

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Konstrukce speciálního přípravku pro frézování součástí v SW Catia V5

Autor: **Daniel Rut**

Vedoucí práce: **Ing. Josef Sklenička**

Akademický rok 2012/2013

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu své bakalářské práce panu Ing. Josefu Skleničkovi za jeho odborné vedení, ochotu a rady, které mi během zpracovávání bakalářské práce poskytl.

Poděkování patří i mé rodině a blízkým za jejich podporu během celého studia.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Rut	Jméno Daniel		
STUDIJNÍ OBOR	B2301 – „Strojírenská technologie –technologie obrábění“			
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. SKLENIČKA	Jméno Josef		
PRACOVÍŠTĚ	ZČU - FST – KTO			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Konstrukce speciálního přípravku pro frézování součástí v SW Catia V5			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2013
----------------	---------	----------------	-----	------------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	71	TEXTOVÁ ČÁST	47	GRAFICKÁ ČÁST	24
---------------	----	---------------------	----	--------------------------	----

STRUČNÝ POPIS ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Tato bakalářská práce slouží ke shrnutí způsobů konstrukce speciálních přípravků a jejich typů. Dále se zaměřuje na návrh a konstrukci speciálního přípravku pro zadanou součást při snaze umožnit obrobení požadovaných ploch při jednom běhu obráběcího programu. Model přípravku bude vypracován v softwaru Catia V5.
KLÍČOVÁ SLOVA	Přípravek, upínání, návrh, konstrukce, Catia V5

SUMMARY OF BACHELOR THESIS

AUTHOR	Surname RUT	Name Daniel	
FIELD OF STUDY	B2301 – „Manufacturing proces – Technology of metal cutting“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. SKLENIČKA	Name Josef	
INSTITUTION	ZČU - FST – KTO		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Designing of a special fixture for milling in SW Catia V5		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KTO	SUBMITTED IN	2013
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	71	TEXT PART	47	GRAPHICAL PART	24
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	This Bachelor's thesis serves for summarizing methods of designing special fixtures and its types. Then it's focused on designing and construction of special fixture for required part. This fixture enables machining of the workpiece in just one machining cycle. The model of the fixture is designed in software Catia V5.
KEY WORDS	Fixture, workholding, designing, Catia V5

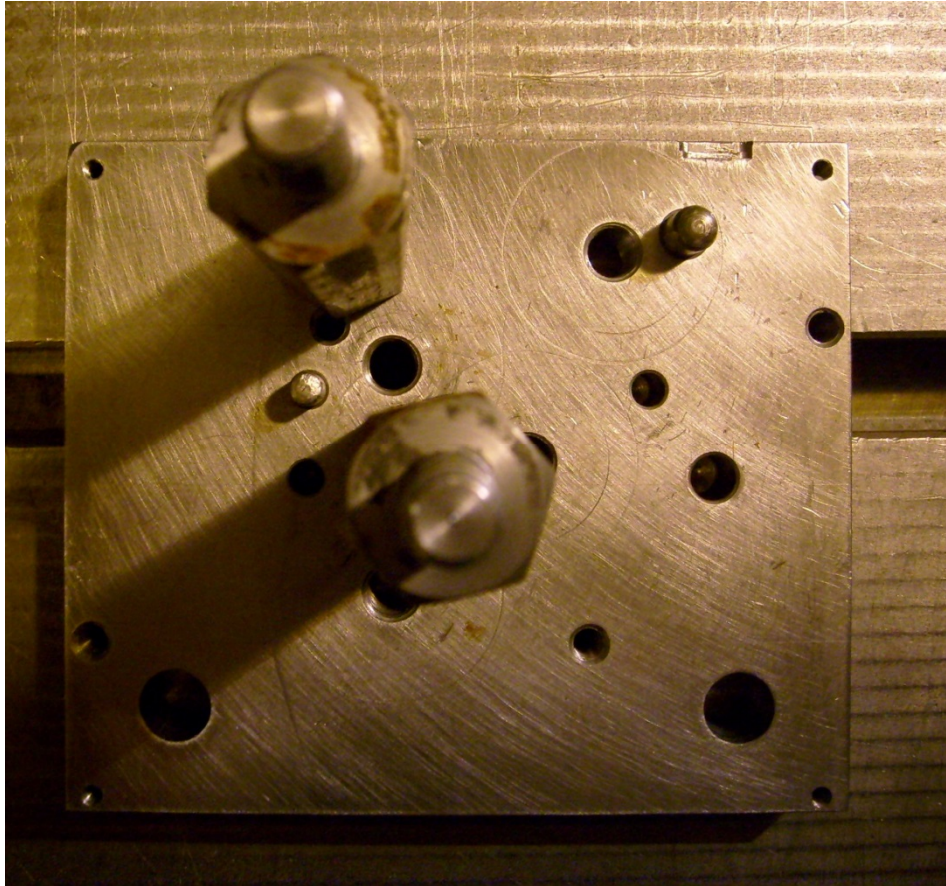
Seznam použitých zkratk a symbolů	6
1. Úvod	7
2. Přípravky – teorie	8
2.1 Přípravky.....	8
2.2 Typy přípravků.....	8
2.3 Ustavování obrobků	11
2.3.1 Ustavování rovinných těles.....	12
2.3.2 Ustavování za vnější válcovou plochu	12
2.3.3 Ustavování za vnitřní válcovou plochu	13
3. Rozbor současného stavu.....	14
3.1 Upínání pomocí magnetu.....	14
3.2 Hydraulické a pneumatické upínání	17
3.3 Modulární systémy	18
3.4 Podpora CAD v konstrukci přípravků.....	19
4. Obráběná součást.....	20
4.1 Charakteristika součásti.....	20
4.2 Polotovar.....	21
4.3 Výkres zadané součásti.....	22
5. Návrh a konstrukce přípravku pro konkrétní součást.....	22
5.1 Návrh konstrukce přípravku	22
5.1.1 Ustavení obrobku do přípravku.....	22
5.1.2 Výpočet řezných sil.....	23
5.1.3 Výpočet středících čepů na stříh	27
5.1.4 Požadavky na přípravek.....	28
5.1.5 Varianta A.....	29
5.1.6 Varianta B.....	31
5.1.7 Varianta C.....	36
5.1.8 Zhodnocení variant.....	41
5.2 Postup výroby součásti	41
6. Závěr.....	44
Zdroje a použitá literatura.....	45
Seznam příloh.....	46

Seznam použitých zkratk a symbolů

Značka veličiny, symbol	Jednotka	Název - popis
EMU	[-]	Elektromagnetický upínač
PMU	[-]	Elektropermanentní magnetický upínač
CAD	[-]	Computer-Aided Design
CNC	[-]	Computer Numerical Control
CMM	[-]	Coordinate measuring machine
C_{Fc}	[-]	Konstanta závislá na obráběném materiálu
$X_{Fc}; Y_{Fc}$	[-]	Exponenty závislé na řezných podmínkách, geometrii nástroje a obráběném materiálu
f_{ot}	[mm/ot]	Posuv na otáčku
f_z	[mm/z]	Posuv na zub
F_C	[N]	Řezná síla
F_f	[N]	Posuvová síla
D	[mm]	Průměr nástroje
B	[mm]	Šířka nástroje
φ	[°]	Úhel záběru
z	[-]	Počet zubů v záběru
a_p	[mm]	Hloubka odebírané vrstvy
κ_r	[°]	Úhel nastavení hlavního ostří
v_C	[m/min]	Řezná rychlost
N	[-]	Počet zubů v záběru
τ_s	[MPa]	Napětí ve stříhu
τ_{Ds}	[MPa]	Dovolené napětí ve stříhu
R_m	[MPa]	Mez pevnosti materiálu
R_e	[MPa]	Mez kluzu

1. Úvod

Oddělení dílenských laboratoří katedry technologie obrábění vyrábělo části lisovacího přípravku pro zmenšování průměru trubek. Technologie však byla velmi zdlouhavá, protože docházelo nejen k několikerému přeupínání obrobku, ale také k přestavování samotného přípravku pro různé polohy obrábění.



Obr. 1 Současný způsob, pozice přípravku 3

Fotodokumentace současného stavu užívání přípravku viz Příloha 1.

Cílem této práce tedy bylo přepracovat konstrukci přípravku tak, aby bylo možné obrobit celou součást lisovacího přípravku na jeden běh programu a omezit tak nutnost přeupínání po každé obráběcí operaci, čímž se snižuje jak přesnost obrobku, tak i efektivita výroby.

Při příležitosti návrhu a konstrukce konkrétního přípravku pro danou součást bylo dalším úkolem sepsat teoretickou rešerši na téma přípravků a sepsat přehled typů přípravků podle jednotlivých kritérií. Dále má tato práce za cíl pojednat o funkcích a využitelnosti přípravků a také popsat současný stav jejich konstrukce.

2. Přípravky – teorie

2.1 Přípravky

Přípravky jsou strojními součástmi, které usnadňují různé fáze výroby součástí, ať už jde o fázi výrobní, kontrolní nebo montážní. V některých případech výroby složitějších součástí se však použití a zkonstruování přípravku využívá nejen za účelem zkvalitnění či zefektivnění výroby, ale je dokonce nutné, aby vůbec bylo možno danou součást obrobít. Použití přípravku snižuje možnost chyby v polohování a zároveň umožňuje upínat rychleji a bez časté kontroly přesnosti upnutí. Získaná přesnost upínání, a tedy i výroby, nám mimo jiné umožní snížit náklady na oblast kontroly kvality, výrazně snižuje časy na seřizování a zjednodušuje obsluhu stroje.

Použití přípravku nám tedy může přinést mnoho výhod. Zároveň je však na takový přípravek kladeno mnoho požadavků, ať už po stránce funkční, jakostní, bezpečnostní nebo finanční. Z funkčního hlediska je úlohou přípravku jednoznačně ustavit polotovar a umožnit tak jeho přesné obrobení či sestavení. Přípravek musí zachytit řezné síly a následně je přenést na stroj. Součást musí být upnuta tak, aby při procesu nedošlo k její deformaci a uvolnění. Co se týče finančních nároků u přípravků, není zde rozdíl oproti dalším oblastem. Neustále se zvyšující nároky na finanční stránku se totiž promítají do všech odvětví, přípravků nevyjímaje. Například i samotné rozhodnutí o použití přípravku je podmíněno především tím, že náklady na jeho výrobu a údržbu nesmí převyšovat náklady na výrobu součástí bez přípravku. Při úvahách o použití přípravku se musíme zabývat také objemem výroby. V případě kusové výroby je použití speciálního přípravku neekonomické a jeho využití by mělo přijít pouze v případě, že není možné obrobít součást bez něj. V opačném případě musíme při obrábění využít pouze přípravky univerzální. V případě sériové a hromadné výroby je při možnosti zvýšení kvality nebo produktivity vhodné využít speciálních přípravků ve větší míře. V případě upínání obrobků je snaha využít takový mechanismus, aby byla vyvinuta co největší upínací síla při použití co nejmenších ovládacích sil a aby byl umožněn co nejlepší přístup k pracovní části stroje (nástroj, měřicí jednotka, ...). V neposlední řadě je i u přípravků kladen důraz na bezpečnost obsluhy. [1] [7]

2.2 Typy přípravků

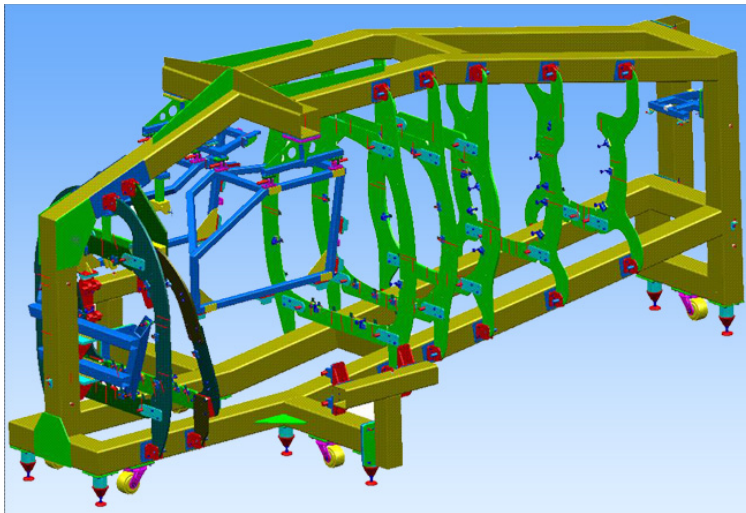
Přípravky se rozdělují podle několika kritérií. Prvním takovým je **účel** přípravku.

Podle tohoto kritéria rozeznáváme přípravky:

- **obráběcí**
- **montážní**
- **svařovací**
- **kontrolní (měřicí)**

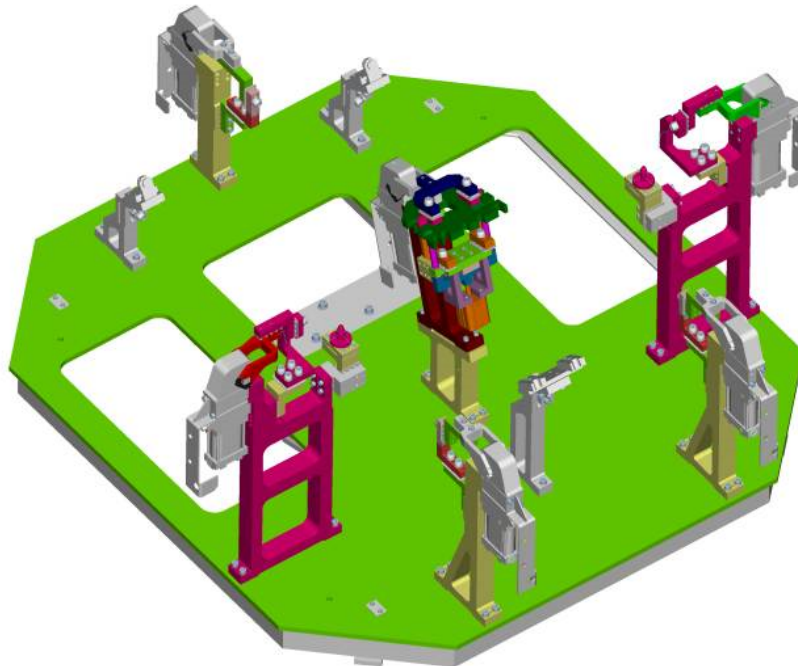
Obráběcí přípravky jsou používány při obrábění. Jejich úkolem je zajistit přenos sil na stroj a zabezpečit vzájemnou polohu stroje, nástroje a obrobku. Přípravek musí být navíc zkonstruován tak, aby byl dostatečný prostor pro pohyby nástrojů.

Montážní přípravky mají za úkol zajistit jednoznačnou polohu montovaných dílů, tak aby byla jejich montáž co nejjednodušší a s co nejnížší vynaloženou prací.



Obr. 2 Montážní přípravek pro montáž trupu letounu VUT100[15]

Velmi podobnou funkci mají i přípravky svařovací, které také musí zajistit přesnou polohu spojovaných součástí a zároveň umožnit snadný dosah svařovacích elektrod.



Obr. 3 Svařovací přípravek pro zadní víko auta Škoda A5[16]

Přípravky kontrolní pak slouží pro kontrolu dosahované jakosti. Mají za úkol zkrátit dobu měření. Např. tzv. kalibry nám bez zdlouhavého měření okamžitě umožní zjistit, zda výrobek rozměrově vyhovuje požadavku nebo ne.



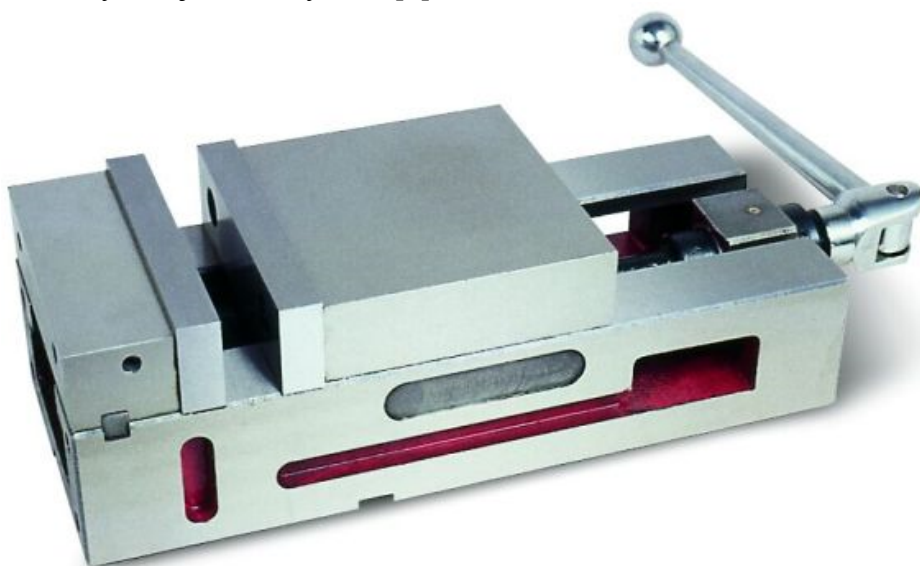
Obr. 4 Třmenový kalibr pro rozměr 87h6 [17]

Dalším kritériem pro rozdělení přípravků je jejich **použití**.

Podle použití dělíme přípravky na:

- **univerzální**
- **speciální**
- **stavebnicové (modulární systémy)**

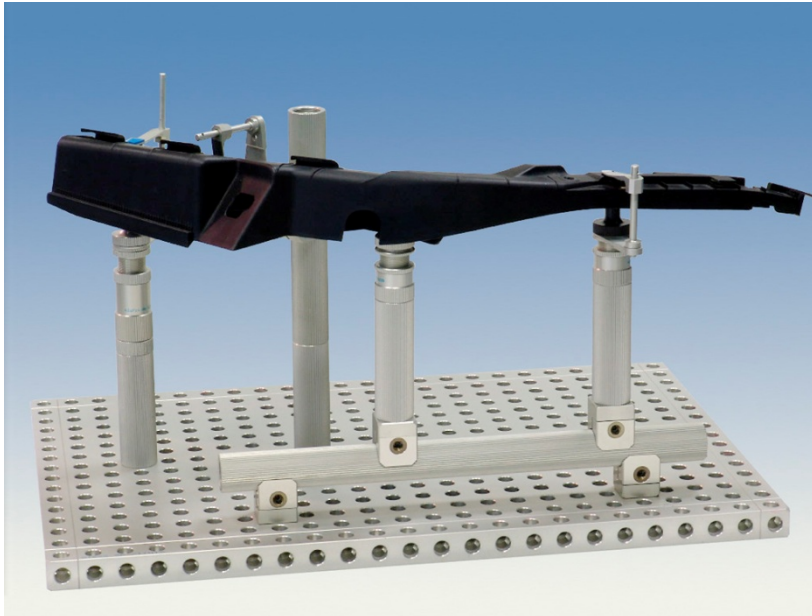
Univerzální přípravky jsou všeobecně rozšířené a běžně používané. Není nutné je upravovat a je možné je používat pro rozdílné operace nebo pro rozdílné tvary a velikosti součástí. Patří mezi ně sklíčidla, upínací stoly, kleštinové hlavy, natáčecí stoly, unášecí srdce, upínací úhelníky, strojní svěráky, atd. [7]



Obr. 5 Strojní svěrák[18]

Speciální přípravky jsou přípravky navrženy pouze pro jednu danou operaci. Jsou vhodné pro výroby s velkým množstvím stejných součástí (sériová a hromadná výroba). Vyšší cena za speciálně zkonstruovaný přípravek je kompenzována právě opakovatelností použití.

Třetí skupinou jsou modulární systémy. Modulární systémy jsou skupiny součástí libovolně mezi sebou smontovatelných a znovu rozebíratelných. [7]



Obr. 6 Využití modulárního systému ALUGRIP jako přípravku [19]

Poslední hledisko, podle kterého přípravky dělíme, je **způsob upínání**.

- V tomto případě rozeznáváme přípravky s upínáním
- **ručním**
 - **mechanickým**

Při ručním upínání do přípravku využíváme jednoduchých upínek, klínů nebo vaček. Nevýhodou ručního upínání je, že pokaždé upneme obrobek různou upínací silou. V případě, že je upínaný předmět z tuhého materiálu se s přibývajícím elastickou deformací upínací části přípravku zvětšuje i upínací síla, ale v případě, že upnutý předmět není tuhý a vzniká u něj deformace, dochází k relaxaci upínací části a upínací síla tak klesá.

Způsobů mechanického upínání je několik. Závisí na zdroji upínací síly - pneumatické, hydraulické, elektromechanické, magnetické. Mechanické způsoby upínání jsou oproti ručnímu spolehlivější, protože dodávají konstantní přednastavenou upínací sílu a tudíž nedochází k relaxaci upínací části. Pneumatické a hydraulické upínací systémy jsou sice spolehlivější než ruční a jsou schopny vyvinout vyšší upínací síly, ale zároveň mají oproti ručnímu upínání vyšší nároky na skladovací prostor a údržbu. [7]

2.3 Ustavování obrobků

Základní pojmy pro ustavování obrobků:

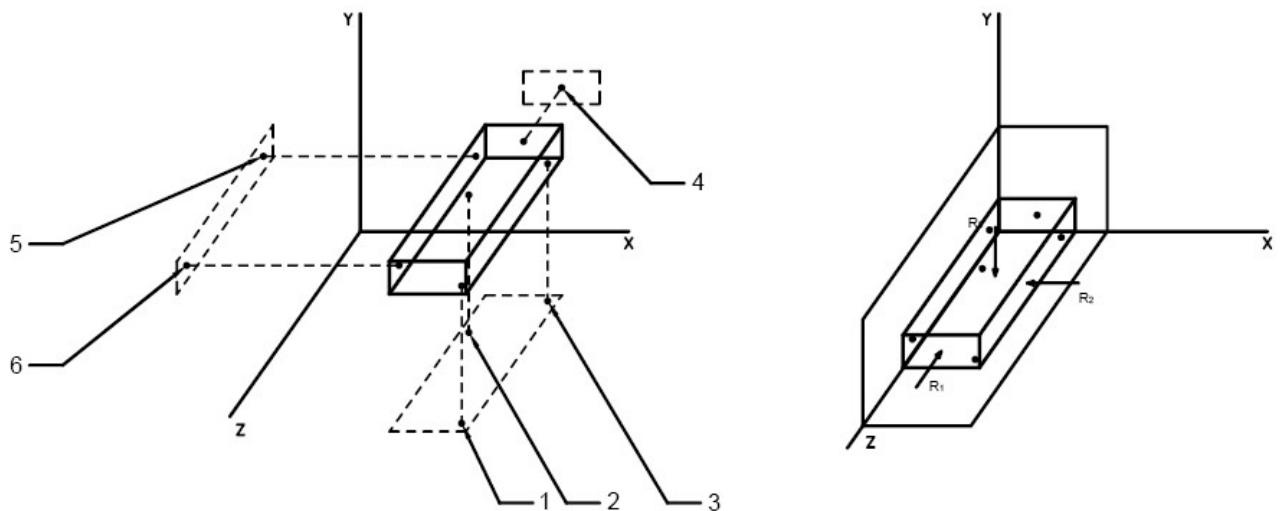
- Ložná základna – je plocha, o kterou je obrobek opřen v přípravku
- Rozměrová základna (plocha) – je plocha, od které se udávají rozměry; plocha může být nahrazena myšleným bodem, osou nebo přímkou

Těleso v prostoru má 6 stupňů volnosti – 3 posuvy v osách x,y, z a zároveň 3 pootočení kolem těchto os. Jednoznačné ustavení obrobku tak spočívá v zamezení pohybu obrobku v těchto šesti stupních. [7]

Základní druhy ustavení jsou zmíněny v následujících kapitolách.

