budou muset být znova vyrobeny dle nově vytvořené konstrukční dokumentace.

3.2. Úprava návrhu

Během montáže (viz 3.1.4 Shrnutí montáže a konstrukční dokumentace) byla zjištěna řada chyb a nedostatků v návrhu přípravku. Proto muselo dojít k jistým úpravám v konstrukční dokumentaci. Během úprav v konstrukční dokumentaci byly některé části znova zhodnoceny a přenavrženy, aby byla zajištěna správná funkce a nedocházelo k neočekávaným chybám a montážním problémům.

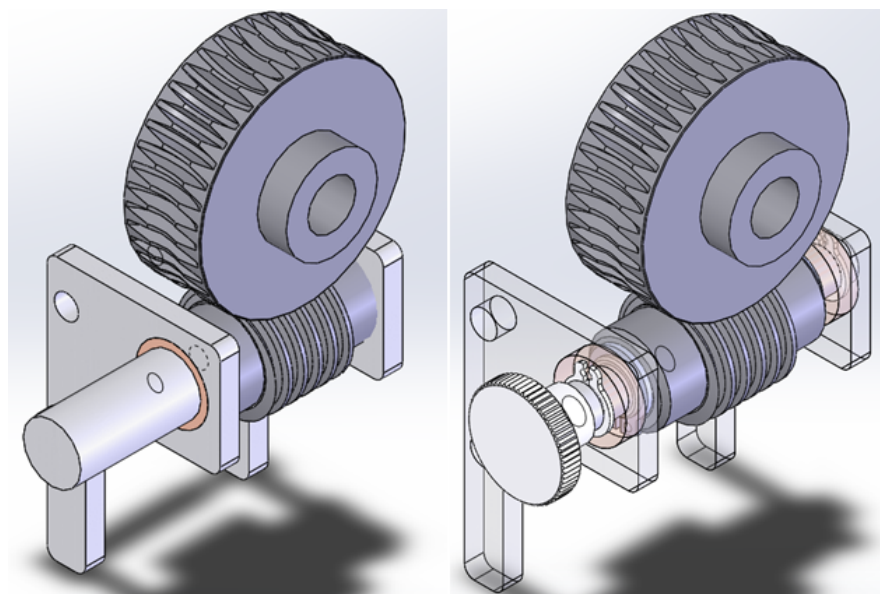
Úpravy spočívaly v přenavržení nebo úpravě výrobních tolerancí na všech součástech dále pak v opravě uchycení a zajištění některých dílů.

Popis nejrazantnějších změn je uveden níže v textu.



Obr. 27 - Porovnání původního návrhu s novým 1 (Zajištění prizma k ose)

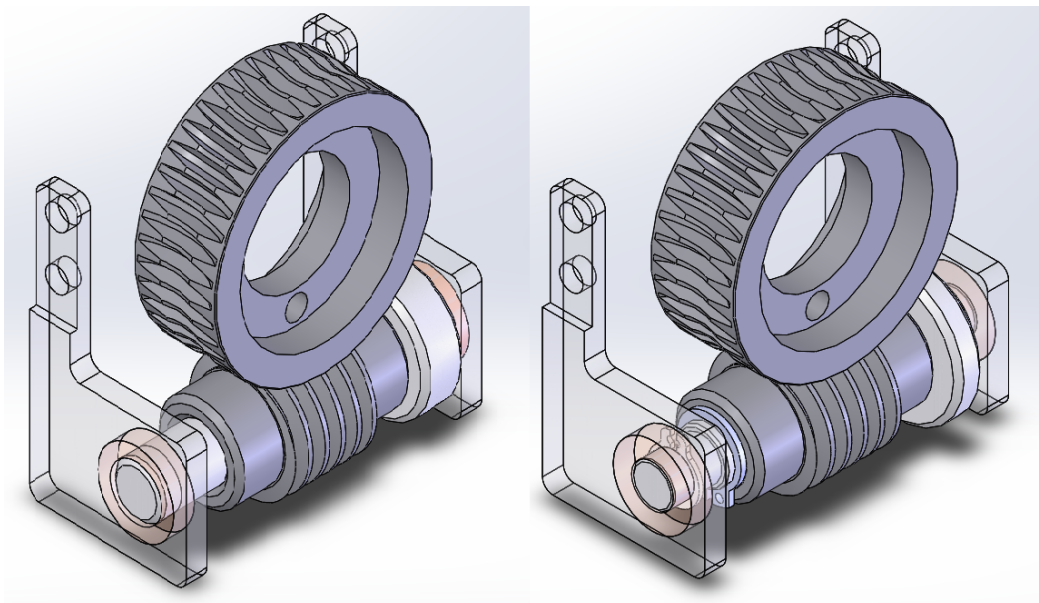
Na obrázku 27 je porovnání dvou uchycení prizma k ose. Vlevo je prizma na osu vložena za pomoci dvou kolíků. Tato konstrukce však z důvodu nepřesné výroby (nedodržení souososti děr) způsobila komplikace při vkládání kusů do sebe. Zároveň návrh postrádal axiální zajištění. Vpravo je zobrazen nový návrh, kde byl jeden z dvojce kolíků nahrazen šroubem se zápustnou hlavou. Kombinací kolík/šroub je docíleno ustavení do správné polohy a zároveň axiální zajištění.



Obr. 28 - Porovnání původního a nového návrhu 2 (Uchycení osy šneku pro naklápění)

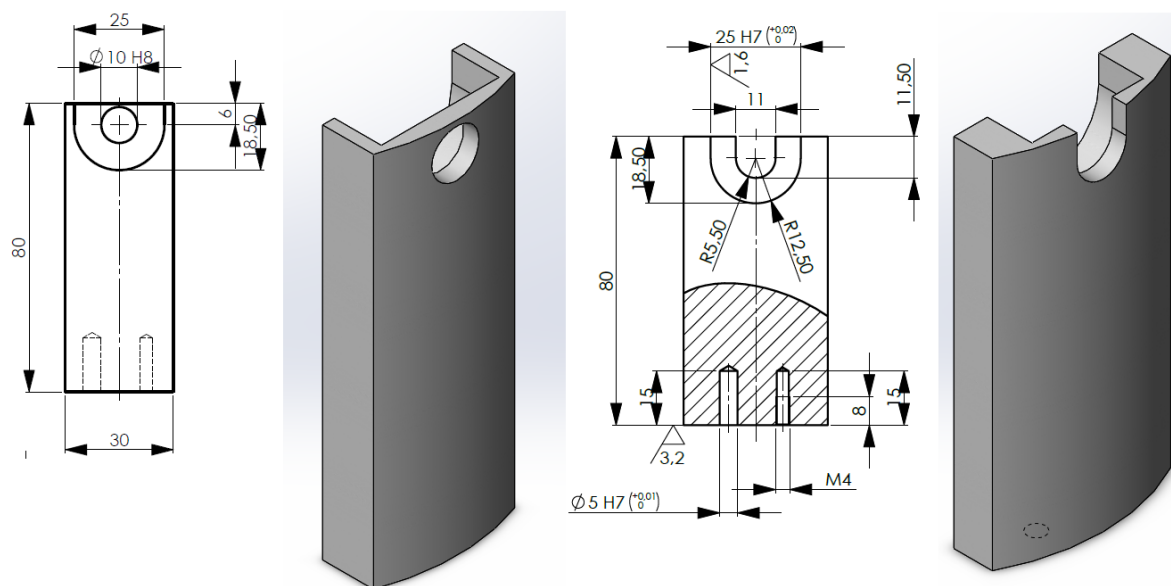
Na obrázku 28 je zobrazeno původní (vlevo) a nové (vpravo) uchycení osy pro šnek, která slouží k naklápění. Tento konstrukční uzel musel být kompletně přepracován. Šnek je v novém návrhu axiálně zajištěn proti posunutí za pomoci pojistných kroužků. Zároveň je celá osa pro naklápění axiálně zajištěna (Opět za pomoci pojistných kroužků.). Na konci osy se nachází regulační prvek v podobě šroubu s rýhovaným knoflíkem. Šroub je zajištěn proti povolení lepidle (výrobce Loctite).

Stejným způsobem byl pře-navržen druhý konstrukční uzel se šnekovým soukolím.



Obr. 29 - Porovnání původního a nového návrhu 3 (Uchycení osy šneku pro natáčení)

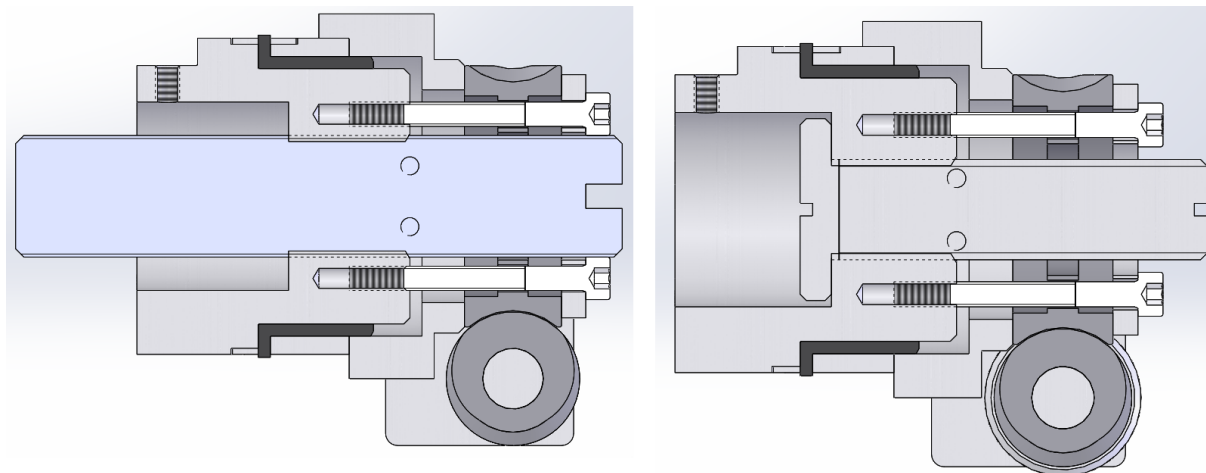
Dále na pravé vidlici byl odstraněn centrážní průměr 10H8. Odstranění bylo na základě předefinovaného uložení (staticky neurčený nosník). Zároveň bylo při montáži vidět, jak je osa pro naklápění deformována (Vliv uložení na třech pevných podporách.). Po zvětšení otvoru a tím pádem odstranění centráže již nebyla osa deformována a pohyb byl snadnější.



Obr. 30 - Porovnání starého a nového návrhu 4 (Pravá vidlice)

Zároveň je na obrázku 30 znázorněna změna tolerancí. Na levé straně je zobrazen rozměr 25 mm bez zvolené tolerance (Rozměr řízen normou ISO 2768-1 – Třída přesnosti – m.). Na pravé straně je pak definována předepsaná tolerance pro průměr 25H7.

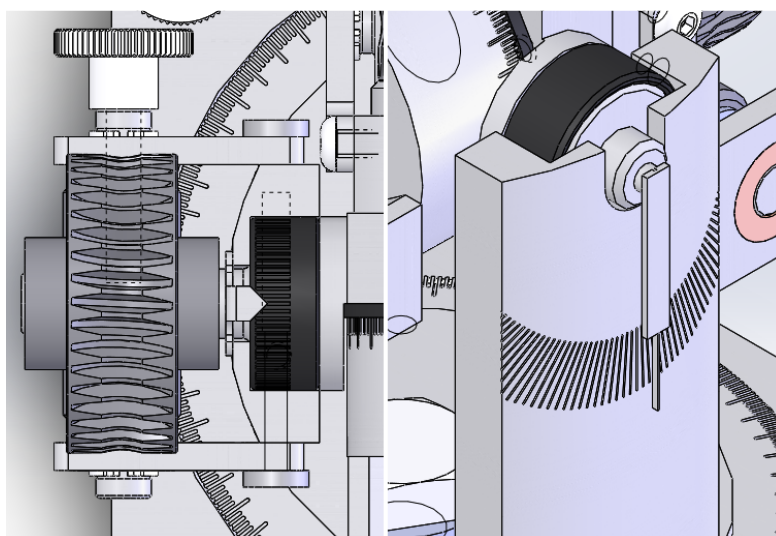
Další provedenou konstrukční úpravou je změna velikosti závitu v ose pro natáčení, a to z velikosti závitu M20 na M16. Při montáži bylo prokázáno, že není nutný větší průměr závitu, jehož rozměry navíc způsobovaly kolize se stavěcím šroubem a hlavami šrouby pro uchycení desky šneku a šneku k ostatním součástem.



Obr. 31 - Porovnání původního a nového návrhu 5 (Řez sestavou osy pro naklápění a natáčení)

Jak je znázorněno na obrázku 31 stavěcí šroub byl zakončen z jedné strany osazením, aby při maximálním zašroubování nedocházelo k vypadávání šroubu. Zároveň je stavěcí šroub navrhnout tak, aby šel z přípravku v případě potřeby zcela vyjmout.

Dále bylo rozhodnuto, že stupnice pro naklápění bude přesunuta z kluzného pouzdra na pravou vidlici. Přesunutí bylo provedeno z důvodu, že kluzné pouzdro je z plastového materiálu a při použití popisovacího laseru by došlo k poškození kluzného pouzdra. Tím pádem dochází i k přesunutí plechového dílu, který slouží jako ryska. Porovnání původního a nového návrhu je na obrázku 32.



Obr. 32 - Porovnání původního a nového návrhu 6 (Stupnice pro naklápění)

Ostatní polohy stupnic nebylo potřeba měnit, jelikož zbylé stupnice budou vypáleny na díly z oceli.

3.2.1. Kontrola návrhu prizma

Při úpravě návrhu přípravku bylo zároveň navrhnuté prizma zkontrolováno dle vzorců uvedených v kapitole 2.4 Konstrukční návrh a prizmatické opěrky.

Parametry potřebné pro výpočet:

- $D = 30$ mm (průměr válcové plochy – zvolen maximální průměr, který bude upnut v přípravku)
- $\alpha = 110^\circ$ (úhel rozevření dosedací ploch prizma)
- $C = 45,67$ mm (vzdálenost hran – odměřeno z 3D modelu)
- $h = 18,50$ mm (výška prizma – odměřeno z 3D modelu)

Vzdálenost středu kontrolního válečku a dna odlehčení v prizma:

$$a = \frac{D}{2 \times \sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{30}{2 \times \sin \left(\frac{110}{2} \right)} = 18,31 \text{ [mm]}$$

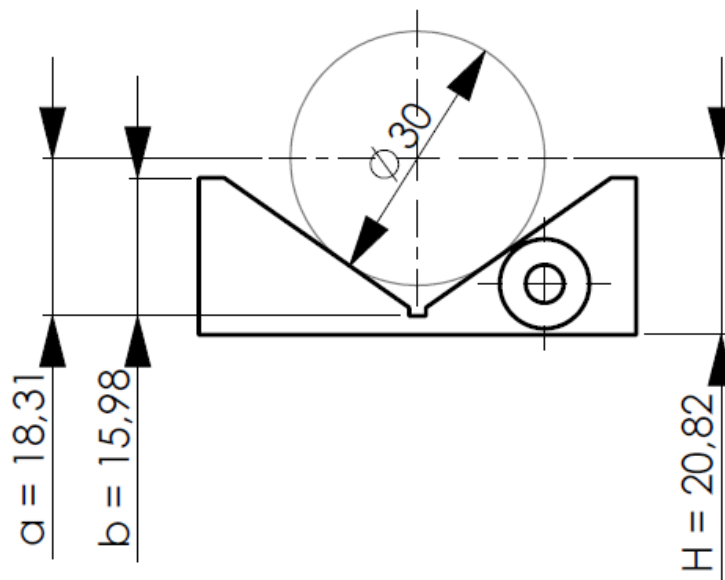
Vzdálenost vrchní hrany prizma ke dnu odlehčení prizma:

$$b = \frac{C}{2 \times \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} = \frac{45,67}{2 \times \operatorname{tg} \left(\frac{110}{2} \right)} = 15,98 \text{ [mm]}$$

Vzdálenost středu kontrolního válečku od základny:

$$H = h + \frac{1}{2} \left(\frac{D}{\sin \frac{\alpha}{2}} - \frac{C}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} \right) = 18,50 + \frac{1}{2} \left(\frac{30}{\sin \frac{110}{2}} - \frac{45,67}{\operatorname{tg} \left(\frac{110}{2} \right)} \right) = 20,82 \text{ [mm]}$$

Z kontrolního výpočtu vyplývají tyto rozměry: $a = 18,31$ mm, $b = 15,98$ mm a $H = 20,82$ mm. Vypočítané rozměry byly porovnány z 3D modelu z programu SolidWorks.



Obr. 33 - Kontrolní rozměry navrhnutého prizma z 3D programu

Výsledné porovnání výpočtů a odměřených rozměrů z 3D modelu je možné vidět na obrázku 33. Vypočtené a odměřené rozměry jsou totožné, tzn. prvotní návrh prizma byl zvolen správně a není potřeba provádět úpravy rozměrů.

Po dokončení oprav konstrukční dokumentace a provedení kontroly návrhu prizma, byly všechny díly, podstavy a sestavy posouzeny na základě technologičnosti konstrukce, což je předmětem následující kapitoly.

3.3. Volba materiálu a posouzení technologičnosti konstrukce [2]

Výběr materiálu byl proveden na základě získaných zkušeností z praxe a dle tabulky 4. Na volbu materiálu mají vliv následující parametry:

- funkce části přípravku
- tvar součásti
- mechanické namáhání
- vliv opotřebení
- požadovaná přesnost
- životnost
- pracovní podmínky prostředí
- celkový počet kusů
- Dalšími hledisky jsou cena a výrobní možnosti pracoviště.

Přehled nejpoužívanějších materiálů je uveden v tabulce 4. V současné době mohou být ještě používány plasty, lité pryskyřice a pryž.

Je-li požadavkem docílit co možná nejlevnějšího řešení, je možné použít materiál s horšími parametry, které lze dodatečně zlepšit vhodným tepelným zpracováním nebo vhodnou povrchovou úpravou. Zvolené úpravy se mohou pak projevit v technologickém postupu.

Materiál		Použití	Stav
Třída	Označení ČSN		
11	11 340	Stavba svařovaných přípravků.	cementováno
	11 370	Desky vrtacích šablon, čepy, podpěrky.	
	11 425	Upínky, třmeny, táhla, páky výstředníků.	
	11 500	Podložky, vrtací šablony.	
	11 600	Upínky, třmeny, táhla, rukojeti, středící vložky, upínací trny, pojišťovací kolíky, výstředníky, vačky, podpěrky, prizma.	
	11 700	Tvarové čelisti.	kaleno
12	12 010	Velká vrtací a vodící pouzdra, středící vložky a čepy, soustružnické trny větších rozměrů, výstředníky.	cementováno, kaleno
	12 050	Dorazové šrouby, upínací trny.	zušlechtěno
14	14 220	Použití stejné jako třídy 12 pro větší namáhání.	cementováno, kaleno
15	15 150	Součásti s velkou odolností proti opotřebení a houževnatosti.	zušlechtěno
19	19 191	Upínací hroty, upínací trny.	kaleno
	19 452	Malé středící čepy a malá vrtací pouzdra.	
42	422418	Odlitky ze šedé litiny.	

Tabulka 4 - Materiály používané pro konstrukci přípravku [11]

3.3.1. Technologičnost konstrukce – Z hlediska materiálu [2]

Celý přípravek není silově ani tepelně výrazně namáhán, a proto může být použita běžná ušlechtilá uhlíková ocel (ocel třídy 12). Ocel třídy 12 050 je vhodná k tepelnému zpracování (zušlechťování a povrchovému kalení). Vhodnost použití je rozmanitá, např. hřídele těžních strojů, šneky, ozubené věnce, lamely spojek aj.

Chemické složení oceli ČSN 12 050 v %							
C	Mn	Si	Cr	Mo	Ni max.	P max.	S max.
0,42-0,50	0,50-0,80	max. 0,40	max. 0,40	max. 0,10	0,4	0,045	0,045

Tabulka 5 - Chemické složení oceli ČSN 12 050 [15]

Výjimka, kde je použita jiná třída oceli, je u spodní desky přípravku, zde byla použita ocel třídy 14 220. Ocel třídy 14 220 je ušlechtilá konstrukční mangan-chromová ocel určená k cementování.

Ocel je vhodná k tepelnému zpracování (žhánání na měkko) ale i tváření za studena. Zvolený materiál má dobrou obrobiteľnosť (dle odborné literatury [25] třída obrobiteľnosti 14b pro $R_m \leq 640\text{MPa}$ – tepelně zpracováno žhánáním na měkko). Ocel je vhodná pro použití na strojní součásti k cementování s velkou pevností v jádře např. hřídele, ozubená kola, zubové spojky aj.

Dle tabulky 4 (Materiály používané pro konstrukci přípravku) je materiál 12 050 a 14 220 vhodný k použití výrobu přípravků.

Chemické složení oceli ČSN 14 220 v %					
C	Mn	Si	Cr	P max.	S max.
0,14-0,19	1,10-1,40	0,17-0,37	0,80-1,10	0,035	0,035

Tabulka 6 - Chemické složení oceli ČSN 14 220 [16]

3.3.2. Technologičnost konstrukce – Z hlediska přesnosti a jakosti povrchu [2]

Dle výkresové dokumentace nejsou použity tolerance a drsnosti, které by nemohly být docíleny na klasických nebo moderních strojích, kterými např. disponují halové laboratoře KTO, RTI a VTP. Všechny potřebné rozměry jsou opatřeny příslušnými tolerančními rozměry. Součásti, kde je zapotřebí mít kvalitní povrch, byly označeny a při výrobě bude probíhat jejich kontrola.

3.3.3. Technologičnost konstrukce – Z hlediska upnutí [2]

Celá výrobní technologie je navržena na minimálně dvě upnutí. Upnutí bude probíhat v svěracích, které jsou běžně dostupné ve vybavení dílen a dále v univerzálním tří-čelistovém a hydraulickém sklíčidle. Pro upnutí budou využity plochy, které budou v závěru opracování odstraněny. V případě potřeby bude upnutí za funkční plochy realizováno za pomoci měkkých čelistí nebo upínek.

3.3.4. Technologičnost konstrukce – Z hlediska polotovaru [2]

Polotovary byly navrženy se zachováním hospodárnosti výroby, ale zároveň se zachováním dostatečných přídavků na součástech. Přídávky byly vypočítány dle základního vzorce pro velikost přídávku (5).

$$\text{Velikost přídávku} = \frac{5 \cdot \text{Maximální rozměr na součásti}}{100} + 2 \text{ [mm]} \quad (5)$$

3.4. Výroba

Prototypová výroby byla navrhnutá pro nejmodernější stroje, které se nachází v halových laboratořích KTO, RTI a VTP. Přehled všech výrobních strojů a příslušenství viz kapitola 3.4.4. Výroba byla provedena na základě vytvořených NC kódů v programu CATIA V5.

Pro diplomovou práci bylo zvoleno, že některé nové díly a díly, kde byla zapotřebí jen formální úprava rozměru budou vyrobeny/upraveny na klasických konvenčních strojích (hrotový soustruh a univerzální frézka). Zároveň bude zjištěno, jestli je zapotřebí v dnešní moderní technické době vždy používat nejmodernější stroje a strojní vybavení. Použití klasických strojů, které jsou dostupné (instalovány) v běžných obráběcích dílnách může vést ke sražení nákladů na výrobu (zpracovatelské náklady).

3.4.1. Popis výroby nového (druhého) prototypu

Jak bylo zmíněno na začátku kapitoly, pro diplomovou práci byly zvoleny pro výrobu konvenční stroje. Pro použití konvenčních strojů musel být v konstrukční dokumentaci vytvořeny varianty provedení. Některé tvarové prvky na součástech by bylo složité na těchto strojích vytvářet.

Na obrázku 34 a 36 je možné vidět, jak probíhala úprava/výroba součásti přípravku.



Obr. 34 - Úprava průměrů na spodní desce přípravku



Obr. 35 - Výroba nových bronzových kluzných pouzder



Obr. 36 - Výroba důlku pro navedení vrtáku a následném vyříznutí závitu

Na obrázku 36 je vidět součást Osa pro natáčení (DP-V1.0-06_1) upnutá na stroji, který slouží k vyjiskřování nástrojů. Na zvoleném stroji byly vyrobeny vodící důlky pro vrták. Tento způsob byl zvolen z důvodu zpřesnění polohy děr. Když by součást byla pouze orýsována mohlo by dojít k zanesení nepřesnosti do polohy a díly by později nemohly jít správně smontovat a byla by nutná úprava.

Pro zhodnocení prototypové a nově navržené výroby byla vybrána součást, která byla detailněji popsána i v bakalářské práci. Zvolená součást je Levá vidlice (BP-V1.7-04 a nově označeno jako DP-V1.0-04_1).

Během prototypové výroby Levé vidlice (dle výkresu BP-V1.7-04_1) byl polotovar upnut do svěráku Hilma SCS 120. Poté byl polotovar zaměřen polotovaru a stanoven nulový bod. Dále došlo k zarovnání polotovaru, opracování boku obrobku, jak nahrubo, tak na čisto. Dalšími operacemi bylo vytvoření kruhových kapes o rozměru $\varnothing 25$ mm a $\varnothing 11$ mm taktéž nahrubo a vzápětí na čisto. Během dokončení první strany došlo k naklopení obrobku a na spodní straně byly vytvořeny upínací otvory (Závit M4 a díra pro kolík $\varnothing 5H7$). První strana byla takto hotova a došlo k pře-upnutí a odebrání přebytečného materiálu na druhé straně.

Zároveň byly vytvořeny tvarové prvky a zbylé otvory. Porovnání první a druhé strany je možné vidět na obrázku 37.



Obr. 37 - Porovnání hotové součásti a vyrobené první strany na CNC stroji

Při nové výrobě Levé vidlice (dle výkresu DP-V1.0-04_1) byl polotovár nejdříve zarovnán ze všech stran na čisto, tím pádem vznikl hotový obrys součásti. Poté byly vyráběny tvarové prvky (Kruhové kapsy o rozměru $\varnothing 25$ mm a $\varnothing 11$.) a veškeré průchozí díry a závity (Závit M4 a díra pro kolík $\varnothing 5H7$.). Při výrobě byl polotovár/obrobek upnut do strojního otočného svěráku.

Během upínání bylo přihlíženo na adekvátní zvolení upínací síly, jelikož obrys obrobku byl vyroben již na konečný rozměr a chtělo se předejít k poškození ploch dílu. Na závěr došlo k sražení hran $5 \times 45^\circ$. Výsledný díl je možné vidět na obrázku



Obr. 38 - Hotová součást vyrobená na univerzální frézce

3.4.2. Úprava povrchu, výroba úhlových stupnic a konzervace

Po vyrobení veškerých součástí bylo provedeno očištění povrchu za pomoci technického benzínu. Poté následovalo pískování součástí za účelem přípravy pro následné nanesení nátěru.

Po očištění součástí byly na některé díly vyrobeny stupnice pro určování polohy přípravku. Výroba stupnice probíhala na popisovacím laseru v halových laboratořích RTI.

Následně po pískování je zapotřebí povrch součástí ochránit před vnějšími vlivy prostředí (koroze). Z tohoto důvodu byly díly konzervovány za pomoci chemické látky odpuzující vlhkost (Konzervační olej, běžně dostupný na strojírenském trhu.).