2.3.1 Ustavování rovinných těles

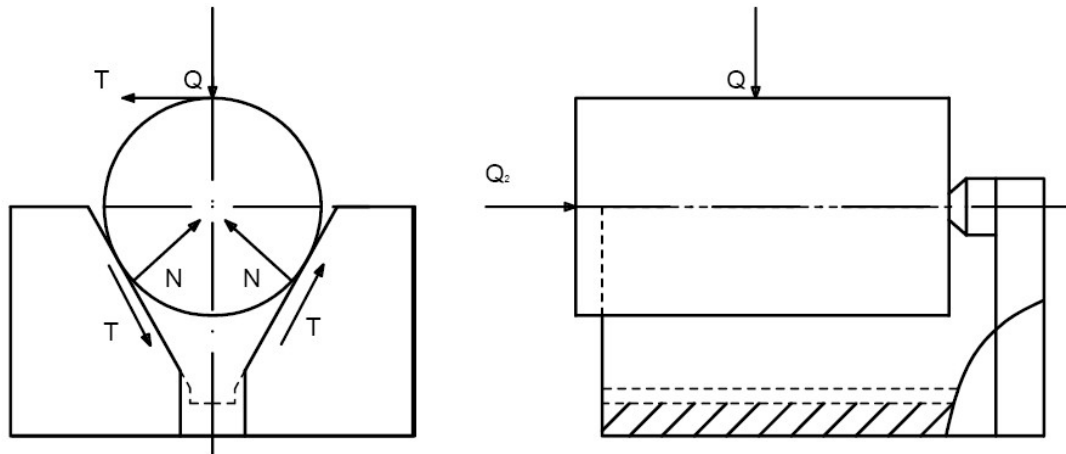
U rovinných těles je jedna stěna uložena na ložnou základnu, která je tvořena buď přímkou a bodem, nebo třemi body. Ve většině případů právě třemi body. Dále pak dvěma body na opěrné ploše a jedním bodem na ploše dorazové. Zajistíme také upínací síly. Dvě pomocné upínací síly, které zajistí přesné dosednutí obrobku na opěrné body a poté jedna vlastní upínací síla, která působí proti těžišti tří bodů na základně. Tím zajistíme všech 6 stupňů volnosti. [7]



Obr. 7 Ustavení rovinného obrobku v rovině[1]

2.3.2 Ustavování za vnější válcovou plochu

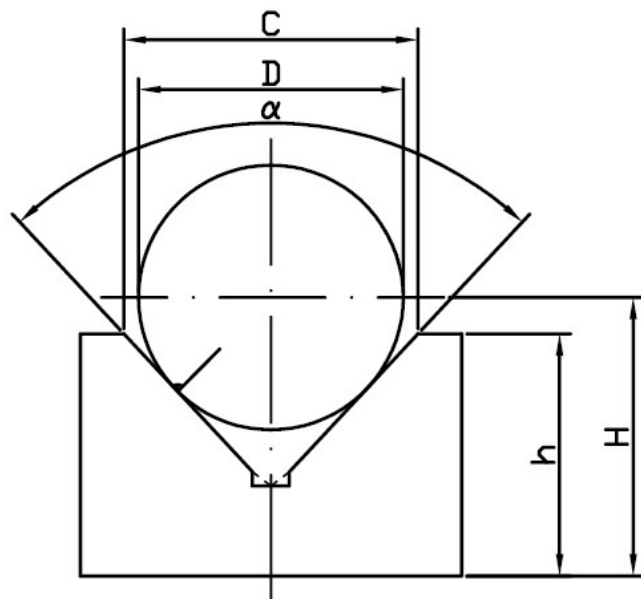
Při upínání rotačních obrobků používáme upnutí do tzv. prizmatických upínačů, jež se s obrobkem dotýkají ve dvou přímkách, čímž zajišťují 4 stupně volnosti. Další stupeň volnosti je zajištěn opěrkou v jednom z čel obrobku. Poslední šestý stupeň volnosti je zajištěn upínací silou zabráňující otáčení obrobku kolem své osy. I v tomto případě využíváme ještě jednu pomocnou upínací sílu, která zajistí doraz obrobku na opěrku v jednom z čel. Úhel prizmatických opěr se pohybuje mezi $60^\circ - 90^\circ$, nejčastěji je 90° . [7]



Obr. 8 Ustavení válcového obrobku v prizmatických opěrách [1]

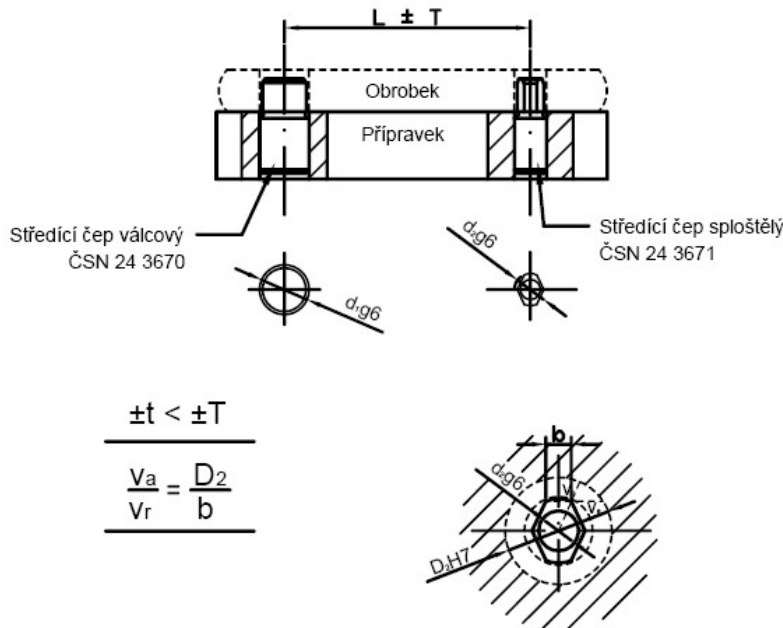
Nevýhodou u upínání do prizmatických opěr jsou vznikající odchylky. Jsou to odchylky středové a povrchové, které mají vliv na přesnost výroby navrtávaných děr resp. na nepřesnost povrchu. Při výrobě musíme znát nejen šířku rozpětí opěrných stěn, ale také výšku od základny k ose obrobku. Výška H se zjistí z vzorců:

- pro $\alpha = 60^\circ \Rightarrow H = h - D - 0,866c$ (1)
- pro $\alpha = 90^\circ \Rightarrow H = h + 0,707D - 0,5c$ (2)
- pro $\alpha = 120^\circ \Rightarrow H = h + 0,578D - 0,289c$ (3) [7]



2.3.3 Ustavování za vnitřní válcovou plochu

Obrobek je většinou uložen na plochu, která může být tvořena stejně jako v předchozích případech třemi body, čímž jsou zajištěny 3 stupně volnosti, další dva stupně volnosti zajistí čep, na který je obrobek nasazen, šestý stupeň pak zajišťuje boční opěrka. V případě, že má obrobek 2 vnitřní válcové otvory, na které je nasazen, zajistí šestý stupeň volnosti tyto dva čepy. Upínání za dva vnitřní otvory s sebou nese i nutnost přesné výroby. Rozteč takových dvou otvorů bývá tolerována. Čepy jsou v tělese přípravku nalisovány. Tolerance otvorů na přípravku bývá užší než tolerance otvorů v obrobku. Pro zjednodušení se využívá jednoho čepu zploštělého a druhého válcového. [7]



Obr. 10 Uložení za vnitřní válcovou plochu[7]

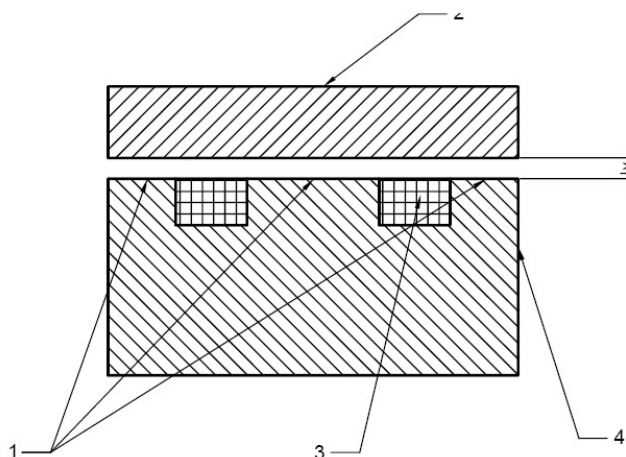
3. Rozbor současného stavu

3.1 Upínání pomocí magnetu

Výhodou použití magnetických vlastností pro upnutí obroku je možnost opracování součásti z pěti stran a odolnost takového upnutí vůči vibracím. Způsoby upínání pomocí elektromagnetu se v posledních letech výrazně vyvíjely. Nejdůležitějším parametrem pro upínání pomocí magnetu je relativní permeabilita součásti, tedy poměr permeability vakua a materiálu součásti. Podle permeability známe materiály paramagnetické (s magnetickým polem nereagují), diamagnetické (jsou z magnetického pole vypuzovány) a feromagnetické (jsou do magnetického pole vtahovány). Z toho jasně vyplývá, že se používají feromagnetické materiály. Tedy čisté železo má nejlepší předpoklady pro elektromagnetické upínání a se snižujícím se obsahem železa se permeabilita, a tedy i vhodnost pro tento způsob upínání, snižuje. Dalším důležitým faktorem pro upínání na principu magnetu je vzduchová mezera mezi součástí a upínačem. Se zvětšující se vzduchovou mezerou klesá i upínací síla. Z tohoto důvodu musí být upínací plocha co nejkvalitněji obrobena. V praxi se běžně používají tři způsoby upínání pomocí magnetu: elektromagnetický upínač s cívkami napájenými stejnosměrným proudem, magnetický upínač s permanentním magnetem a nejmodernější způsob – elektropermanentní upínač. [5]

Elektromagnetický upínač

EMU funguje na principu cívek napájených usměrněným proudem, jež upínač zmagnetizují. Jakmile je upínač odpojen od vnějšího zdroje, magnetické pole zaniká a upínací síla také. Nevýhodou u tohoto způsobu upnutí je, že při průchodu proudu cívkou dochází k jejímu zahřívání, což může vést ke snížení životnosti upínače.

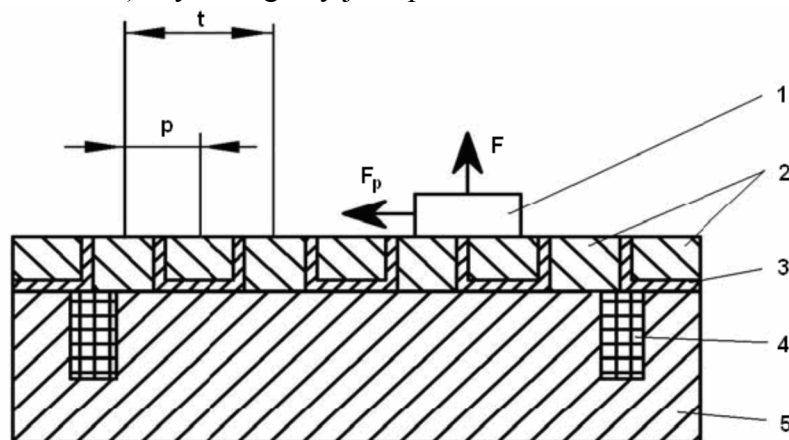


Často je budící cívka chráněna pomocí pólové desky. Pólová deska je většinou tvořena z uhlíkových ocelí a nemagnetických částí. V případě, že součást je umístěna na magnetickou i nemagnetickou část pólové desky, silové účinky pole se projeví vznikem adhezni síly, což je síla potřebná k odtržení součásti ve směru kolmém na pólovou desku.

Obr. 11 Model EMU bez pólové desky (1 – celková aktivní plocha pólů, 2 – obrobek, 3 – cívka, 4 – těleso upínače, lv – vzduchová mezera) [5]

Magnetický upínač s permanentními magnety

Už z názvu je jasné, že tento způsob upínání využívá k vyvození upínací síly permanentních magnetů. V současnosti jsou nejvyužívanější neodymové magnety NdFeB (směs neodymu, železa a boru). Tyto magnety jsou poměrně levné a vzhledem k velikosti vyvozují i poměrně



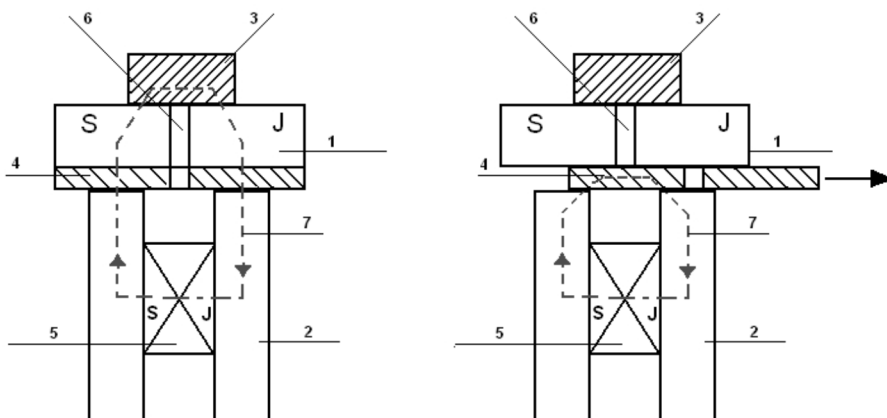
Obr. 12 EMU s pólovou deskou (1 – obrobek, 2 – pólová deska, 3 – nemagnetické spáry, 4 – cívka, 5 – těleso upínače), (t – pólová rozteč, p – pólový interval, F_p – posuvná síla, F – adhezni síla) [5]

vysokou magnetickou sílu. Snadno však korodují, a proto je nutné je povrchově upravit. Permanentní magnety jsou nezávislé na zdroji energie, což je výhoda z bezpečnostního hlediska, kdy nehrozí uvolnění součásti při odpojení od zdroje. Nevýhodou může být zbytkový magnetismus, který zůstává v součásti i po odpojení od zdroje. Obrobek se tak musí odmagnetovat. Vzhledem k nutnosti vyvození mechanické síly pro odtržení zkratovací planžety, která mění stav na zapnutý a vypnutý je tento typ upínání vhodný spíš pro menší součásti. [5]

Elektropermanentní upínač

Tento způsob v sobě kombinuje výhody předchozích dvou způsobů. Upnutí je vyvoláno elektrickým impulsem, čímž se upínací zařízení stane permanentním magnetem a následně je možné odpojit od zdroje. Zároveň je upnutý obrobek teplotně stabilní. [5]

Elektropermanentní magnetické upínače – druhy:



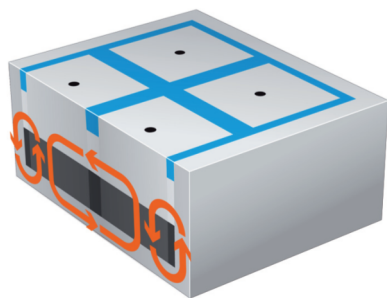
Obr. 13 Princip PMU, zapnuto, vypnuto (1 - pólová deska, 2 - pólové nástavce, 3 - obrobek, 4 - zkratovací planžeta, 5 - magnet, 6 – nemagnetická spára, 7 - tok magnetických indukčních čar) [5]

- S paralelním uspořádáním magnetů

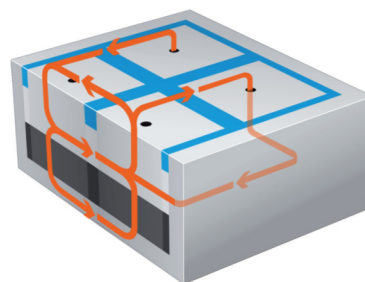
Tento způsob je velmi podobný jako u elektromagnetického upínače. Permanentní magnet je zde obklopen cívkou. Paralelní upínač sice dokáže vyvinout vyšší upínací sílu kolmo na upínač, ale výrazně nižší ve směru tečném.

- Čtvercové magnetické póly

Magnetické póly jsou tvořeny feromagnetickou krychlí obklopenou ze čtyř stran permanentními magnety, ze spodní strany pak AlNiCo přepólovaným magnetem a shora upínanou součástí. Při zmagnetování začnou najednou působit všechny permanentní magnety a začnou se uzavírat přes obrobek. Odmagnetování se provádí zkratováním. Uspořádání magnetů umožňuje směřovat indukční čáry přímo k obrobku, což zabrání šíření magnetismu mimo upínací plochu. V případě maticového uspořádání je upínací deska co nejhustěji osázena póly. Uspořádání pólů je šachovnicové, což způsobuje, že se indukční čáry uzavírají nejen ze dvou stran jako u paralelního systému uspořádání, ale i křížem. Upínací síla je po celé ploše konstantní a zároveň získáváme možnost



Obr. 15 EPMU ve stavu vypnutém [6]



Obr. 14 EPMU ve stavu zapnutém [6]

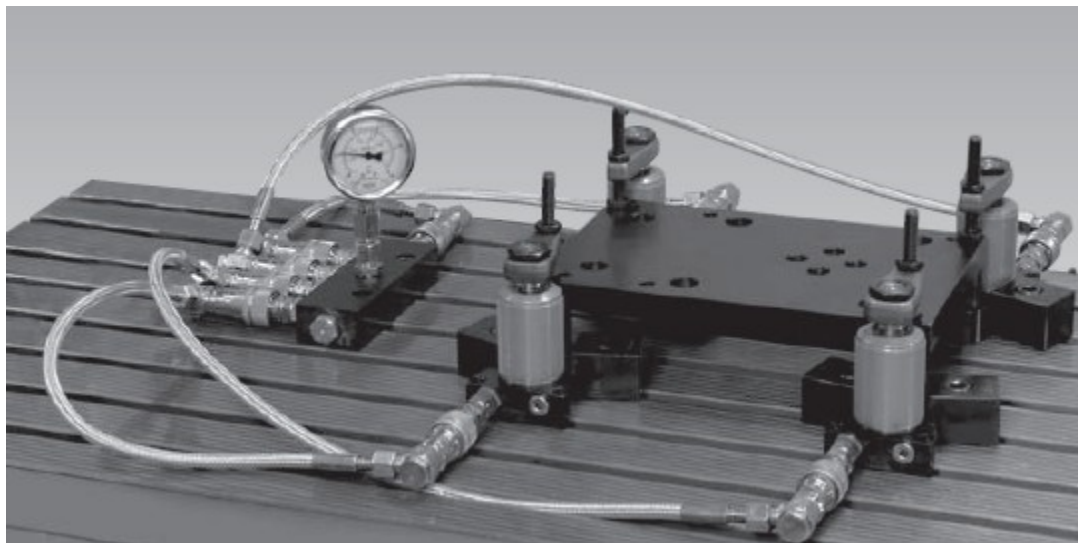
obrábění nejen v radiálním směru, ale i v axiálním, a to se stejným výkonem. Zároveň je upínací deska doplněna otvory pro možnost připevnění nástavců na vrtání průchozích děr.

- Hexagonální uspořádání

Stejný princip jako u předchozího čtvercového uspořádání. Hexagonální uspořádání ještě zvyšuje hustotu siločar a ještě více zlepšuje rovnoměrnost upínacích sil. [6]

3.2 Hydraulické a pneumatické upínání

Vzhledem k neustálé snaze o zvyšování produktivity se stále více využívá upínání obrobků hydraulicky nebo pneumaticky. Velká výhoda je především ve značném snižování vedlejších strojních časů oproti upínání mechanickému, čímž se zvyšuje efektivní využití stroje. Dalším kladem tohoto druhu upínání je znalost upínací síly a tedy i možnost využití u stejných operací i shodných upínacích sil. S využitím různých rozdělovačů lze dosáhnout i postupného (sekvenčního) spínání jednotlivých upínačů. Vzhledem k nákladům na pořízení a údržbu jsou tyto hydraulické či pneumatické upínače vhodné především pro sériovou a hromadnou výrobu. Při použití hydraulických upínacích systémů může být problém s nedostatkem prostoru, který je nutný pro stroje sloužící jako agregáty. Hydraulický tlak můžeme dodávat mechanicky či různými elektro-hydraulickými čerpadly, kompresory, atd.



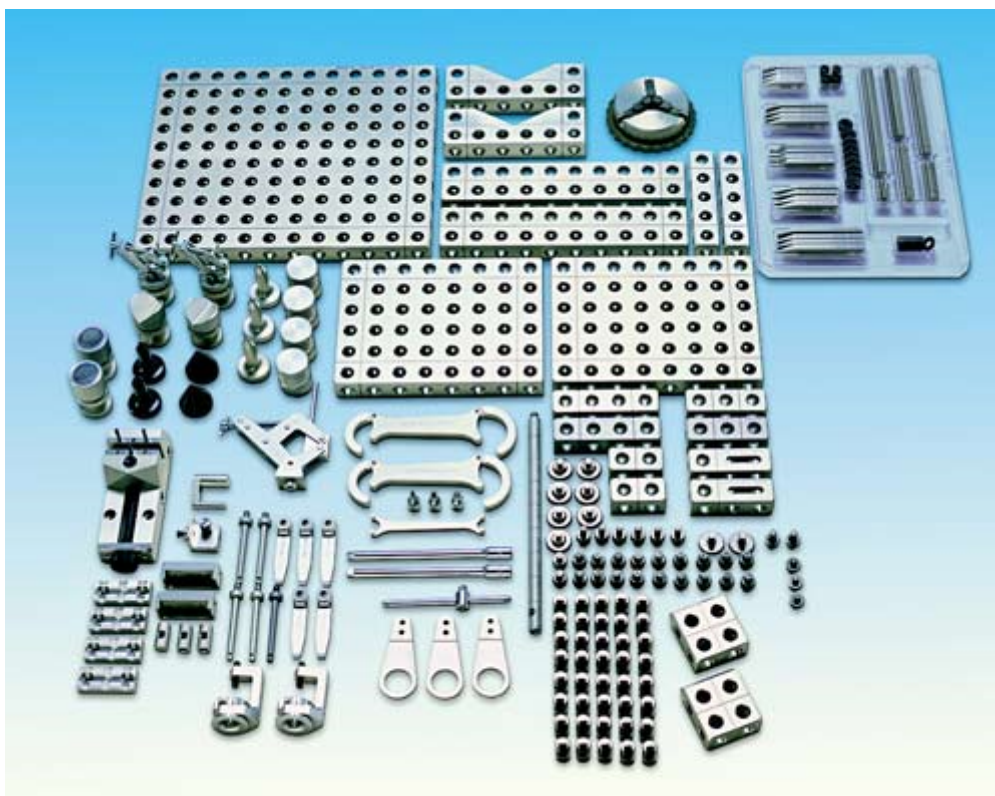
Obr. 16 Příklad sestavy hydraulického upínání - ROEMHELD[12]

Pneumatické upínání se používá v případě, že si vystačíme s menší upínací silou. Z tohoto důvodu je pneumatické upínání vhodné například pro svařovací přípravky.

Hydraulické upínače pracují s menšími zdvihy. Velikost zdvihu jednotlivých upínačů je omezena jejich velikostí, pro větší zdvih je tedy nutné použít upínač o větších rozměrech. Nejčastějším způsobem hydraulického upínání je buď upínání přímo pístem, nebo nepřímo za pomoci ramene, další variantou jsou pak hydraulicky ovládané svěráky. Písty bývají z tvrzené oceli, válce pak leštěné a povlakované. Využití můžeme upínačů jednočinných nebo dvočinných. Rozdíl mezi těmito typy je v uvolňování. U upínače dvočinného je hydraulicky ovládáno jak upnutí tak uvolnění, zatímco u upínačů jednočinných se využívá hydraulika pouze při upnutí, uvolnění je pak zajištěno například pružinami.

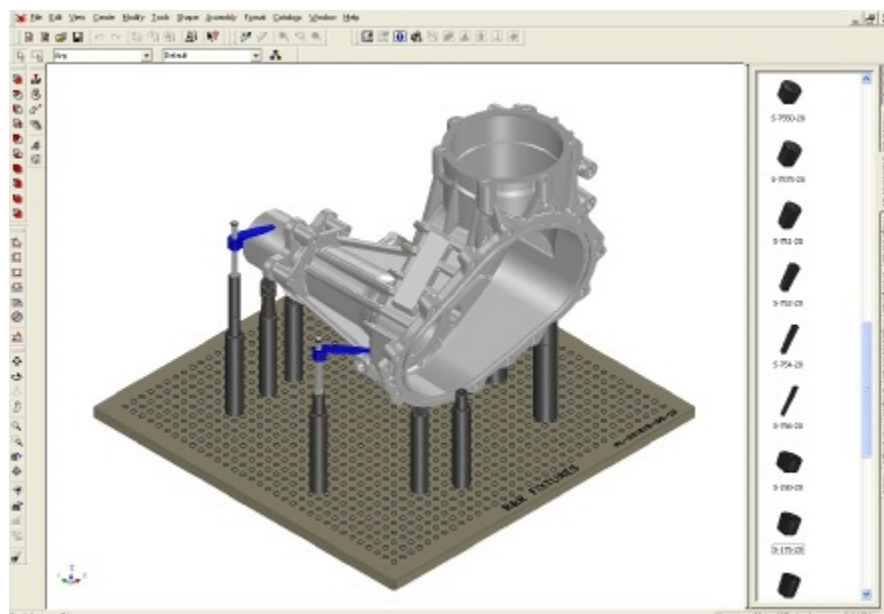
3.3 Modulární systémy

S nástupem CNC obráběcích technologií a schopností víceosých strojů vykonávat několik operací zároveň a snižovat počet nastavování byl zároveň snížen počet přípravků, které je nutno zkonstruovat. Klasické přípravky již nejsou schopny dostatečně splňovat požadavky moderní výroby kvůli nízké flexibilitě a možnosti dalšího využití. Tyto přípravky jsou nahrazovány modulárními systémy a přestavitelnými přípravky. Modulární přípravky jsou složeny z klasických částí - jako jsou základní desky, svěráky, upínky, opěrky, atd.



Obr. 17 Sestava modulárního upínacího systému Alufix[10]

Tyto části se mohou sestavovat bez dalších přidavných obráběcích operací a po rozebrání složeného přípravku jsou znovu použitelné i pro další přípravky. Hlavní výhody modulárních přípravků jsou vysoká flexibilita, snížení výrobních časů pro výrobu přípravku a tím i snížení nákladů na jeho výrobu. Vzhledem k možnosti předvídatelného a konečného počtu upínacích pozic je umožněno získat matematicky optimální pozici. Díky způsobům sestavování a rozebírání přípravků z modulárních systémů se dá využít automatizace v podobě naprogramovaného robotu. Modulární systémy bývají konstruovány z vysokopevnostních a lehkých slitin (např. AlMg4,5Mn,..), díky čemuž dostáváme lehké a dokonale stabilní přípravky. Ve srovnání s litými deskami jsou mnohem lehčí při zachování robustnosti, přesnosti a tvarové stálosti [3]. Tyto systémy mají variantu buď s drážkami, nebo s otvory. Většina společností zabývajících se modulárními systémy má svůj vlastní způsob spojování. Modulární systémy bývají dodávány ve velikostních sadách, které se dají vzájemně kombinovat. Zároveň s nimi jsou distribuovány i knihovny prvků pro CAD systémy, jež umožní, aby si zákazník předpřipravil virtuální přípravek bez nutnosti fyzické montáže. V případě nepoužívání jsou takové systémy snadno uskladnitelné v rozebraném stavu. [3] [11]



Obr. 18 SW FixtureBuilder firmy R&R Sales and Engineering pro virtuální sestavení modulárního přípravku[11]

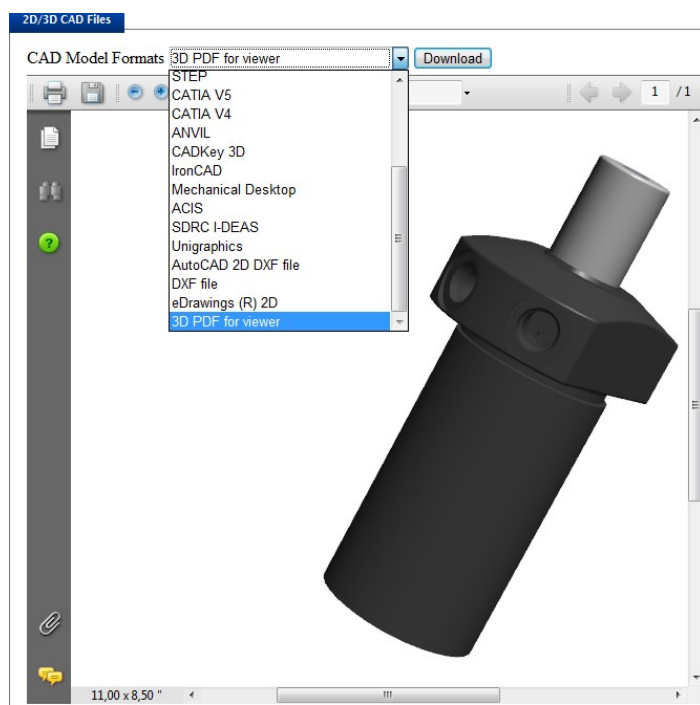
3.4 Podpora CAD v konstrukci přípravků

Konstrukce přípravků začala využívat počítačové podpory již v 80. letech. V počátcích se zabýval především nastavením přípravku a jen zvolna i jinými aspekty jako vzájemné polohy mezi nástrojem, obrobkem a přípravkem. Dnes už je však využíván k získání geometrických, kinematických, silových a deformačních analýz.

Využití CAD systémů nám může umožnit buď vyvinutí vlastního přípravku, nebo ulehčit práci se současnými systémy. Především pak s modulárními systémy, jež dodávají vlastní knihovny prvků buď ve 2-D nebo i 3-D formátu. Většina prvků z takových knihoven se musí dodatečně upravit. Pro lepší operace skládání do sestav je vhodné doplnit takové součásti osami, rovinami, body, či jinými charakteristickými prvky. [3]



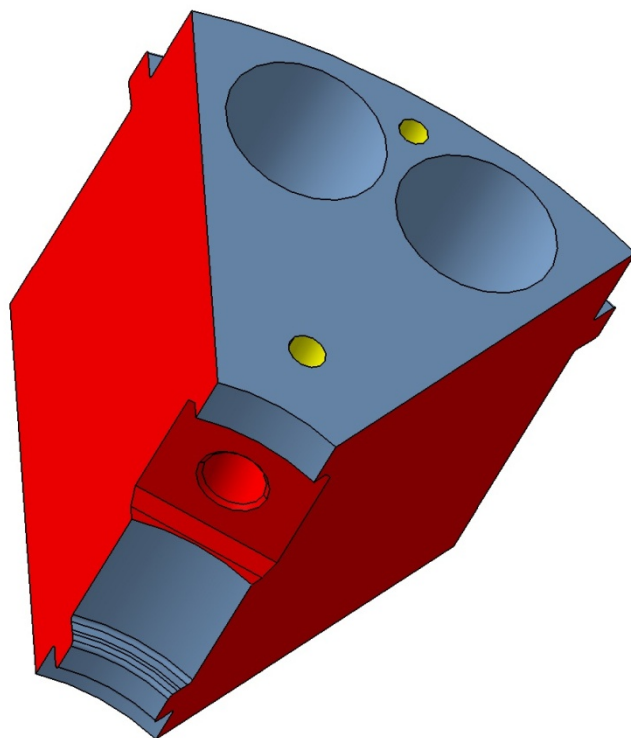
Obr. 19 Upínač Kurt Part No. 040LD-121[14]



Obr. 20 Nabídka stažení 3D modelů či výkresů pro upínač Kurt Part No. 040LD-121[14]

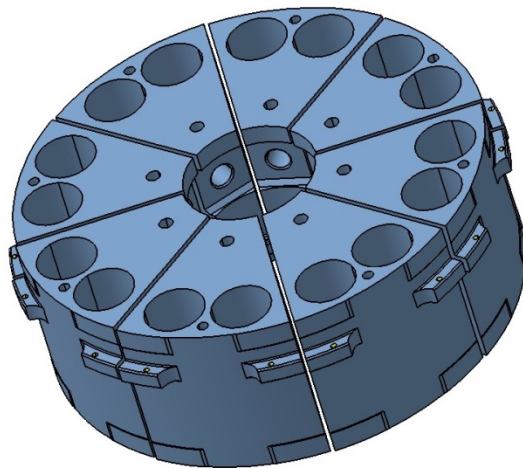
4. Obráběná součást

4.1 Charakteristika součásti



Obr. 21 Obráběné plochy (červeně vyznačené) (žlutou barvou jsou vyznačeny závity)

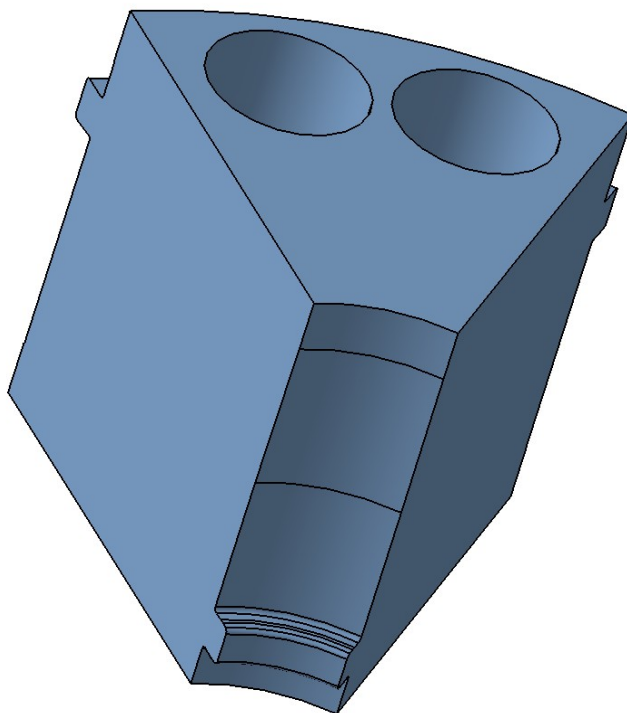
Vyráběná součást je část lisovacího přípravku pro zmenšování průměru trubek. Součást je z materiálu 14 220. Jedná se tedy o uhlíkovou cementační ocel s dobrou obrobitelností, jejíž hlavní legující prvek je chrom. Celý lisovací přípravek je pak složen z osmi takových částí. Součást má tvar mezikruhové výseče.



Obr. 22 Celý lisovací přípravek

Na horní části výseče jsou dva průchozí kruhové otvory o průměru 36 mm a dále dva neprůchozí závitové otvory M8 (na vnějším průměru) a M10 (na vnitřním průměru). Na vnitřním průměru je vyfrézovaná rovinná plocha s kruhovým otvorem. Do tohoto otvoru se zavádí pouzdro lisovacího nástroje.

4.2 Polotovary



Obr. 23 Model polotovaru

Polotovár, který slouží k výrobě lisovacího přípravku je také tvaru mezikružové výseče o stejném vymešovacím úhlu jako vyráběná součást (45°), avšak na obou bočních stěnách jsou přídavky 1,6 mm. Dále na vrchní ploše polotovaru nejsou závitové otvory a na vnitřním průměru není vyfrézována žádná rovinná plocha.

4.3 Výkres zadané součásti

- viz příloha

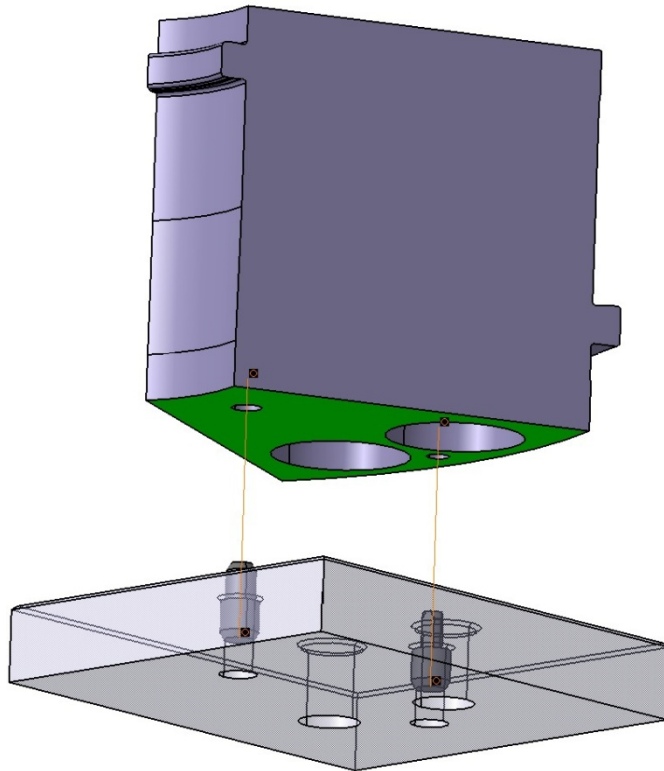
5. Návrh a konstrukce přípravku pro konkrétní součást

5.1 Návrh konstrukce přípravku

Z tvaru a rozměrů polotovaru vyplývají i plochy, které je potřeba obrobit. Jedná se tedy o obě boční stěny a samozřejmě i rovinnou plochu na vnitřním průměru výseče s kruhovým otvorem. Otvory pro závity se při upnutí v přípravku řezat nebudou. Všechny obráběné plochy jsou tedy na výše uvedeném obrázku (Obr. 21) zvýrazněny červenou barvou, závity barvou žlutou. K vyvození upínací síly budou využity i oba průchozí otvory o průměru 36 mm. Těmito otvory budou procházet trny se závitovými konci. Jeden konec trnu se našroubuje do těla přípravku a upínací síla se vyvodí za pomoci podložky a matice na druhém závitovém konci. Tvar trnů musí umožnit co nejsnazší našroubování trnu do těla přípravku.

5.1.1 Ustavení obrobku do přípravku

K ustavení obrobku do přípravku využijeme principu ustavení za dva vnitřní válcové otvory (viz. Kapitola 2.3.3). Tyto otvory získáme v místech pro závity. Ty bude nutné dořezat až jako poslední operaci, po vyjmutí součásti z přípravku. Do polotovaru tedy vyvrtáme dva otvory pro čepy. Aby nedošlo k znehodnocení součásti, musí být tyto otvory menší než nejmenší průměr jednotlivých závitů, což u závitu M8 činí 6,647 mm a u závitu M10 - 8,376 mm. Z toho vyplývá, že čepy pro ustavení musí mít menší průměr než 6,647 mm, resp. 8,376 mm. Součást pak do přípravku ustavíme za dva do těla přípravku nalisované středící čepy.



Obr. 24 Ustavení obrobku

5.1.2 Výpočet řezných sil

Výpočet řezných sil provedeme zvlášť pro frézování a pro vrtání. Velikost řezných sil vypočítáme pomocí empirických vzorců s experimentálně zjištěnými hodnotami koeficientů.

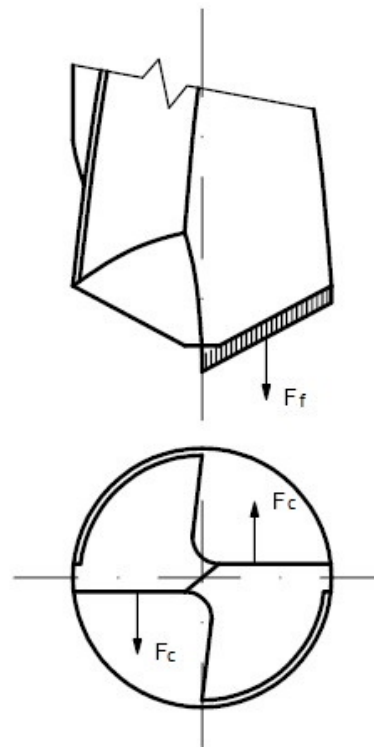
5.1.2.1 Řezné síly při vrtání

Vztah pro výpočet řezné síly při vrtání je:

$$F_c = C_{F_c} * D^{X_{F_c}} * f_c^{Y_{F_c}} \quad (4) \quad [9]$$

Vztah pro výpočet posuvové síly při vrtání:

$$F_f = C_{F_f} * D^{X_{F_f}} * f_f^{Y_{F_f}} \quad (5) \quad [9]$$



Obr. 25 Síly na vrtáku

C_{F_c} - konstanta závislá na obráběném materiálu (v našem případě ocel 14220)

$X_{F_c}; Y_{F_c}$ - exponenty závislé na řezných podmínkách, geometrii nástroje a obráběném materiálu [9]

- tabulka experimentálně stanovených hodnot konstant $C_{F_c}; C_{F_f}$ a exponentů $X_{F_c}; Y_{F_c}; X_{F_f}; Y_{F_f}$ [9]

	C_{F_c}	X_{F_c}	Y_{F_c}	C_{F_f}	X_{F_f}	Y_{F_f}
Ocel	3.650	0,9	0,78	865	1	0,72
Litina	2.450	0,85	0,8	630	1	0,78

Tab. 1 Tabulka konstant [9]

- volba řezných podmínek

Pro vrtání tvrdokovovým vrtákem o průměru 14 mm volíme posuv na otáčku $f_{ot} = 0,05 \div 0,5 \text{ mm/ot}$ a řeznou rychlost $v_c = 40 \div 100 \text{ m/min}$

- zvolené hodnoty pro výpočet sil:

$$f_{ot} = 0,12 \text{ mm/ot}$$

$$v_c = 70 \text{ m/min}$$

$$C_{F_c} = 3.650$$

$$X_{F_c} = 0,9$$

$$Y_{F_c} = 0,78$$

$$C_{F_f} = 865$$

$$X_{F_f} = 1$$

$$Y_{F_f} = 0,72$$

- výpočet řezné síly při vrtání:

$$F_c = C_{F_c} * D^{X_{F_c}} * f_c^{Y_{F_c}}$$

$$F_c = 3.650 * 14^{0,9} * 0,12^{0,78}$$

$$\underline{F_c = 7.508,78 \text{ N}}$$

- posuvová síla

$$F_f = C_{F_f} * D^{X_{F_f}} * f_f^{Y_{F_f}}$$

$$F_f = 865 * 14^1 * 0,12^{0,72}$$

$$\underline{F_f = 2.631,2 \text{ N}}$$

5.1.2.2 Řezné síly při frézování

Vztah pro výpočet řezné síly při čelním frézování je:

$$F_C = C_{F_C} * a_p^{X_{F_C}} * f_c^{Y_{F_C}} * \sin \kappa_r * \sum_{i=1}^n \sin^{Y_{F_C}} \varphi_i \quad (6) \quad [9]$$

- počet zubů v záběru: $n = \frac{\varphi_{\max} * z}{360} \quad (7)$

- přičemž: z – počet zubů frézy [-]
 a_p – hloubka odebírané vrstvy [mm]
 κ_r – úhel nastavení hlavního ostří [°]

- maximální úhel záběru: $\varphi_{\max} = 2 * \arcsin \frac{B}{D} \quad (8)$

- přičemž: B – šířka frézované plochy [mm]
 D – průměr frézy [mm]

C_{F_C} - konstanta závislá na obráběném materiálu (v našem případě ocel 14220 – Rm=min. 785MPa)

$X_{F_C}; Y_{F_C}$ - exponenty závislé na řezných podmínkách, geometrii nástroje a obráběném materiálu [9]

- tabulka hodnot experimentálně stanovených hodnot konstant C_{F_C} a exponentů $X_{F_C}; Y_{F_C}$ pro frézování [9]

		Válcové frézy			Čelní frézy		
		C_{F_C}	X_{F_C}	Y_{F_C}	C_{F_C}	X_{F_C}	Y_{F_C}
Uhlíková ocel o pevnosti	450MPa	1.200	1	0,63	1.900	0,97	0,76
	650MPa	1.380	1	0,72	2.030	0,93	0,8
	900MPa	1.600	1	0,72	2.450	0,94	0,8
Chromniklová ocel o pevnosti	550MPa	1.390	1	0,66	2.030	0,9	0,75
	800MPa	1.440	1	0,72	2.970	0,9	0,75
	900MPa	1.740	1	0,74	3.160	0,94	0,8
Litina o tvrdosti	HB 180-200	850	1	0,67	1.100	0,9	0,77
	HB 220	950	1	0,67	1.420	0,89	0,74
Bronz		420	1	0,6	670	0,79	0,66

Tab. 2 Tabulka konstant [9]

- volba řezných podmínek

Pro frézování na čisto, tvrdokovovým nástrojem, volíme posuv na otáčku $f_{ot} = 0,1 \div 0,4 \text{ mm/ot}$, řeznou rychlost $v_c = 120 \div 200 \text{ m/min}$ a hloubku odebírané vrstvy pro obrábění na čisto $a_p = 0,5 \div 2 \text{ mm}$. Frézování je prováděno frézovacími hlavami o průměrech 20 mm a 50 mm s počty zubů 3 resp. 7. Pro výpočet řezných sil je zvolena šířka frézování shodnou s průměrem fréz, tedy hodnotu extrémní.