Ačkoliv je také možné díly již rovnou natřít základním nátěrem a po finální montáži nátěr dodatečně opravit nebo dokončit, bylo rozhodnuto, že pro odzkoušení přípravku není zapotřebí hned provádět nátěr, a proto bude nátěr součástí a celého přípravku řešen v další části této diplomové práce.

3.4.3. Shrnutí výroby

Výroba probíhala jak na nejmodernějších strojích, tak zároveň na strojích klasických. Během nové výroby bylo zjištěno několik změn oproti výrobě prototypové.

Vyozorované změny jsou např. v přípravě polotovarů na moderní strojích je zvyklostí upnout polotovar a po zaměření polotovaru (definování nulového bodu) sondou hned polotovar přerovnat. Tím pádem jsou eliminovány nerovnosti povrchu z důvodu upnutí.

Během výroby na klasických strojích byl zvolen jiný postup. Základní obrysy polotovarů byly předem připraveny a během upínání do příslušenství klasických strojů (svěrák) byly kontrolovány za pomoci číselníkového úchylkoměru. Dále pak již docházelo k výrobě tvarových ploch. Tento postup může být pro někoho nevšední, ale vždy záleží na rozhodnutí technologa a zkušenostech obsluhy daného stroje.

Veškeré nové a upravené komponenty byly vyrobeny dle dokumentace a budou odzkoušeny během montáže.

3.4.4. Specifikace strojů a použitého nářadí [2]

Většina součástí je tvořena rovinnými nebo tvarovými plochami. Proto se většina výroby bude odehrávat na běžných strojích, CNC frézkách nebo multifunkčních obráběcích centrech.

MCV 750 A [2]

Jedním ze strojů, který v halových laboratořích nalezneme, je tříosé vertikální obráběcí centrum MCV 750 A. V tabulce jsou uvedeny parametry tohoto tříosého centra.



Obr. 39 - Tříosé vertikální obráběcí centrum MCV 750 A [17]

Označení	MCV 750 A
Druh	Tříosé vertikální obráběcí centrum
Počet řízených os	3
Jmenovitý výkon vřetene	16 kW
Rozsah otáček	0 – 12 000 ot/min
Pojezd v ose X, Y, Z	750, 500, 500 mm
Rozměry upínacího stolu	1000 x 500 mm
Pracovní posuv v ose X, Y, Z	1 - 15 000 mm/min
Rychloposuv v ose X, Y, Z	25 000 mm/min
Řídicí systém	Heidenhain iTNC 426

Tabulka 7 - Parametry stoje MCV 750 A [17]

DMU 65 monoBLOCK [2]

Dalším strojem, na kterém je možná výroba částí, je pětiosé obráběcí centrum DMU 65 monoBLOCK od společnosti DMG. V tabulce jsou uvedeny parametry tohoto pětiosého centra. Toto centrum je umístěno ve Vědeckotechnickém parku v laboratořích L5X.



Obr. 40 - Pětiosé obráběcí centrum DMU 65 monoBLOCK [18]

Označení	DMU 65 monoBLOCK
Druh	Pětiosé obráběcí centrum
Počet řízených os	5
Jmenovitý výkon vřetene	13 kW
Rozsah otáček	0 - 10 000 ot/min
Pojezd v ose X, Y, Z	735, 650, 560 mm
Rozměry upínacího stolu	1000 x 650 mm
Výška stolu	800 mm
Rychloposuv v ose X, Y, Z	40 000 mm/min
Řídicí systém	Siemens 840D, Heidenhain iTNC 530/640

Tabulka 8 - Parametry stroje DMU 65 monoBLOCK [18]

Gildemester CTX Beta 1250 TC 4A [2]

Multifunkční obráběcí centrum, které se nachází v hale RTI, bylo zvoleno pro výrobu rotačních součástí s rovinnými prvky. V tabulce jsou uvedeny parametry tohoto stroje.



Obr. 41 - Multifunkční obráběcí centrum Gildemeister CTX Beta 1250 TC 4A [19]

Označení	CTX beta 1250 TC 4A
Druh	Multifunkční obráběcí centrum
Počet řízených os	10
Jmenovitý výkon vřetene	32 kW
Rozsah otáček	0–5000 ot/min
Pojezd v ose X1, Y1, Z1 top	450, 100, 1200 mm
Pojezd v ose X2, Y2, Z2 bottom	195, 40, 1200 mm
Max. soustružený průměr	340 mm
Max. točný průměr	540 mm
Rychloposuv v ose X, Y, Z	45 000 mm/min
Řídicí systém	CELOS , Shop turn 3G, Siemens 840D

Tabulka 9 - Parametry stroje CTX Beta 1250 TC 4A [20]

Univerzální frézka FA4U TOS

Tento stroj byl zvolen k úpravě rovinných a tvarových ploch.



Obr. 42 - Univerzální frézka FA4U TOS

Označení	FA4U
Druh	Univerzální frézka
Jmenovitý výkon vřetene	7,5 kW
Rozsah otáček – normální řada	32–1400 ot/min
Rozsah otáček – zvýšená řada	45–2000 ot/min
Podélný pohyb stolu	1000 mm
Příčný pohyb stolu	300 mm
Svislý pohyb stolu	400 mm
Upínací plocha stolu	315x1600 mm
Podélný/příčný posuv	10–1250 mm/min
Svislý posuv	2,5 - 315 mm/min

Tabulka 10 - Parametry univerzální frézky FA4U TOS

Hrotový soustruh SV18RA/1000

Tento stroj byl zvolen k úpravě rotačních ploch.



Obr. 43 - Hrotový soustruh SV18RA/1000

Označení	SV18RA/1000
Druh	Hrotový soustruh
Jmenovitý výkon vřetene	10 kW
Rozsah otáček	30–2800 ot/min
Rozsah příčných posuvů	0,01 - 1,4 mm/ot
Rozsah podélných posuvů	0,02 - 2,8 mm/ot
Max. soustružený průměr	215 mm
Max. točný průměr	380 mm
Max. délka soustružení	1000 mm

Tabulka 11 - Parametry hrotového soustruhu SV18RA/1000

Svěrák ARNOLD 125 [2]

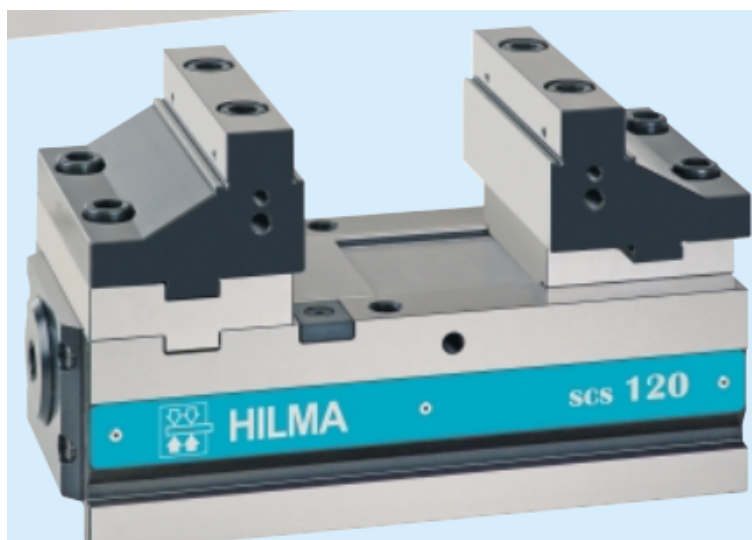
Pro upínání jednodušších součástí byl zvolen hydraulický svěrák Arnold 125. Svěrák si zachovává stálý rozměr bez ohledu na upínání dílu a jeho uvolnění, což je vhodné zvláště pro obráběcí centra. Čelisti i vedení jsou zakaleny na 60 HRC a všechny strany jsou broušeny. Upínací síly jsou v rozsahu 2,5 / 4 / 5 tun bez námahy a manuální činnosti.



Obr. 44 - Svěrák ARNOLD 125 [21]

Svěrák Hilma SCS 120 [2]

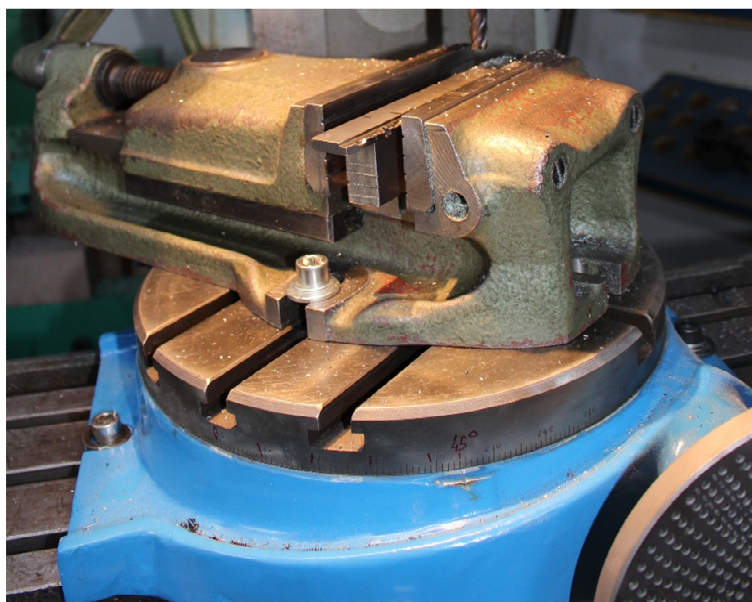
Pro upínání tvarově komplikovanějších součástí byl zvolen svěrák Hilma SCS 120. Tento typ svěráku se nejlépe hodí pro pětiosé obráběcí centrum, protože jeho čelisti jsou posazeny výše než celé tělo svěráku. Proto nehrozí kolize mezi nástrojem, upínačem a tělem svěráku. Opakovatelné a kontrolovatelné upínací síly dosahují až do 40 kN.



Obr. 45 - Svěrák Hilma SCS 120 [22]

Strojní otočný svěrák

Pro upínání tvarových součástí byl zvolen strojní otočný svěrák. Tento typ svěráku se nejlépe hodí k vrtačce nebo frézce.



Obr. 46 - Strojní otočný svěrák

Univerzální tříčelist'ové sklíčidlo

Pro upínání rotačních součástí bylo zvoleno univerzální tři-čelist'ové sklíčidlo.



Obr. 47 – Univerzální tříčelist'ové sklíčidlo [23]

3.5. Ověření úprav a montáž

Po výrobě nových nebo nově upravených komponent následovala montáž. Tato druhá prototypová montáž měla za úkol prověřit nově navržené uložení a zároveň zkontrolovat, jestli všechny nedostatky byly odstraněny, případně jestli nevznikly nebo nebyly zvýrazněny nedostatky nové.

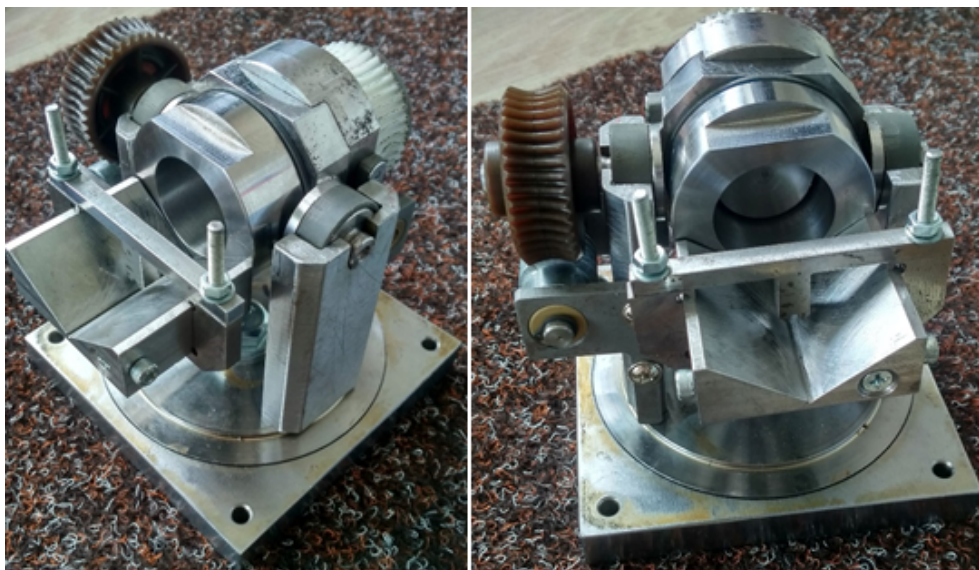
Druhá montáž se odvíjela opět dle blokového schématu montáže (viz kapitola 3.1.2.) Zároveň pro montáž byla vytvořena ilustrovaná technologická návodka, která je součástí přílohy (Příloha č. 1).

Během montáže bylo zjištěno, že úchyty pro obě šneková kola jsou velmi citlivé na polohu ustavení a na dotažení šroubů, a tedy muselo dojít ke snížení utahovacího momentu. Velmi často docházelo k vyosení děr pro osu šneka a tím pádem došlo k deformování osy a zároveň nemožnosti otáčení osy. Tento problém byl odstraněn vypodložením úchyty za pomoci podložek a následným utahováním sníženým utahovacím momentem.

Další problém, který se opakoval i u předešlé montáže bylo uložení kluzných pouzder. Přestože v nových výkresech byly zvoleny tolerance a rozměry, které předepisuje výrobce kluzných pouzder, opět došlo v uzlu vidlic ke kolizi a byla nutná ruční úprava rozměrů za pomoci pneumatické brusky. Kluzná pouzdra byla přeměřena a bylo zjištěno, že vnější rozměr je mimo toleranci, a v případě výroby dalších přípravků bude nutné kluzná pouzdra a vidlice spárovat. Nedodržení rozměru je zapříčiněno tím, že materiál kluzných pouzder je plast (Přesný materiál výrobce neuvádí, pouze poskytuje materiálovou tabulku a obchodní název – iglidur.).

Materiálová tabulka iglidur G		
Základní vlastnosti	Jednotky	
Hustota	g/cm ³	1,46
Barva	-	tmavě šedá
Mechanické vlastnosti		
Modul pružnosti	MPa	7 800
Mez pevnosti v tahu	MPa	210
Pevnost v tlaku	MPa	78
Tvrдость dle Shoreho		81

Tabulka 12 - Materiálová tabulka iglidur G [26]



Obr. 48 - Přípravek po druhé prototypové montáži

3.5.1. Shrnutí montáže

I přes vzniklé komplikace v podobě odchylky rozměru kluzných pouzder a ustavení polohy úchytu šneků byla provedena montáž s kladným výsledkem (viz Obr. 48). Požadované pohyby přípravek umožňuje ve všech třech osách a je možné přejít ke kapitole 3.6 Testování.

3.5.2. Aplikace nátěru

Jak již bylo zmíněno v kapitole 3.4.2 Úprava povrchu, výroba úhlových stupnic a konzervace, před aplikací nátěru musí být plochy očištěny od veškerých nečistot.

Při aplikaci nátěru nesmí nikdy být teplota v místnosti a natíraného dílu pod rosným bodem.

(Rosný bod – Teplota, při které je vzduch plně nasycen vodními parami. Když teplota klesne pod rosný bod nastává kondenzace.) [24]

Pokud je relativní vlhkost $\leq 75\%$ a okolní teplota nad $18\text{ }^{\circ}\text{C}$, musí být aplikace nátěru provedena do 24 hodin od pískování povrchu.

Pokud je relativní vlhkost $\geq 75\%$ musí se čas mezi pískováním a aplikací nátěru úměrně zredukovat. Dalším rozhodovacím kritériem může být také změna barvy povrchu v důsledku znečištění povrchu rzí. V případě pochyb je zapotřebí díl/díly znovu pískovat a korozi odstranit.

Natírání nesmí být prováděno při teplotě, která je pod minimální hodnotou, určenou pro aplikaci nátěru. Teplota natíraného dílu a místnosti by měla být mezi $15\text{ až }30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Zároveň bylo navrženo řešení nátěru tak, aby při aplikaci nedošlo k znečištění stupnic pro polohu. Tato místa budou ošetřena bezbarvým lakem.

Pro diplomovou práci byla zvolena základní barva RAL 9004 (signální černá) s těmito parametry:

- odolnost vůči vlhku a vodě
- vhodnost použití na různé materiály (dřevo, kov, některé plasty)
- vynikající kryvost
- rychlost vytvrzení

3.6. Testování

Pro účely ověření všech funkcí přípravku byl připraven krátký experiment. Tento experiment má za úkol podrobit přípravek zkoušce a případně odhalit případné nové nedostatky přípravku.

Před zahájením testování muselo dojít k proškolení pro obsluhování měřicího přístroje Alicona IFM G4, aby nedošlo k poškození stroje před měřením (kalibrací) nebo během měření (kolize objektivů s tělem přípravku nebo s upnutým nástrojem). Dále je pak důležité zvolit správný objektiv s dostatečným přiblížením. Pro testování byl zvolen objektiv s označením 20x/0,04.

Pro účely testování byly zvoleny dva nástroje:

- Šroubovitý vrták s vnitřním chlazením o rozměru $\varnothing 16\text{mm}$ a délky 134 mm.
- Monolitní fréza o rozměru $\varnothing 8\text{ mm}$ a délky 59,4 mm.



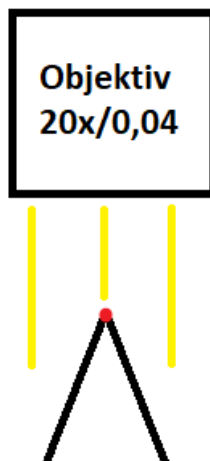
Obr. 49 - Testované nástroje

Do přípravku byl upnut monolitní šroubovitý vrták a bylo rozhodnuto, že dojde ke kontrole vedlejšího ostří v přední části vrtáku.



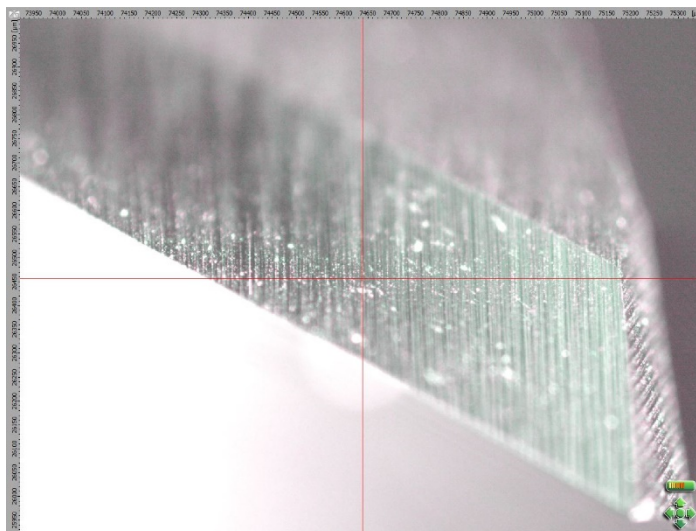
Obr. 50 - Přípravek s upnutým nástrojem v pracovním prostoru měřicího přístroje

Pro správné měření je zapotřebí nastavit nástroj a světelný bod (vycházející z objektivu) tak, aby hrana ostří, plocha vodící fasetky a plocha drážky pro odvod třísky byly rovnoměrně osvětleny. Schematicky je vysvětleno na obrázku 51.



Obr. 51 – Princip měření vedlejšího ostří

Na obrázku 51 představuje červená tečka kontrolovanou hranu vedlejšího ostří, a strany trojúhelníku představují fasetku a drážku pro odvod třísky. Na obrázku 51 je vidět plocha vodící fasetky, ale není zde vidět plocha drážky. Plochu drážky je zapotřebí nastavit pomocí funkce natáčení přípravku.



Obr. 52 - Grafický výstup z měřicího přístroje – zobrazena plocha fasetky

Během rovnoměrného nastavování osvětlení obou ploch se na přípravku projevila vůle v ozubení, tzn. není zajištěna stejná poloha, a kdyby obsluha měřila více nástrojů, vždy by musela polohu nástroje/přípravku korigovat – to by přinášelo časové ztráty.

Dále pro správné měření je zapotřebí zarovnat hranu vedlejšího ostří s horizontální osou osového kříže, který je zobrazen na obrázku 52. Toto zarovnání přípravek umožňuje (rotace okolo osy Z). Jelikož je rotace řízena ručně, ne mechanicky, jak je tomu u funkce naklápění a natáčení, je zapotřebí, aby obsluha měřicího přístroje věnovala pozornost detailnímu nastavení korekce polohy. Zároveň se ukázalo, že je potřeba rotaci okolo osy Z také vybavit mechanickým převodem pro zajištění lepší polohy.

Proto bylo rozhodnuto, že měření a získání hodnot z geometrie nástroje není nezbytné a přípravek bude i nadále muset procházet optimalizací v podobě zaměření na celkovou tuhost a pokusit se snížit vůli ve šnekovém ozubení.

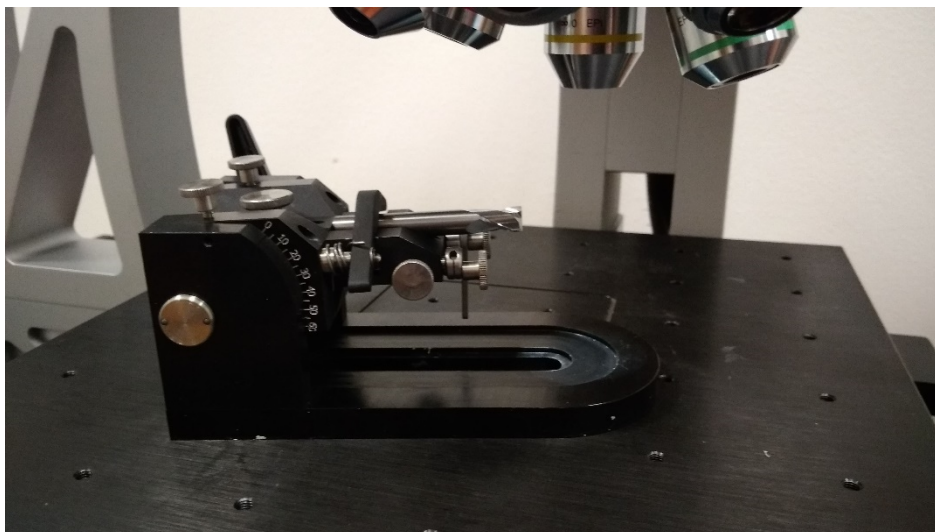
3.6.1. Shrnutí testování

Během testování byly na přípravku objeveny další nové nedostatky, které by bylo potřeba odstranit. Velký nedostatek byl nalezen v podobě tuhosti přípravku. Přípravek je sám o sobě dostatečně tuhý, ale v porovnání s přesností měřicího přístroje jsou některé komponenty přípravku přesto málo tuhé. Jako další zápor je vůle v ozubení. V případě další úpravy je zapotřebí vůli v ozubení snížit na co možná nejmenší hodnotu, ale zároveň zachovat plynulý chod převodu.

Případně je potřeba zvolit pro šnekové soukolí jinou kombinaci materiálu. Současná kombinace plastového ozubeného kola a zinkového odlitku pravděpodobně přináší větší vůle. Při použití oceli by vůle v převodu mohla být menší.

Při dalším kroku testování se ukázalo, že použití dlouhých nástrojů (nástroje větší než 100 mm) není zcela optimální. Pracovní prostor měřicího přístroje je značně limitovaný a pokud budeme uvažovat rozměry přípravku a délku nástroje dostáváme se na hranice možností měřicího přístroje nebo do kolize objektivu s tělem přípravku.




Zároveň byl nový přípravek porovnán s přípravkem, který je v současné době využíván v laboratořích RTI (Obr. 53). Tento přípravek umožňuje pouze naklápění a případně rotaci okolo osy Z. Zástavbové prostory přípravku neumožňují větší rozsah naklopení směrem v desce měřicího přístroje. Celkové porovnání přípravků je v kapitole - 4 Zhodnocení.



Obr. 53 - Současné používaný přípravek v laboratořích RTI

4. Zhodnocení

V této kapitole bylo vytvořeno porovnání všech tří přípravků (dva současně užívané přípravky v laboratořích RTI a nový přípravek).

Parametry	Originální přípravek		Přípravek od externí firmy		Přípravek z diplomové práce	
						
Rozsah upnutí	od Ø2 do Ø14 mm	0,5	od Ø3 do Ø15mm	0,5	od Ø3 do Ø30 mm	1
Rotace okolo osy X	ANO	1	NE	0	ANO	1
Rotace okolo osy Y	ANO	1	ANO	1	ANO	1
Rotace okolo osy Z	NE	0	ANO	1	ANO	1
Zástavbový prostor	Velký	0	Malý	1	Střední	0,5
Upínání	Kleština	-	Prizma	-	Prizma	-
Pohon a přesnost polohy	Elektrický	1	Ruční	0	Ruční/mechanický	0,5
Součet	-	3,5	-	3,5	-	5

Tabulka 13 - Hodnocení přípravků

Hodnocení požadavků probíhalo takto: 0 – nesplňuje, 0,5 – splňuje částečně, 1 – splňuje.

Každý ze tří porovnávaných přípravků má své klady a zápory. Je důležité stanovit, které vlastnosti jsou pro přípravek v závislosti na měřícím přístroji klíčové. Pro někoho může být klíčovou vlastností rozsah nástrojů, které je možné upnout do přípravků a pro někoho to může být opakovatelnost a stálost měření.

Dle zvolených požadavků vyplývá, že nový přípravek v porovnání se standardně užívanými přípravky splňuje nejvíce parametrů.

5. Závěr

Hlavním cílem této diplomové práce bylo provést montáž, případnou úpravu dílčích celků a testování navrženého přípravku na měřicím přístroji Alicona IFM G4.

Diplomová práce vychází z bakalářské práce, kde byl původní přípravek navržen a proběhla výroba dílčích součástí přípravku. Přípravek byl navržen dle požadovaných kritérií (univerzálnost, jednoduchost na výrobu, možnost otáčení a naklápění okolo osy X, Y, Z a dále pak možnost upínání nástrojů v rozmezí od Ø3 do Ø30 mm) a návrh přípravku probíhal v programu SolidWorks (verze 2014 a 2017).

Pro potřeby montáže bylo vytvořeno blokové schéma montáže a technologická návodka s veškerými pokyny, potřebným nářadím a chemickými látkami.

Během prototypové montáže bylo zjištěno několik nedostatků ve výkresové dokumentaci, potažmo na vyrobených dílech. Některé díly nebylo možné vložit do sebe anebo nešlo s díly pohybovat. Proto byla dokumentace znovu prostudována a byly provedeny dílčí úpravy a nové přesnější návrhy.

Dále pro diplomovou práci bylo rozhodnuto, že nová výroba bude probíhat na konvenčních strojích (hrotový soustruh, univerzální frézka). Tímto rozhodnutím mělo dojít ke zjištění, jestli je možné navržené díly vyrobit na klasických strojích a docílit snížení výrobních nákladů na výrobu. Zároveň došlo k porovnání výrobní technologie pro CNC a klasické stroje. Výroba na klasických strojích ukázala, že je možné komponenty vyrábět i pomocí této levnější technologie.

Po provedení finální montáže bylo zjištěno, že nově navržené úpravy jsou akceptovatelné a je možné přistoupit k testování přípravku. Pro tyto účely byl zvolen krátký experiment, který ověřil funkce přípravku jako pohyb ve všech třech rotačních osách.