- výpočet řezné síly při frézování:

A, pro frézování bočních stěn

- zvolené hodnoty pro výpočet sil:

$$f_{ot} = 0,11 \text{ mm/ot}$$

$$v_C = 160 \text{ m/min}$$

$$C_{F_z} = 2.450$$

$$X_{F_z} = 0,94$$

$$Y_{F_z} = 0,74$$

$$z = 7$$

$$\kappa_r = 90^\circ$$

$$B = 50 \text{ mm}$$

$$D = 50 \text{ mm}$$

$$a_p = 1,6 \text{ mm}$$

$$\varphi_{\max} = 2 * \arcsin \frac{B}{D}$$

$$\varphi_{\max} = 2 * \arcsin \frac{50}{50}$$

$$\varphi_{\max} = 180^\circ$$

$$n = \frac{\varphi_{\max} * z}{360}$$

$$n = \frac{180^\circ * 7}{360^\circ}$$

$$n = 3,5 \Rightarrow 4 \text{ zuby}$$

- řezná síla

$$F_C = C_{F_C} * a_p^{X_{F_C}} * f_C^{Y_{F_C}} * \sin \kappa_r * \sum_{i=1}^n \sin^{Y_{F_C}} \varphi_i$$

$$F_C = 2.450 * 1,6^{0,94} * 0,11^{0,8} * \sin 90 * [\sin^{0,8} 51,428^\circ + \sin^{0,8} 102,857^\circ + \sin^{0,8} 154,28^\circ + \sin^{0,8} 205,71^\circ]$$

$$\underline{F_C = 1.842,59 \text{ N}}$$

- síla v ose nástroje

$$F_Y = (0,6 \div 0,8) * F_C$$

$$F_Y = 0,8 * 1.842,59$$

$$\underline{F_Y = 1.474,1 \text{ N}}$$

B, pro frézování rovinné plochy na vnitřním průměru

$$\varphi_{\max} = 2 * \arcsin \frac{B}{D}$$

$$\varphi_{\max} = 2 * \arcsin \frac{20}{20}$$

$$\varphi_{\max} = 180^\circ$$

$$n = \frac{\varphi_{\max} * z}{360}$$

$$n = \frac{180 * 3}{360}$$

$$n = 1,5 \Rightarrow 2 \text{ zuby}$$

- řezná síla

$$F_C = C_{F_C} * a_p^{X_{F_C}} * f_C^{Y_{F_C}} * \sin \kappa_r * \sum_{i=1}^n \sin^{Y_{F_C}} \varphi_i$$

$$F_C = 2.450 * 2^{0,94} * 0,11^{0,8} * \sin 90^\circ * [\sin^{0,8} 120^\circ + \sin^{0,8} 240^\circ]$$

$$\underline{F_C = 1.433,19N}$$

- síla v ose nástroje

$$F_Y = (0,6 \div 0,8) * F_C$$

$$F_Y = 0,8 * 1.433,18$$

$$\underline{F_Y = 1.146,55N}$$

5.1.3 Výpočet středících čepů na stříh

Středící čepy použijeme normalizované dle Strojnických tabulek – ČSN 24 3670 resp. ČSN 24 3671. Vzhledem k tomu, že čepy umístíme do míst, kde budou dodatečně vyřezány závity M8 a M10, musíme dodržet rozměry čepů menší než nejmenší průměry závitu (Kapitola 5.1). Z tohoto důvodu můžeme využít pouze normalizované čepy o průměrech 6 mm a 8 mm. Zároveň však musíme zkontrolovat, zda středící čepy těchto rozměrů vyhovují pevnostní podmínce na stříh. K tomu nám poslouží i znalost řezných sil z předcházejících výpočtů.

Podmínka pevnosti ve stříhu:

$$\tau_s = \frac{F}{S} \leq \tau_{D_s} \quad (9)$$

F – řezná síla [N]

S – průřez čepu [mm²]

τ_{D_s} - dovolené napětí ve stříhu [MPa]

Dle tabulek se středící čepy o průměru 6-20 mm vyrábějí z oceli 19 452 o mezi pevnosti $R_m = 1.200\text{MPa} - 2.180\text{MPa}$ a mezi kluzu $Re = 1.200 - 2.400\text{MPa}$. Pro dimenzování čepu jsou zvoleny extrémní podmínky – maximální řeznou sílu a minimální meze kluzu materiálu 19452. Zda budou tyto čepy vyhovovat, zjistíme z následujících výpočtů:

$$\tau_s = \frac{F}{S} \leq \tau_{D_s}$$

$$\Rightarrow \frac{F}{S} \leq \tau_{D_s}$$

$$\frac{4 * F}{\pi * d^2} \leq \tau_{D_s}$$

$$\tau_{D_s} = ?$$

$$\frac{4 * F}{\pi * \tau_{D_s}} \leq d^2 \Rightarrow$$

$$\tau_{D_s} = 0,6 * Re = 0,6 * 1.200 = 720\text{MPa}$$

$$d \geq \sqrt{\frac{4 * F_{\max}}{\pi * \tau_{D_s}}} = \sqrt{\frac{4 * 7.508,78}{\pi * 720}}$$

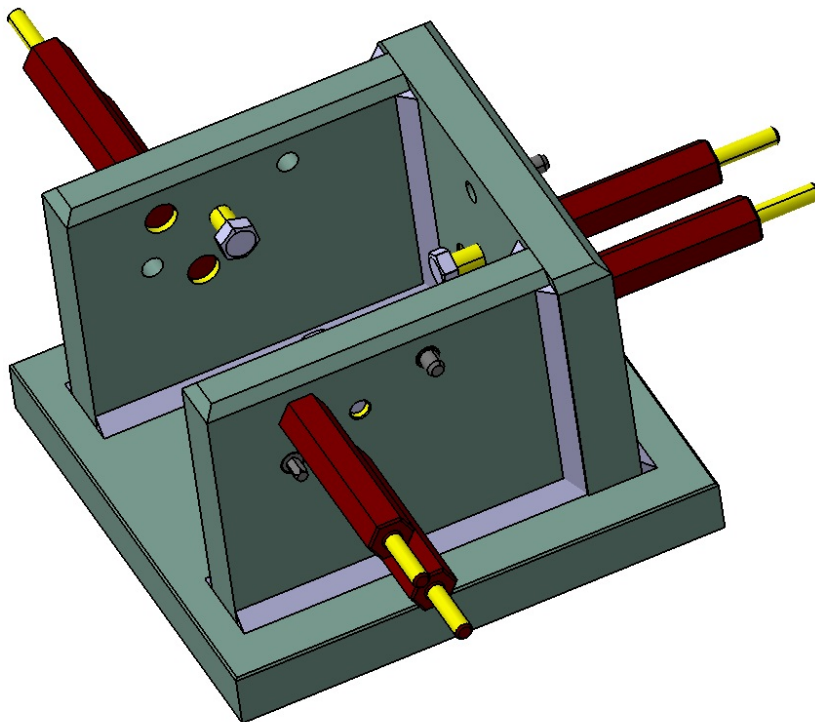
$$\underline{d \geq 3,64\text{mm}}$$

Průměry čepů tedy musí být větší než 3,64 mm => Středící čepy o průměrech 6 mm a 8 mm tedy této pevnostní podmínce vyhovují.

5.1.4 Požadavky na přípravek

Základním požadavkem na přípravek je, aby umožnil obrobít celou součást na jediný běh programu. Přípravek je tedy zkonstruován tak, aby umožnil přístup ke všem třem požadovaným plochám najednou a zároveň zvýšil produktivitu. Kromě tohoto speciálního požadavku existují pak i požadavky běžného rázu (finanční, funkční, bezpečnostní,...).

5.1.5 Varianta A



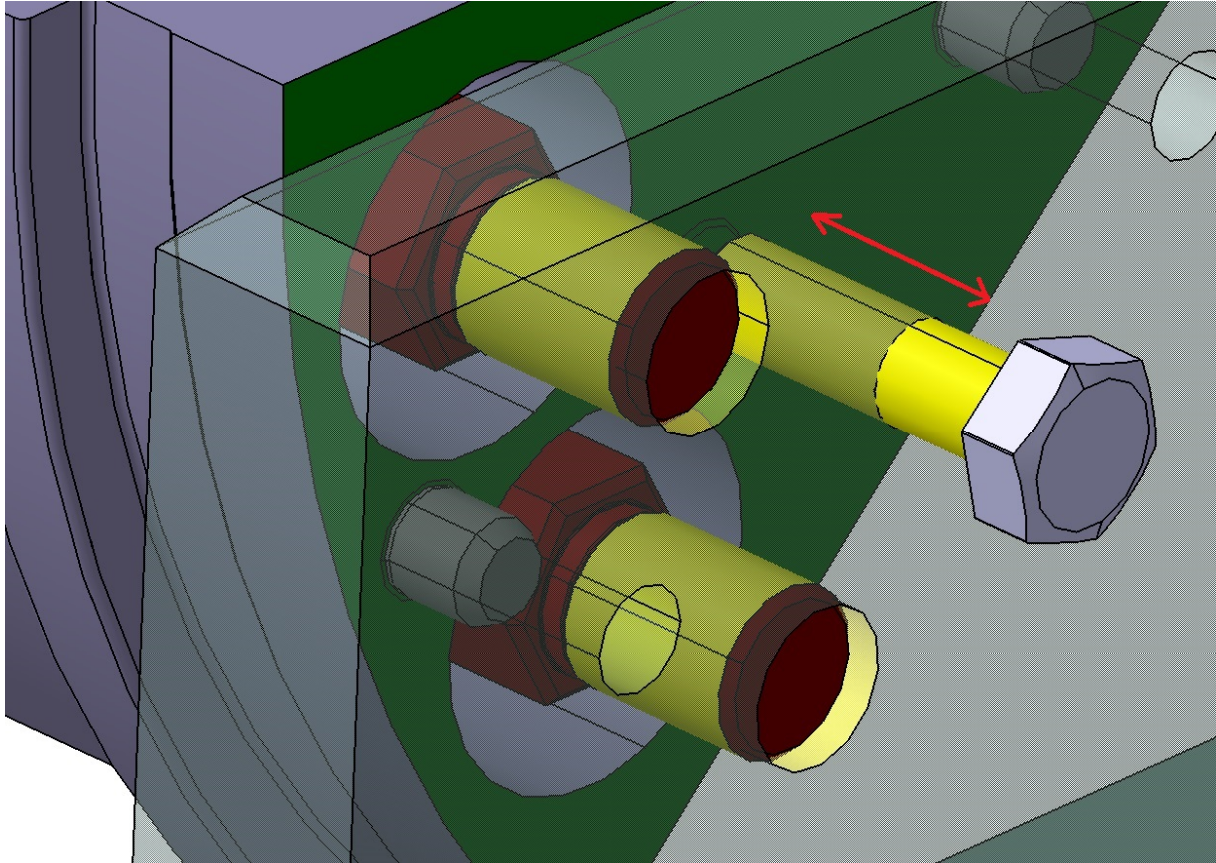
Obr. 26 Návrh přípravku - varianta A (žlutou barvou jsou znázorněny závity)

Těleso přípravku má otevřený tvar písmene U. Tento tvar nám umožní snazší přístup k vnitřní části (např. k mechanismu pro snímání součásti).

Na třech stěnách budou vyvrtané otvory v přesně definovaných pozicích, tak aby byly požadované plochy přístupné k nástroji. Tato první varianta využívá k snímání součásti ze středících čepů jednoduchého principu – pohybu šroubu. Z vnitřní strany přípravku je tedy zašroubován šroub o dostatečné délce (min. 33 mm), který postupně vytlačuje součást. Výroba této varianty je z finančního hlediska velmi výhodná. Další výhodou je i poměrně nenáročná výroba a údržba. Problémem může být namáhavý a zdoluhavý proces snímání obrobku, při němž je nutné ručně - za pomoci klíče - šroub napřed zašroubovat a tím součást vysunout a po sejmutí součásti z čepů šroub opět vyšroubovat do původní pozice, aby bylo možné ustavit další součást. Tento postup pak zopakovat u všech 3 součástí, které jsou v přípravku upnuty. Tento proces tak velmi výrazně zvyšuje vedlejší výrobní časy.

Vzhledem k složitějšímu tvaru tělesa přípravku se jako nejvhodnější polotovary pro výrobu tělesa přípravku jeví svařence. Nevýhodou svařování je, že při něm dochází k tepelnému ovlivnění obrobku, což po následném vychladnutí obrobku způsobí vnitřní pnutí a možné deformace. Proto jsou nutné tepelné úpravy před i po svařování.

Svařenec je vytvořen za pomoci koutových svarů. Pro výrobu koutových svarů částí o tloušťce >10 mm nejsou předepsány žádné tvarové úpravy.



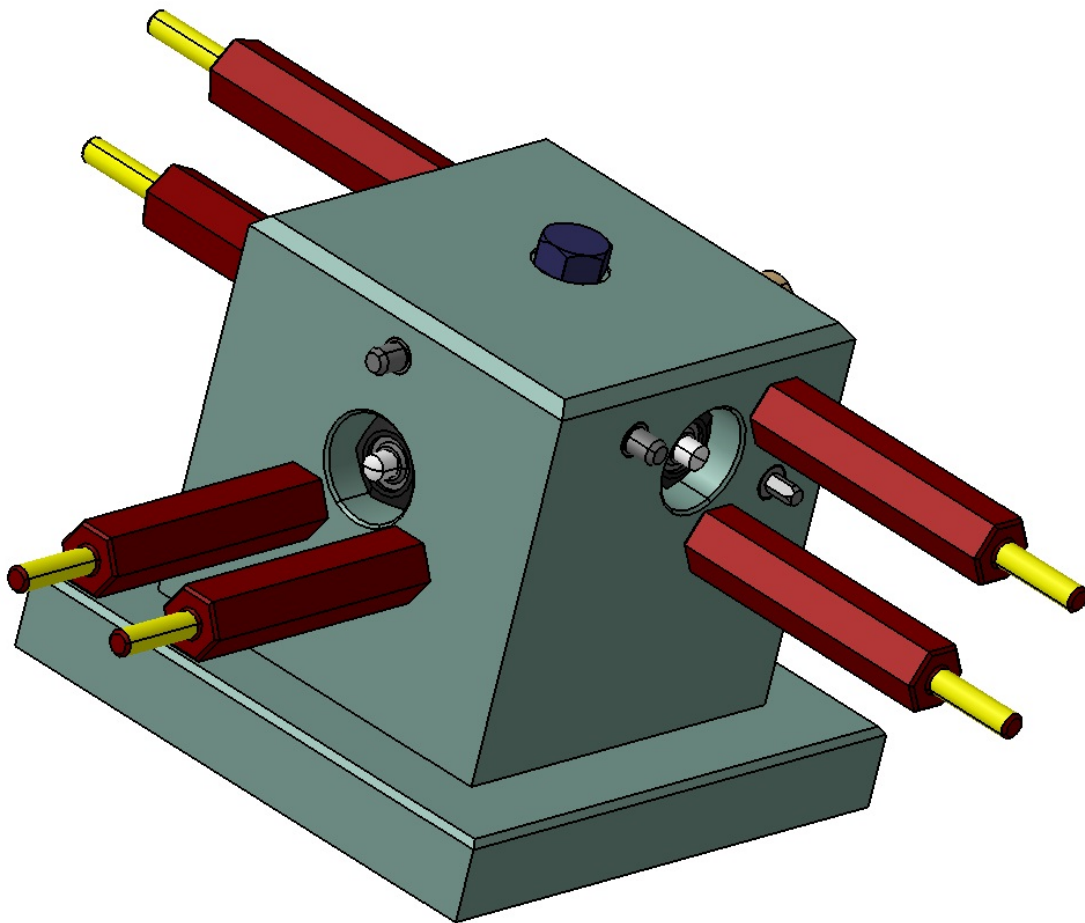
Obr. 27 Detail a princip vysouvacího mechanismu obrobku z přípravku – směr pohledu z vnitřní strany (žlutou barvou jsou znázorněny závity)

Do tělesa přípravku je tedy nutné vyrobít šest hladkých otvorů pro nalisování čepů. Trny jsou s tělesem přípravku spojeny pomocí závitů. Musí se tedy vyvrtat otvory, do kterých budou později vyřezány závity M16.

5.1.5.1 Výkresová dokumentace varianty A

- viz příloha

5.1.6 Varianta B

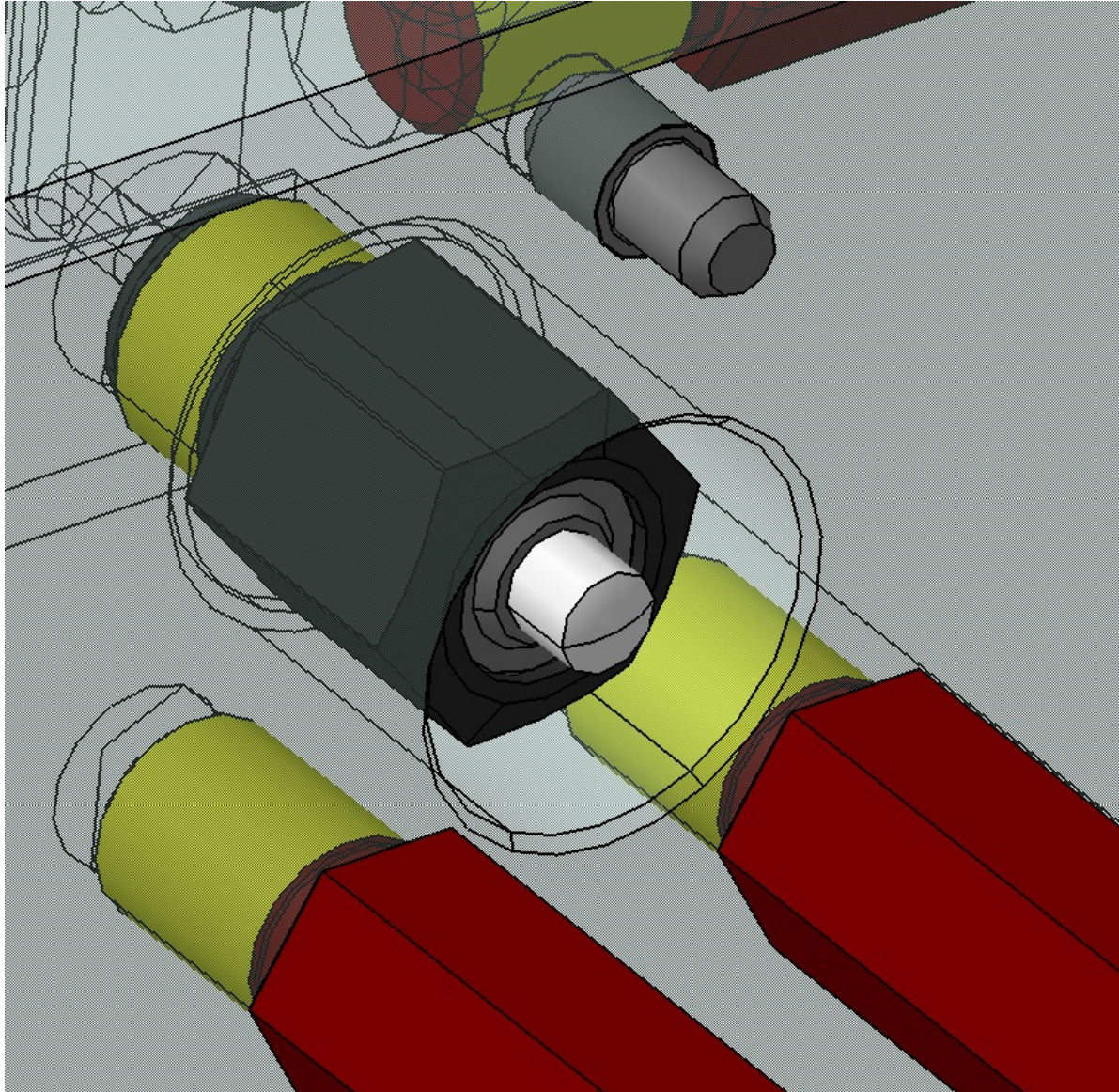


Obr. 28 Návrh přípravku - varianta B (žlutou barvou jsou znázorněny závity)

Druhá varianta se od první liší ve způsobu snímání obráběné součásti ze středících čepů. V tomto případě je vytlačování zajištěno hydraulicky. Z tohoto důvodu je těleso rozměrnější, aby bylo možné umístit hydraulické válce do správné pozice a aby bylo umožněno vedení pracovní kapaliny k válci.

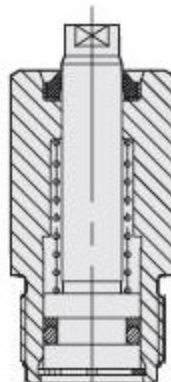
U této varianty odpadá nutnost přístupu k vysouvacímu mechanismu (šroubu) z vnitřní strany, jak tomu je v případě varianty A. Z tohoto důvodu je tedy nutné použít otevřený tvar. Proto má tato varianta velmi jednoduchý tvar, díky čemuž není nutná operace svařování.

Oproti první variantě jsou však vyžadovány náročnější obráběcí operace. Především je třeba vyrobít dlouhé otvory pro přívod pracovní kapaliny k válcům. Oproti variantě A jsou výrazně složitější i plochy potřebné k ustavení hydraulických válců do těla přípravku.

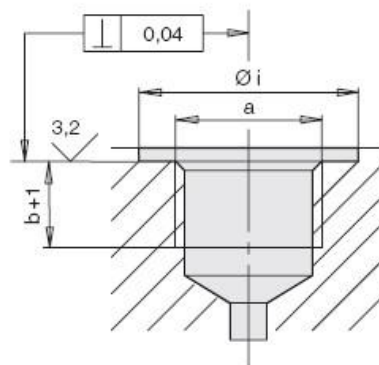
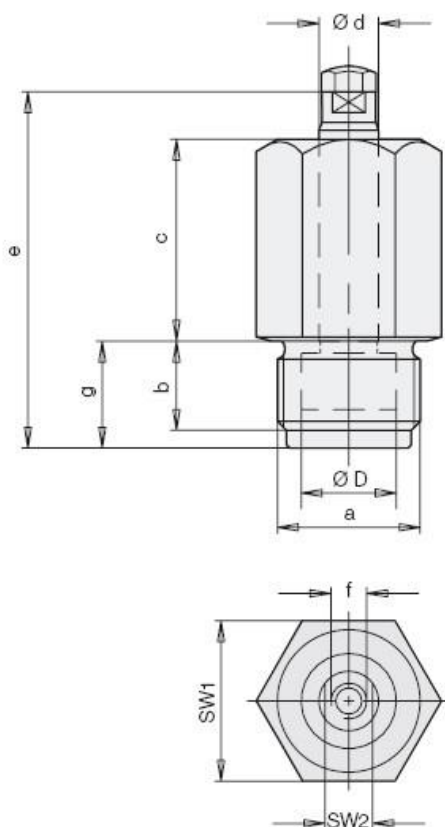


Obr. 29 Detail a princip vysouvacího mechanismu obrobku z přípravku – směr pohledu od obrobku (žlutou barvou jsou znázorněny závity)

Pro vysouvání je zvolen jednočinný hydraulický válec B 1.450 firmy Roemheld GmbH, který vyhovuje jak pracovním tlakem, tak zdvihem. Výhodou jsou i jeho malé rozměry. Součást je s přípravkem spojena závitem. Zpětný pohyb je zajištěn předepnutou pružinou uvnitř součástky.



Obr. 30 Hydraulický válec Roemheld B 1.450[12]

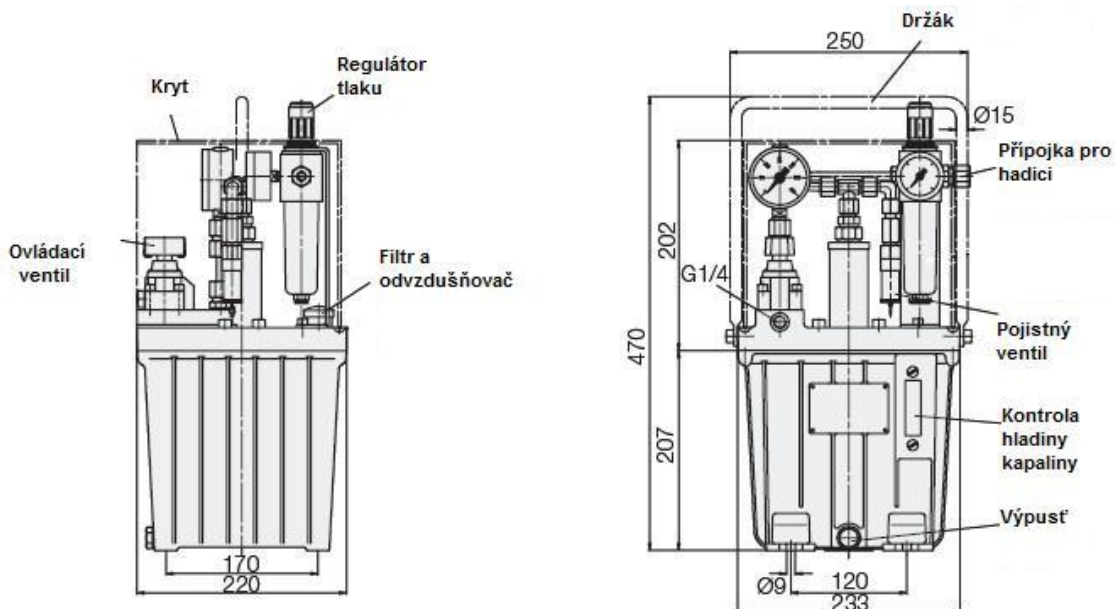


Obr. 31 Parametry pneumatického pístu Roemheld 1. 450[12]

Píst ØD	[mm]	12
Pístnice Ød	[mm]	8
Zdvih ±0.5	[mm]	8
Upínací síla při 100bar	[kN]	1.1
500bar	[kN]	5.6
Min. síla zpětné pružiny	[N]	32
Množství kap. / 10mm zdvih	[cm ³]	1.13
A	[mm]	M20 x 1.5
B	[mm]	12
C	[mm]	25
e ±0.5	[mm]	46
f x hloubka závitu	[mm]	M5 x 10
G	[mm]	15
Ø i	[mm]	29
SW 1	[mm]	24
SW 2	[mm]	7
Max. upínací moment	[Nm]	90
Hmotnost	[kg]	0.16

Tab. 3 Technické parametry hydraulického válce B 1.450 Roemheld GmbH[12]

Jako agregát je zvolen pneumaticko-hydraulické čerpadlo Roemheld D 8.600. Zvolené čerpadlo je dodáváno s různými variantami ovládání - ručně nebo pneumaticky.



Obr. 32 Pneumaticko-hydraulické čerpadlo Roemheld D 8.600[12]

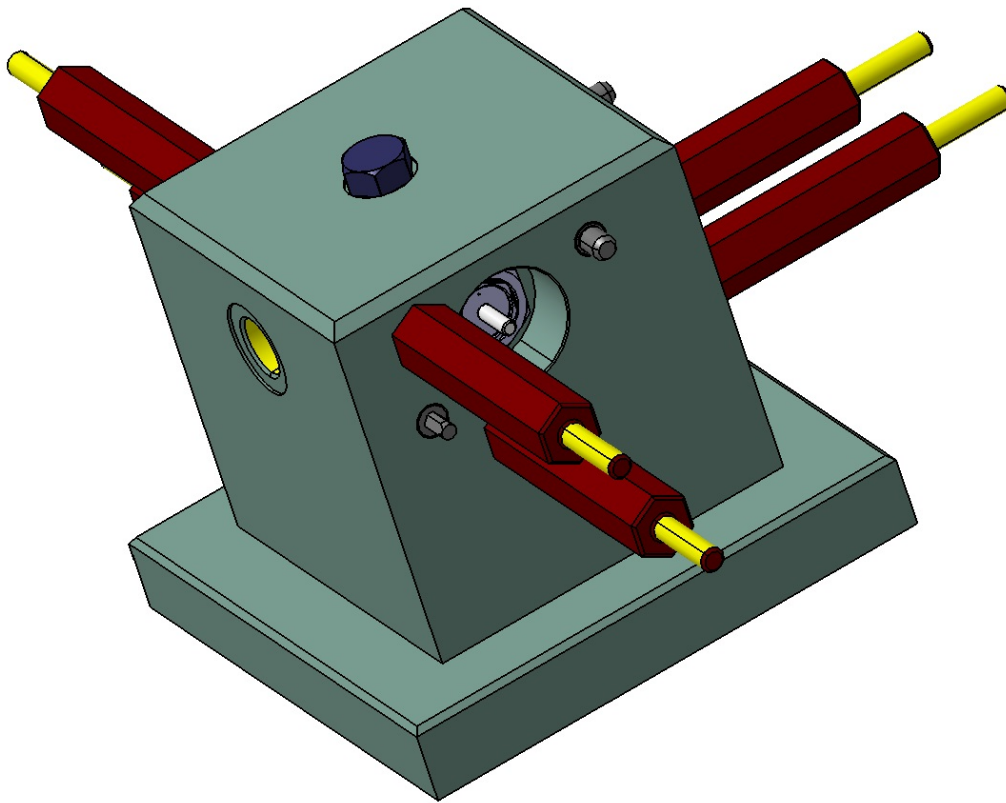
Max. dodávaný průtok	[cm ³ /s]	25
	[l/min]	1.5
Max. ovládací tlak	[bar]	500
Min. ovládací tlak	[bar]	100
Max. tlak vzduchu	[bar]	4.7
Min. tlak vzduchu	[bar]	1.0
Převodový poměr		1:108
Max. spotřeba vzduchu	[l/min]	1200
Min. ovládací tlak pro pneumatický ventil	[bar]	3
Max. objem kapaliny	[l]	4.0
Užitečný objem kapaliny	[l]	1.8
Rozsah viskozity	[10 ⁻⁶ m ² /s]	10...500
Doporučený stupeň viskozity dle DIN 52519		ISO VG 22
Doporučená pracovní kapalina		HLP 22
Hluk	[dBA]	78
Hmotnost	[kg]	20

Tab. 4 Technické parametry čerpadla Roemheld D 8.600[12]

5.1.6.1 Výkresová dokumentace varianty B

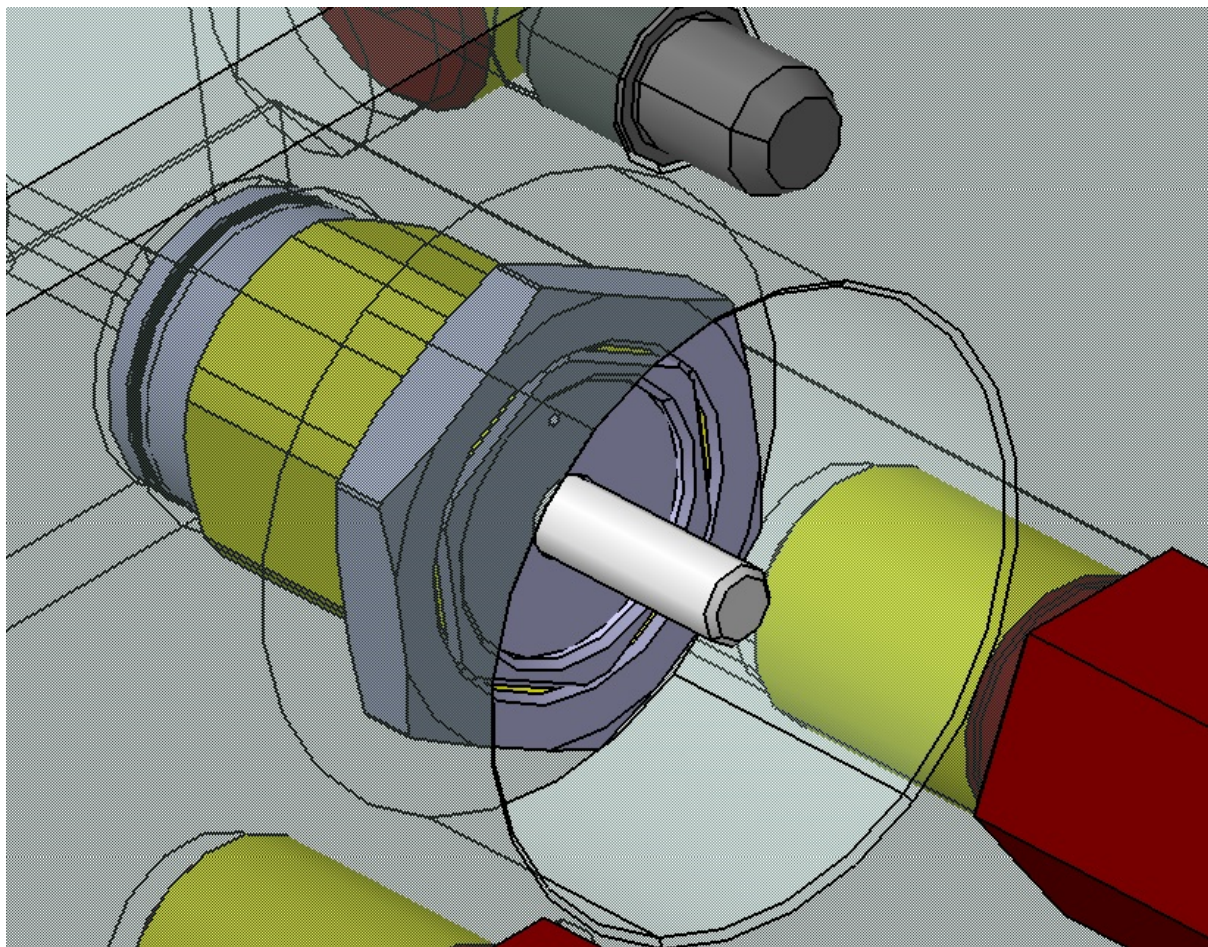
- viz příloha

5.1.7 Varianta C



Obr. 33 Návrh přípravku - varianta C (žlutou barvou jsou znázorněny závity)

Přípravek varianty C je konstrukčně podobný variantě B. V tomto případě je však vysouvací síla vyvozována za pomoci stlačeného vzduchu. K tomu je tedy potřeba volby jiného válce, čímž se změní i rozměry tělesa.

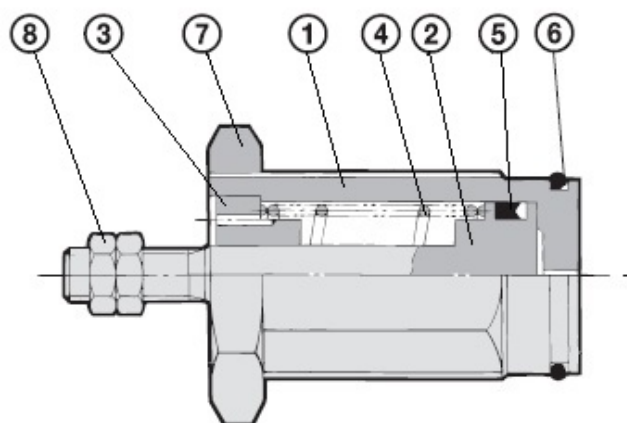


Obr. 34 Detail a princip vysouvacího mechanismu obrobku z přípravku – směr pohledu od obrobku (žlutou barvou jsou znázorněny závity)

Pro vysouvání je zvolen jednočinný pneumatický válec CJPS-15 od firmy SMC, který vyhovuje jak zdvihem (10 mm), tak vyvozovanou silou. Výhodou jsou malé rozměry. Jedná se o jednočinný válec, kde zpětný pohyb pístu zajišťuje předepnutá pružina uvnitř válce, což je stejné jako u hydraulického válce u varianty B. Princip spojení válce s tělem přípravku je také stejný jako v případě varianty s hydraulickým válcem, tedy závitem.



Obr. 35 Jednočinný válec CJPS-15[20]



Obr. 36 Schéma pneumatického válce CJPS-15[20]

Poz.	Označení	Materiál	Poznámka	
1	Těleso válce	mosaz	poniklováno	
2	Píst	korozivzdorná ocel		
3	Víko válce	spékaná slitina	ø4	mosaz + poniklováno
			ø6, ø10	
4	Vratná pružina	ocelový drát	zinkováno, chromátováno	
5	Těsnění pístu	NBR		
6	O-kroužek	NBR	O-kroužek	
7	Matice	mosaz	poniklováno	
8	Matice pístnice	ocel	poniklováno	

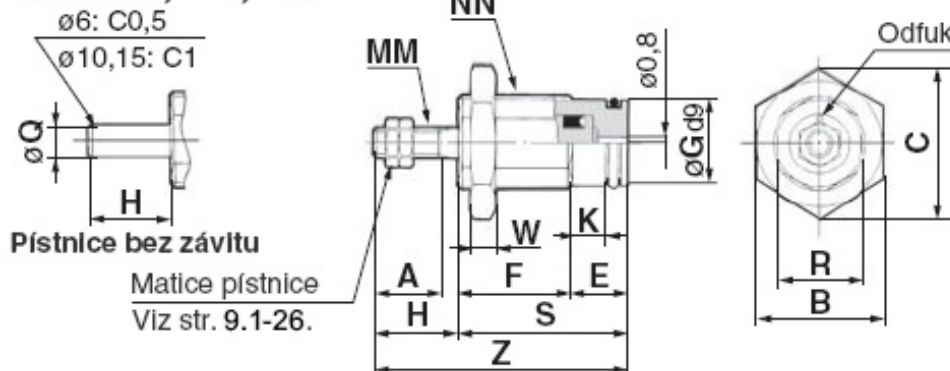
Tab. 5 Kusovník pneumatického válce CJPS-15[20]

Funkce	Jednočinný válec, pružinou zasunutý		
Max. provozní tlak	0,7 MPa		
Min. provozní tlak	ø4	0,3 MPa	
	ø6	0,2 MPa	
	ø10, ø15	0,15 MPa	
Zkušební tlak	1,05 MPa		
Teplota média a okolí	-10 až 70 °C (bez námrazy)		
Mazání	Nevyžaduje se (mažete-li, používejte turbínový olej ISO VG 32 dle ISO 3448)		
Závit na pístnici	Se závitem/bez závitů		
Rychlost pístu	50 až 500 mm/s		
Tlumení koncových poloh	Bez		
Tolerance zdvihu	$\begin{matrix} +1,0 \\ 0 \end{matrix}$		
Tolerance závitů na pístnici	JIS třída 2		
Provedení konce pístnice	Se závitem / bez závitů		
Montáž	Do panelu		Do otvoru v bloku
Příslušenství	Standardní příslušenství	Upevňovací matice (2) Matice pístnice (2)*	Upevňovací matice (1) Kroužek (1) Matice pístnice (2)*
	Volitelné	Šroubení (vyjma ø4)	–

* Pro provedení se závitem na pístnici.

Tab. 6 Technické parametry pneumatického válce CJPS-15[20]

CJPS6, 10, 15



Obr. 37 Parametry pneumatického válce CJPS-15 [20]

(N)

ø pístu (mm)	Směr pohybu	Provozní tlak (MPa)		
		0,3	0,5	0,7
4	Vysouvání	0,97	3,48	6,0
	Zasouvání	1,0		
6	Vysouvání	4,56	10,2	15,9
	Zasouvání	1,42		
10	Vysouvání	17,6	33,3	49,0
	Zasouvání	2,45		
15	Vysouvání	42,2	77,5	113,0
	Zasouvání	4,41		

Tab. 7 Teoretické síly pneumatických válců CJPS[20]

(mm)

ø pístu (mm)	A	B	C	E	F			G	H	K	MM
					Zdvih	Zdvih	Zdvih				
					5	10	15				
4	6	10	11,5	6	10	18	26	6,5	7,5	3,5	M2
6	7	12	13,9	6	12,5	19,5	26,5	8,5	9	3,5	M3
10	10	19	22	6	14,5	21	28	12	12	3,5	M4
15	12	27	31	7	16,5	22,5	29	19	14	4,2	M5

ø pístu (mm)	NN	R	S			W	S			Q
			Zdvih	Zdvih	Zdvih		Zdvih	Zdvih	Zdvih	
			5	10	15		5	10	15	
4	M8×1,0	7	16	24	32	3	23,5	31,5	39,5	2
6	M10×1,0	9	18,5	25,5	32,5	3	27,5	34,5	41,5	3
10	M15×1,5	13	20,5	27	34	4	32,5	39	46	5
15	M22×1,5	20	23,5	29,5	36	5	37,5	43,5	50	6

Tab. 8 Parametry pneumatického válce CJPS-15[20]

5.1.7.1 Výkresová dokumentace varianty C

- viz příloha

5.1.8 Zhodnocení variant

Varianta	Výhody	Nevýhody
A	<ul style="list-style-type: none"> - minimum obráběcích operací při výrobě přípravku - min. nároky na údržbu - nízké pořizovací náklady 	<ul style="list-style-type: none"> - složitější tvar těla přípravku (proces svařování) - dlouhý proces vyjímání obrobku
B	<ul style="list-style-type: none"> - vyšší efektivita výroby 	<ul style="list-style-type: none"> - náročnější na údržbu - vyšší pořizovací náklady - nutno zajistit agregát pro pracovní kapalinu
C	<ul style="list-style-type: none"> - vyšší efektivita výroby - pracovní médium stlačený vzduch 	<ul style="list-style-type: none"> - náročnější údržba - vyšší pořizovací náklady

Tab. 9 Porovnání variant přípravku

Kritérium	Poř.	Váha		Varianta A			Varianta B			Varianta C		
		Ser.	Kus.	Prostá hod.	Vážená hod.		Prostá hod.	Vážená hod.		Prostá hod.	Vážená hod.	
					Ser.	Kus.		Ser.	Kus.		Ser.	Kus.
Pracnost výroby	1	1	2	80	80	160	40	40	80	40	40	80
Pořizovací náklady	2	2	3	100	200	300	20	40	60	40	80	120
Efektivita výroby	3	3	1	10	30	10	100	300	100	100	300	100
SUMA					310	470		380	240		420	300
Užití v relativním vyjádření					52%	78%		63%	40%		70%	50%

Tab. 10 Technologické zhodnocení variant

Hodnocení variant je vytvořeno pomocí srovnání kritérií. Jako kritéria jsou zvolena: pracnost výroby samotného přípravku, pořizovací náklady na výrobu přípravku a efektivita výroby při použití daného přípravku. Hodnocení je provedeno jak pro sériovou, tak i pro kusovou výrobu. Za kusovou výrobu je považována výroba osmi segmentů, z nichž se celý lisovací přípravek skládá (viz. Kapitola 4.1). Hodnotícím kritériím jsou přiřazeny koeficienty (1-3) dle významnosti pro daný způsob výroby (1 – nejnižší, 3 – nejvyšší). Kritéria jsou následně ohodnocena prostými hodnotami od 10 do 100 (10 - nepříznivé, 100 - příznivé).

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že v případě sériové či hromadné výroby bude nejvhodnější využít variantu C. Tato varianta má sice vyšší pořizovací náklady než varianta A, ovšem použitím daného přípravku se v případě sériové výroby výrazně sníží výrobní časy, a tedy i náklady na jeden kus = efektivita.

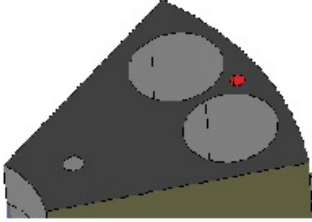
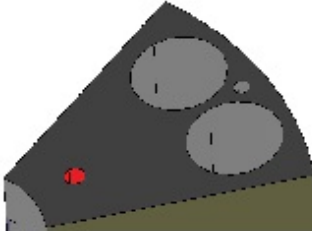
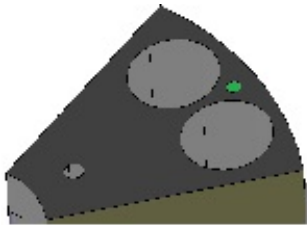
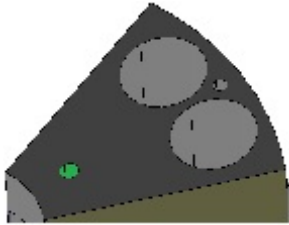
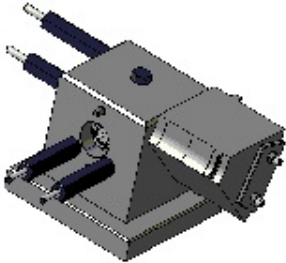
Tuto výhodu má i varianta B, ovšem v jejím případě jsou pořizovací náklady z důvodu pořízení agregátu a z důvodu náročnější údržby pracovní kapaliny vyšší než v případě varianty C.

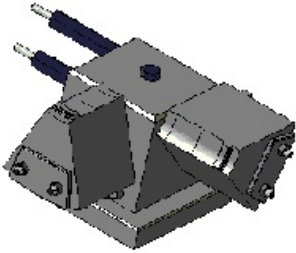
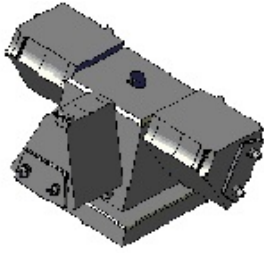
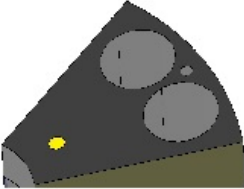
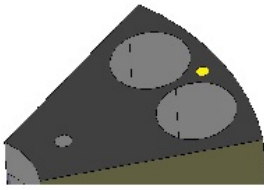
Z hlediska kusové výroby se jako nejvhodnější jeví varianta A, která má oproti ostatním variantám výrazně nižší pořizovací náklady a zároveň menší pracnost výroby. Nízká efektivita výroby je dána kusovou výrobou, u níž se nevyplatí investovat do snižování výrobních časů na úkor dalšího zvyšování nákladů.

5.2 Postup výroby součásti

Jak už bylo výše zmíněno, před samotným obráběním součásti v přípravku je nutné vytvořit otvory pro středící čepy. Ty je z důvodu přesnosti nutné nejprve předvrtat na rozměry $d = 5,8$

mm resp. $d = 7,8$ mm. Poté ještě vystružit na průměry 6H7 resp. 8H7. Až poté je možné přistoupit k obrábění v přípravku. Výrobní postup je naznačen níže.