Z testování vyplynulo, že přípravek nemá dostatečnou přesnost ve srovnání s měřicím přístrojem. Přesnost přípravku je ovlivněna vůlemi v ozubení, a tedy nelze spoléhat na jednoduchost nastavení a opakovatelnost měření.

Pokud bude přípravek v budoucnu upravován, je zapotřebí zaměřit se na konstrukční uzel šnekových ozubených kol a pokusit se využít jinou kombinaci materiálu pro ozubená kola.

V kapitole 4 Zhodnocení bylo zjištěno, že přípravek vyniká ve více parametrech proti zbylým v současnosti používaným přípravkům. Z požadované variability plynou jistá omezení, jako např. upínání nástrojů delších než 100 mm – při upnutí delších nástrojů je omezena pohyblivost přípravku, protože hrozí kolize nástroje s objektivem.

Na přípravku je možné provádět další úpravy a inovace, které mohou přípravek zlepšovat. Inovace mohou spočívat ve výměně šnekového ozubeného soukolí za elektrický převod. Při tomto řešení je ale nutné brát v úvahu, že rozměry přípravku se mohou zvětšit.

Seznam použité literatury

- [1] STANĚK, J. a J. NĚMEJC. 2005. Metodika zpracování a úprava diplomových (bakalářských) prací ZČU. Plzeň.
- [2] PÍCHA, Tomáš. Návrh a výroba přípravku pro měřicí přístroj Alicona IFM G4. Plzeň, 2015. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní. Vedoucí práce Ing. Ivana Zetková.
- [3] Prizma svislé. 2015. Kipp [online]. [cit. 2015-05-09]. Dostupné z: <http://www.kipp.cz/cz/cs/Produkty/Up%C3%ADnac%C3%AD-syst%C3%A9my-na-obrobky/Stavebnicov%C3%BD-up%C3%ADnac%C3%AD-syst%C3%A9m/Polohovac%C3%AD-prvky/K0819-2-Prizma-svisl%C3%A9.html>
- [4] Přípravky nástroje obrábění: Podklady z přednášek [Prezentace]. 2013. Plzeň [cit. 2015-05-10].
- [5] Technologie montáže: Podklady z přednášek. Plzeň, 2016.
- [6] ŘASA, Jaroslav, Jindřich KAFKA a Václav HANĚK. Strojírenská technologie 4: návrhy nástrojů, přípravků a měřidel : zásady montáže. Praha: Scientia, pedagogické nakladatelství, 2003. ISBN 80-7183-284-7.
- [7] Montáž. In: Wikipedia: the free encyclopedia[online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2017-12-18]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Mont%C3%A1%C5%BE>
- [8] HLUCHÝ, Miroslav a Václav HANĚK. Strojírenská technologie 2. 2., upr. vyd. Praha: Scientia, 2001. ISBN 80-7183-245-6.
- [9] Strojírenská technologie obrábění: Podklady z přednášek. Plzeň, 2013
- [10] Technologie obrábění: Podklady z přednášek. Plzeň, 2016
- [11] HLÁSEK, P. 1986. Strojírenská technologie 3. Praha: SNTL.
- [12] InfiniteFocus Hardware IFM G4 3.5 EN. Grambach, 2009.
- [13] ALICONA INFINITEFOCUS G5. Optimax: Imaging Inspection & Measurement [online]. 2018 [cit. 2018-05-07]. Dostupné z: <http://www.optimaxonline.com/non-contact-metrology-3d-surface-characterisation/37/alicona-infinitefocus-g5>
- [14] ALICONA IFM G4. Alicona Infinite Focus Real 3d Images [online]. [cit. 2018-05-07]. Dostupné z: <http://laurenharding.provision-isr-dns.com/alicona-infinite-focus-real-3d-images.html>
- [15] Konstrukční ocel 12 050. JKZ Bučovice a.s. [online]. 2010 [cit. 2015-06-18]. Dostupné z: <http://jkz.cz/produkty/konstrukcni-ocel-12-050>
- [16] Konstrukční ocel 14 220. JKZ Bučovice a.s. [online]. 2010 [cit. 2015-06-18]. Dostupné z: <http://jkz.cz/produkty/konstrukcni-ocel-14-220>
- [17] MCV Line: Vertikální obráběcí centra. 2014. In: KOVOSVIT MAS [online]. [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.kovosvit.cz/upload/products/pdf/mcv-750-1421740450.pdf>
- [18] DMU 65 monoBLOCK: 5-axis milling with a redefined swivel rotary table. 2015. DMG MORI [online]. [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://cz.dmgmori.com/products/milling-machines/universal-milling-machines-for-5-sided-5-axis-machining/dmu-monoblock/dmu-65-monoblock>
- [19] CTX beta 1250 TC 4A: High Precision turning-milling center for highest productivity. Win Tech [online]. 2015 [cit. 2015-06-11]. Dostupné z: http://wintech-eg.com/CTXbeta1250TC4A_product.php#

- [20] CTX beta 1250 TC 4A: Technical Data. *DMG MORI* [online]. 2015 [cit. 2015-06-11]. Dostupné z: <http://en.dmgmori.com/products/lathes/turn-mill-complete-machining-centres/ctx-tc/ctx-beta-1250-tc-4a#Technic>
- [21] ARNOLD 125: Vysokotlaké svěráky Fresmak řady ARNOLD mat. 2015. *Jirka a spol.* [online]. [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: <http://www.jirkaspol.cz/vysokotlake-sveraky-fresmak-rady-arnold-mat.html>
- [22] Hilma SCS 120. 2014. In: *Roemheld* [online]. [cit. 2015-05-16]. Dostupné z: http://www.roemheld.co.uk/pdfs/hilma_vices/23670en.pdf
- [23] SAMOSTŘEDÍCÍ UNIVERZÁLNÍ SKLÍČIDLO IUS. NAKOL s.r.o. [online]. 2018 [cit. 2018-05-02]. Dostupné z: <https://www.nakol.cz/samostredici-univerzalni-sklicidlo-ius-243801>
- [24] Rosný bod. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2018 [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Rosn%C3%BD_bod
- [25] FÜRBAKER, Ivan. Lexikon ocelí: Materiálové listy se zahraničními ekvivalenty. Verlag Dashöfer, 2011.
- [26] Kluzná pouzdra a vedení. 2015. Hennlich [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <https://www.hennlich.cz/produkty/kluzna-pouzdra-a-vedeni-kluzna-pouzdra-43.html>
- [27] LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: pomocná učebnice pro školy technického zaměření. 2., dopl. vyd.* Úvaly: Albra, 2005, 907 s. ISBN 80-7361-011-6.

Seznam obrázků

OBR. 1 - POŽADAVKY NA PŘÍPRAVEK [2].....	10
OBR. 2 - PRIZMA SVISLÉ [3].....	12
OBR. 3 – UPNUTÍ PRIZMA K JINÝM SOUČÁSTEM (1 – PRIZMA, 2 – KONTROLNÍ VÁLEČEK, 3 – ŠROUB, 4 – KOLÍK) [6].....	12
OBR. 4 – SCHÉMA NÁVRHU PRIZMA (C – VZDÁLENOST HRAN, D – PRŮMĚR VÁLCOVÉ PLOCHY, H – VZDÁLENOST STŘEDU KONTROLNÍHO VÁLEČKU OD ZÁKLADNY, H – VÝŠKA PRIZMA, A – ÚHEL ROZEVŘENÍ DOSEDACÍ PLOCH PRIZMA [6].....	13
OBR. 5 - SCHÉMA VÝROBNÍHO PROCESU [6]	14
OBR. 6 - NÁSTROJ – ZÁKLADNÍ POJMY [9]	16
OBR. 7 - ROVINY NÁSTROJE [9]	16
OBR. 8 - ÚHLY NÁSTROJE [9].....	17
OBR. 9 - ČASOVÝ VÝVOJ OPOTŘEBENÍ NA STYKOVÝCH PLOCHÁCH [10].....	18
OBR. 10 - CHEMICKÝ OTĚR – OXIDACE [10].....	19
OBR. 11 – VYOBRAZENÍ PLASTICKÉ DEFORMACE [10].....	19
OBR. 12 - TVORBA TEPELNÝCH TRHLIN V BŘITU (MATERIÁL SLINUTÝ KARBID) [10].....	19
OBR. 13 - MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJ ALICONA IFM G4 [2].....	20
OBR. 14 - SOUČASNÝ PŘÍPRAVEK 1 [2].....	20
OBR. 15 - SOUČASNÝ PŘÍPRAVEK 2.....	20
OBR. 16 - SOUČASNÝ PŘÍPRAVEK 2.....	20
OBR. 17 – NEJNOVĚJŠÍ MODEL Z PRODUKTŮ FIRMY ALICONA (MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJ ALICONA INFINITEFOCUS G5) [13]	21
OBR. 18 - MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJ ALICONA IFM G4 [14].....	22
OBR. 19 - SPODNÍ DESKA PŘÍPRAVKU	24
OBR. 20 - SESTAVA VRCHNÍ DESKY, VIDLIC A ÚCHYTŮ.....	25
OBR. 21 - ROZLOŽENÝ POHLED SESTAVY.....	25
OBR. 22 - OSA PRO NAKLÁPĚNÍ.....	26
OBR. 23 - OSA PRO NATÁČENÍ.....	26
OBR. 24 – SESTAVENÍ PRIZMA S POJÍZDNÝM PROTIKUSEM.....	26
OBR. 25 - SESTAVENÍ OS PRO NAKLÁPĚNÍ A NATÁČENÍ.....	26
OBR. 26 - SESTAVENÍ PŘÍPRAVKU (ZPRAVA, IZOMETRICKY, ZLEVA).....	26
OBR. 27 - POROVNÁNÍ PŮVODNÍHO NÁVRHU S NOVÝM 1 (ZAJIŠTĚNÍ PRIZMA K OSE).....	31
OBR. 28 - POROVNÁNÍ PŮVODNÍHO A NOVÉHO NÁVRHU 2 (UCHYCENÍ OSY ŠNEKU PRO NAKLÁPĚNÍ)	31
OBR. 29 - POROVNÁNÍ PŮVODNÍHO A NOVÉHO NÁVRHU 3 (UCHYCENÍ OSY ŠNEKU PRO NATÁČENÍ)	32
OBR. 30 - POROVNÁNÍ STARÉHO A NOVÉHO NÁVRHU 4 (PRAVÁ VIDLICE).....	32
OBR. 31 - POROVNÁNÍ PŮVODNÍHO A NOVÉHO NÁVRHU 5 (ŘEZ SESTAVOU OSY PRO NAKLÁPĚNÍ A NATÁČENÍ)	33
OBR. 32 - POROVNÁNÍ PŮVODNÍHO A NOVÉHO NÁVRHU 6 (STUPNICE PRO NAKLÁPĚNÍ)	33
OBR. 33 - KONTROLNÍ ROZMĚRY NAVRHNUTÉHO PRIZMA Z 3D PROGRAMU.....	34
OBR. 34 - ÚPRAVA PRŮMĚRŮ NA SPODNÍ DESCE PŘÍPRAVKU	37
OBR. 35 - VÝROBA NOVÝCH BRONZOVÝCH KLUZNÝCH POUZDER	38
OBR. 36 - VÝROBA DŮLKU PRO NAVEDENÍ VRTÁKU A NÁSLEDNÉM VYŘÍZNUTÍ ZÁVITU	38
OBR. 37 - POROVNÁNÍ HOTOVÉ SOUČÁSTI A VYROBENÉ PRVNÍ STRANY NA CNC STROJI	39
OBR. 38 - HOTOVÁ SOUČÁST VYROBENÁ NA UNIVERZÁLNÍ FRÉZCE	39
OBR. 39 - TRÍOSÉ VERTIKÁLNÍ OBRÁBĚCÍ CENTRUM MCV 750 A [17].....	41
OBR. 40 - PĚTIOSÉ OBRÁBĚCÍ CENTRUM DMU 65 MONOBLOCK [18]	42

OBR. 41 - MULTIFUNKČNÍ OBRÁBĚCÍ CENTRUM GILDEMEISTER CTX BETA 1250 TC 4A [19]	43
OBR. 42 - UNIVERZÁLNÍ FRÉZKA FA4U TOS	44
OBR. 43 - HROTOVÝ SOUSTRUH SV18RA/1000	45
OBR. 44 - SVĚRÁK ARNOLD 125 [21]	46
OBR. 45 - SVĚRÁK HILMA SCS 120 [22]	46
OBR. 46 - STROJNÍ OTOČNÝ SVĚRÁK	47
OBR. 47 - UNIVERZÁLNÍ TŘÍČELIŠŤOVÉ SKLÍČIDLO [23]	47
OBR. 48 - PŘÍPRAVEK PO DRUHÉ PROTOTYPOVÉ MONTÁŽI	49
OBR. 49 - TESTOVANÉ NÁSTROJE	50
OBR. 50 - PŘÍPRAVEK S UPNUTÝM NÁSTROJEM V PRACOVNÍM PROSTORU MĚŘÍČÍHO PŘÍSTROJE	50
OBR. 51 - PRINCIP MĚŘENÍ VEDLEJŠÍHO OSTRŮ	51
OBR. 52 - GRAFICKÝ VÝSTUP Z MĚŘÍČÍHO PŘÍSTROJE – ZOBRAZENA PLOCHA FASETKY	51
OBR. 53 - SOUČASNÉ POUŽÍVANÝ PŘÍPRAVEK V LABORATOŘÍCH RTI	52

Seznam tabulek

TABULKA 1 - TECHNICKÉ SPECIFIKACE 1 [12]	22
TABULKA 2 - TECHNICKÁ SPECIFIKACE 2 [12]	23
TABULKA 3 - TECHNOLOGICKÁ NÁVODKA MONTÁŽE	30
TABULKA 4 - MATERIÁLY POUŽÍVANÉ PRO KONSTRUKCI PŘÍPRAVKU [11]	35
TABULKA 5 - CHEMICKÉ SLOŽENÍ OCELI ČSN 12 050 [15]	36
TABULKA 6 - CHEMICKÉ SLOŽENÍ OCELI ČSN 14 220 [16]	36
TABULKA 7 - PARAMETRY STOJE MCV 750 A [17]	41
TABULKA 8 - PARAMETRY STOJE DMU 65 MONOBLOCK [18]	42
TABULKA 9 - PARAMETRY STROJE CTX BETA 1250 TC 4A [20]	43
TABULKA 10 - PARAMETRY UNIVERZÁLNÍ FRÉZKY FA4U TOS	44
TABULKA 11 - PARAMETRY HROTOVÉHO SOUSTRUHU SV18RA/1000	45
TABULKA 12 - MATERIÁLOVÁ TABULKA IGLIDUR G [26]	48
TABULKA 13 - HODNOCENÍ PŘÍPRAVKŮ	53

Seznam schémat



SCHÉMA 1 - BLOKOVÉ SCHÉMA MONTÁŽE	27
-----------------------------------	----

Seznam příloh



1. Grafická návodka technologie montáže
2. Výkresová dokumentace přípravku



PŘÍLOHA č. 1

Grafická návodka technologie montáže

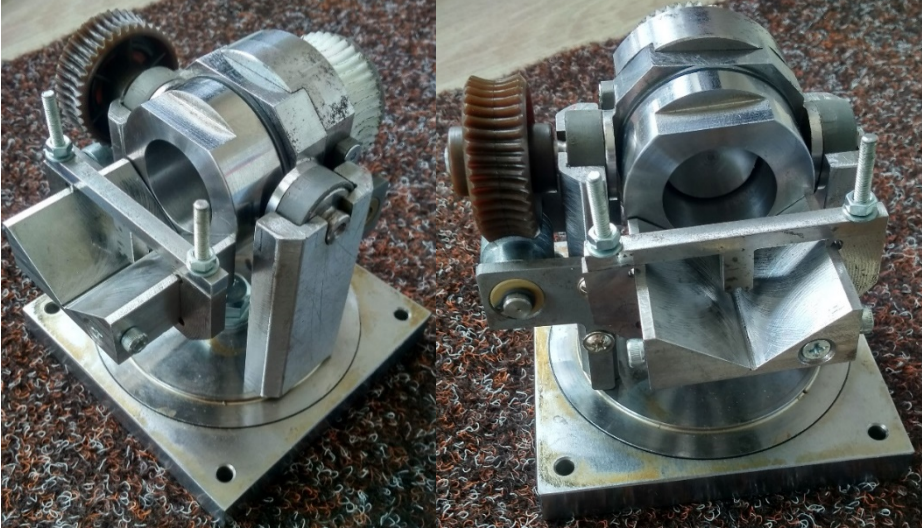
Technologická návodka montáže			
Operace	Řád/Krok	Hlavní sestavy/podsestavy/díly	Text operace
10	-	-	Očistit všechny plochy od antikorozi ochrany, která byla nanesena v průběhu výroby dílčích součástí.
			<p style="text-align: center;">Nářadí</p> Textilie, technický benzín
Obrázek			
			
20	I. Řád/I.	DP – V1.0–11 (Úchyt šneku z boku) DP – V1.0–13 (Bronzové kluzné pouzdro)	Do úchytů šneku naklepnout kluzná pouzdra za pomoci gumové paličky. V případě potřeby použít montážní přípravek (ochrana proti vyboulení kluzného pouzdra).
			<p style="text-align: center;">Nářadí</p> Gumová palička, montážní přípravek – váleček Ø14 - 30 mm)
Obrázek			
			

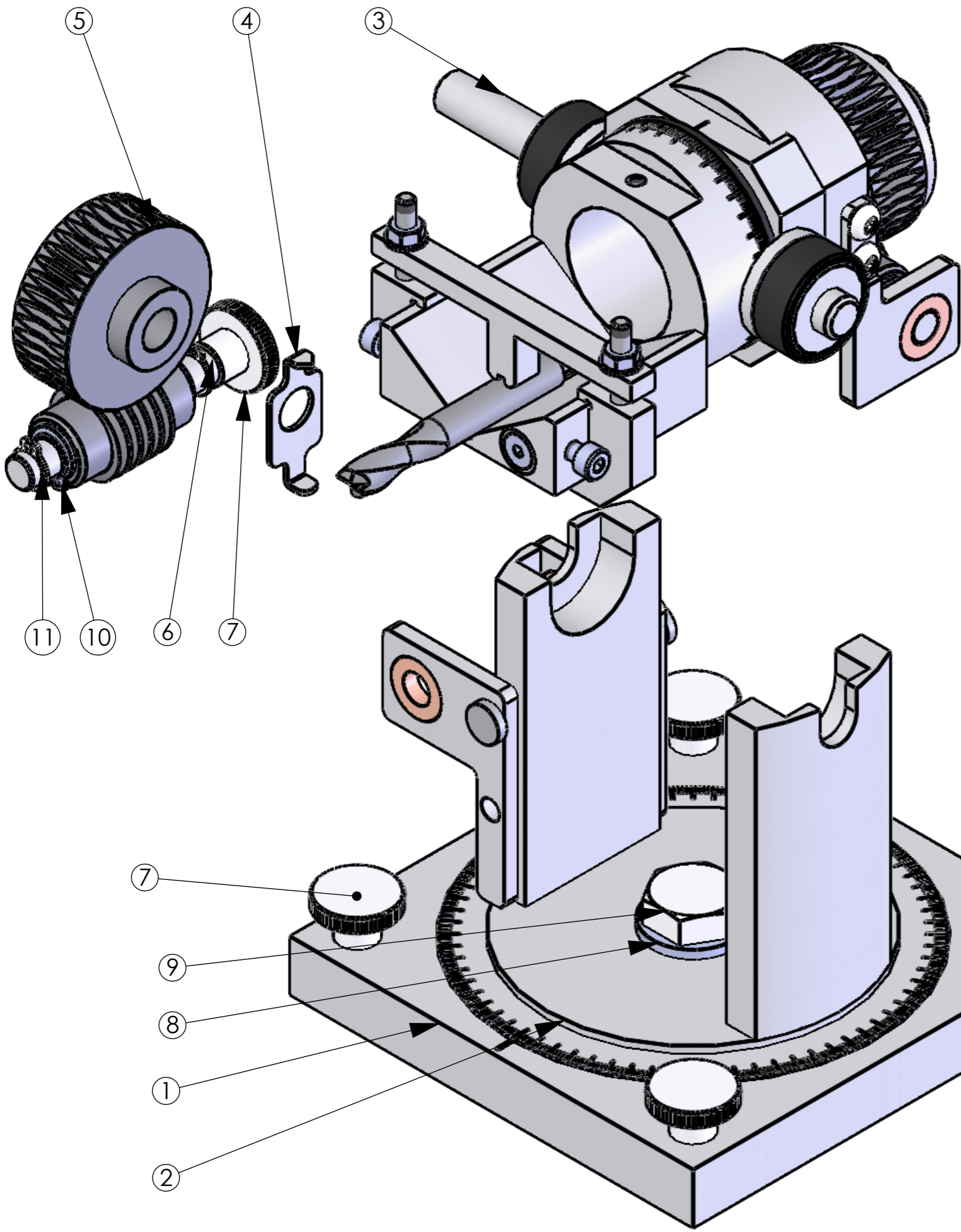
30	I. Řád/II.	DP – V1.0–14_1 (Úchyt šneku zezadu)	Do úchytů šneku naklepnout kluzná pouzdra za pomoci gumové paličky. V případě potřeby použít montážní přípravek (ochrana proti vyboulení kluzného pouzdra).
		DP – V1.0–13 (Bronzové kluzné pouzdro)	Nářadí Gumová palička, montážní přípravek – váleček Ø14 - 30 mm)
Obrázek			
			
40	I. Řád/III.	DP – V1.0–14_2 (Úchyt šneku zezadu)	Do úchytů šneku naklepnout kluzná pouzdra za pomoci gumové paličky. V případě potřeby použít montážní přípravek (ochrana proti vyboulení kluzného pouzdra).
		DP – V1.0–13 (Bronzové kluzné pouzdro)	Nářadí Gumová palička, montážní přípravek – váleček Ø14 - 30 mm)
Obrázek			
			

50	II. Řád/IV.	DP – V1.0–00_01 (Sestava vrchní desky) DP – V1.0–10 (Osa do šneku k naklápění) Šnek Pojistné kroužky Šrouby	<p>Do levé vidlice (Poz. 4) a pravé vidlice (Poz. 5) vložit kolík (Poz. 2). V případě potřeby použít gumovou paličku. Připravené vidlice vložit (Vystředění provést přes kolík a otvor Ø5H7 vyrobený ve vrchní desce.) do vrchní desky (Poz. 1). V případě potřeby použít gumovou paličku. Vidlice zajistit za pomoci šroubu (Poz.3) zespod vrchní desky. Otvor Ø10 mm ve šneku vymazat lepidlem, poté vložit šnek na osu a zajistit pojistnými kroužky (Lepidlo nechat vytvrdnout 24 hod.). Na osu nasadit úchyty šneku a zajistit pojistným kroužkem z obou stran. Celou sestavu šneku připevnit za pomoci stahovacího šroubů (Poz. 7 a Poz. 8) k levé vidlici. Na závěr našroubovat šroub pro natáčení. Šroub zajistit lepidlem.</p> <p style="text-align: center;">Nářadí</p> <p>gumová palička, Imbus klíč č. 3, křížový šroubovák – 2ks, lepidlo, kleště na pojistné kroužky</p>
Obrázek			
			
60	Kontrola	DP – V1.0–00_01 (Sestava Vrchní desky)	<p>Kontrola vzdálenosti mezi levou a pravou vidlicí. Dle naměřených hodnot upravit vzdálenost, aby na obou stranách vidlic byla naměřena stejná hodnota.</p> <p style="text-align: center;">Nářadí</p> <p>Posuvné měřítko</p>
Obrázek			
			

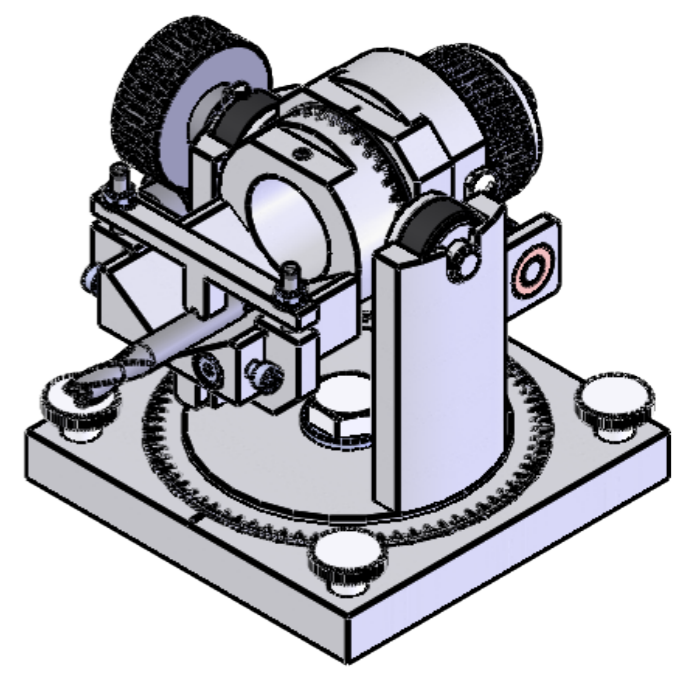
70	II. Řád/V.	DP – V1.0– 00_03 (Sestava Prizma)	Do prizma (Poz. 1) vložit kolík (Poz.8). Poté na prizma nasadit násadu na otočné prizma (Poz. 2). Z jedné strany zajistit šrouby (Poz. 9). Do násady zašroubovat závrtný šroub (Poz. 7). Na závrtné šrouby nasadit destičku pro upnutí (Poz. 3) a zajistit podložkami (Poz. 6) a maticemi (Poz. 5).
			Nářadí
			Gumová palička, Imbus klíč č. 3, plochý klíč č. 7
Obrázek			
			
80	II. Řád/VI.	DP – V1.0– 00_02 (Sestava Osy pro naklápění) DP – V1.0–18 (Čep na vystředění šnekového kola)	Na osu pro prizma (Poz. 4) vložit kluzné pouzdro (Poz. 2). Osu s kluzným pouzdra vložit do osy k naklápění (Poz. 1). Na sestavu nasadit kluzná pouzdra (Poz. 3), která jsou zkrácena na délku 10 mm. Poté z druhé strany nasadit distanční kroužek (Poz. 5). Otvor Ø10 mm ve šneku (Poz. 6) vymazat lepidlem, poté vložit šnek na osu (Poz.12). Lepidlo nechat vytvrdnout 24 hod. Na osu (Poz. 12) nasadit pojistné kroužky a úchyty šneku (Poz. 10 a Poz. 9). Distanční kroužkem vložíme mezi úchyty šneku a za pomoci šroubů přichytíme. Zezadu připevníme ozubené kolo (Kolo vystředít za pomoci čepu.) a desku šneku. Ozubené kolo a šnek zajistit šrouby. Na závěr vložit aretační šroub (Poz. 14)
			Nářadí
			Pilka, brusný papír, Imbus klíč č. 3, Imbus klíč č. 2,5, lepidlo, plochý šroubovák
Obrázek			
			

90	III. Řád/VII.	DP – V1.0–00 (Sestava Přípravku)	Sestavu vrchní desky (Poz. 2) vložit do spodní desky (Poz. 1). Desky zajistit podložkou (Poz. 8) a šroubem (Poz. 9)
			Nářadí
			Plochý klíč č. 19
Obrázek			
			
100	III. Řád/VIII.	DP – V1.0–00_02 (Sestava Osy pro naklápění)	Sestavu prizma (Poz. 13) vložit na sestavu osy pro naklápění (Vystředění provést přes kolík a otvor Ø5H7 vyrobený v ose pro prizma.) Prizma zajistit šroubem.
			Nářadí
			Křížový šroubovák, gumová palička
Obrázek			
			

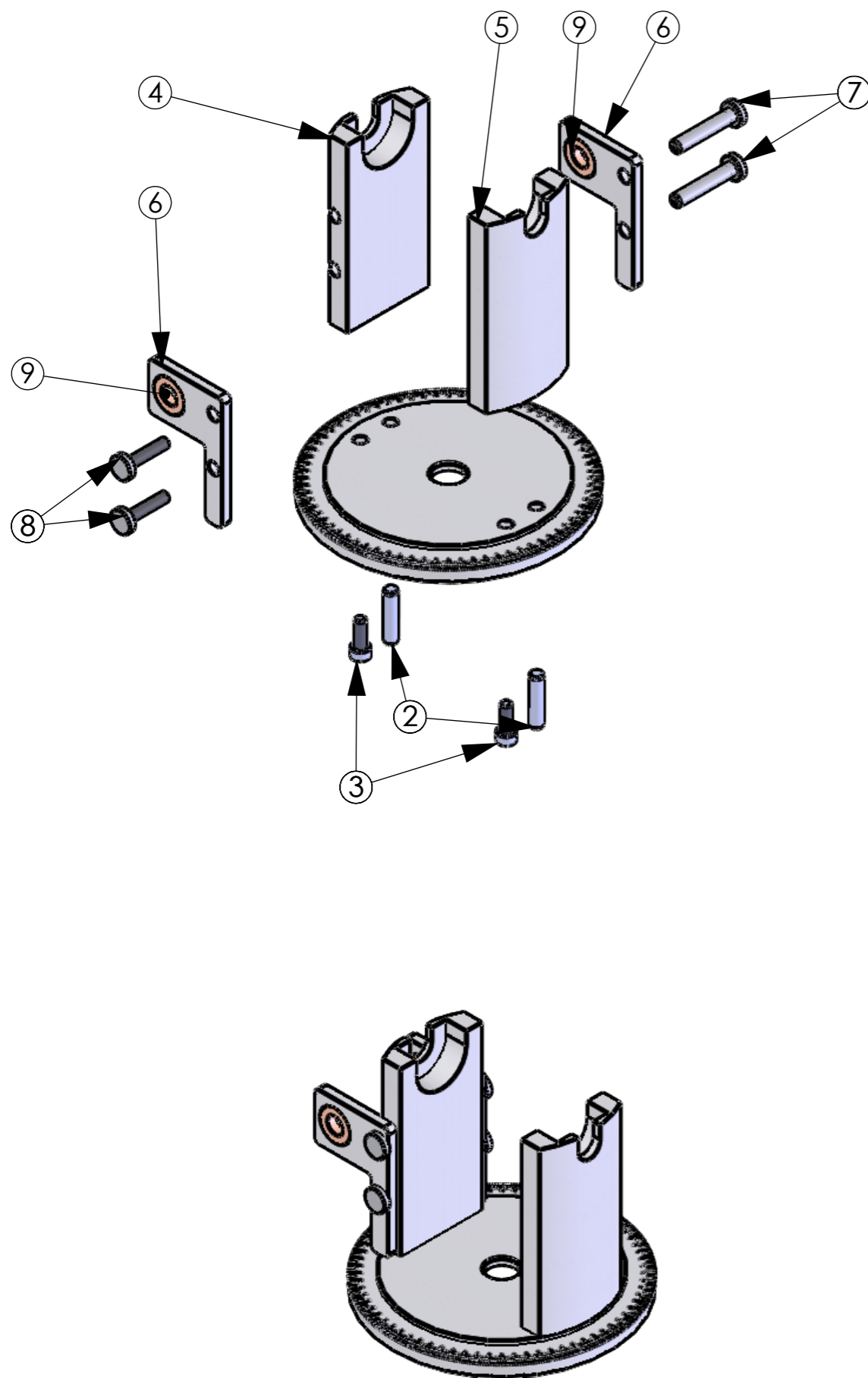
110	IV. Řád/IX.	DP – V1.0–00 (Sestava Přípravku)	Do sestavy vrchní a spodní desky vložit sestavu osy pro naklápění a natáčení. Z levé strany nasadit ozubené kolo. Před nasazením otvor Ø10 mm v ozubeném kole vymazat lepidlem. Lepidlo nechat vytvrdnout 24 hod.
			Nářadí
			Lepidlo
Obrázek			
			
120	Kontrola	DP – V1.0–00 (Sestava Přípravku)	Kontrola všech funkcí dle zadání práce.
			Nářadí
			-
Obrázek			
-			



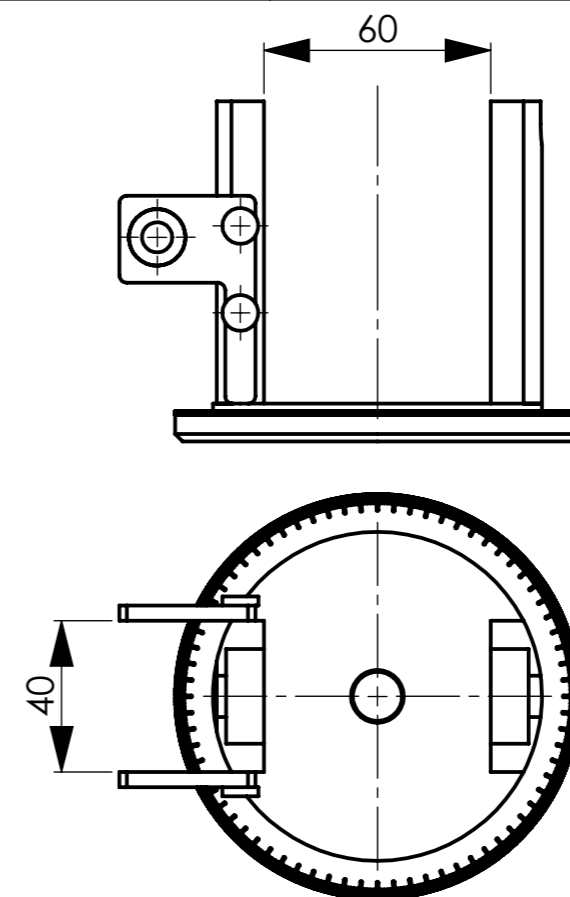
Č. POLOŽKY	Č. DÍLU	POPIS	MNOŽ.
1	DP - V1.0 - 02 (Spodní deska přípravku)	SPODNÍ DESKA PŘÍPRAVKU	1
2	DP - V1.0 - 00_01 (Sestava Vrchní desky)	SESTAVA VRCHNÍ DESKY	1
3	DP - V1.0 - 00_02 (Sestava Osy pro naklápění)	SESTAVA OSY PRO NAKLÁPĚNÍ	1
4	DP - V1.0 - 12 (Ryska pro naklápění)	RYSKA PRO NAKLÁPĚNÍ	1
5	SG 100140	ŠNEKOVÉ SOUKOLÍ	1
6	DP - V1.0 - 10 (Osa do šneku k naklápění)	OSA DO ŠNEKU	1
7	210235-5x20	ŠROUB M5 -20	5
8	07300-12	PODLOŽKA 12	1
9	210101-12x16	ŠROUB M12-16	1
10	-	POJISTNÝ KORUŽEK	2
11	-	POJISTNÝ KORUŽEK	2



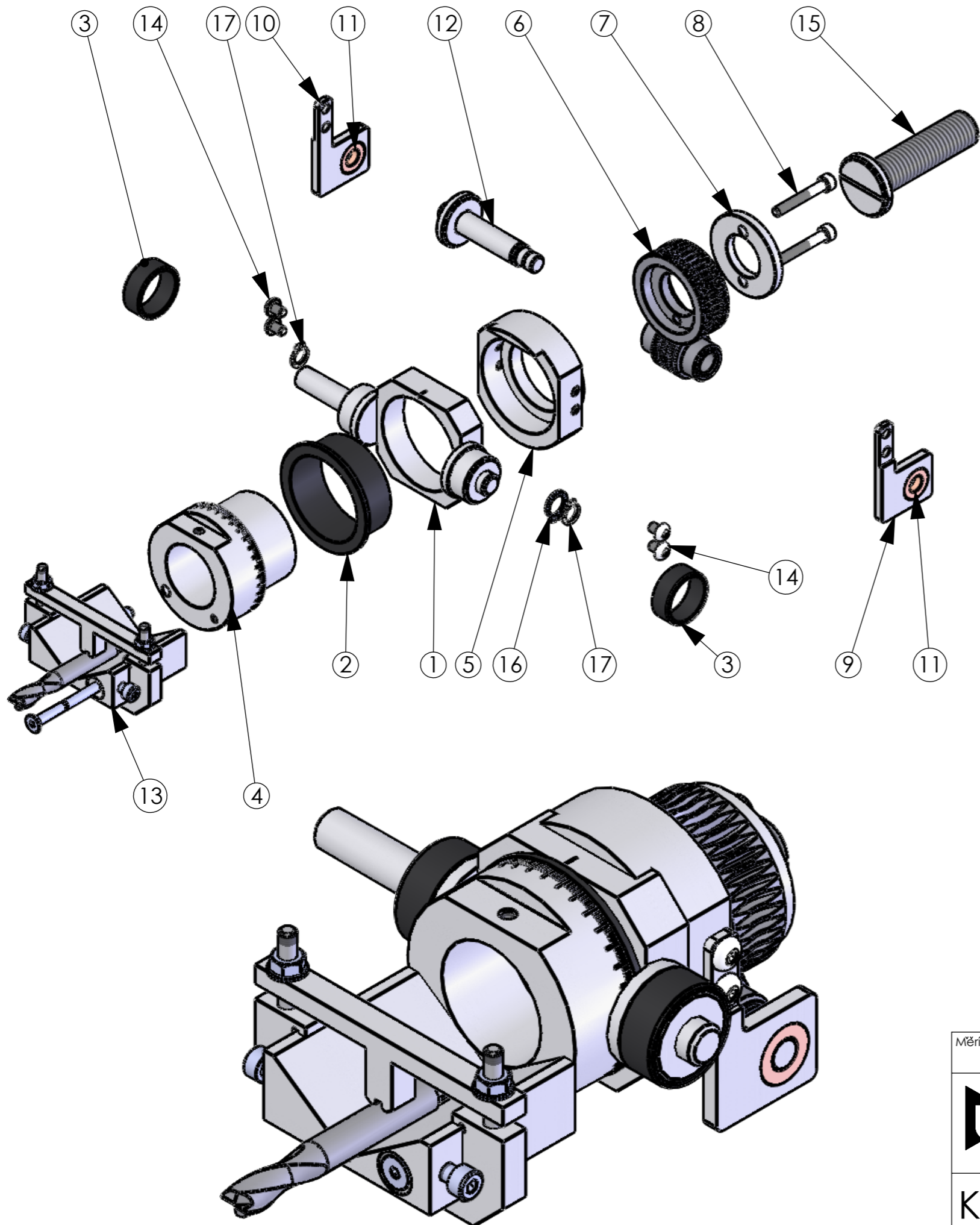
Měřítko	1:1	Hmotnost (kg)	37,6	Promítání		Formát	A3
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil	Tomáš Pícha		Název			
	Datum	24.05.2018		PŘÍPRAVEK PRO MĚŘICÍ PŘÍSTROJ			
KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ	Schválil			Číslo dokumentu			
	Datum			DP - V1.0 - 00 (Sestava Přípravku)			
Druh dokumentu				VÝKRES SESTAVY			
				List 1 Listů 1			



Č. POLOŽKY	Č. DÍLU	POPIS	MNOŽ.
1	DP - V1.0 - 03	VRCHNÍ DESKA PŘÍPRAVKU	1
2	-	KOLÍK 5m6-22	2
3	-	ŠROUB M4-12	2
4	DP - V1.0 - 04_1	LEVÁ VIDLICE	1
5	DP - V1.0 - 04_2	PRAVÁ VIDLICE	1
6	DP - V1.0 - 11	ÚCHYT ŠNEKU	2
7	Matice M4	MATICE M4	2
8	Šroub M4	ŠROUB M4	2
9	DP - V1.0 - 13	KLUZNÉ POUZDRO PRO ÚCHYT ŠNEKU	2

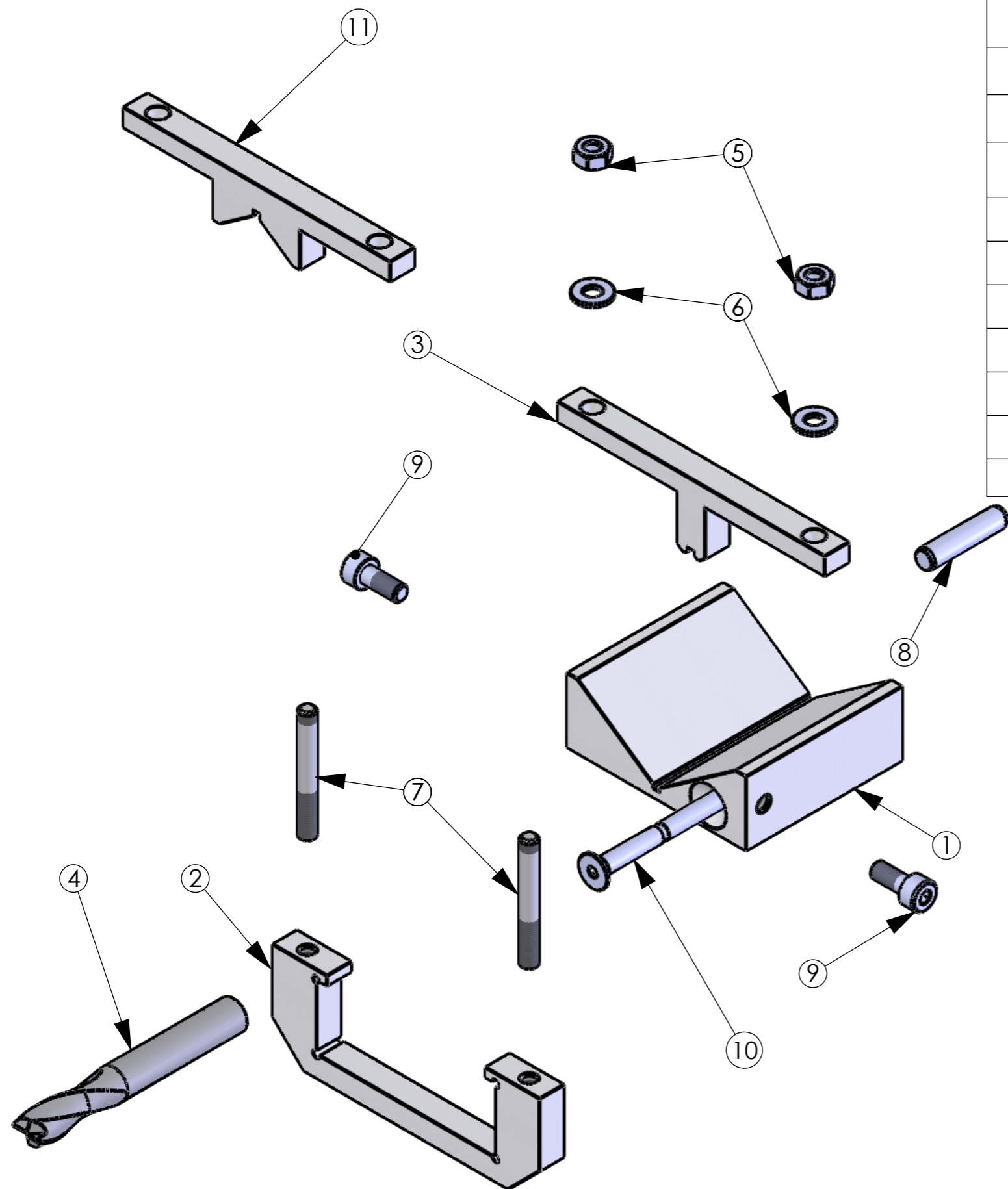


Měřítko	1:2	Hmotnost (kg)	1,2	Promítání		Formát	A3
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil	Tomáš Pícha		Název			
	Datum	24.05.2018		Sestava Vrchní desky			
 KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ	Schválil			Číslo dokumentu			
	Datum			DP - V1.0 - 00_01 (Sestava Vrchní desky)			
Druh dokumentu				VÝKRES SESTAVY			
						List 1	Listů 1

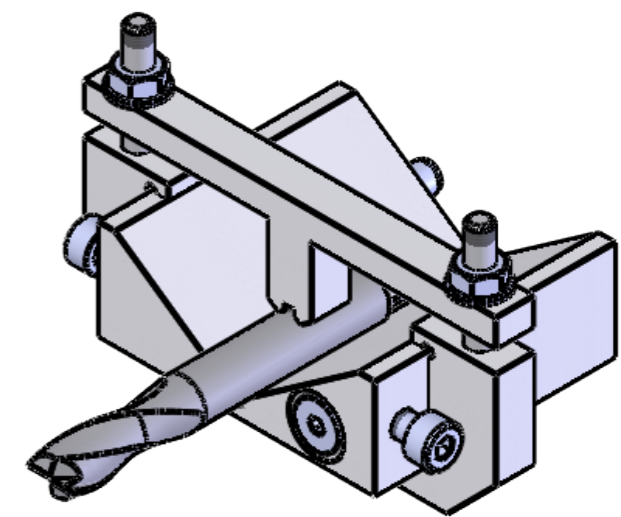


Č.	Č. DÍLU	POPIS	MNOŽ.
1	DP - V1.0 - 05	OSA VRCHNÍ DESKY PRO NAKLÁPĚNÍ	1
2	GFM-4246-19	KLUZNÉ POUZDRO	1
3	GSM-2225-10	KLUZNÉ POUZDRO	2
4	DP - V1.0 - 06_1	OSA PRO PRIZMA A K NATAČENÍ	1
5	DP - V1.0 - 09	DISTANČNÍ KROUŽEK	1
6	Sestava pro natačení osy X	ŠNEKOVÉ SOUKOLÍ	1
7	DP - V1.0 - 15	DESKA ŠNEKU	1
8	-	ŠROUB M4-30	2
9	DP - V1.0 - 14_1	ÚCHYT ŠNEKU ZE ZADU	1
10	DP - V1.0 - 14_2	ÚCHYT ŠNEKU ZE ZADU	1
11	DP - V1.0 - 13	KLUZNÉ POUZDRO PRO ÚCHYT ŠNEKU	2
12	DP - V1.0 - 16	OSA DO ŠNEKU K NATAČENÍ	1
13	DP - V1.0 - 00_03	SESTAVA PRIZMA S NÁSTROJEM	1
14	-	ŠROUB M4-6	4
15	DP - V1.0 - 18		1
16	-	POJISTNÝ KORUŽEK	1
17	-	POJISTNÝ KORUŽEK	2

Měřítko	1:2	Hmotnost (kg)	1,4	Promítání		Formát	A3
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil	Tomáš Pícha		Název			
	Datum	24.05.2018		SESTAVA OSY PRO NAKLÁPĚNÍ			
 KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ	Schválil			Číslo dokumentu			
	Datum			DP - V1.0 - 00_02 (Sestava Osy pro naklápění)			
Druh dokumentu				VÝKRES SESTAVY			
				List 1 Listů 1			

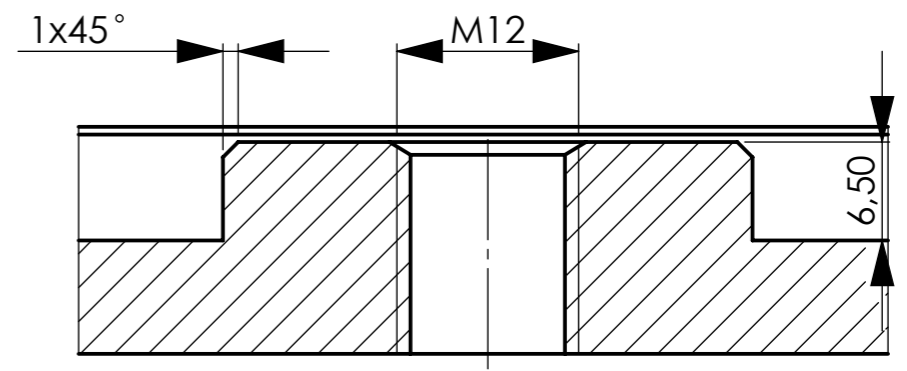
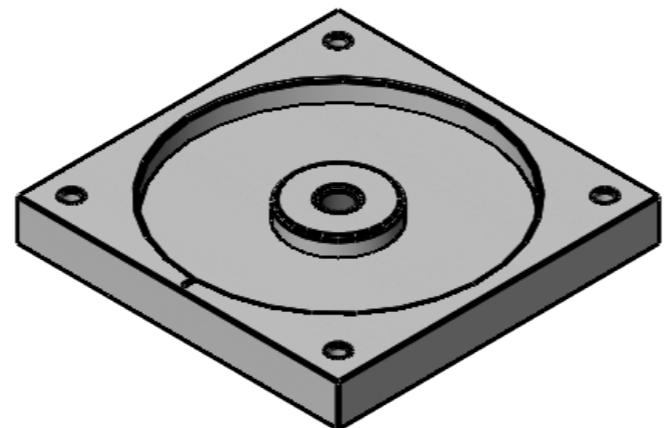
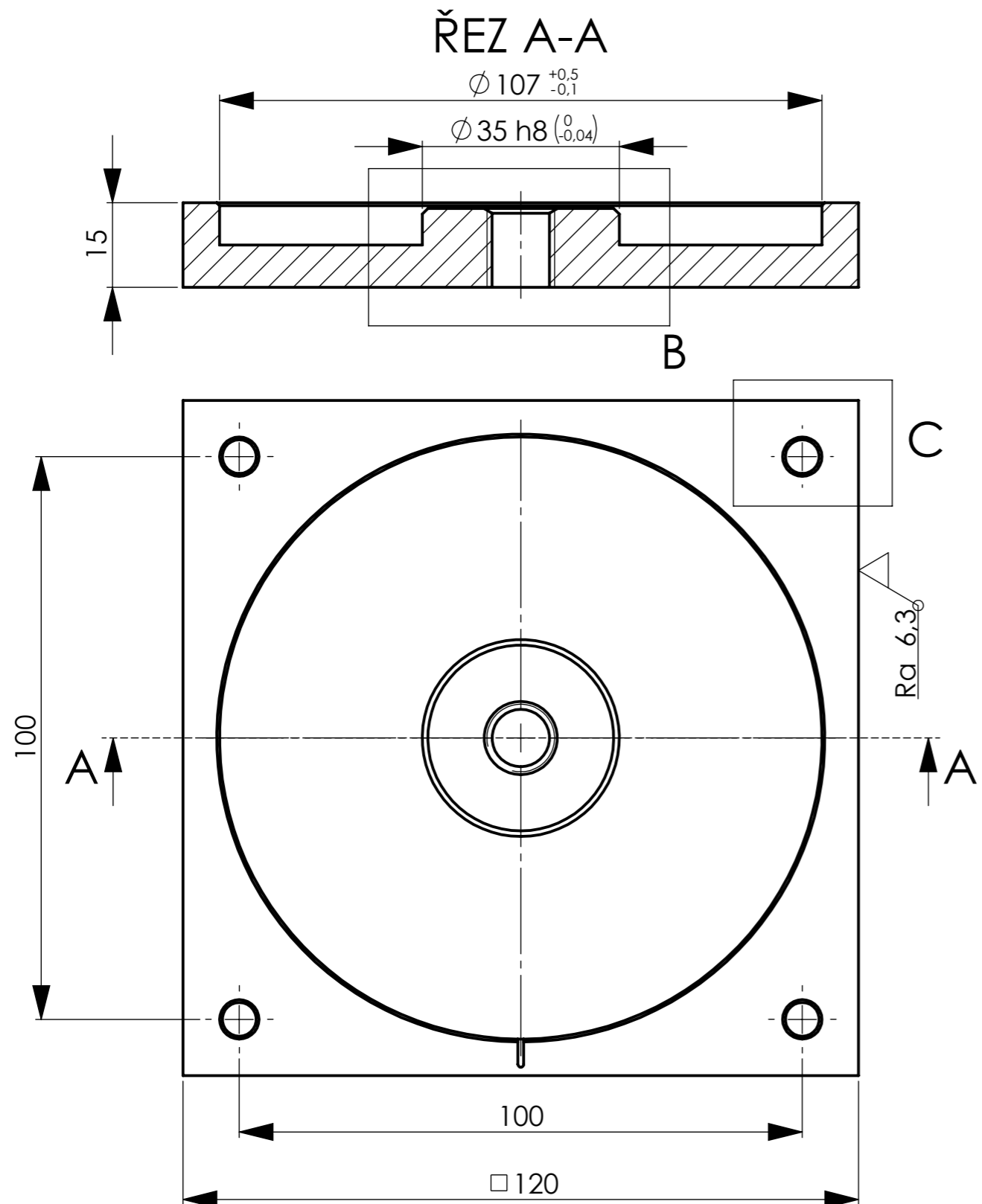


Č. POLOŽKY	Č. DÍLU	POPIS	MNOŽ.
1	DP - V1.0 - 06_2	PRIZMA	1
2	DP - V1.0 - 07	NÁSADA NA OTOČNÉ PRIZMA	1
3	DP - V1.0 - 08_2	MALÁ DESTIČKA PRO UPÍNÁNÍ	1
4	DP - V1.0 - 17	FRÉZA	1
5	-	MATICE M4	2
6	-	PODLOŽKA 4	2
7	-	ZÁVRTNÝ ŠROUB M4	2
8	-	KOLÍK 5m6-22	1
9	-	ŠROUB M4-10	2
10	-	ŠROUB M4-50	1
11	DP - V1.0 - 08_1	VELKÁ DESTIČKA PRO UPÍNÁNÍ	1

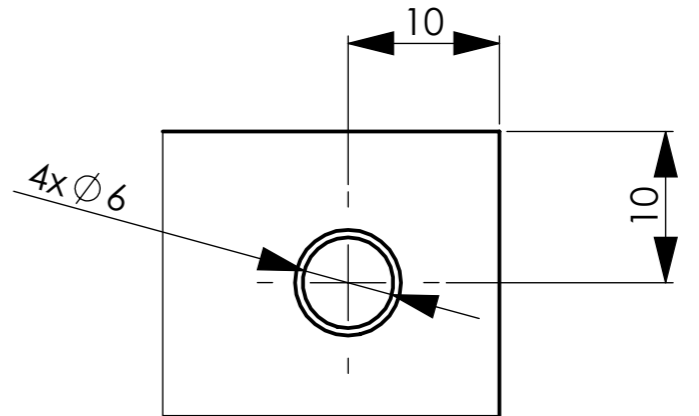


POZ. 11 - VELKÁ DESTIČKA SLOUŽÍ JAKO NÁHRADNÍ DÍL PRO VĚŠÍ NÁSTROJE.
 POZ. 09 - ZAJISTIT LEPIDLEM LOCTITE

Měřítko	1:1	Hmotnost (kg)	0,28	Promítání		Formát	A3
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil	Tomáš Pícha		Název			
	Datum	24.05.2018		Sestava Prizma s nástrojem			
KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ	Schválil			Číslo dokumentu			
	Datum			DP - V1.0 - 00_03 (Sestava Prizma s nástrojem)			
Druh dokumentu				VÝKRES SESTAVY			
							List 1 Listů 1