Výrobní postup		
Krok	Operace	Zobrazení
1	Vrtat $\text{Ø}5,8 - 15$	
2	Vrtat $\text{Ø}7,8 - 15$	
3	Vystružit 6H7-11	
4	Vystružit 8H7-11	
5	Ustavit obrobek 1 do pozice 1 Spustit program	

6	<p>Ustavit obrobek 1 do pozice 2 Ustavit obrobek 2 do pozice 1 Spustit program</p>	
7	<p>Ustavit obrobek 1 do pozice 3 Ustavit obrobek 2 do pozice 2 Ustavit obrobek 3 do pozice 2 Spustit program</p>	
8	<p>Obrobek 1 je hotov S každým dalším spuštěním programu pak vystupuje z přípravku jedna hotová součást</p>	
9	<p>Řezat závit M10 skrz</p>	
10	<p>Řezat závit M8-15</p>	

6. Závěr

V úvodu práce byla sepsána teoretická rešerše o přípravcích. Ta byla zaměřena nejprve na definici přípravků a požadavků na ně. Dále byly rozepsány druhy přípravků podle významných kritérií a jejich krátké charakteristiky doplněné příklady. Následně byla shrnuta důležitá kapitola problematiky přípravků, již je ustavování obrobků do přípravku, resp. zajišťování polohy v prostoru.

Poté byla teoretická část zaměřena na současný stav konstrukce přípravků, v němž hraje hlavní roli vývoj na poli upínání, kde se stále více využívá vyvozování upínací síly pomocí hydraulických, pneumatických či elektromagnetických upínačů. Jako velmi úsporná metoda konstrukce přípravků se ukázaly i modulární systémy, které umožňují variabilní využití. Nástup a vývoj počítačů a informačních technologií se samozřejmě projevuje i v oblasti přípravků, které je za pomoci CAD systémů a knihoven možné sestavovat a připravovat ve virtuální podobě v různých variantách. To jednak umožňuje včasné ověření jejich funkčnosti a usnadňuje jejich případnou pozdější montáž či výrobu.

Další část práce již byla věnována konstrukci a návrhu konkrétních přípravků. Nejprve tedy byla charakterizována součást, která je v přípravku obráběna. Následně byly navrženy tři varianty konstrukce přípravku. Všechny varianty byly vytvořeny tak, aby splnily požadavek, podle něhož mají umožnit obrobení celé součásti na jeden běh programu. Výrobní postup tedy probíhá tak, že se nejprve upne do přípravku první polotovár a je obrobena jedna jeho strana s tím, že obráběcí program pro další dvě pozice v přípravku běží naprázdno. Následně je tento polotovar přeupnut na druhou pozici v přípravku a na první pozici je upnut druhý polotovar. V tomto případě běží obráběcí program naprázdno pro třetí pozici. Dále je opakováno přeupnutí polotovarů o další pozice dopředu. Od této chvíle však neběží žádná část obráběcího procesu naprázdno, ale s každým dalším spuštěním snímáme z přípravku jednu kompletně obrobenou součást. Všechny varianty návrhu byly zaměřeny na způsob snímání obrobku z ustavovacích čepů, který je v tomto případě ustavování obtížný.

Ve variantě A bylo jako způsobu snímání využito pohybu šroubu. Tato varianta je principiálně velmi jednoduchá, ovšem samotná práce s přípravkem při obrábění je poté velmi zdoluhavá.

U varianty B byl navržen hydraulický způsob snímání součásti, což zvyšuje efektivitu práce s přípravkem. Z výrobního hlediska je ovšem náročnější, což platí i o její údržbě, zajištění pracovního média a celkově o nákladech na výrobu a provoz.

Poslední varianta C je velmi podobná druhé variantě, ovšem síla na snímání obrobku z kolíků je vyvozována pneumaticky. To splňuje všechny výhody druhé varianty. Navíc byl jako médium použit stlačený vzduch, který je lépe dostupný než pracovní kapaliny a oproti předešlé variantě má i nižší náklady na údržbu.

Na závěr byly všechny varianty vyhodnoceny. Hodnocení bylo provedeno na základě zvolených kritérií tj.: pracnost výroby (přípravku), efektivita výroby (součásti v přípravku) a náklady na výrobu a provoz přípravku. Tato hodnocení byla vypracována ve dvou variantách podle objemu výroby. Pro výrobu kusovou se jako nejvhodnější varianta přípravku ukázala varianta A, a to především díky nižším pořizovacím nákladům. V případě většího objemu vyráběných kusů, tedy pro sériovou či hromadnou výrobu, se naopak jako nejvhodnější možnost jevila varianta C se silou na snímání součásti vyvozenou pomocí stlačeného vzduchu.

Zdroje a použitá literatura:

- [1] ZEMČÍK, O.;NOVOTNÝ, K. : Přípravky a nástroje. Sylaby pro kombinované bakalářské studium. <<http://drogo.fme.vutbr.cz/opory/pdf/PripravkyNastroje.pdf>>[2012-10]
- [2] NEE, A. Y. C., TAO Z.J., Senthil Kumar, A.; An Advanced Treatise on Fixture Design and Planning, World Scientific, ISBN 981-256-0599
- [3] MRKVICA I., MM Průmyslové spektrum 2011/10
<<http://www.mmspektrum.com/clanek/vyuziti-pocitacove-podpory-pri-konstrukci-pripravku.html>> [2012-11]
- [4] BORO VAN, P. Technický týdeník :
<<http://techydenik.cz/detail.php?action=show&id=6805&mark=>>[2012-10]
- [5] <<http://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/14-volny.pdf>>[2013-01]
- [6] TKB Kipons Plus s.r.o; <<http://www.tkb.cz/images/power-matrix.pdf>>[2012-11]
- [7] ČÁSENSKÝ, M., Návod y ke konstrukčnímu cvičení z náradí; Praha: ČVUT, 1991, ISBN 80-01-00642-5
- [9] SOVA, F. : Technologie obrábění a montáže; Plzeň; Západočeská univerzita v Plzni; 2001
- [10] <<http://www.directindustry.com/prod/horst-witte-gera-tebau-barskamp-kg/universal-fastening-systems-13232-367790.html>>[2013-01]
- [11] CMM Fixture <<http://www.rrfixtures.com/cmmfixtures/>>[2012-10]
- [12] Katalog Roemheld
<<http://www.roemheld.com/en/roemheld.aspx?cmd=pdf&file=B1450&lang=1>>
- [13] LEINVEBER, J.;VÁVRA, P.: Strojnické tabulky; ISBN 80-86490-74-2; Albra; 2003
- [14] Kurt Workholding <<http://www.kurtworkholding.com/swing-clamp-body-p-2684-l-en.html>>
- [15] Eektor CZ<<http://eektor.cz/Data/Sites/1/files/images/pripravek02-b.jpg>>[2012-10]
- [16] Kaspars <http://www.kaspars.cz/r014_000.jpg>[2012-10]
- [17] Kalibr Group s.r.o. <<http://www.kalibrgroup.cz/hladke/trmenove/01.gif>>[2013-10]
- [18] Proma CZ <<http://www.domacitechnika.cz/datazbozi/p/proma-sva-100-strojni-sverak-precision-25042011-domatech-fl.jpg>>[2012-10]
- [19] Witte CZ <<http://esperantomb.cz/wp-content/uploads/2010/04/kleine.jpg>>[2013-01]
- [20] Katalog SMC <<https://catalog.smc-cee.com/>>[2013-05]