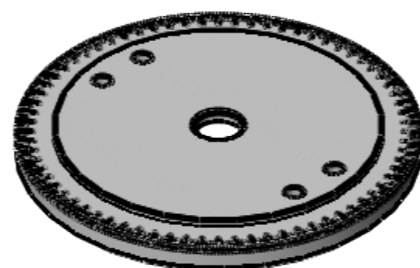
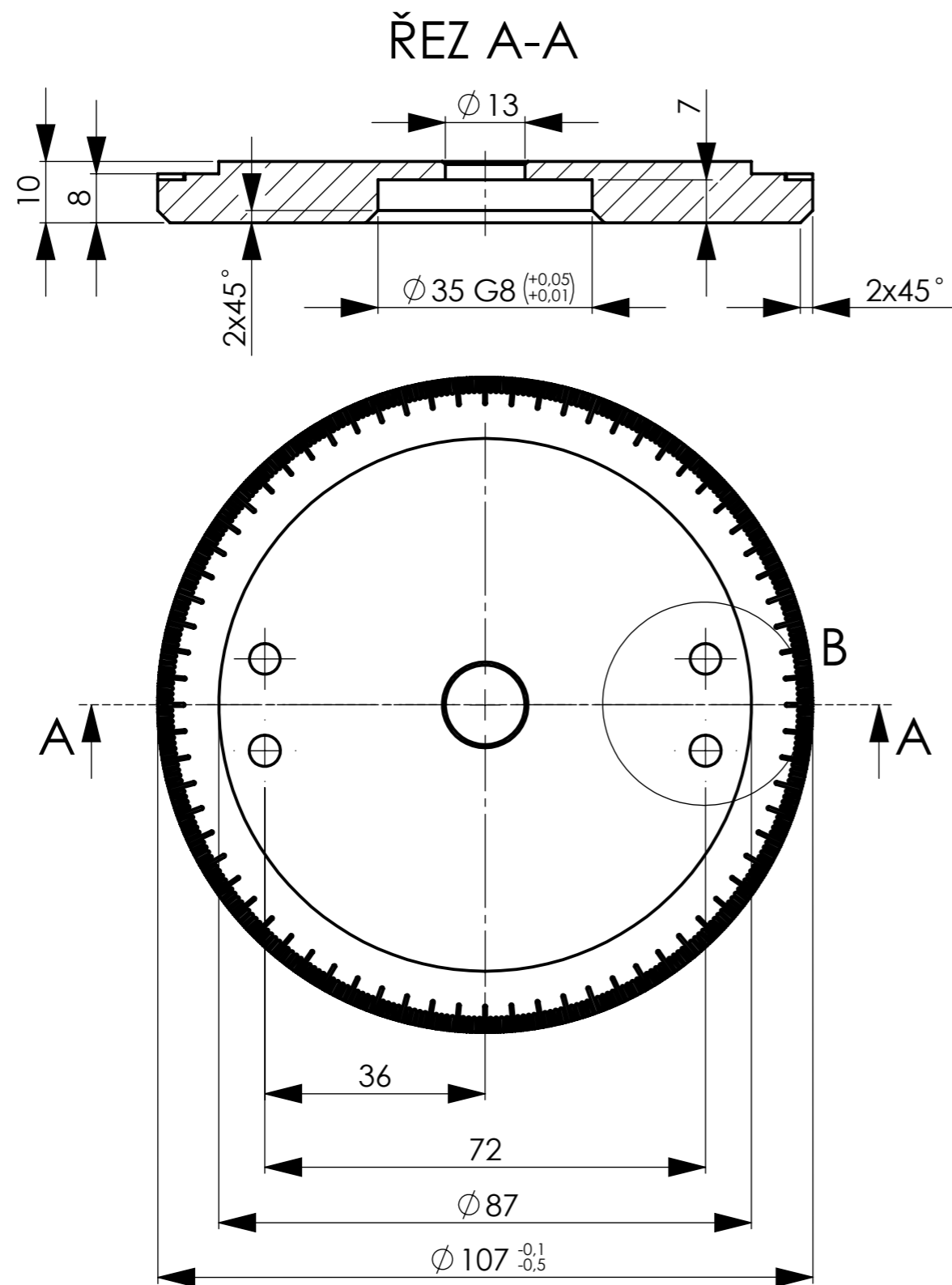
DETAIL B
 MĚŘÍTKO 2 : 1



DETAIL C
 MĚŘÍTKO 2 : 1

Pozor - upnot pro vrtání skrz.
 Rysku pro určování polohy vyrobit na popisovacím laseru.
 Nekótované sražení 0.5x45°.

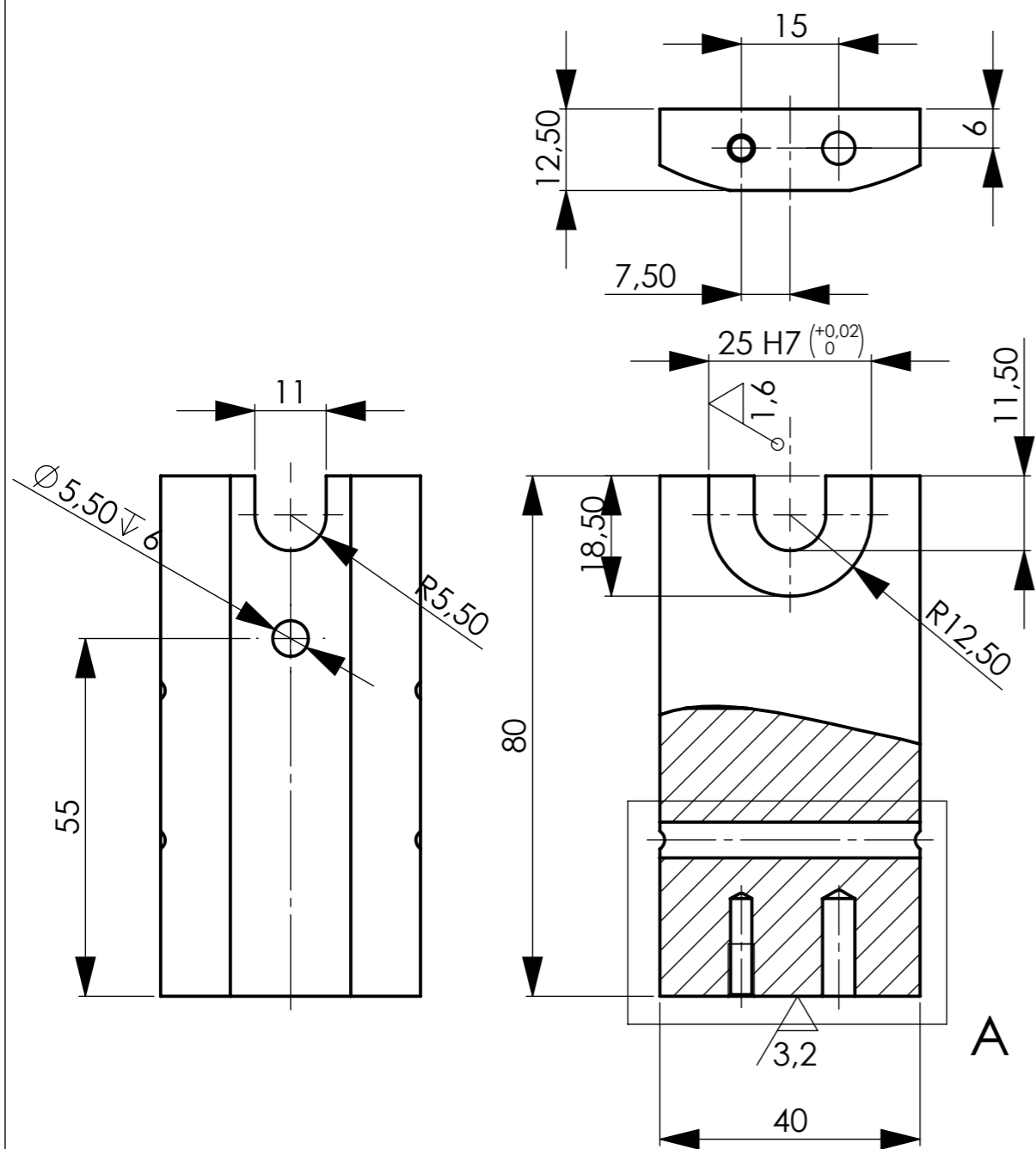
Textura povrchu $\sqrt{Ra 3,2}$ (✓)	Hrany ISO 13715 -0,4 / +0,4	Měřítko 1:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 1184.37 g	Tolerování ISO 8015
Materiál - Polotovár 14 220 (1.7131,16MnCr5)	4HR 130-20 ČSN 42 5520		Promítání \varnothing
			Formát A3
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil: Tomáš Pícha	Název SPODNÍ DESKA	
	Datum: 24.05.2018		
 KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ	Schválil	Číslo dokumentu DP - V1.0 - 02 (Spodní deska přípravku)	
	Datum		
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		



Stupnice bude vyrobena na popisovacím laseru.

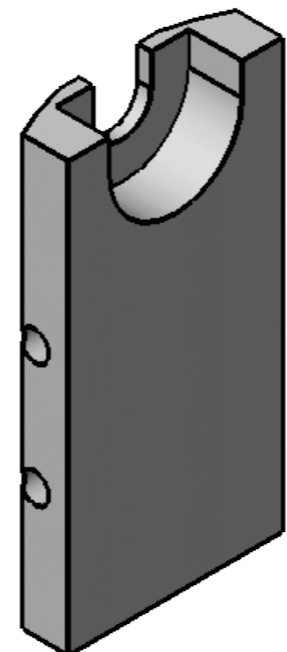
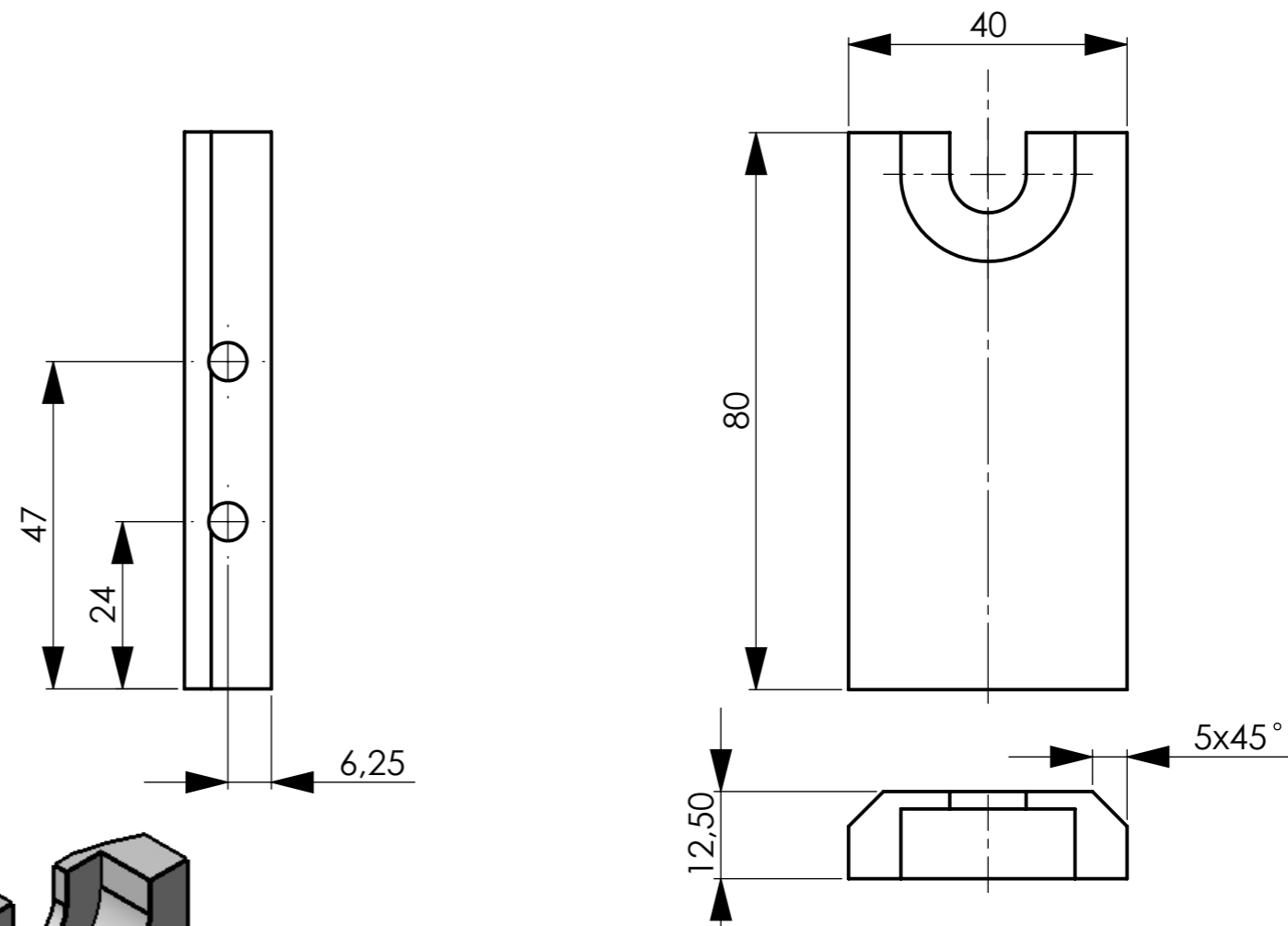
Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 1:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 578.63 g	Tolerování ISO 8015
Materiál - Polotovar 12 050 (1.0503, C 45)		KR 115-15 ČSN 42 5510	Formát A3
KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ	Kreslil: Tomáš Pícha Datum: 24.05.2018 Schválil: Datum:	Název VRCHNÍ DESKA	
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	Číslo dokumentu DP - V1.0 - 03 (Vrchní deska přípravku)	

VARIANTA 1



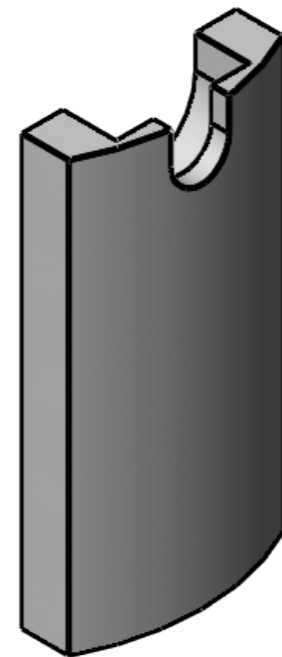
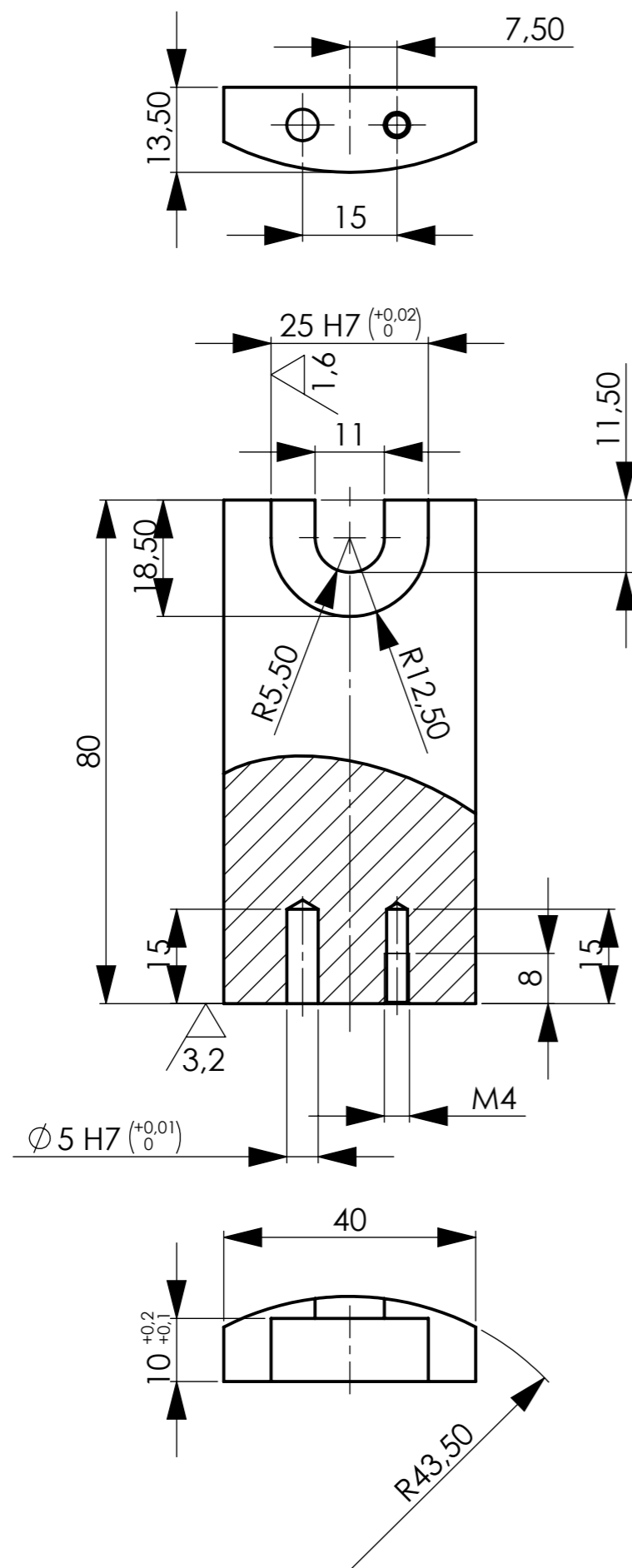
VARIANTA 2

Změna hlavních rozměrů. Zbylé tvary jsou totožné jako u VARIANTY 1



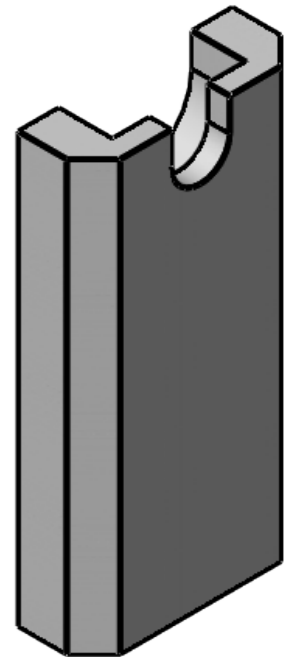
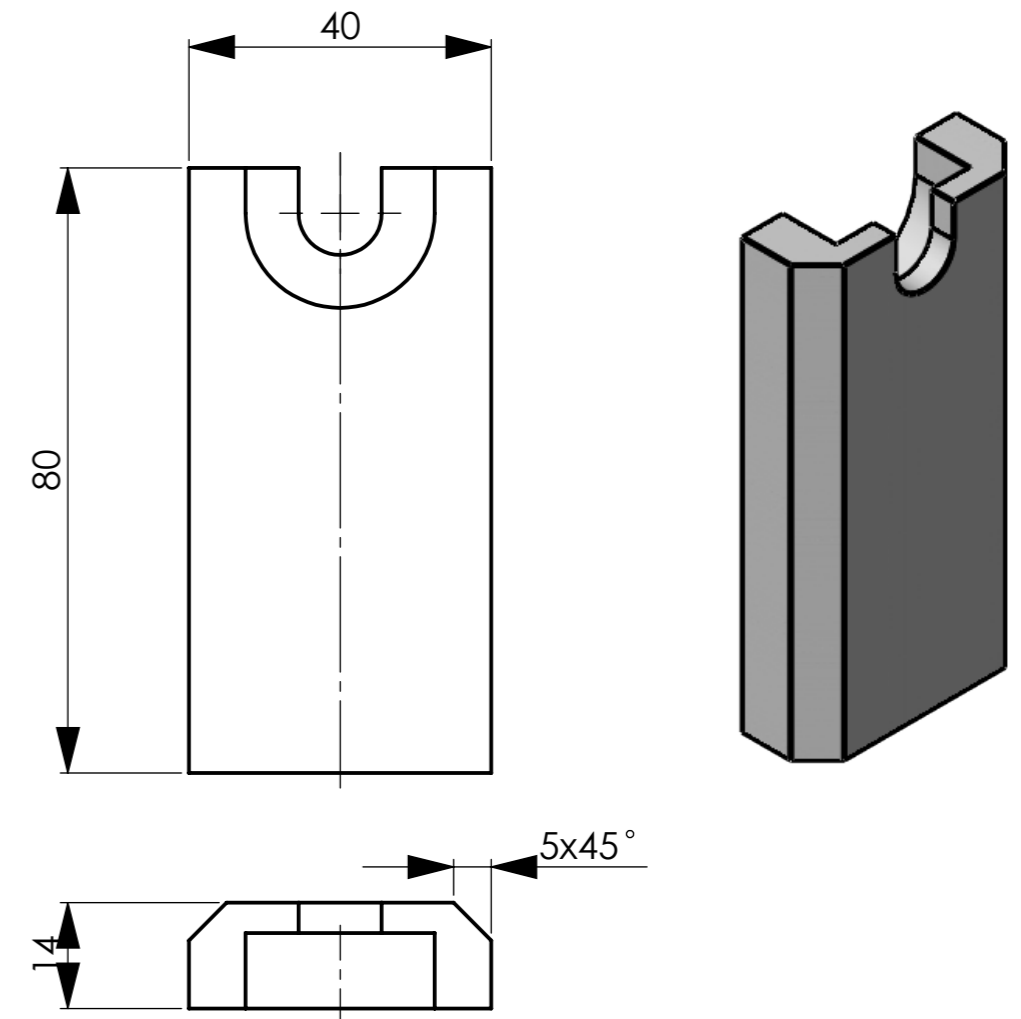
Textura povrchu $\nabla Ra 6,3$ (✓)	Hrany ISO 13715 -0,4 / +0,4	Měřítko 1:1	Přesnost ISO 2768 - mK
Materiál - Polotovár 12 050 (1.0503, C 45)	PLO 40x20-85 ČSN 42 5522	Hmotnost (kg) 237.17 g	Tolerování ISO 8015
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil: Tomáš Pícha Datum: 24.05.2018	Formát A3	
KTO KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ	Schválil Datum Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	Název LEVÁ VIDLICE Číslo dokumentu DP - V1.0 - 04_1 (Levá vidlice)	

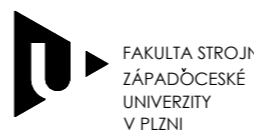

VARIANTA 1

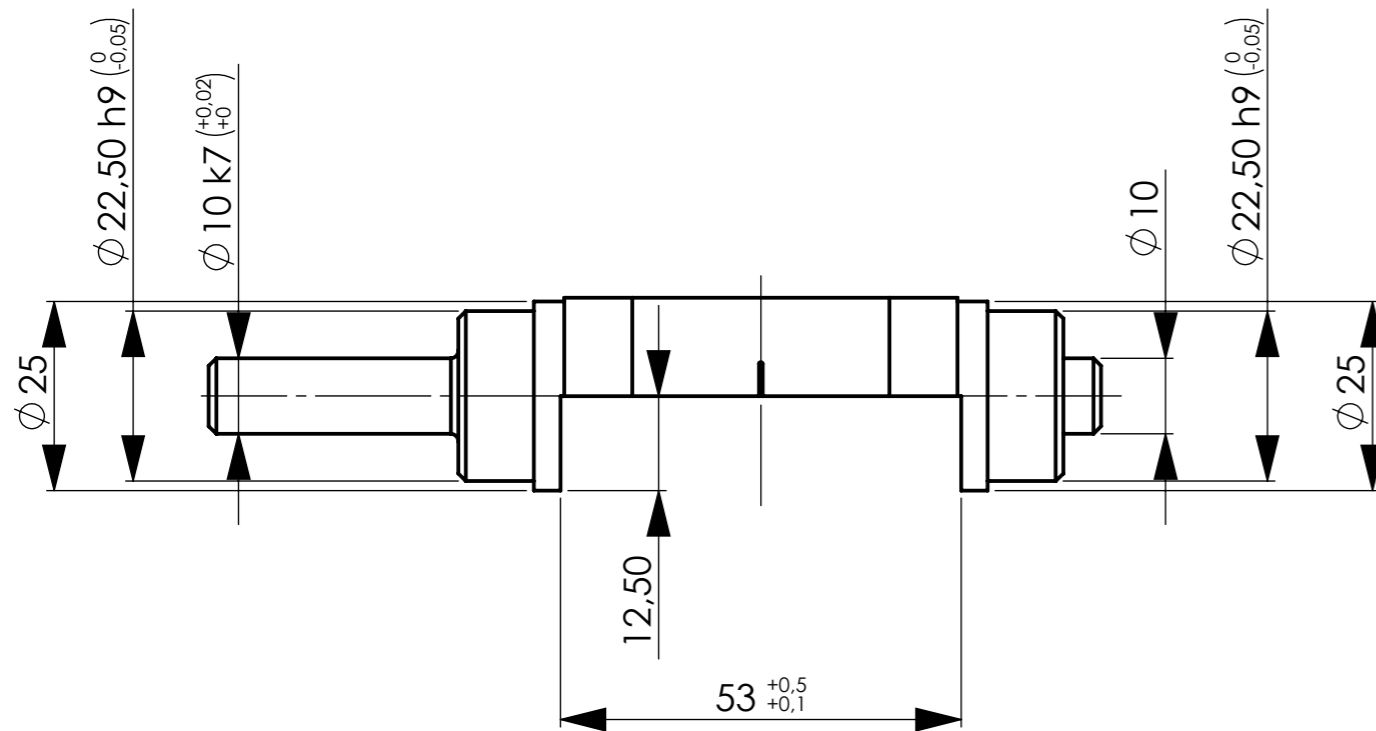
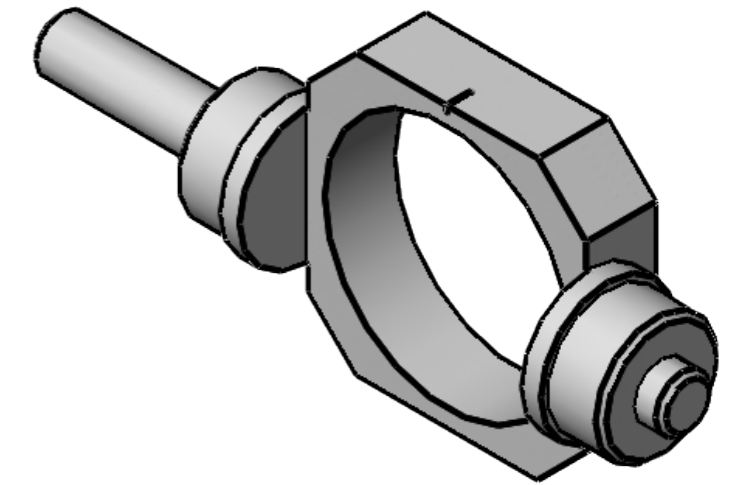
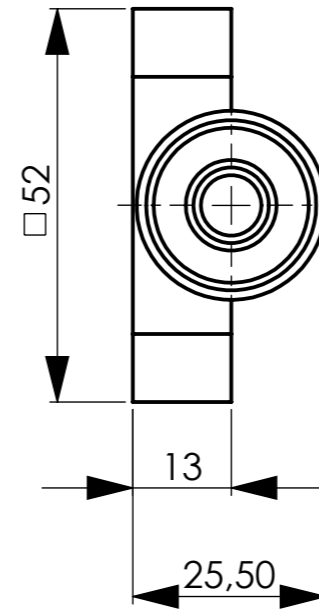
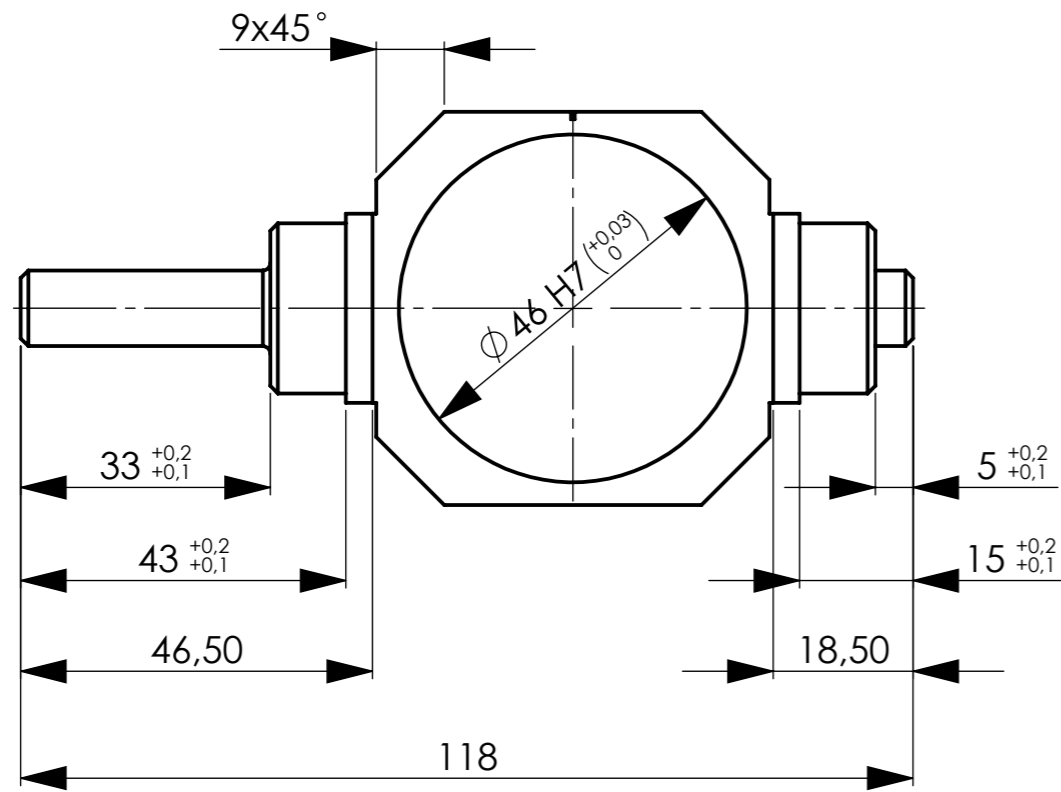


VARIANTA 2

Změna hlavních rozměrů. Zbylé tvary jsou totožné jako u VARIANTY 1

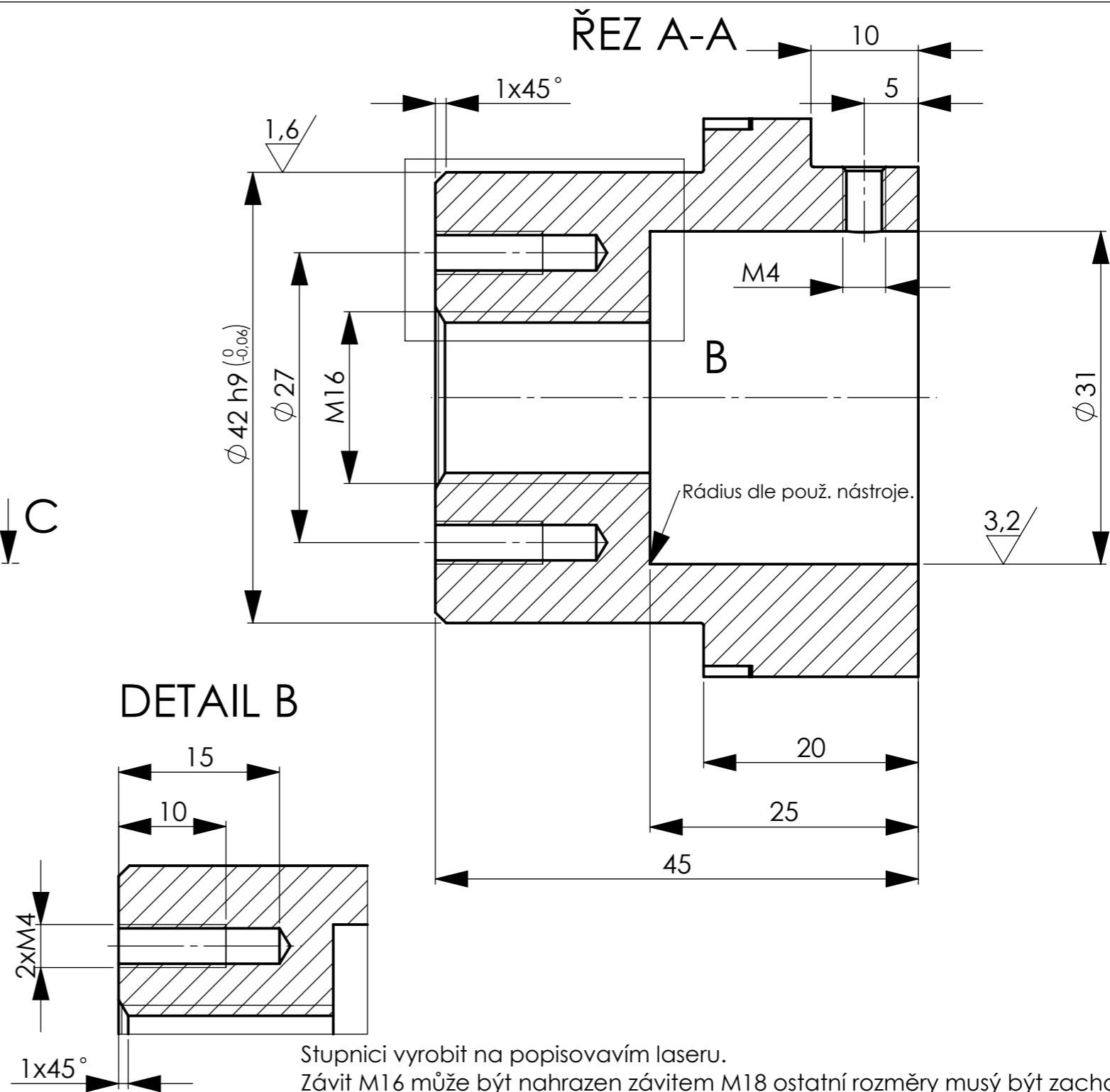
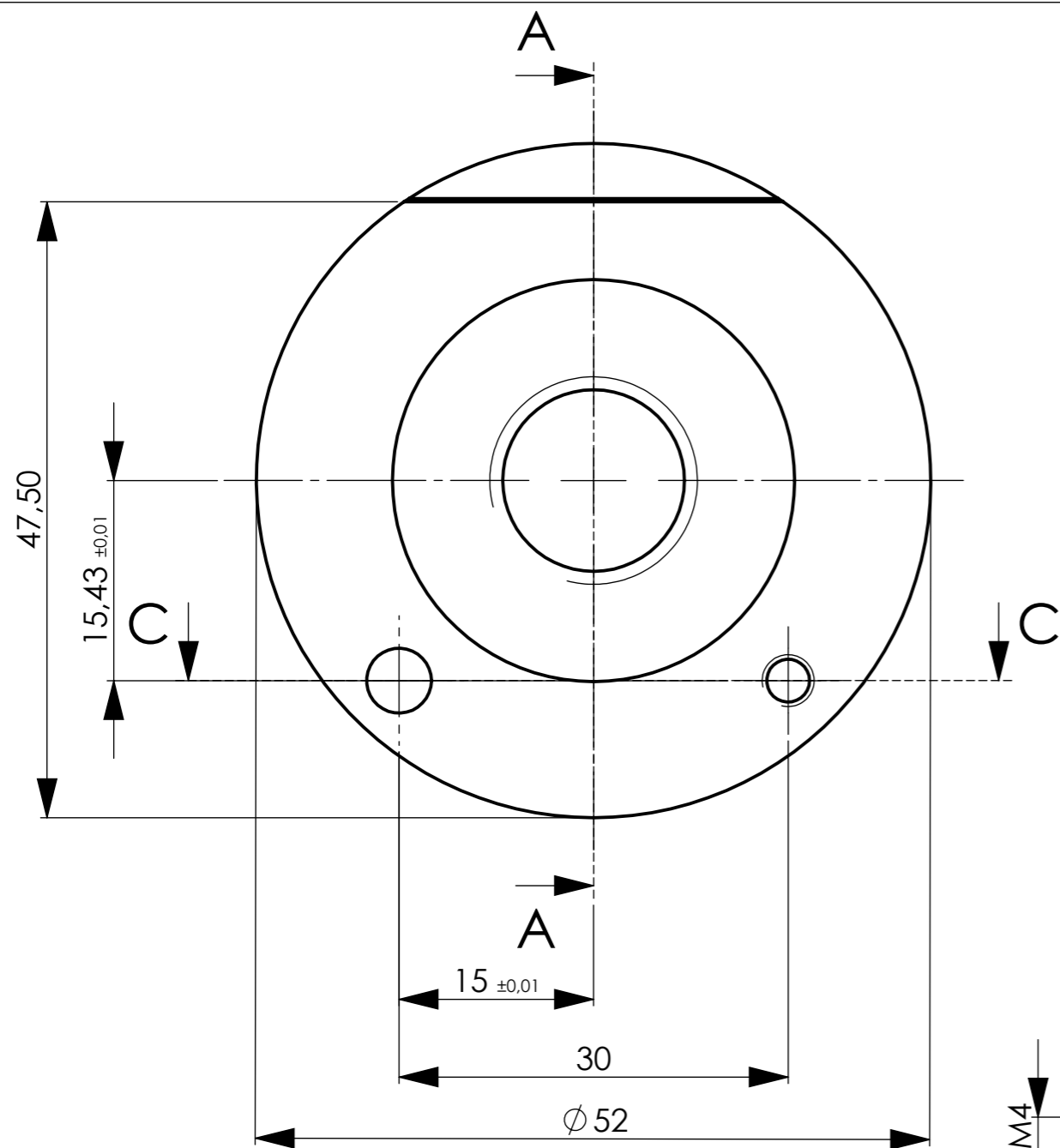


Textura povrchu $Ra 6,3$ (✓)	Hrany ISO 13715 -0,4 / +0,4	Měřítko 1:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 260.14 g	Tolerování ISO 8015
			Promítání \varnothing
Materiál - Polotovár 12 050 (1.0503, C 45)	PLO 40x20-85 ČSN 42 5522		Formát A3
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil: Tomáš Pícha	Název PRAVÁ VIDLICE	
	Datum: 24.05.2018	Číslo dokumentu	
 KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ	Schválil	DP - V1.0 - 04_2 (Pravá vidlice)	
	Datum	VÝROBNÍ VÝKRES	
	Druh dokumentu	List 1 List 1	

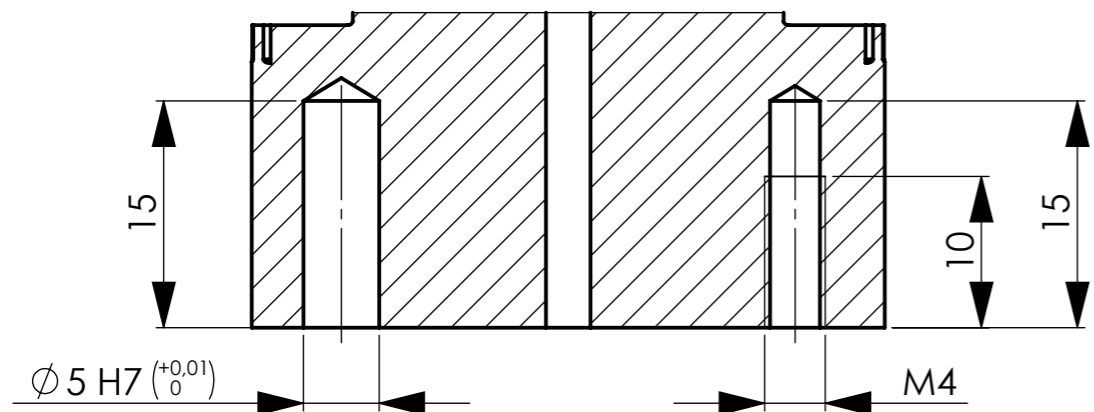


Nekótovaná strážení 1x45°.
Rysku pro určování polohy vyrobit na popisovacím laseru.

Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 1:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 202,54 g	Tolerování ISO 8015
Materiál - Polotovár 12 050 (1.0503, C 45) KR 65-123 ČSN 42 5510		Formát A3	
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil: Tomáš Pícha	Název OSA VRCHNÍ DESKY	
	Datum: 24.05.2018	Číslo dokumentu DP - V1.0 - 05 (Osa vrchní desky pro naklápeň)	
 KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ	Schválil	List 1 List 1	
	Datum	VÝROBNÍ VÝKRES	

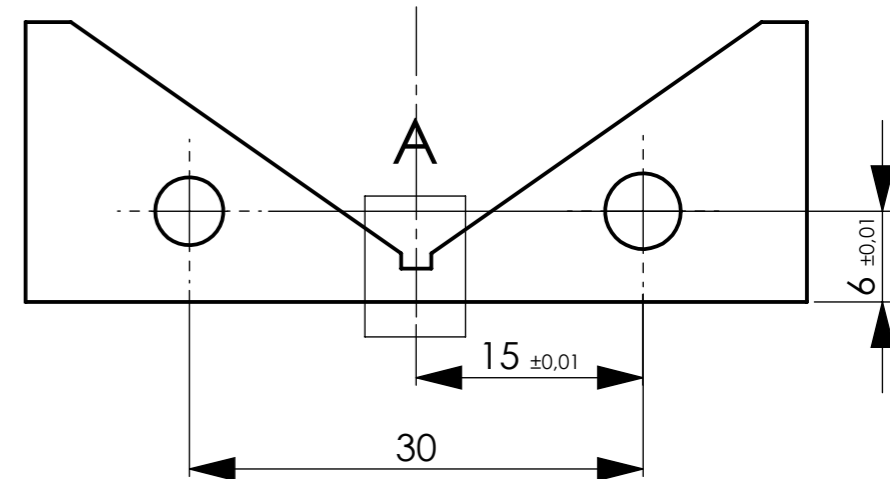
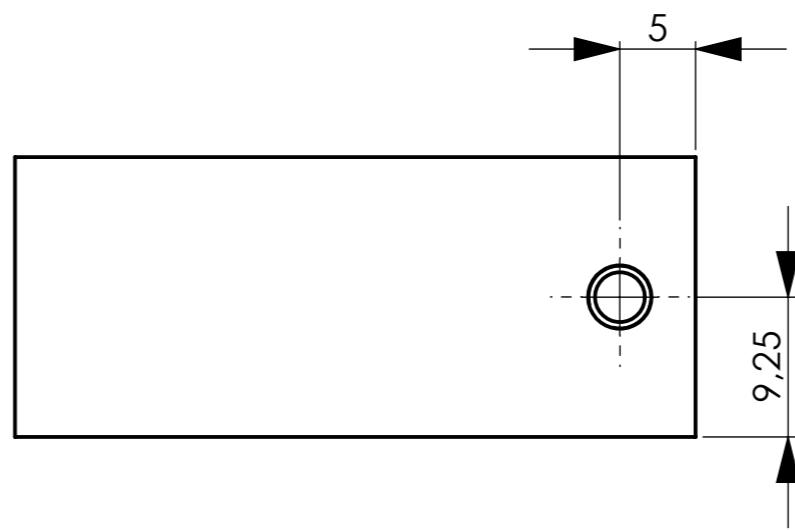
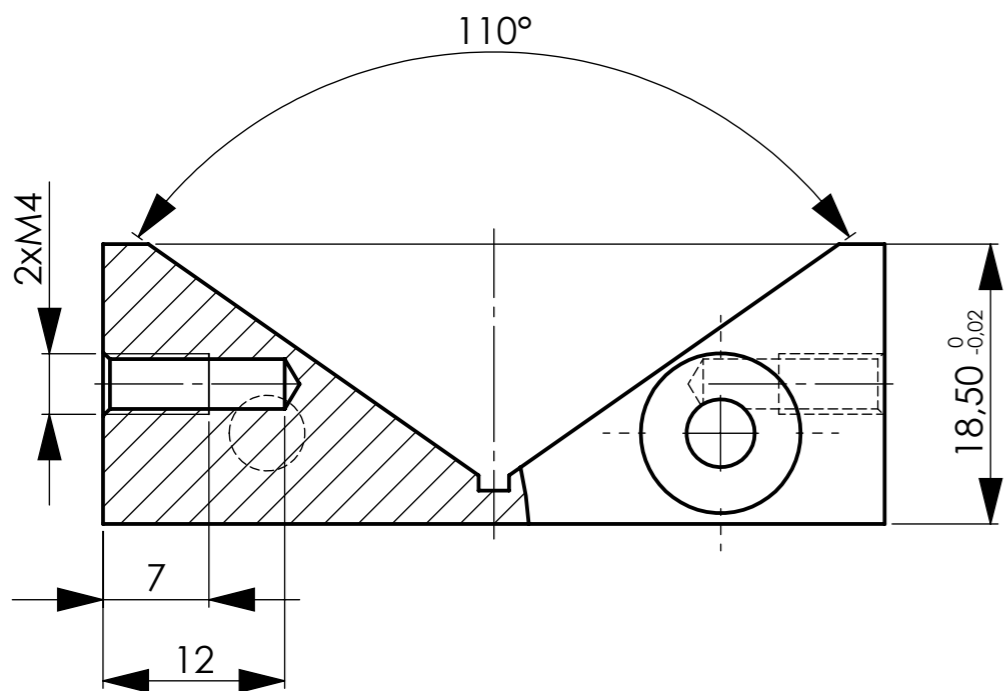


ŘEZ C-C

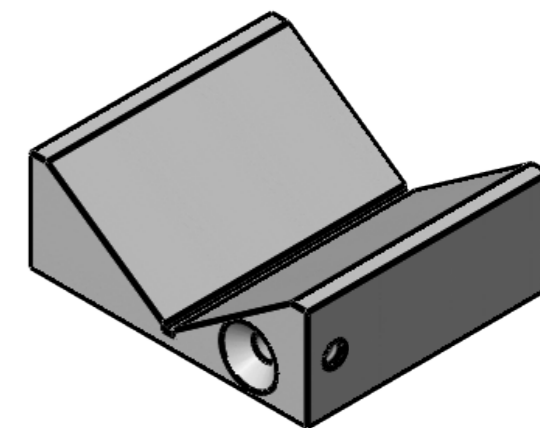
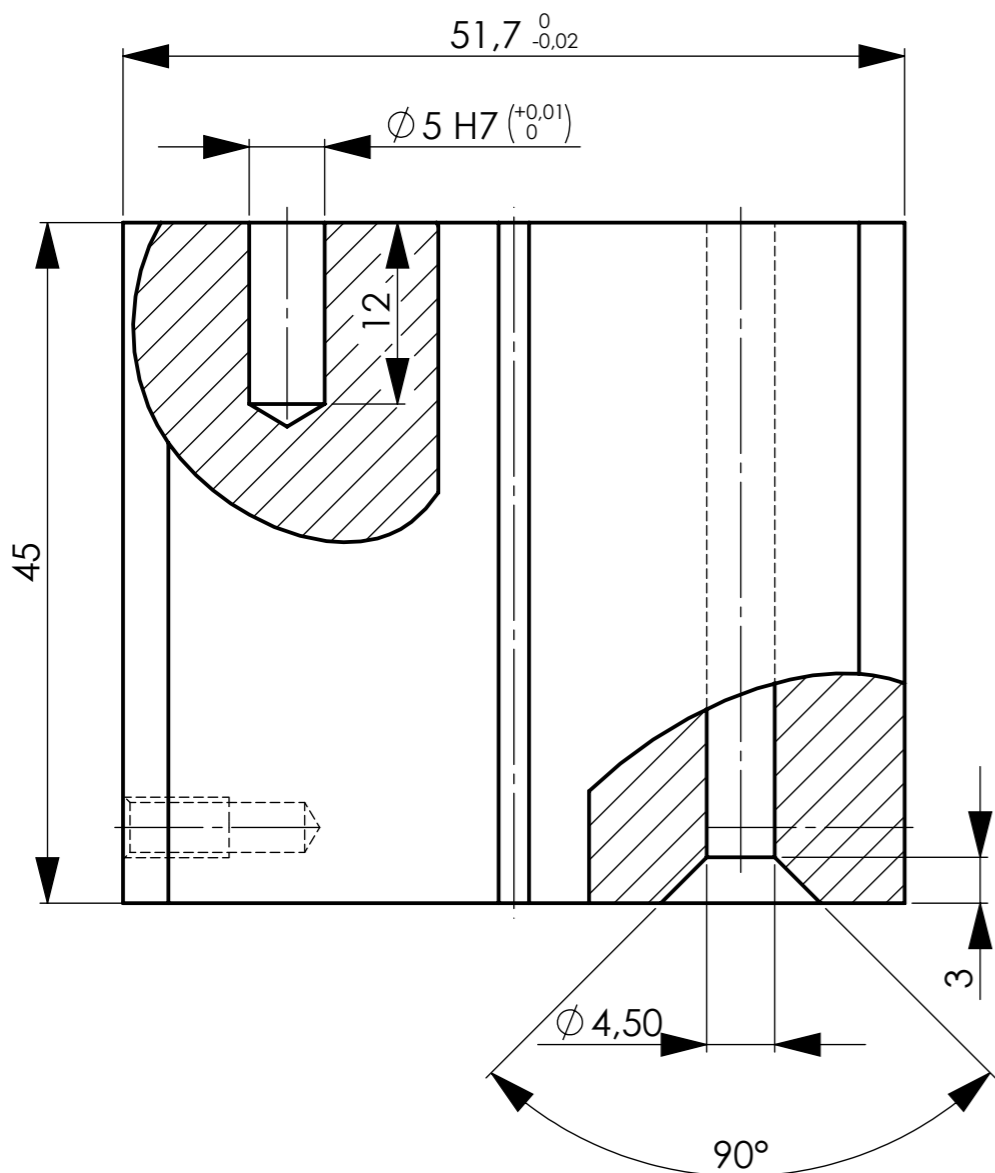
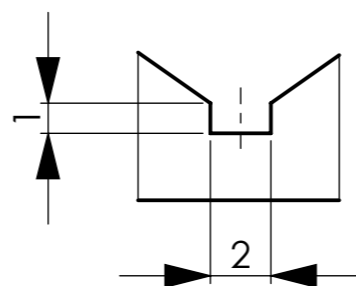


Stupnici vyrobit na popisovacím laseru.
 Závít M16 může být nahrazen závitem M18 ostatní rozměry musí být zachovány

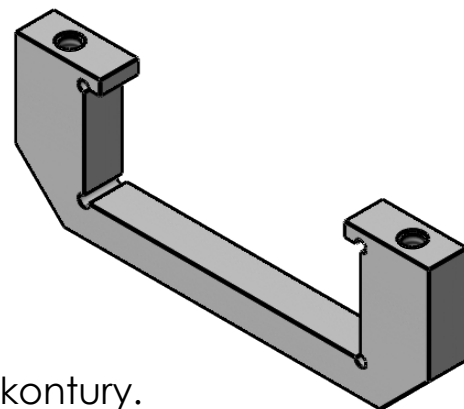
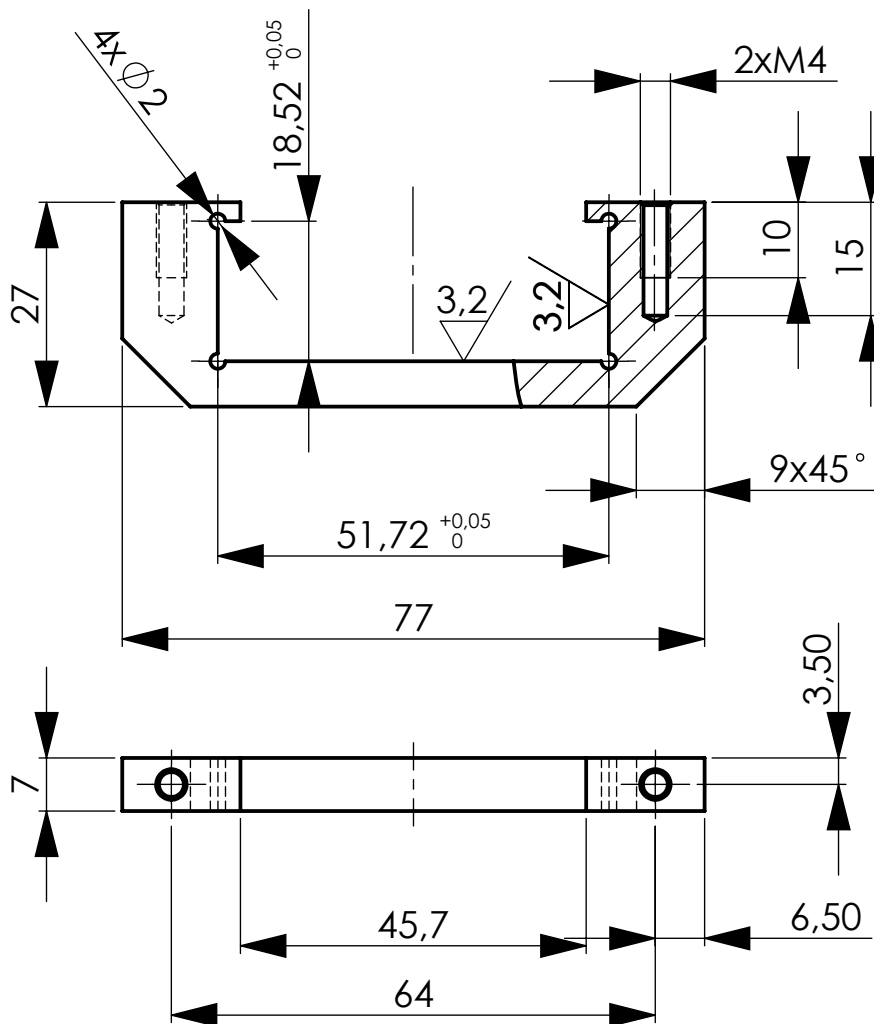
Textura povrchu $\sqrt{Ra\ 6,3}$	Hrany ISO 13715 -0,4 / +0,4	Měřítko 2:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 414.71 g	Tolerování ISO 8015
Materiál - Polotovár 12 050 (1.0503, C 45)	KR 60-50 ČSN 42 5510	Formát A3	
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil: Tomáš Pícha	Název OSA OTOČNÉHO PRIZMA	
	Datum: 24.05.2018	Číslo dokumentu DP - V1.0 - 06_1 (Osa pro Prizma k natáčení)	
 KTO KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ	Schválil		
	Datum	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	



DETAIL A
MĚŘÍTKO 4:1



Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 2:1	Přesnost ISO 2768 - mK
Materiál - Polotovar 12 050 (1.0503, C 45)	KR 60x25-50 ČSN 42 5510	Hmotnost (kg) 197.03 g	Tolerování ISO 8015
Kreslil: Tomáš Pícha Datum: 24.05.2018	Schválil: Datum:	Název PRIZMA	
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	Číslo dokumentu DP - V1.0 - 06_2 (Prizma)	
KTO KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ	Formát A3		

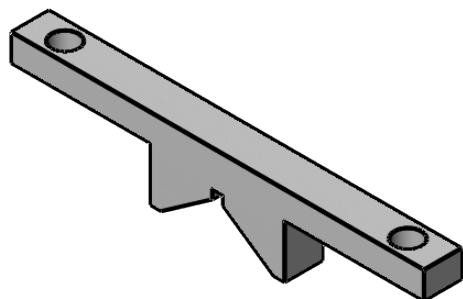
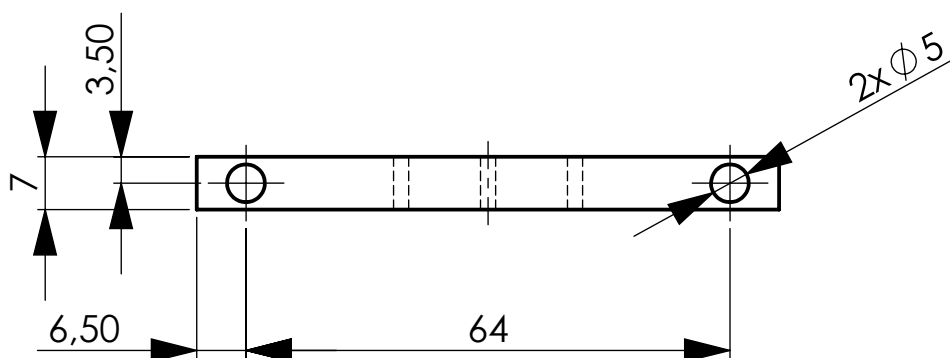
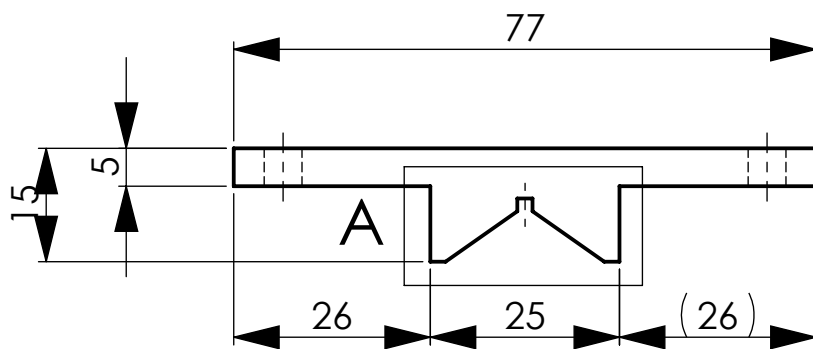


Díry průměru 2 mm vrtat před frézováním vnitřní kontury.