Seznam příloh

Příloha 1: Fotodokumentace současného stavu výroby

Příloha 2: Modely přípravků

Příloha 3: Výkresová dokumentace

01 – Výkres upínky pro varianty A + B

02 – Výkres upínacího trnu

03 – Výkres těla přípravku varianty A

04 – Výkres těla přípravku varianty B

05 – Výkres těla přípravku varianty C

06 – Výkres polotovaru

07 – Výkres části lisovacího přípravku

08 – Výkres sestavy varianty A

09 – Výkres sestavy varianty B

10 – Výkres sestavy varianty C

11 – Výkres upínky pro variantu C

12 – Výkres sestavy svařence

13 – Výkres podstavy svařence

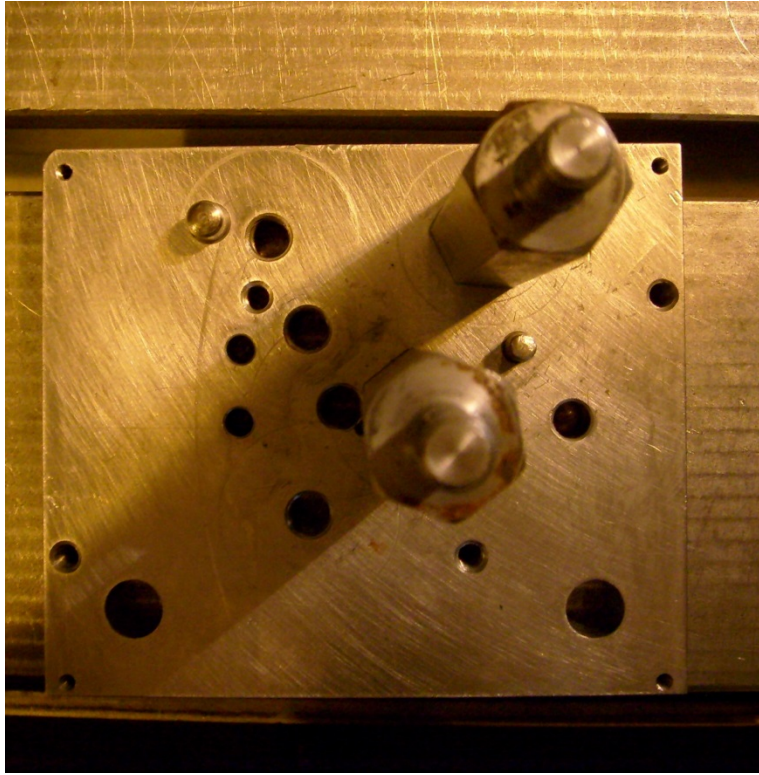
14 – Výkres bočnice svařence

15 – Výkres čela svařence

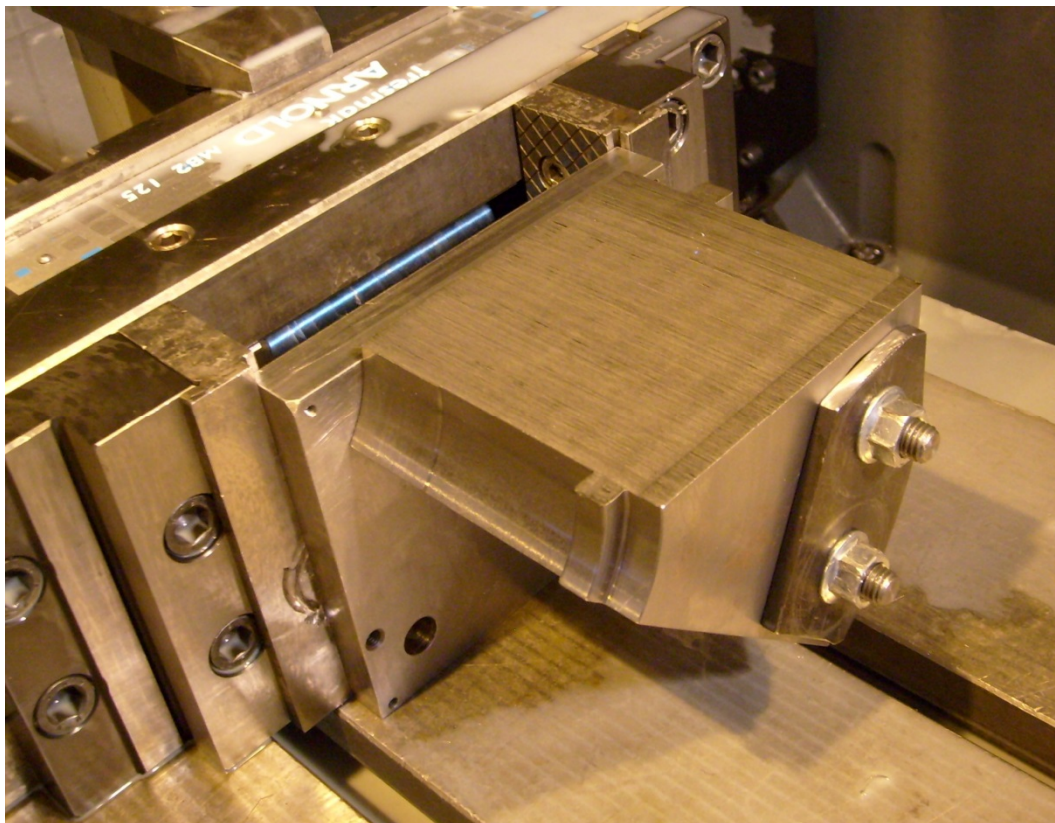
PŘÍLOHY

PŘÍLOHA č. 1

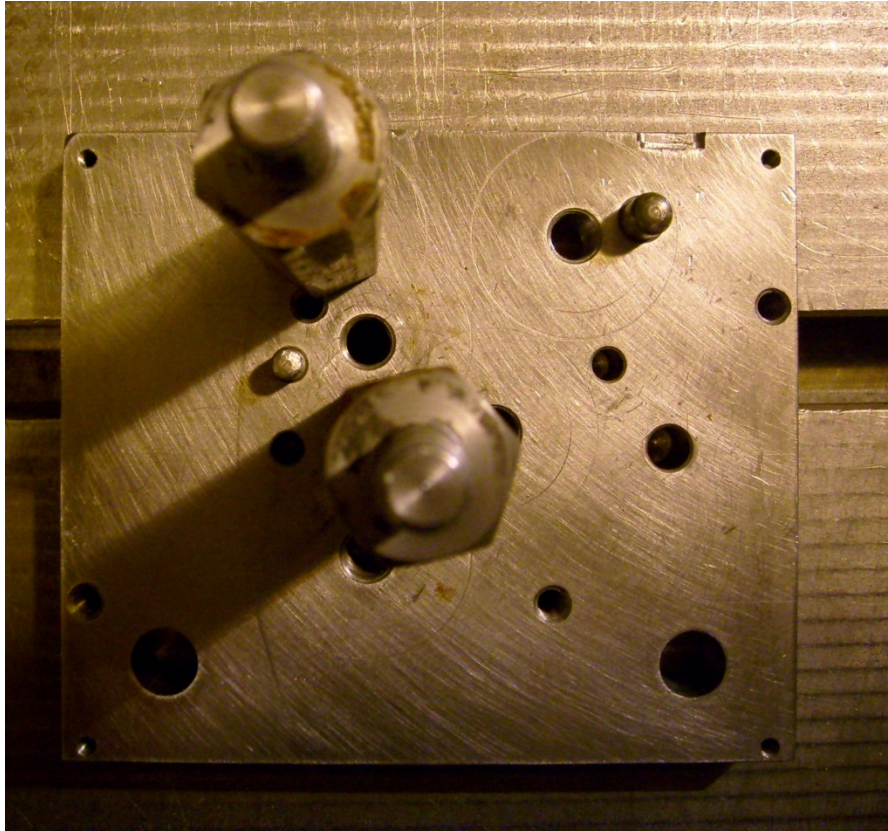
Fotodokumentace současného stavu výroby



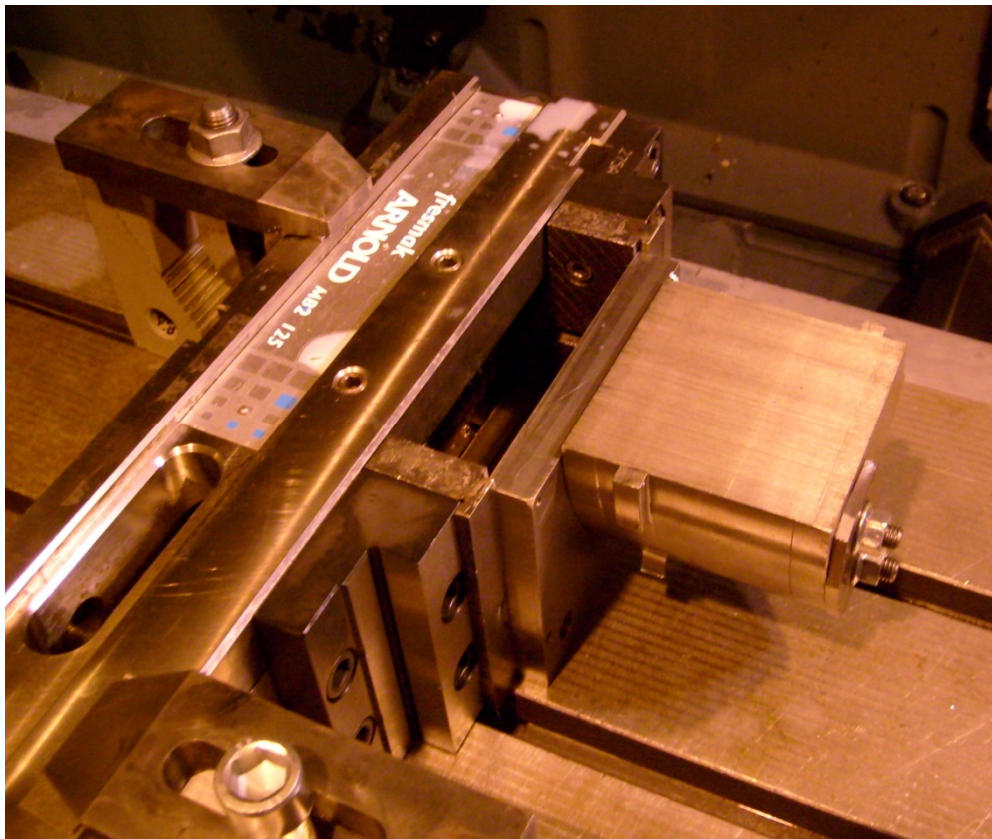
Obr. 1 Pozice 1



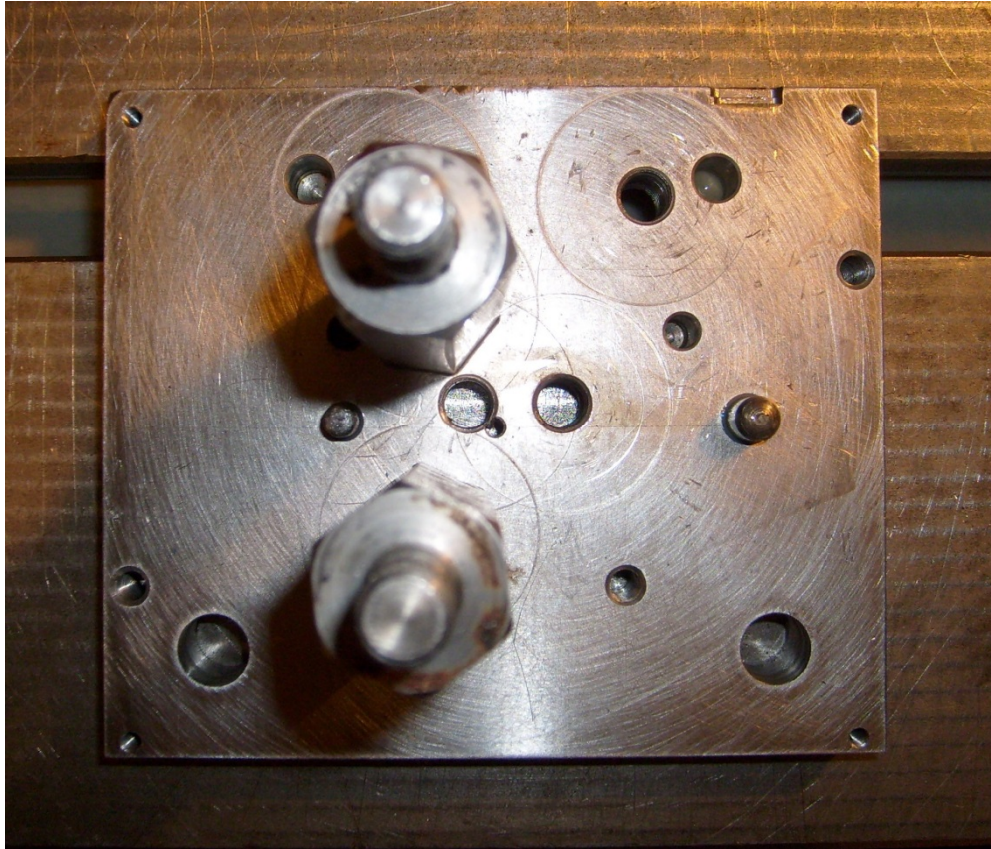
Obr. 2 Pozice 1



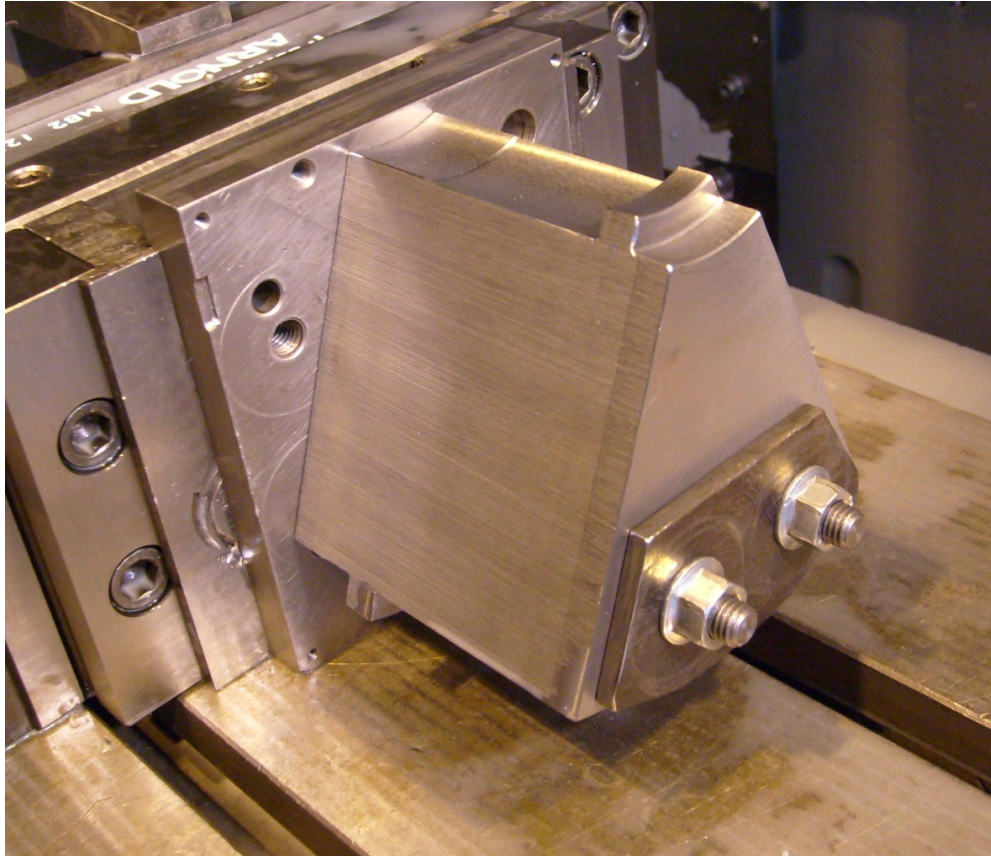
Obr. 3 Pozice 3



Obr. 4 Pozice 3



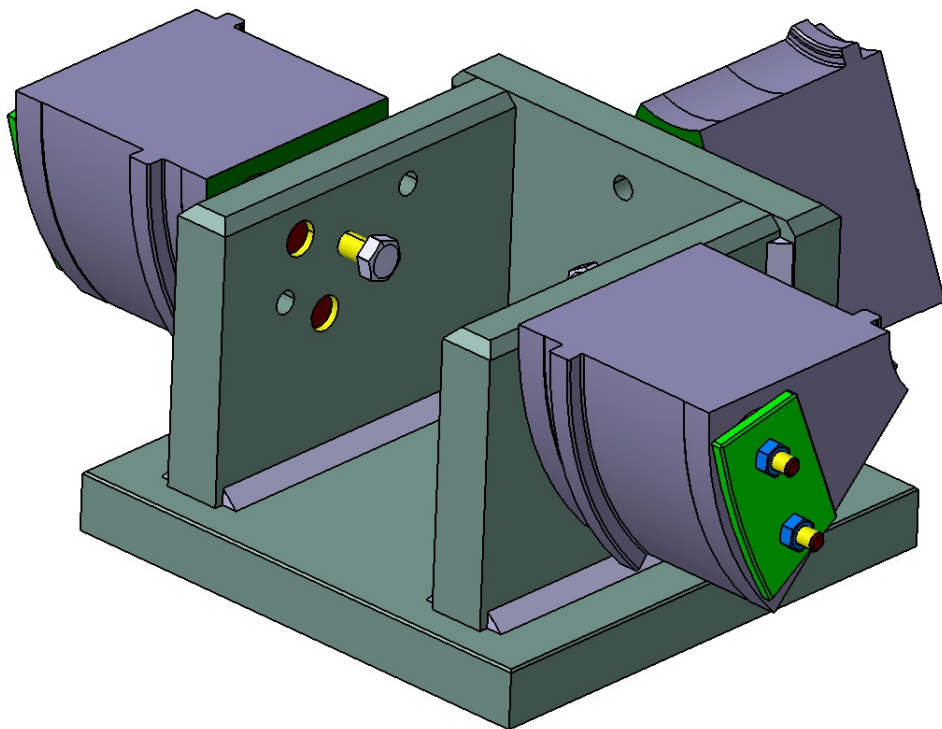
Obr. 5 Pozice 2



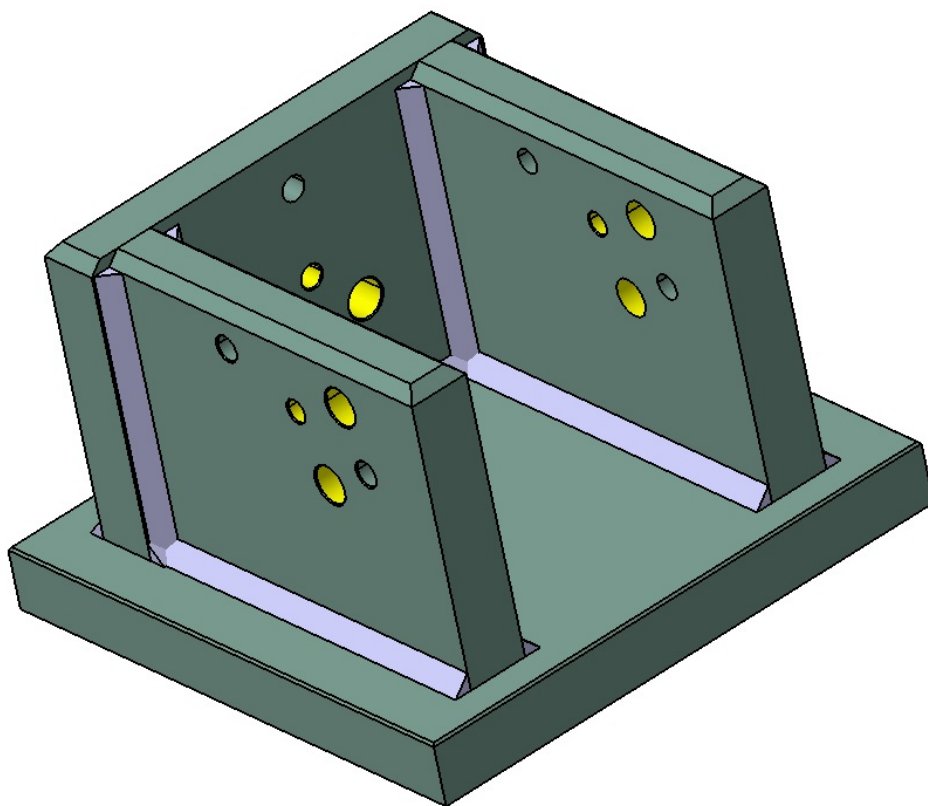
Obr. 6 Pozice 2

PŘÍLOHA č. 2

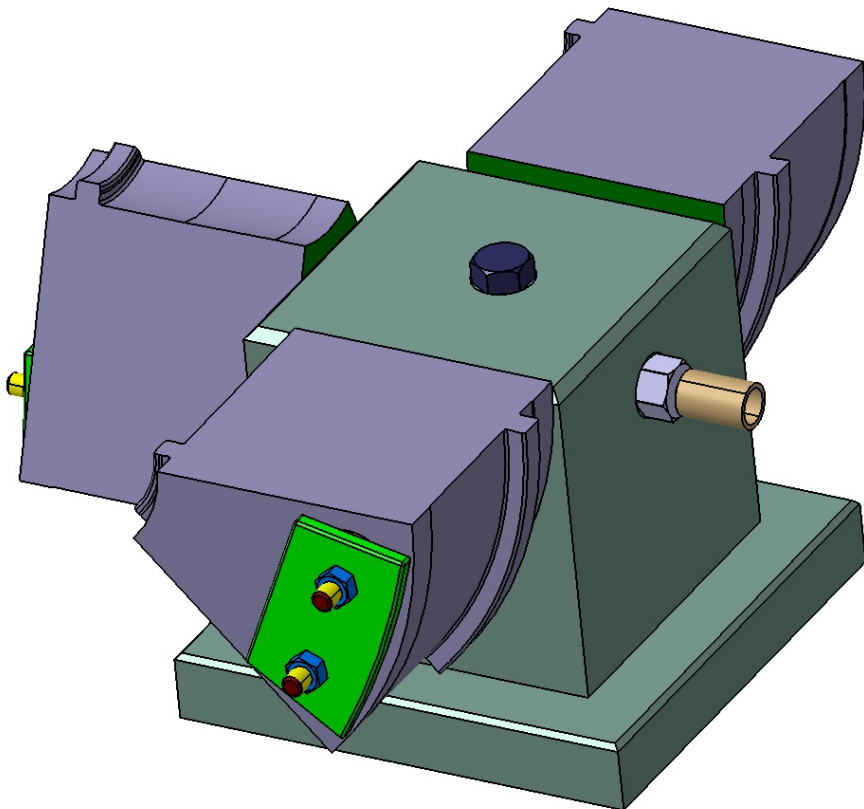
Modely návrhů přípravků přípravku



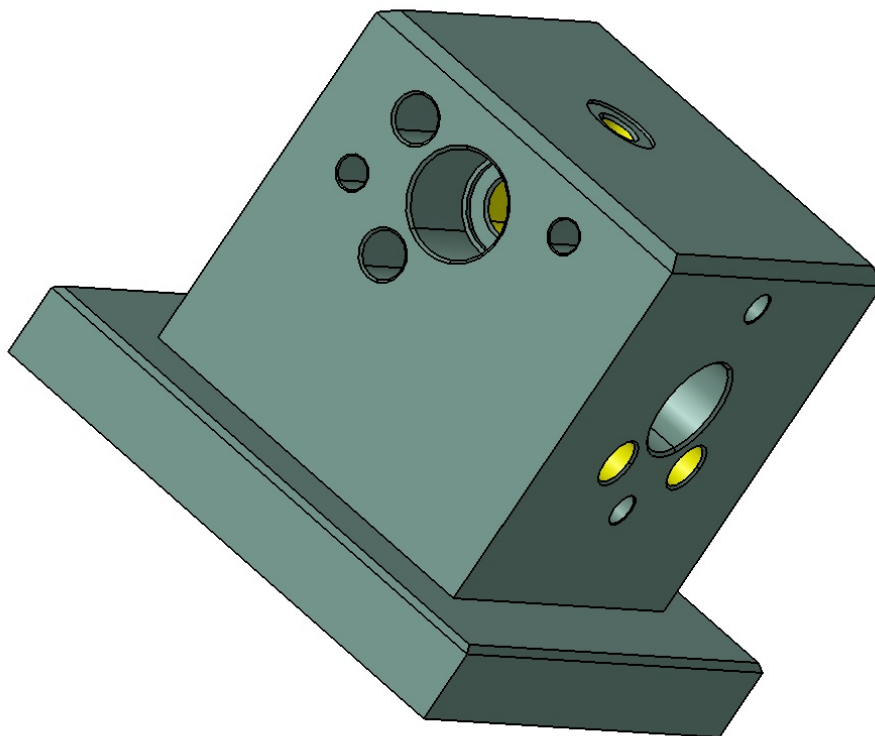
Obr. 7 Varianta A – přípravek s ustavenými obrobky



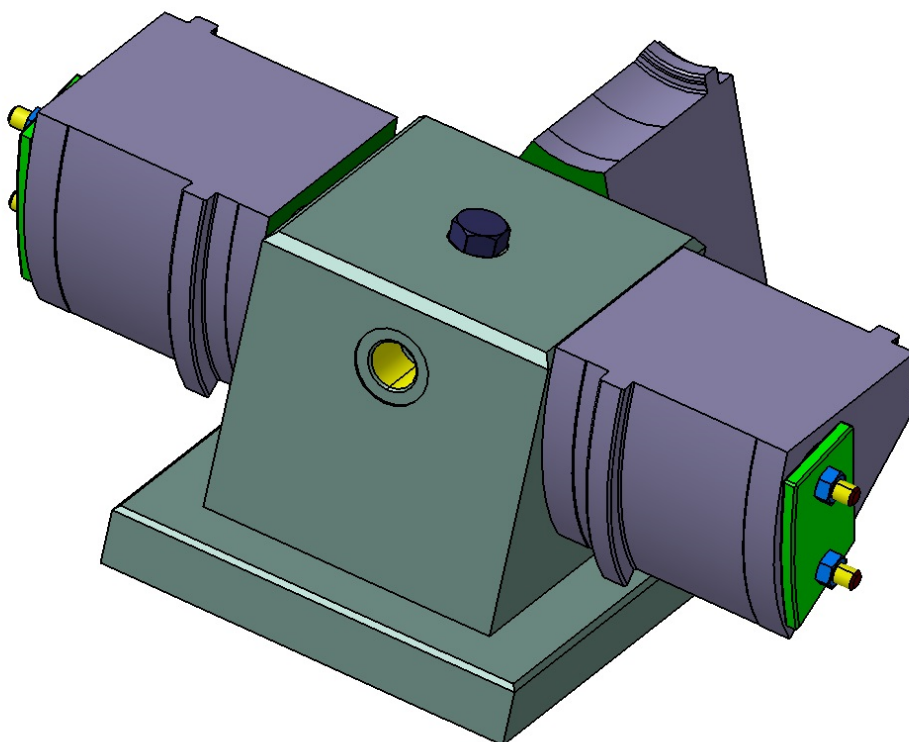
Obr. 8 Varianta A - tělo přípravku



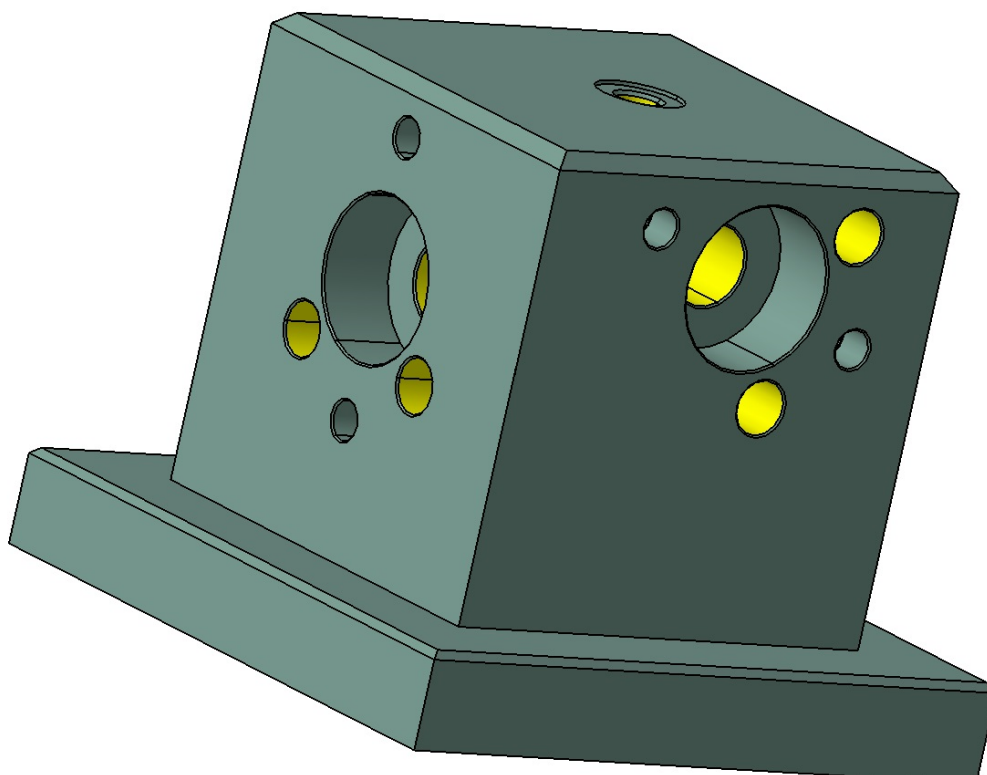
Obr. 9 Varianta B – přípravek s ustavenými obrobky



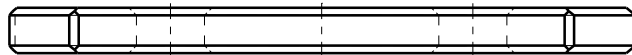
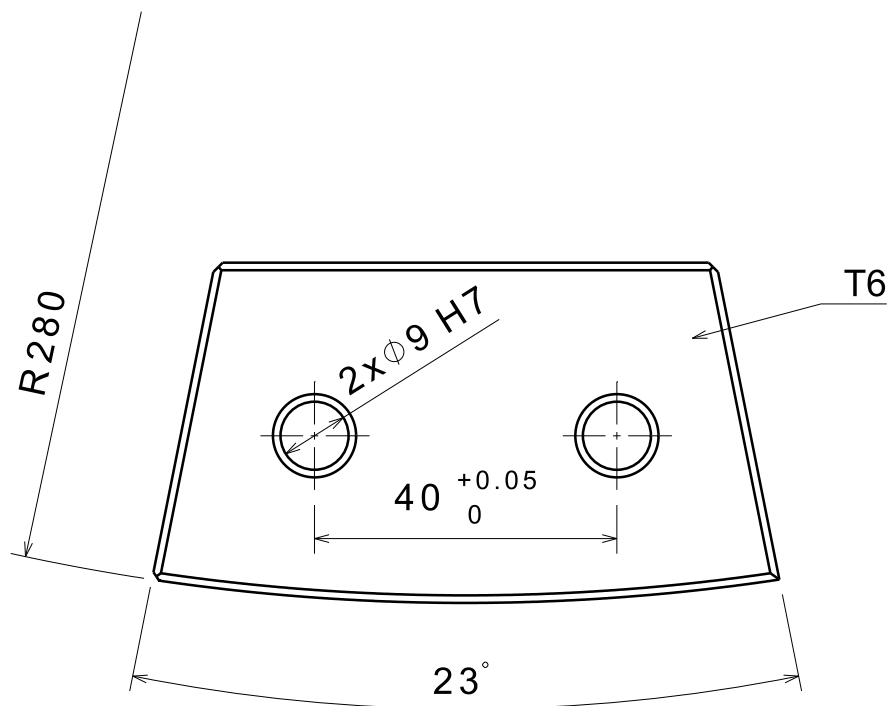
Obr. 10 Varianta B - tělo přípravku



Obr. 11 Varianta C - přípravek s ustavenými obrobky

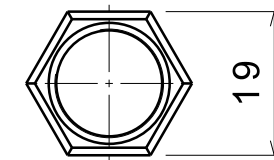
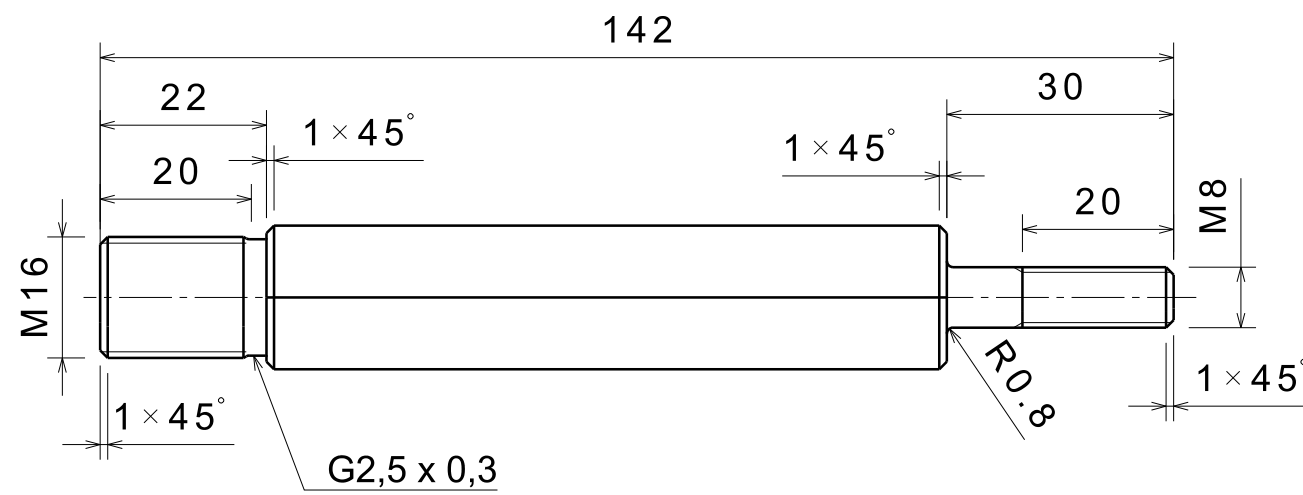