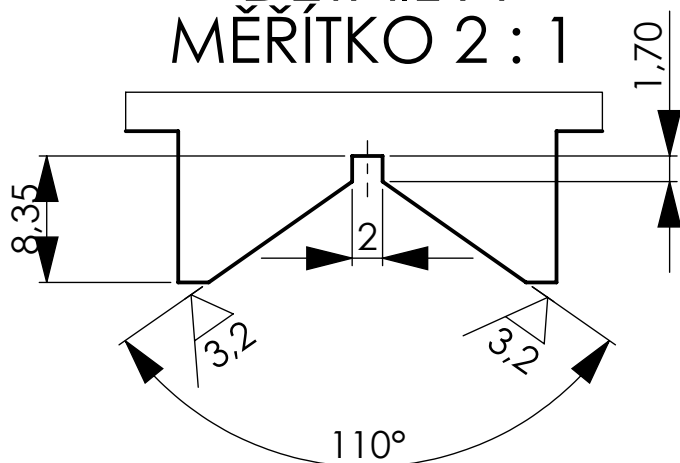
Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 1:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 48.06 g	Tolerování ISO 8015
			Promítání

Materiál - Polotovár 12 050 (1.0503, C 45)	PLO 80x30-15 ČSN 42 5522	Formát A4
---	--------------------------	---------------------

	Kreslil: Tomáš Pícha Datum: 24.05.2018	Název NÁSADA NA PRIZMA
	Schválil Datum	Číslo dokumentu DP - V1.0 - 07 (Nasada na otočné prizma)
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	



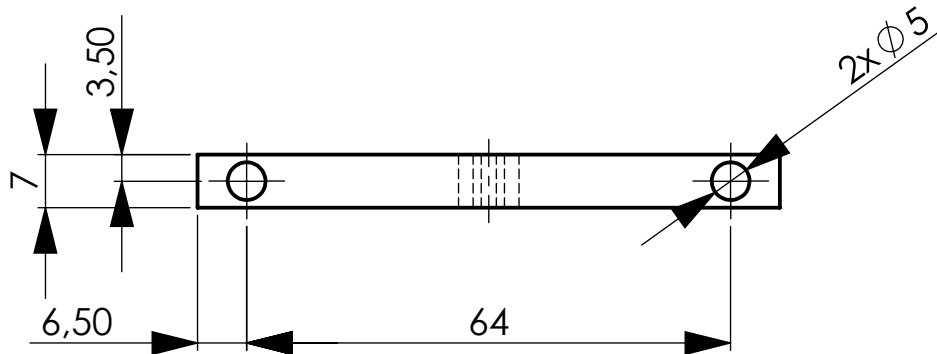
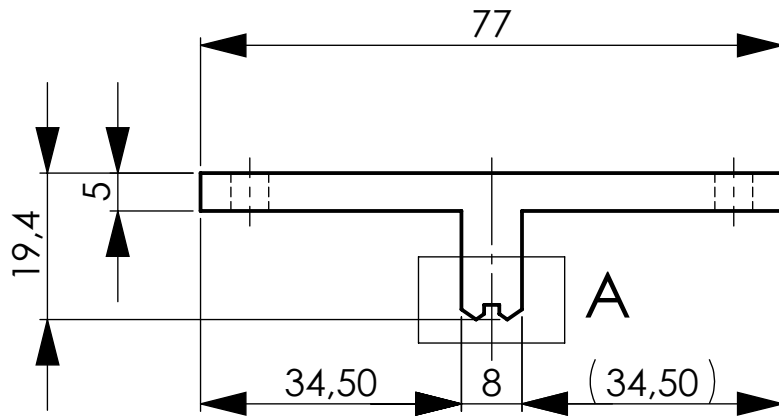
DETAIL A
MĚŘÍTKO 2 : 1



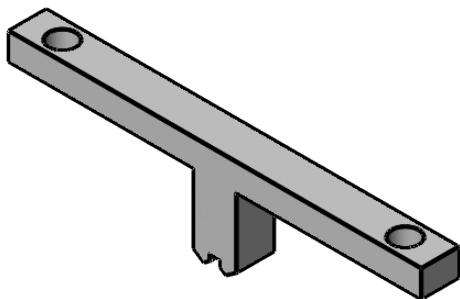
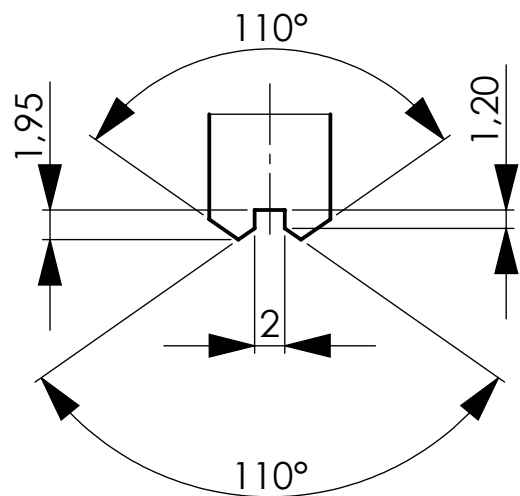
Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko	Přesnost
		1:1	ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg)	Tolerování
		28.78 g	ISO 8015
		Promítání	

Materiál - Polotovár	PLO 80x20-10 ČSN 42 5522	Formát
12 050 (1.0503, C 45)		A4

	Kreslil: Tomáš Pícha	Název VELKÁ DESTIČKA PRO UPNUTÍ
	Datum: 24.05.2018	
	Schválil	Číslo dokumentu DP - V1.0 - 08_1 (Velká destička pro upnutí)
	Datum	
Druh dokumentu		
VÝROBNÍ VÝKRES		



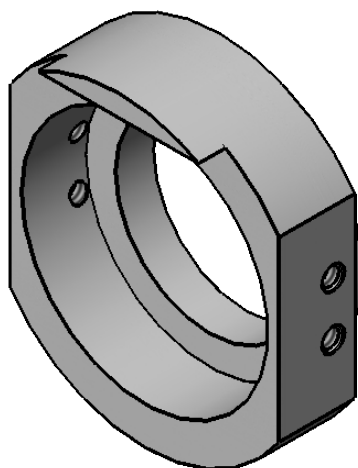
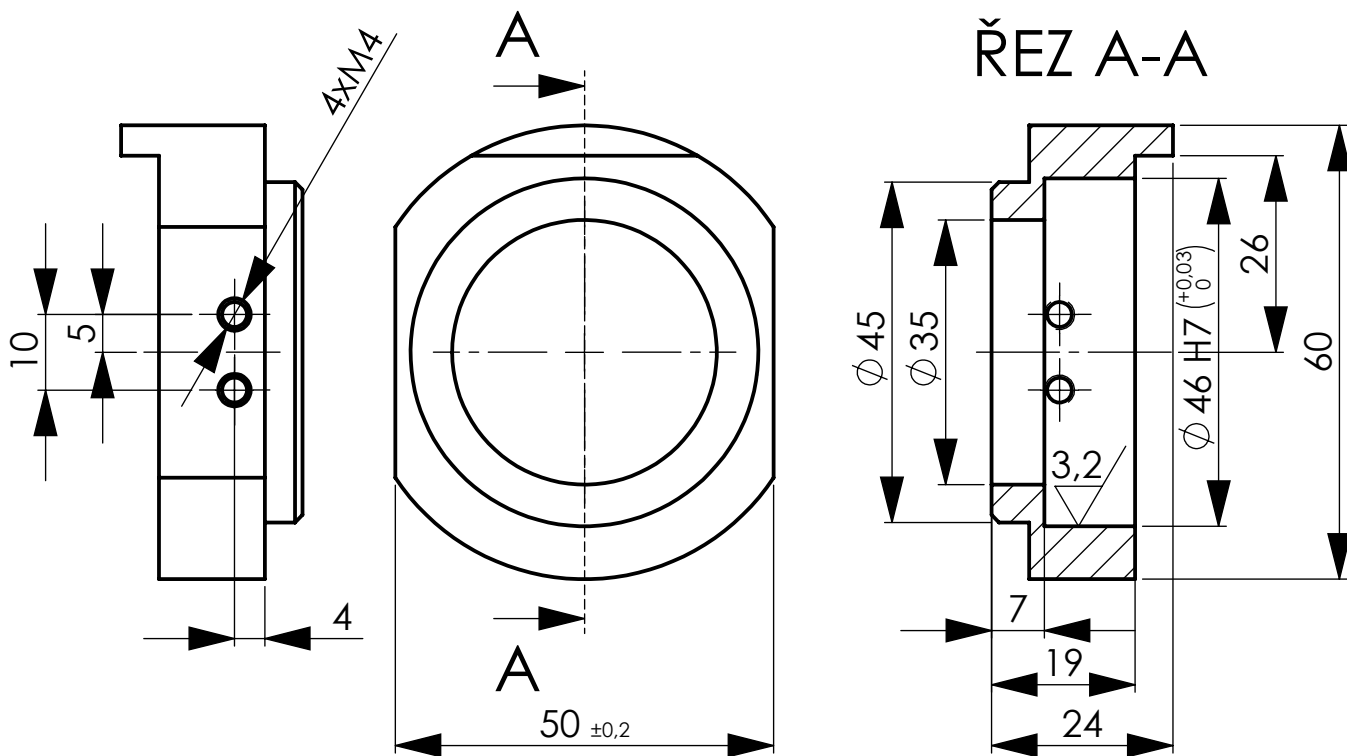
DETAIL A MĚŘITKO 2 : 1



Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko	Přesnost
		1:1	ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg)	Tolerování
		25.36 g	ISO 8015
			Promítání

Materiál - Polotovár	PLO 80x25-10 ČSN 42 5522	Formát
12 050 (1.0503, C 45)		A4

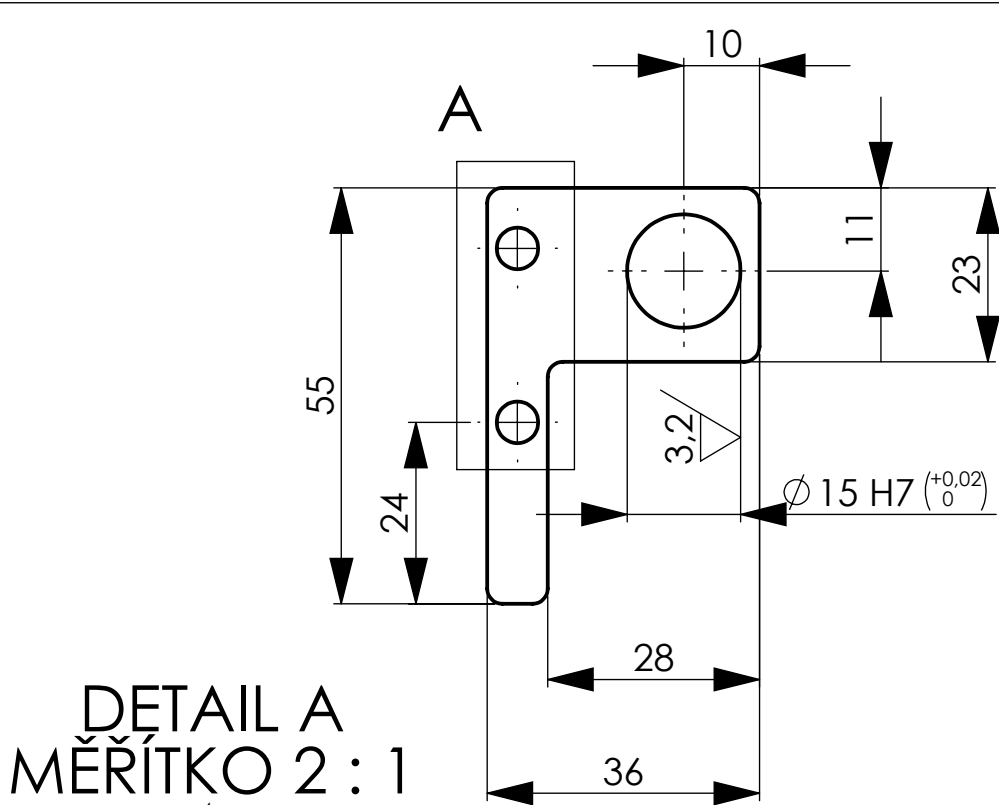
	Kreslil: Tomáš Pícha	Název MALÁ DESTIČKA PRO UPNUTÍ
	Datum: 24.05.2018	
	Schválil	Číslo dokumentu DP - V1.0 - 08_2 (Malá destička pro upnutí)
	Datum	
Druh dokumentu		
VÝROBNÍ VÝKRES		



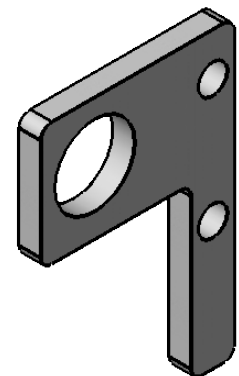
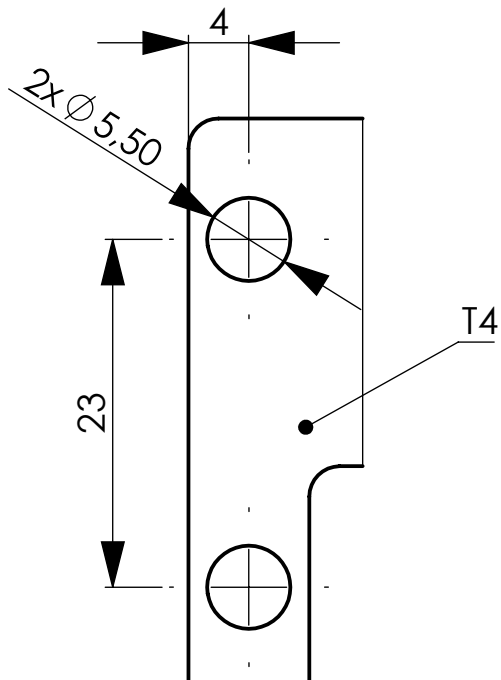
Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 1:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 140.00 g	Tolerování ISO 8015
			Promítání

Materiál - Polotovár 12 050 (1.0503, C 45)	KR 65-30 ČSN 42 5510	Formát A4
---	----------------------	---------------------

FAKULTA STROJNÍ ZÁPADČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil: Tomáš Pícha Datum: 24.05.2018	Název DISTANČNÍ KROUŽEK
	Schválil Datum	
	KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES

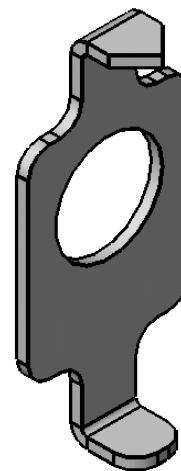
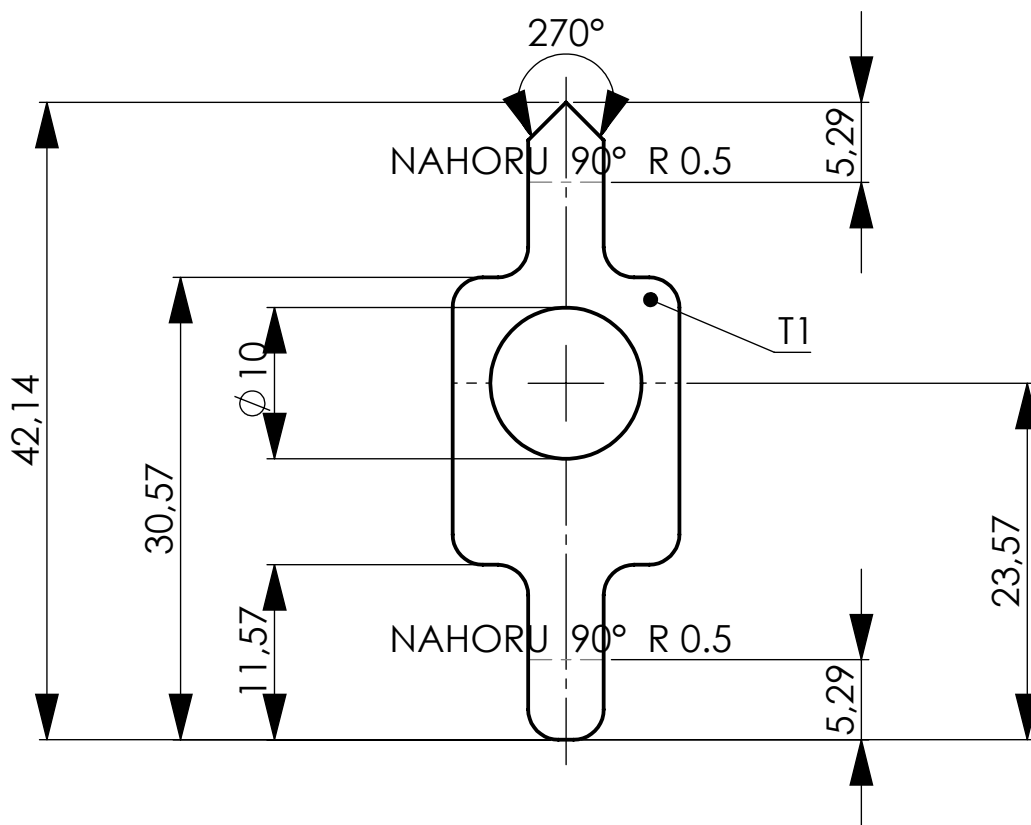


DETAIL A
MĚŘÍTKO 2 : 1



NEKÓTOVANÉ RADIUSY R2.

Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 1:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 26.72 g	Tolerování ISO 8015
Materiál - Polotovár 11 373 (1.0036, Ust 37-2)		VÝPALEK	Promítání
Kreslil: Tomáš Pícha Datum: 24.05.2018 Schválil Datum Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		Název ÚCHYT ŠNEKU Z BOKU Číslo dokumentu DP - V1.0 - 11 (Úchyt šneku z boku)	
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI KTO KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ		Formát A4 List 1 Listů 1	

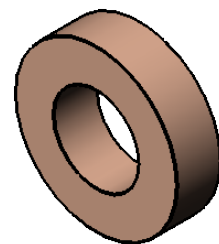
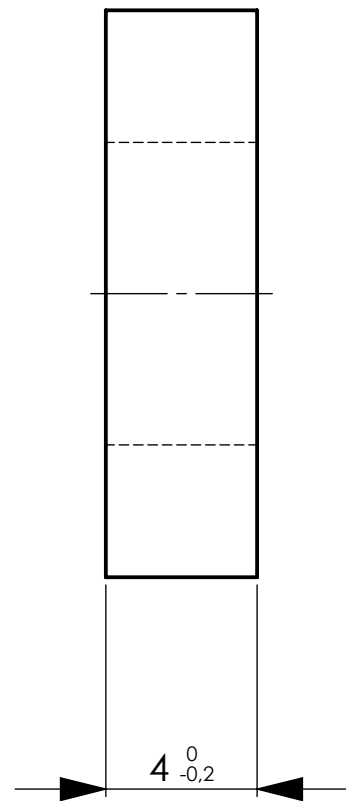
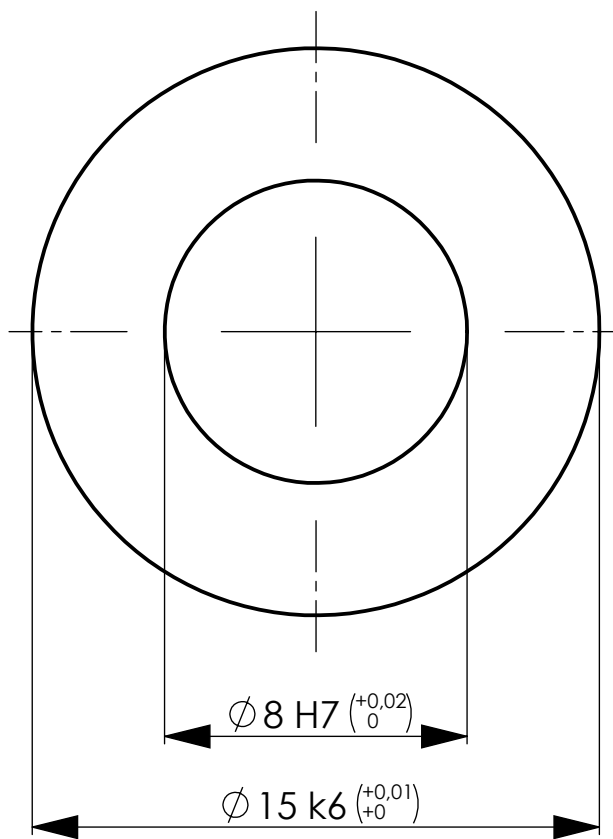


NEKÓTOVANÉ RÁDIUSY R2

Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 2:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 2.45 g	Tolerování ISO 8015
			Promítání

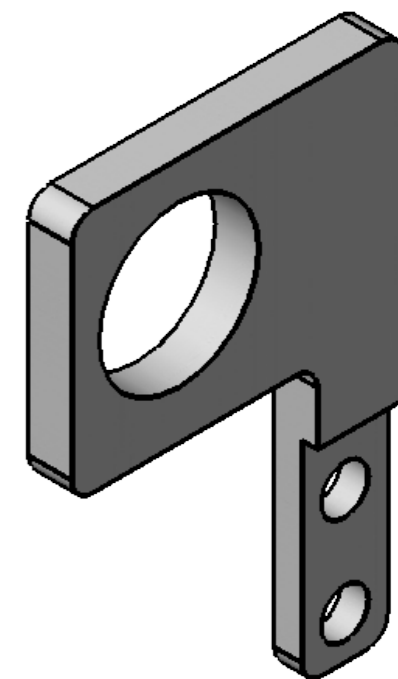
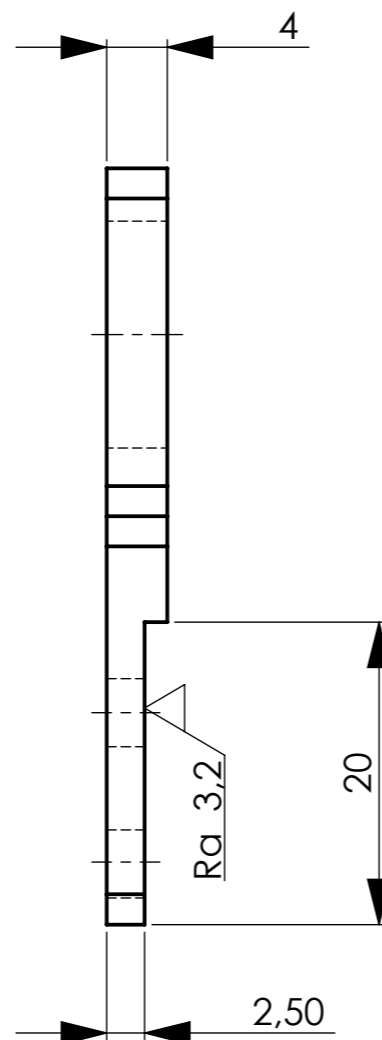
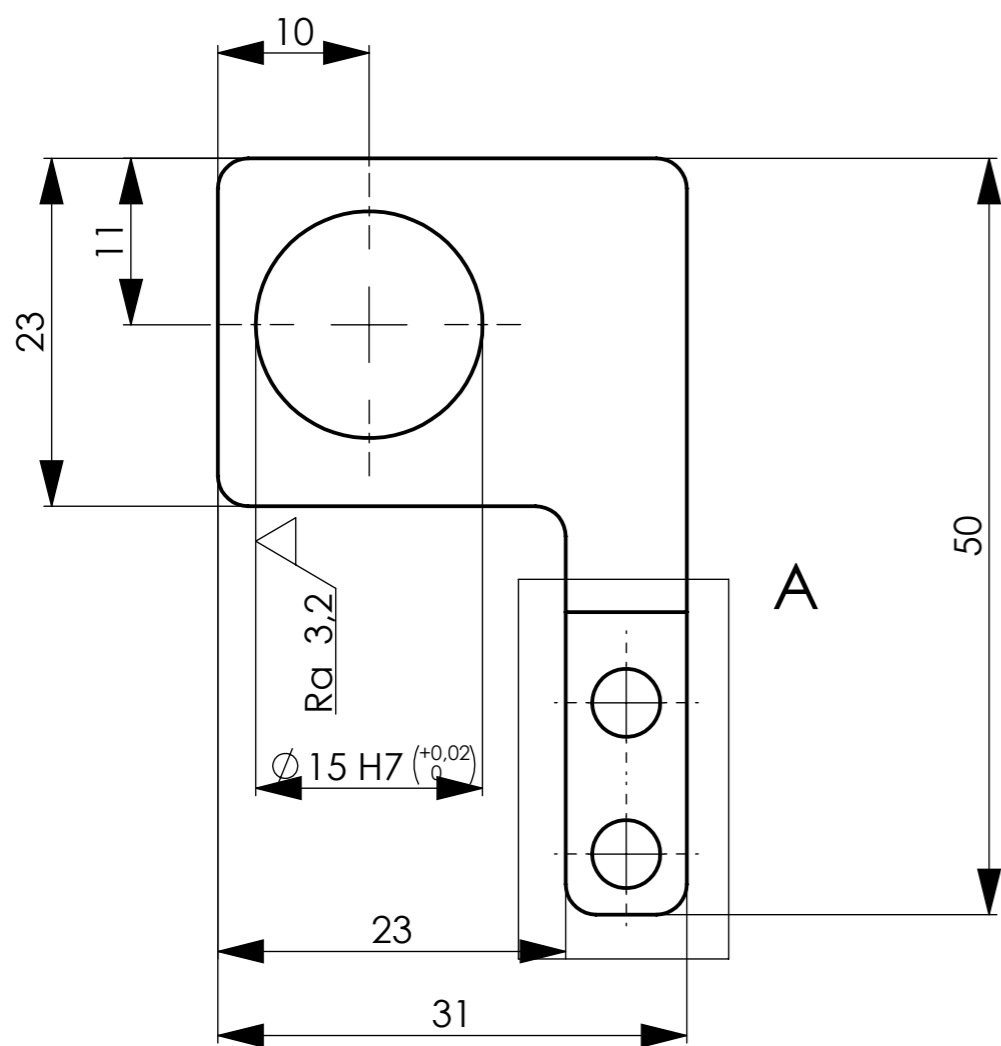
Materiál - Polotovár 11 373 (1.0036, Ust 37-2)	VÝPALEK	Formát A4
---	---------	---------------------

	Kreslil: Tomáš Pícha Datum: 24.05.2018	Název RYSKA PRO NAKLÁPĚNÍ
	Schválil Datum	Číslo dokumentu DP - V1.0 - 12 (Ryska pro naklápění)
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	List 1 Listů 1

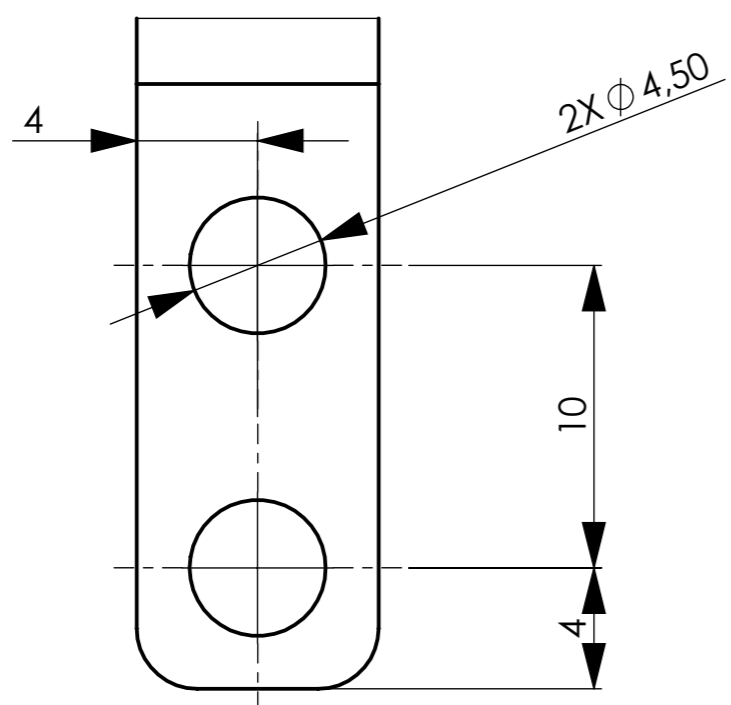


ALTERNATIVNÍ MATERIÁL POLYAMID

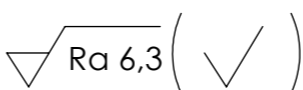
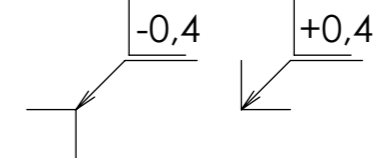
Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 5:1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 4.45 g	Tolerování ISO 8015
Materiál - Polotovár Obchodní bronz, UNS C22000 (90-10 bronz) KR 18-8 ČSN 42 8611		Promítání 	
Formát A4			
	Kreslil: Tomáš Pícha Datum: 24.05.2018	Název KLUZNÉ POUZDRO	
	Schválil Datum	Číslo dokumentu DP - V1.0 - 13 (Bronzové kluzné pouzdro pro úchyt osy šneka)	
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		

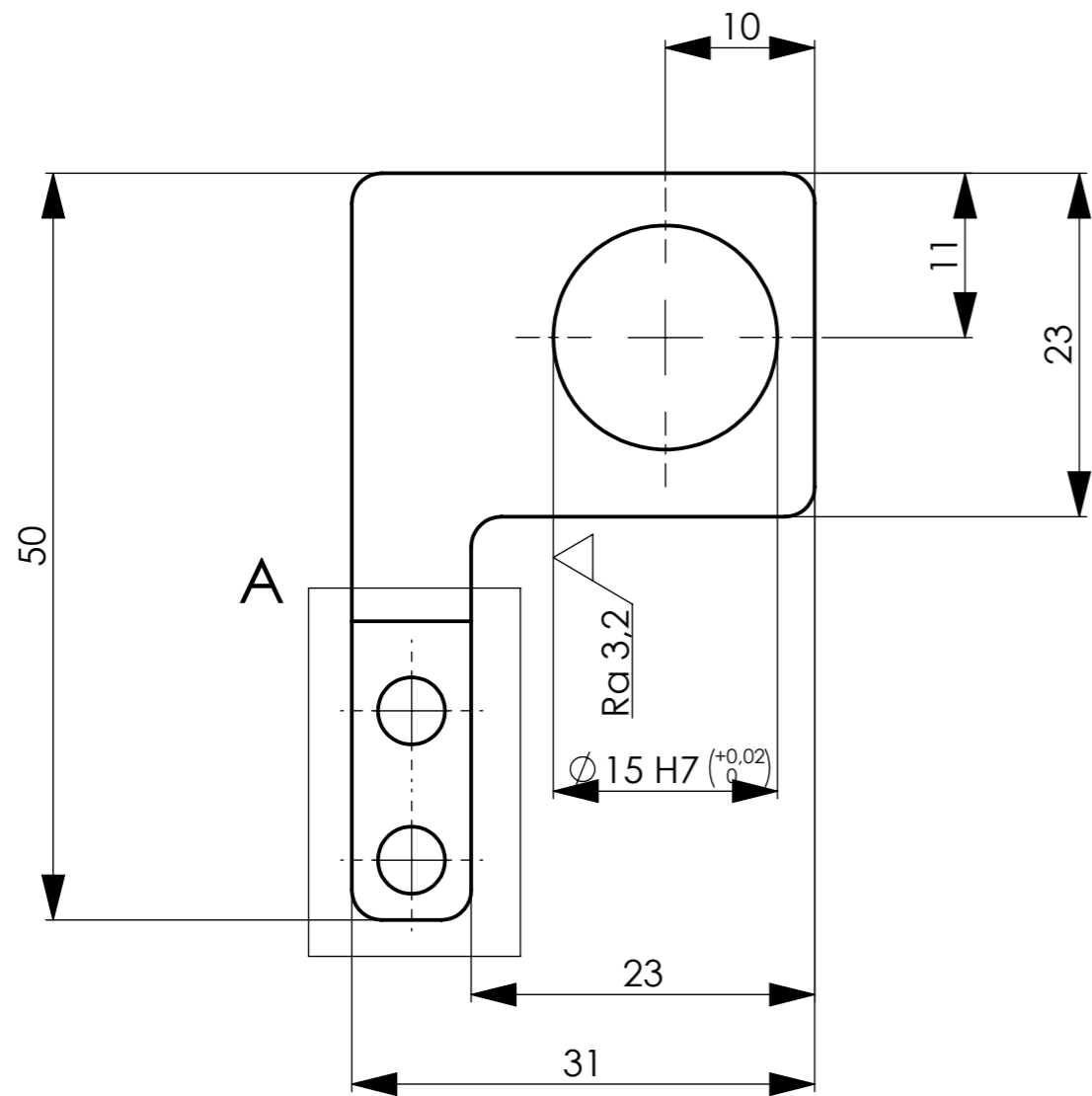


DETAIL A
MĚŘÍTKO 4 : 1

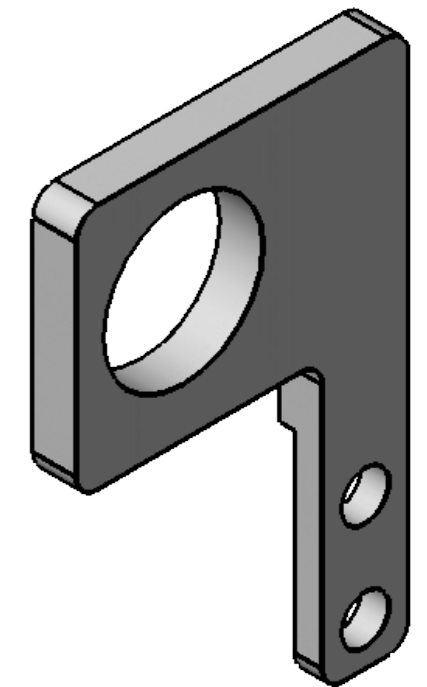
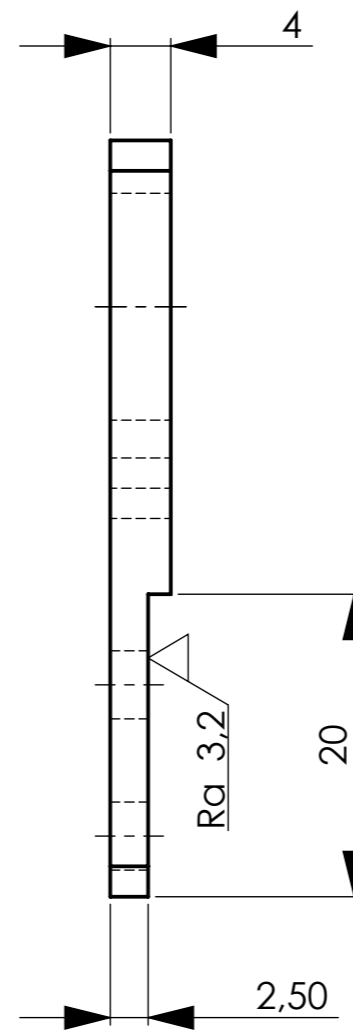
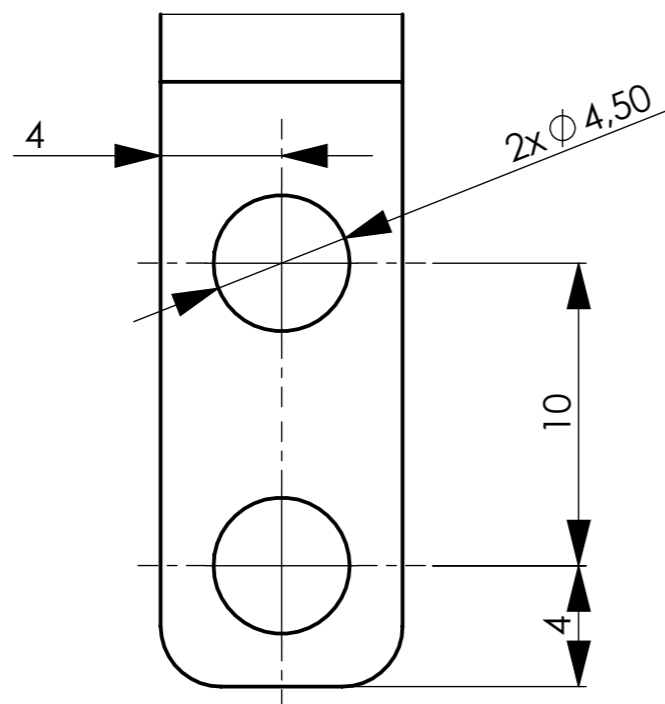


NEKÓTOVANÉ RÁDIUSY R2

Textura povrchu  Ra 6,3 (✓)	Hrany ISO 13715  -0,4 +0,4	Měřítko 2:1	Přesnost ISO 2768 - mK
Materiál - Polotovar 11 373 (1.0036, Ust 37-2)	VÝPALEK	Hmotnost (kg) 20.89 g	Tolerování ISO 8015
Formát A3	Název ÚCHYT ŠNEKU ZE ZADU ZLEVA		
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil: Tomáš Pícha Datum: 24.05.2018 Schválil Datum	Číslo dokumentu DP - V1.0 - 14_1 (Úchyt šneku ze zadu)	
KTO KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	List 1 List 1	

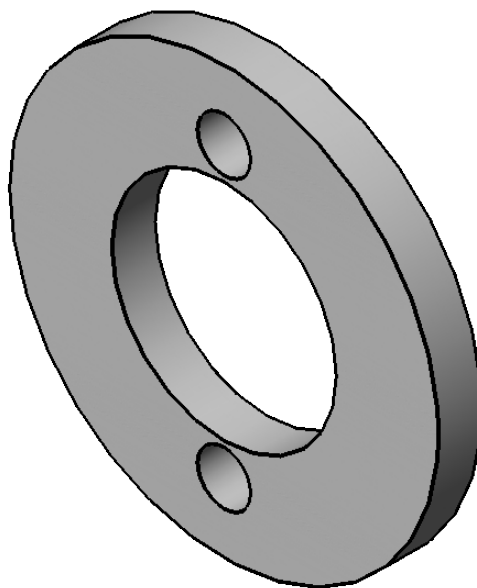
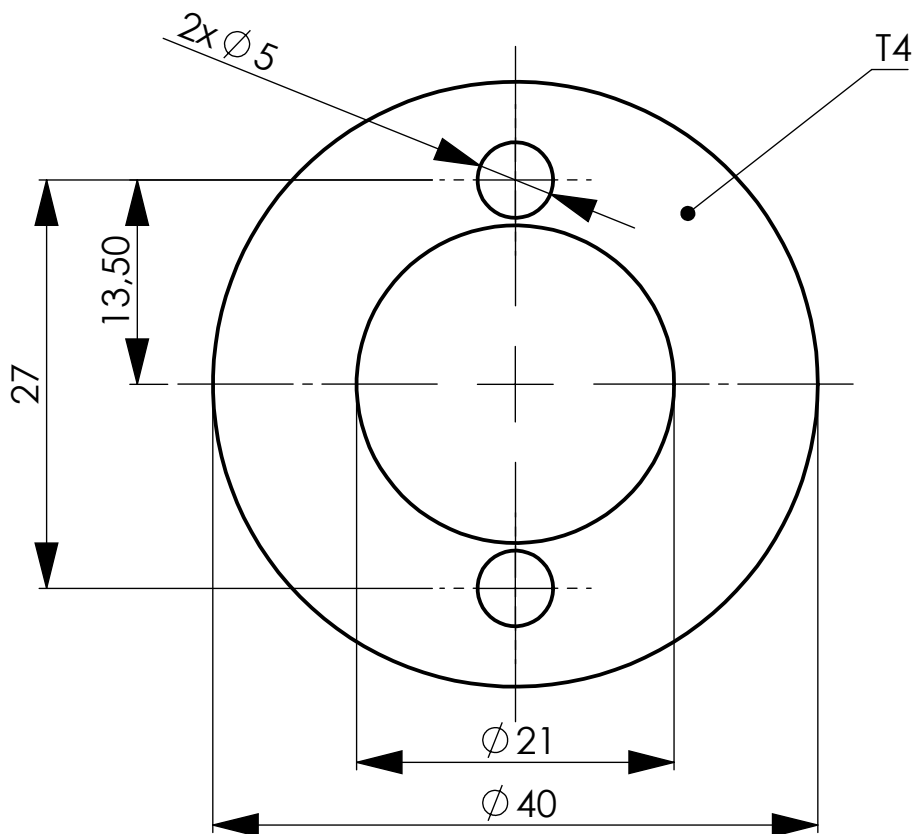


DETAIL A
MĚŘITKO 4 : 1



NEKÓTOVANÉ RÁDIUSY R2

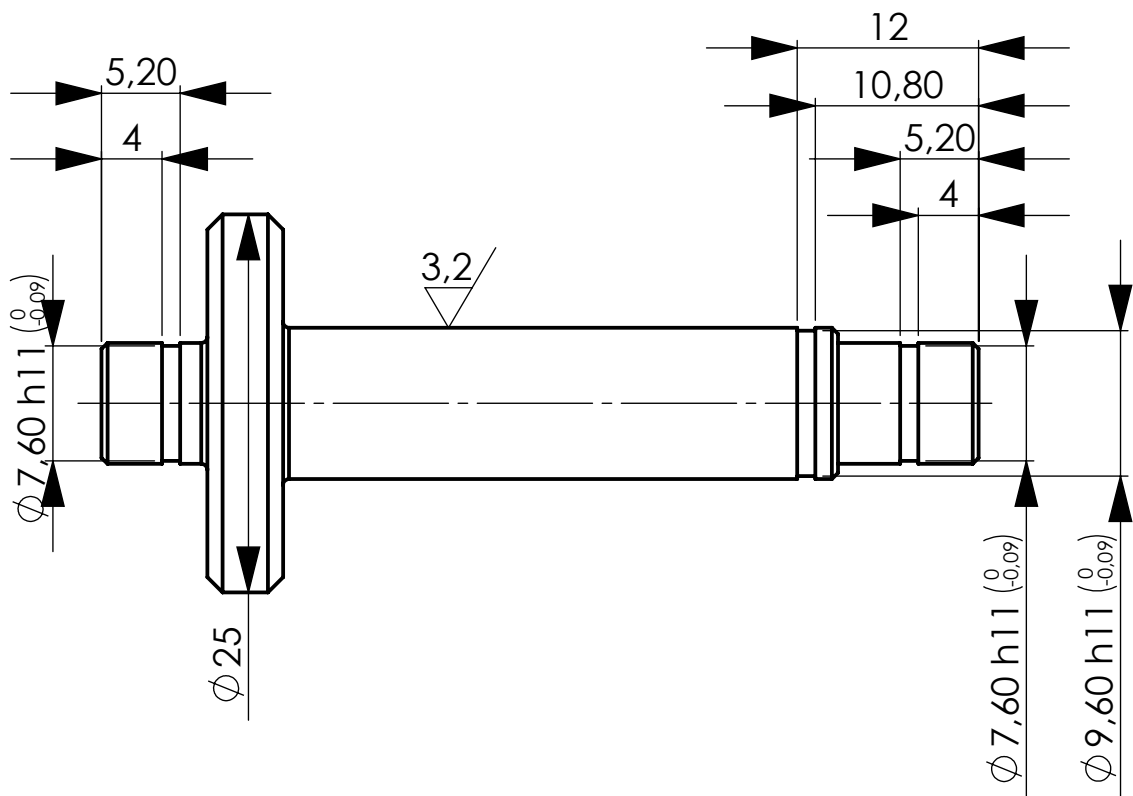
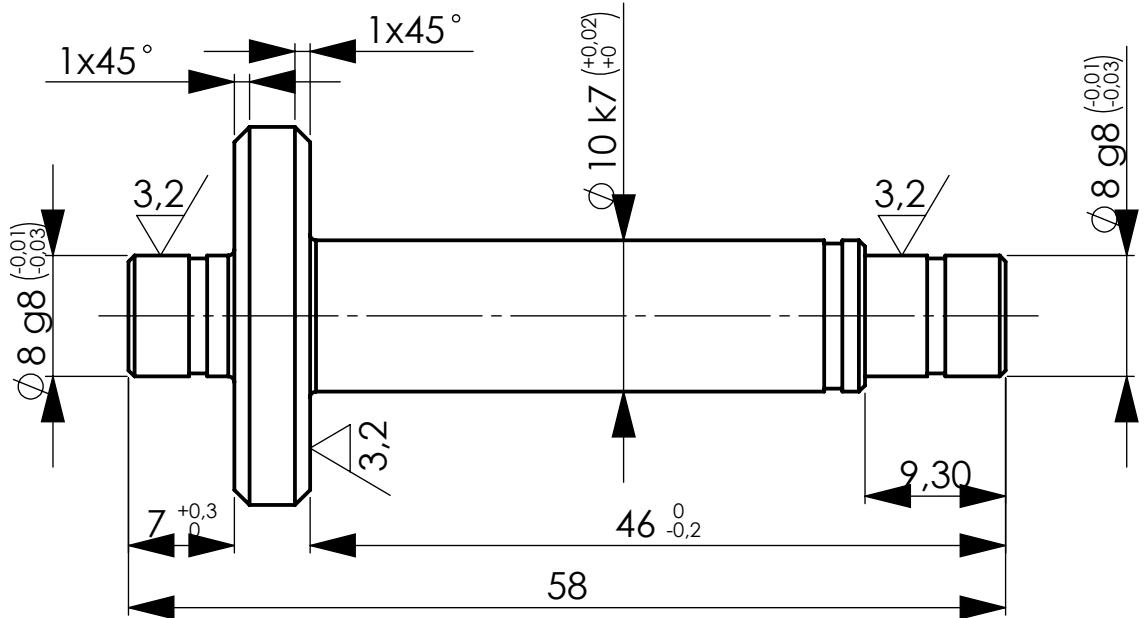
Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 2:1	Přesnost ISO 2768 - mK
Materiál - Polotovar 11 373 (1.0036, Ust 37-2)	VÝPALEK	Hmotnost (kg) 20.89 g	Tolerování ISO 8015
Formát A3	Promítání 		
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil: Tomáš Pícha	Název ÚCHYT ŠNEKU ZE ZADU ZPRAVA	
	Datum: 24.05.2018	Číslo dokumentu	
 KATEDRA TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ	Schválil	DP - V1.0 - 14_2 (Úchyt šneku ze zadu)	
	Datum	List 1 List 1	
Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES			



Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 2:1 Hmotnost (kg) 27.18 g	Přesnost ISO 2768 - mK
			Tolerování ISO 8015
			Promítání

Materiál - Polotovár 11 373 (1.0036, Ust 37-2)	VÝPALEK	Formát A4
---	---------	---------------------

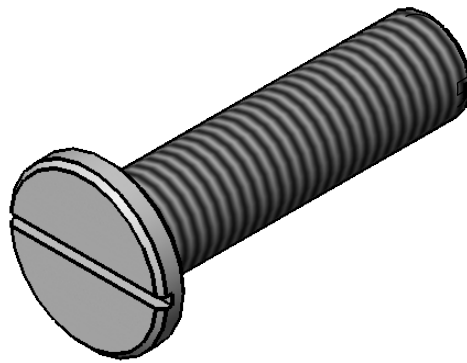
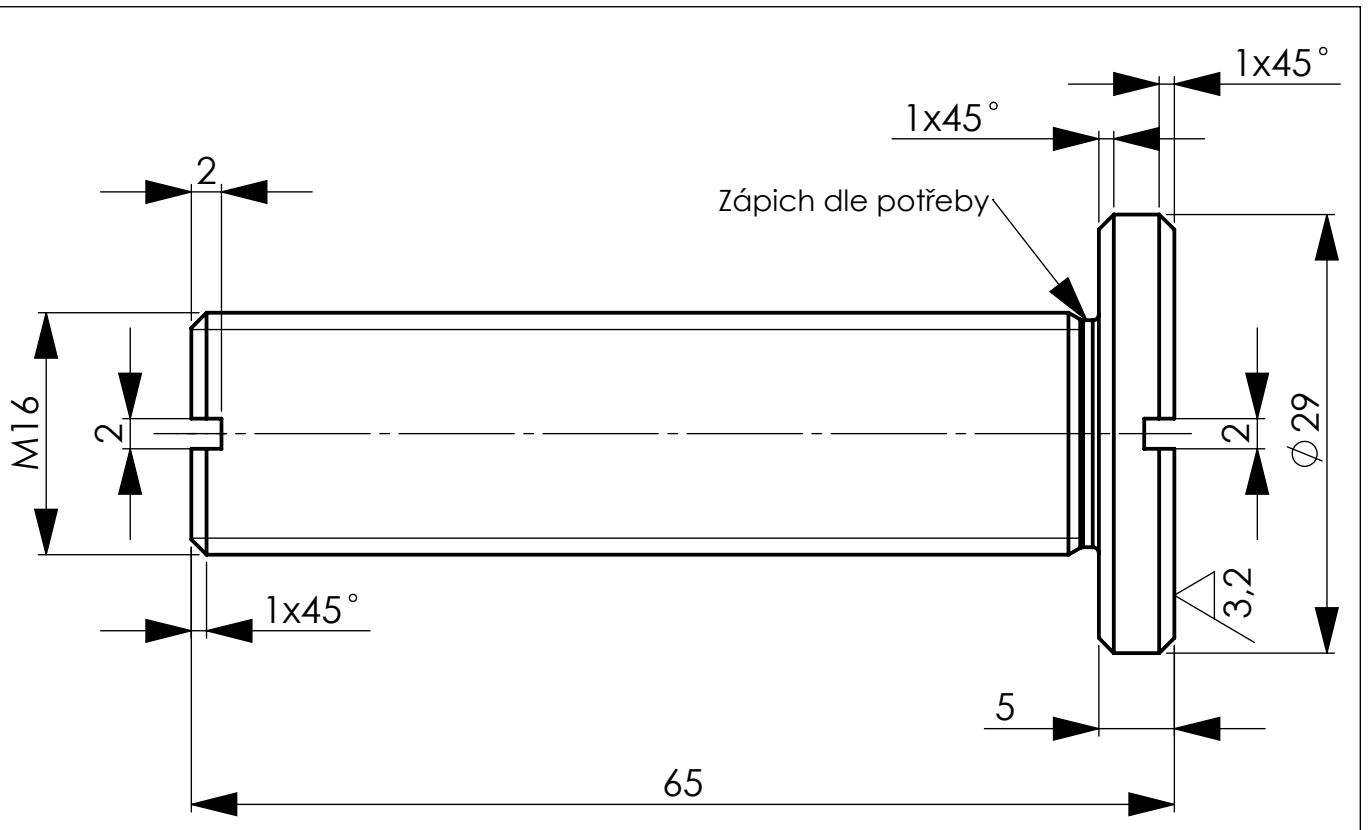
	Kreslil: Tomáš Pícha Datum: 24.05.2018	Název DESKA K ŠNEKU Číslo dokumentu DP - V1.0 - 15 (Deska k šneku)
	Schválil Datum	
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	List 1 Listů 1



Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 2:1 Hmotnost (kg) 47.24 g	Přesnost ISO 2768 - mK
			Tolerování ISO 8015
			Promítání

Materiál - Polotovár 12 050 (1.0503, C 45)	KR 30-65 ČSN 42 5510	Formát A4
---	----------------------	---------------------

	Kreslil: Tomáš Pícha Datum: 24.05.2018	Název OSA ŠNEKU K NATAČENÍ
	Schválil Datum	
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	List 1 Listů 1



Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 2:1 Hmotnost (kg) 117.32 g	Přesnost ISO 2768 - mK
			Tolerování ISO 8015
			Promítání

Materiál - Polotovár 11 523 (1.0570, St 52-3)	KR 35-70 ČSN 42 5510	Formát A4
--	----------------------	---------------------

	Kreslil: Tomáš Pícha Datum: 24.05.2018	Název STAVĚCÍ ŠROUB Číslo dokumentu DP - V1.0 - 18 (Stavěcí šroub)
	Schválil Datum	
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	List 1 Listů 1