Obr. 12 Varianta C - tělo přípravku

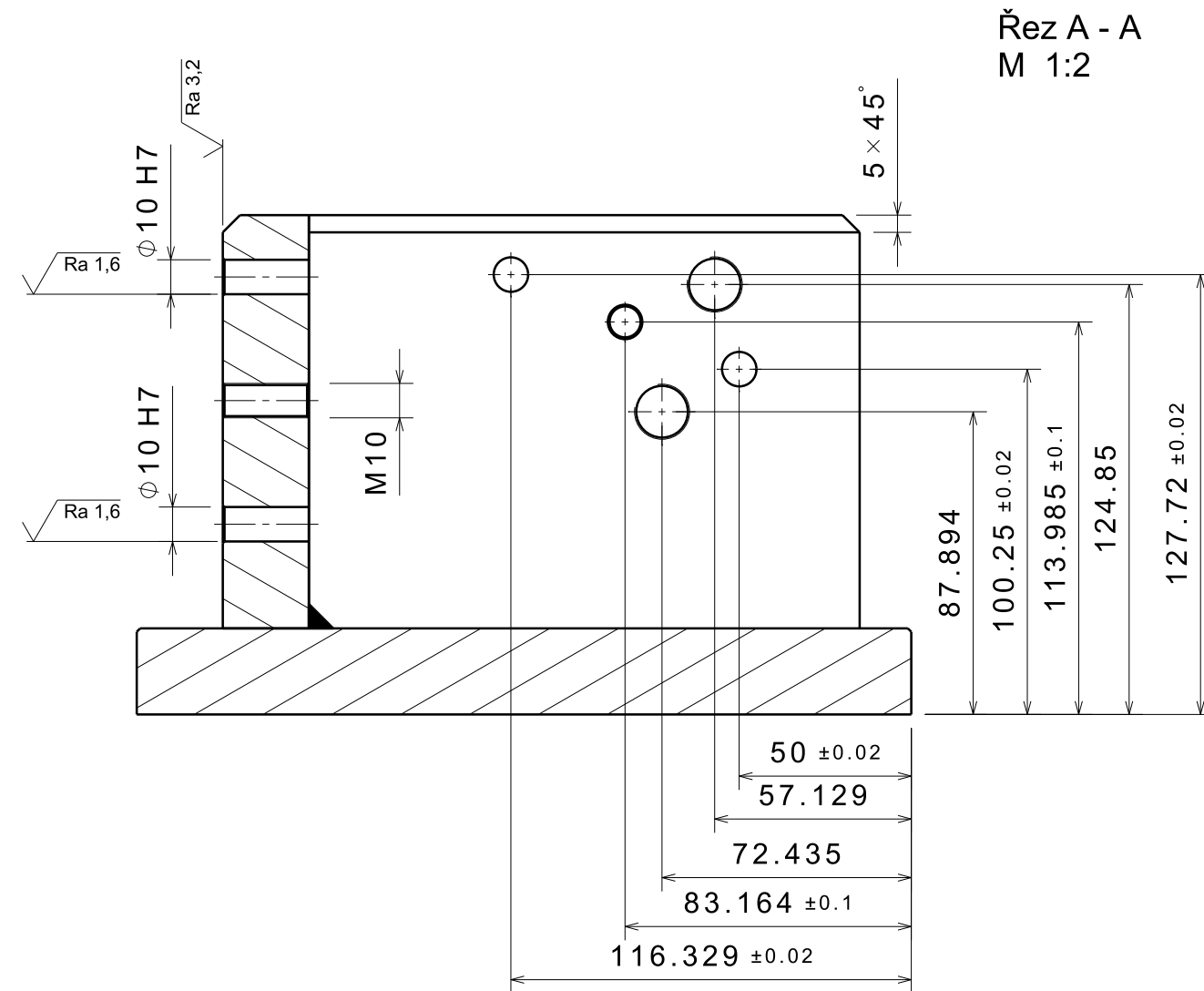
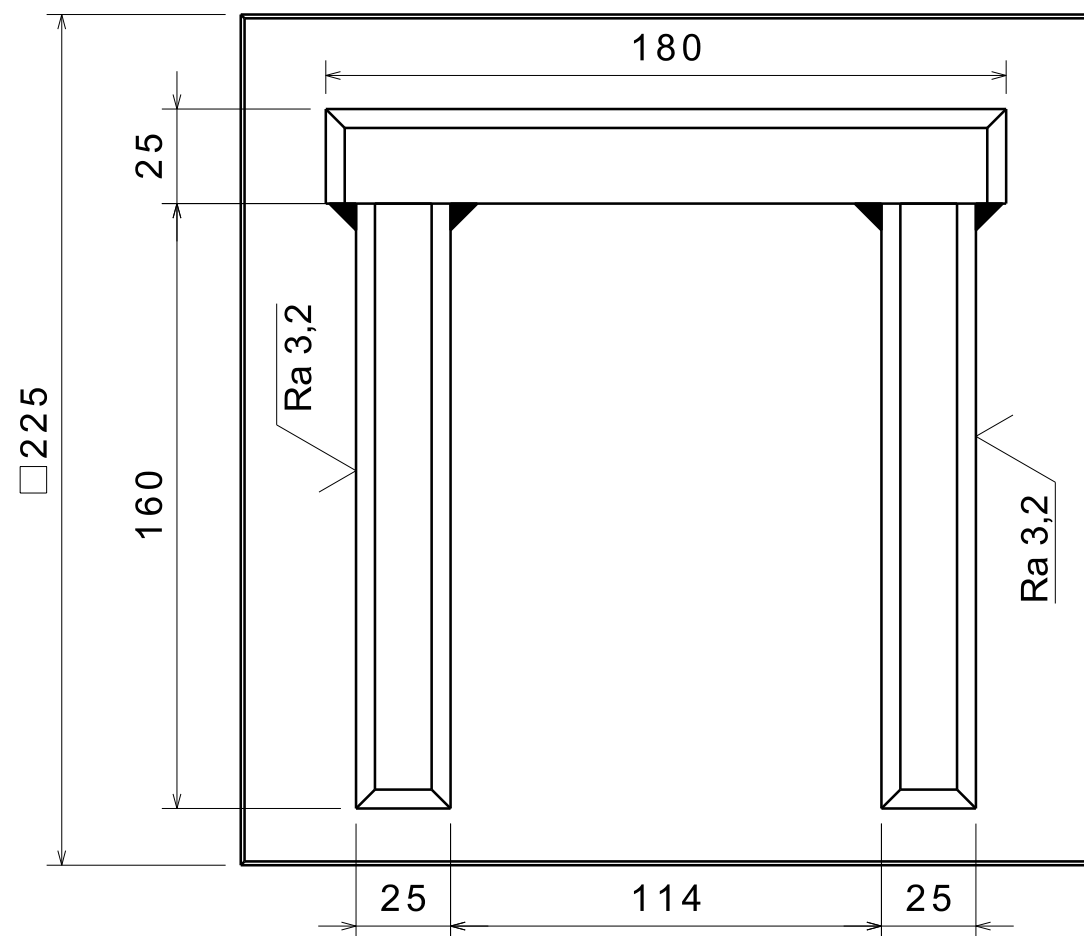
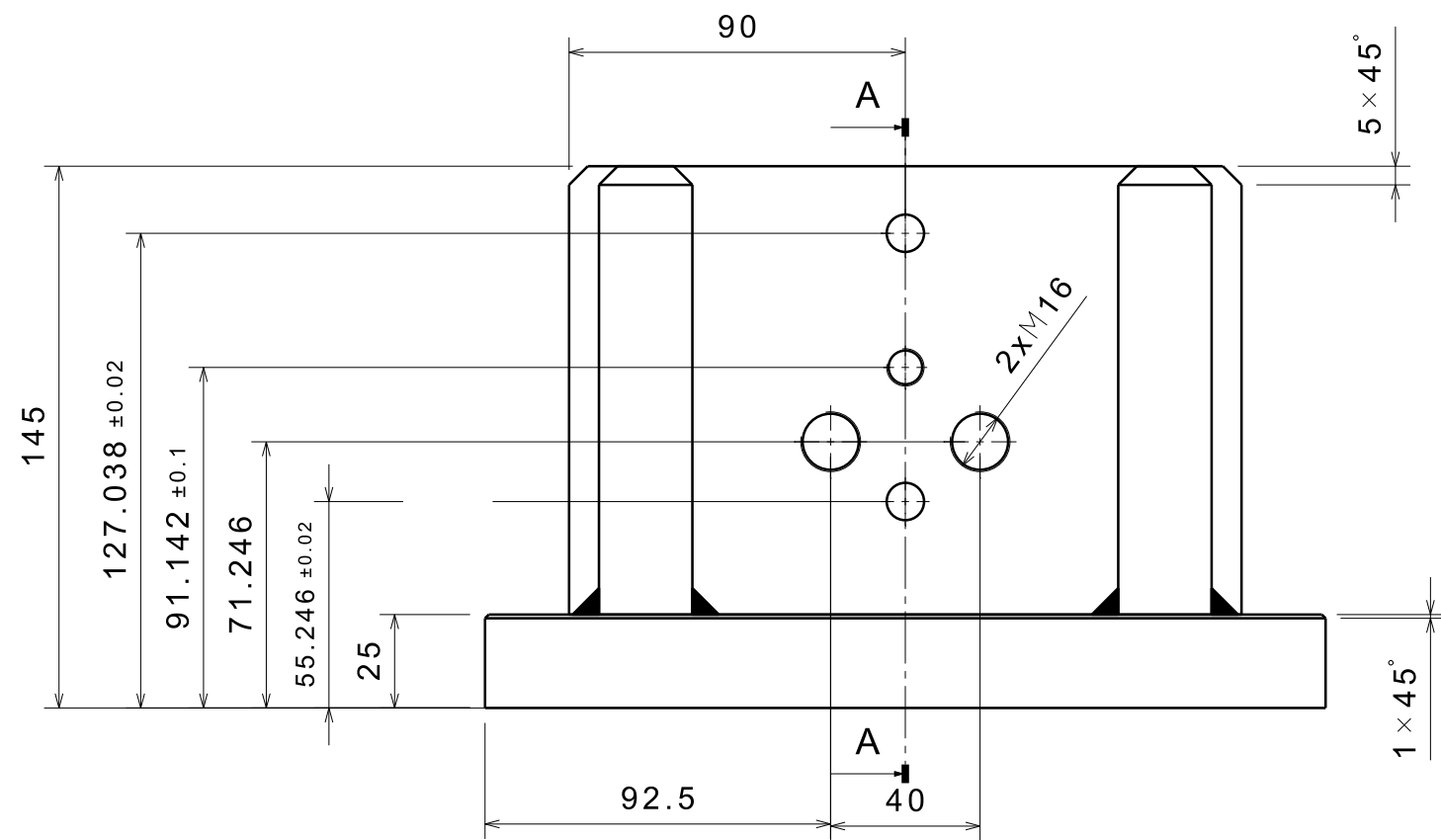


Nekótovaná sražení $1 \times 45^\circ$

INDEX	ZMENA	DATUM	POPIS	Západočeská univerzita v Plzni	
ZN. MAT. 11 500			T. O. 001	HMOTNOST kg 0,15	MĚŘ. 1:1
ROZM. - POLOT. P6 85x45				ČSN ČSN 42 5310	TŘ. Č.
POM. ZAR.				POZN.	Č. KUSOVNÍKU
VYPR. Daniel Rut	NORM. REF.			STARÝ V.	Č. V.
PŘEZK.					
TECHNOL.	SCHVÁLIL				
NÁZEV	Upínka pro varianty A + B			ZCU-FST-KTO-BP2013-01	
				Listů	List



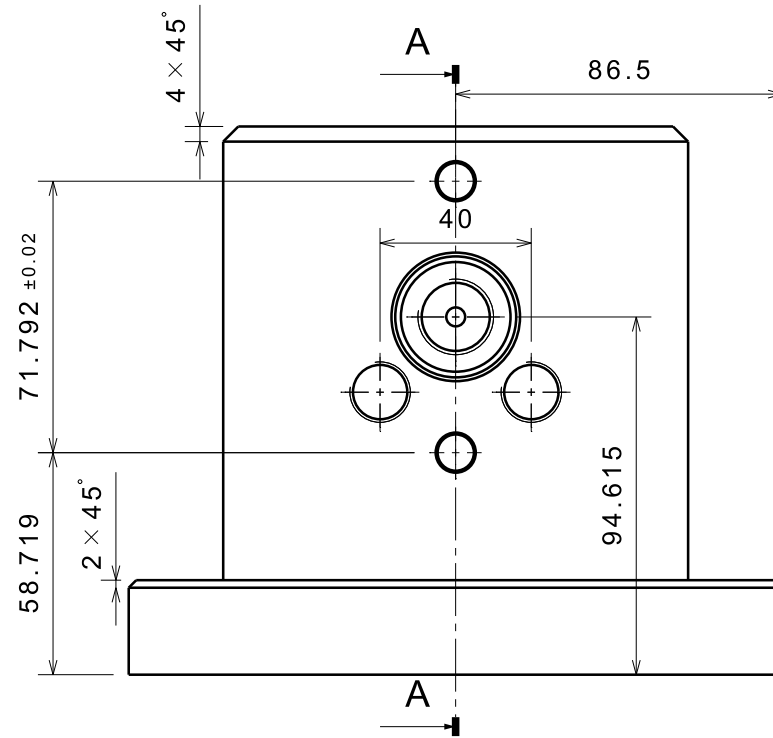
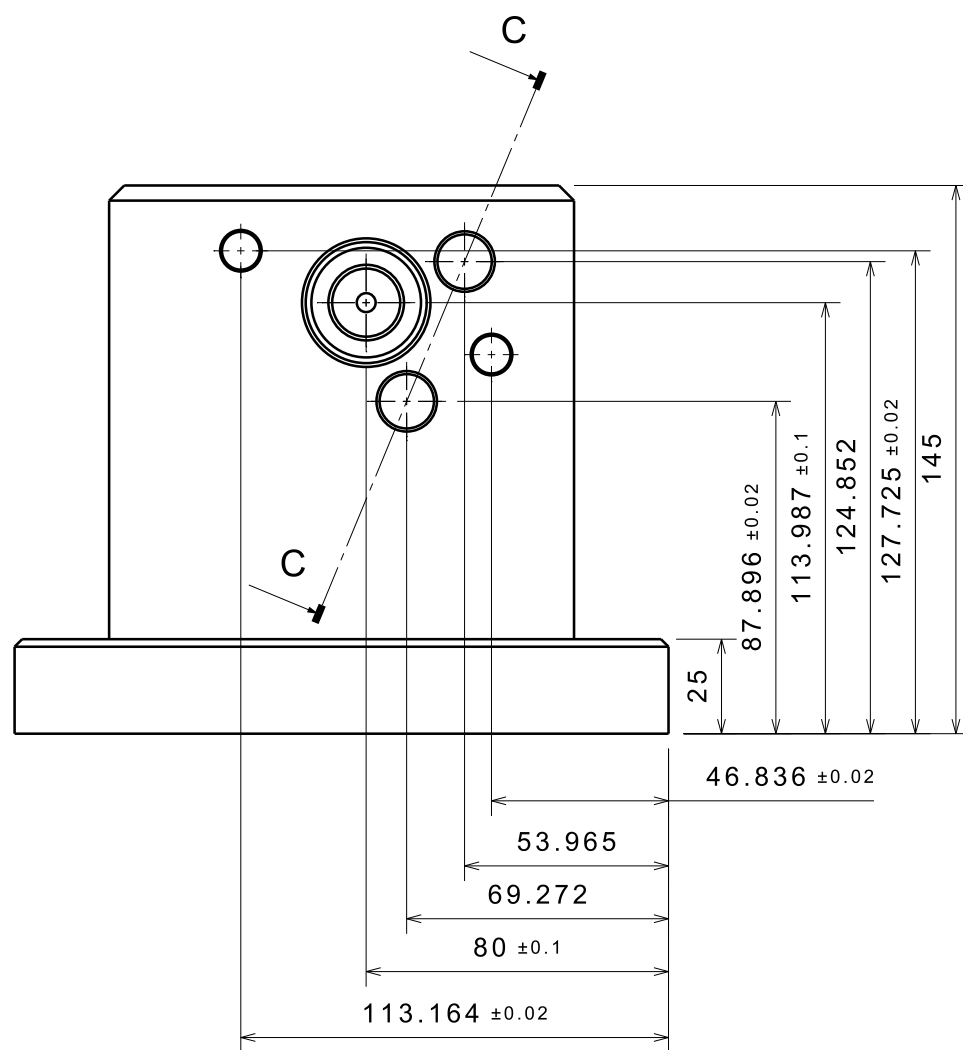
INDEX				Západočeská univerzita v Plzni	
ZMENA					
ZN. MAT.	11 500		T. O.	001	HMOTNOST kg
ROZM. - POLOT.	6HR 19h11 - 148				0,27
POM. ZAŘ.					MEŘ.
VYPR.	Daniel Rut	NORM. REF.			1:1
PŘEZK.					ČSN ČSN 42 6230
TECHNOL.		SCHVÁLIL			TR. Č.
NÁZEV	Upínací trn				Č. KUSOVNÍKU
					Č. V.
					ZCU-FST-KTO-BP2013-02
					Listů
					List



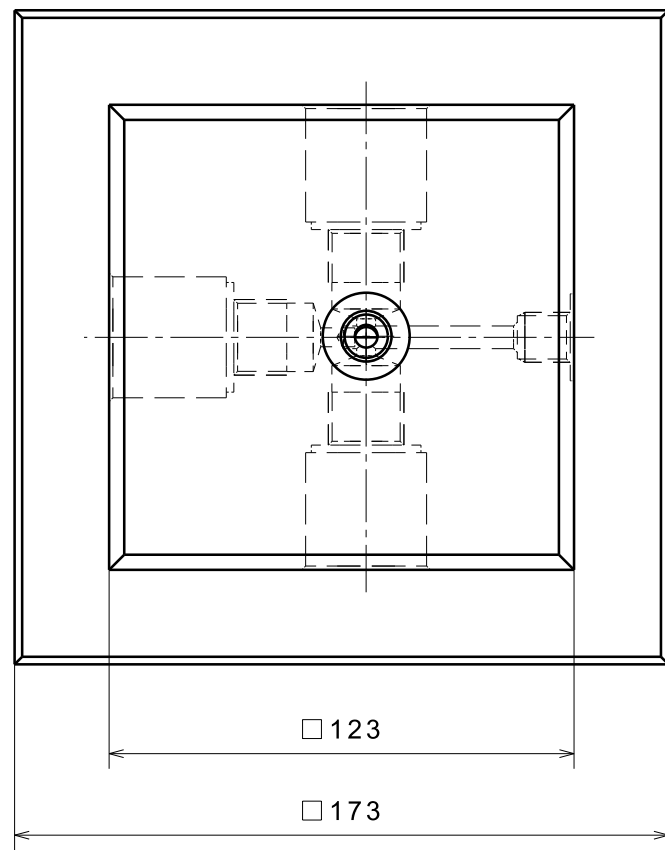
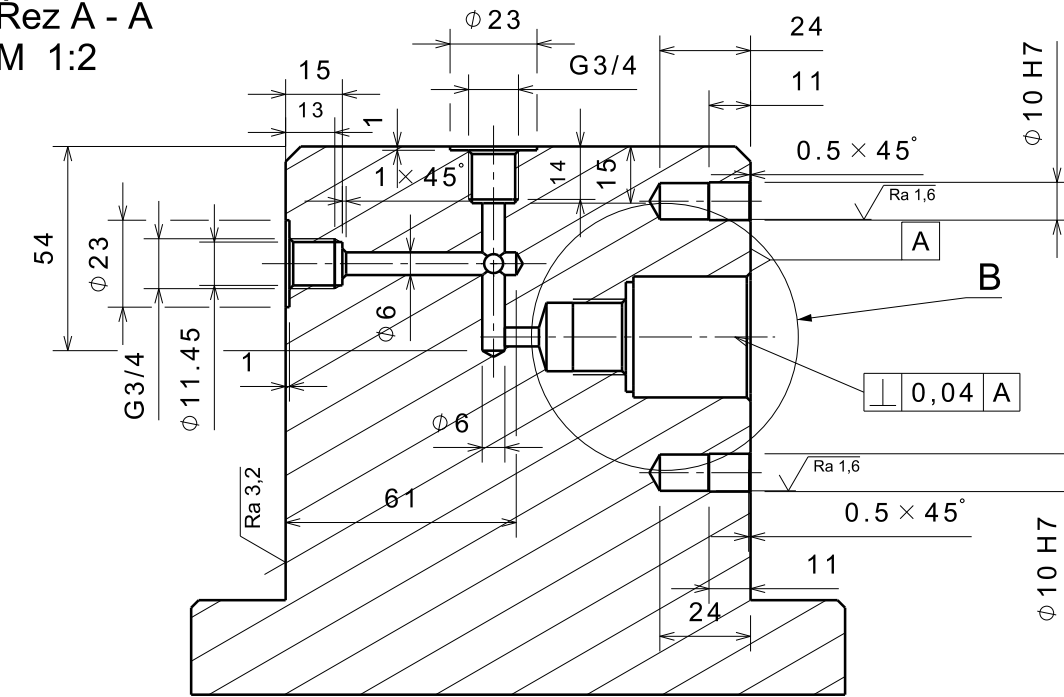
Nekótovaná sražení 0,5x45°

$\sqrt{Ra 6,3}$ ($\sqrt{Ra 3,2}$, $\sqrt{Ra 1,6}$)

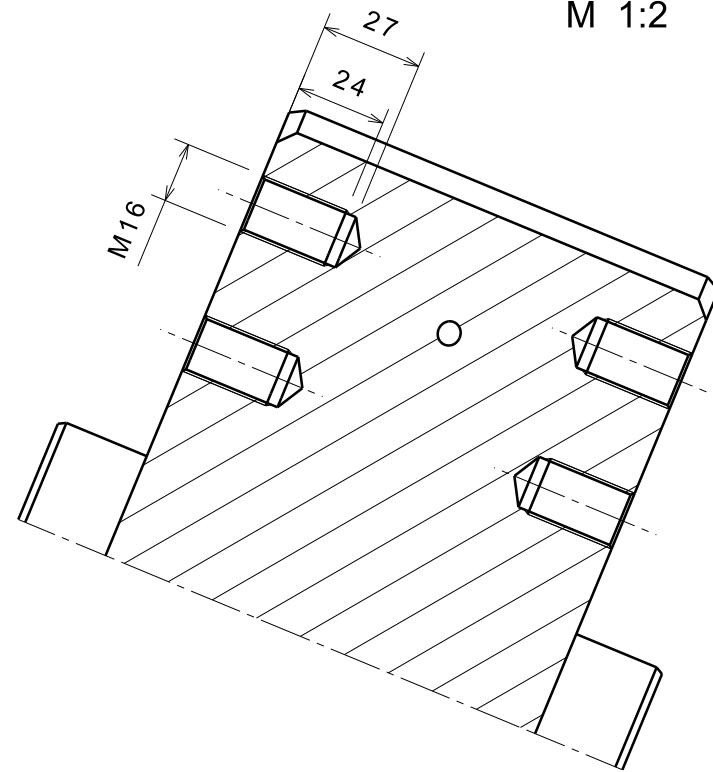
INDEX				Západočeská univerzita v Plzni	
ZMĚNA					
DATA					
PODPIS					
ZN. MAT.	11 343	T. O.	001	HMOTNOST kg	21,2
ROZM. - POLOT.	ZCU-FST-KTO-BP2013-12			MEŘ.	1:2
POM. ZAŘ.				ČSN	TR. Č.
VYPR.	Daniel Rut	NORM. REF.		POZN.	Č. KUSOVNÍKU
PŘEZK.				STARÝ V.	Č. V.
TECHNOL.		SCHVÁLIL			
NÁZEV	Tělo přípravku varianty A			ZCU-FST-KTO-BP2013-03	
				Listů	List



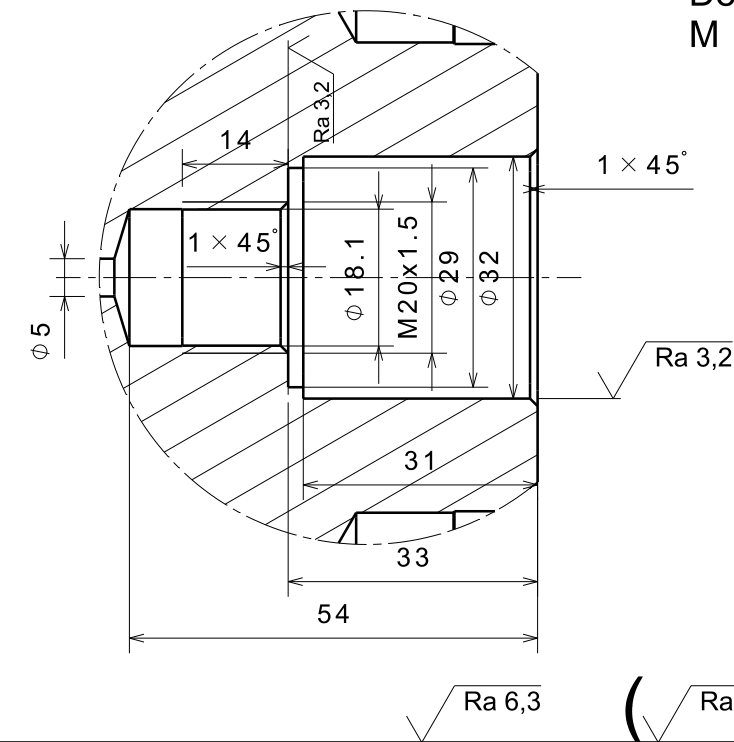
Řez A - A
M 1:2



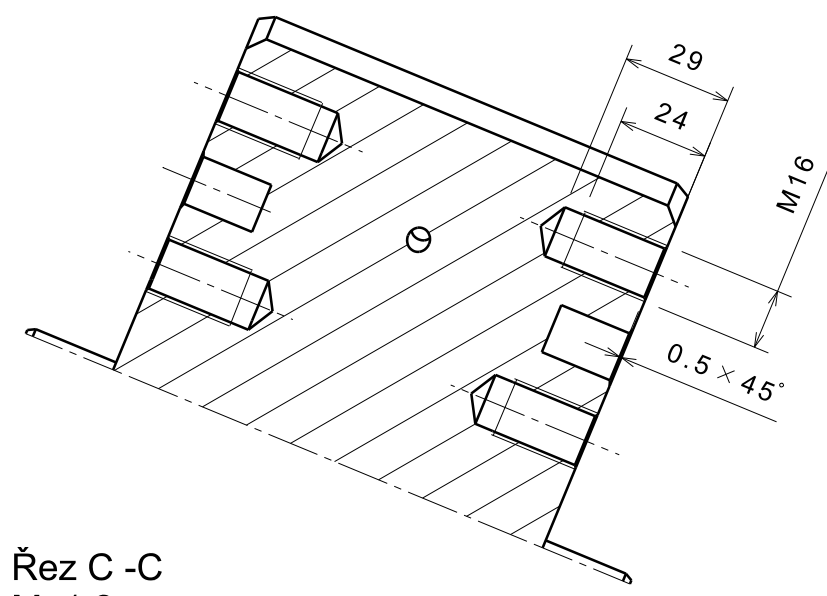
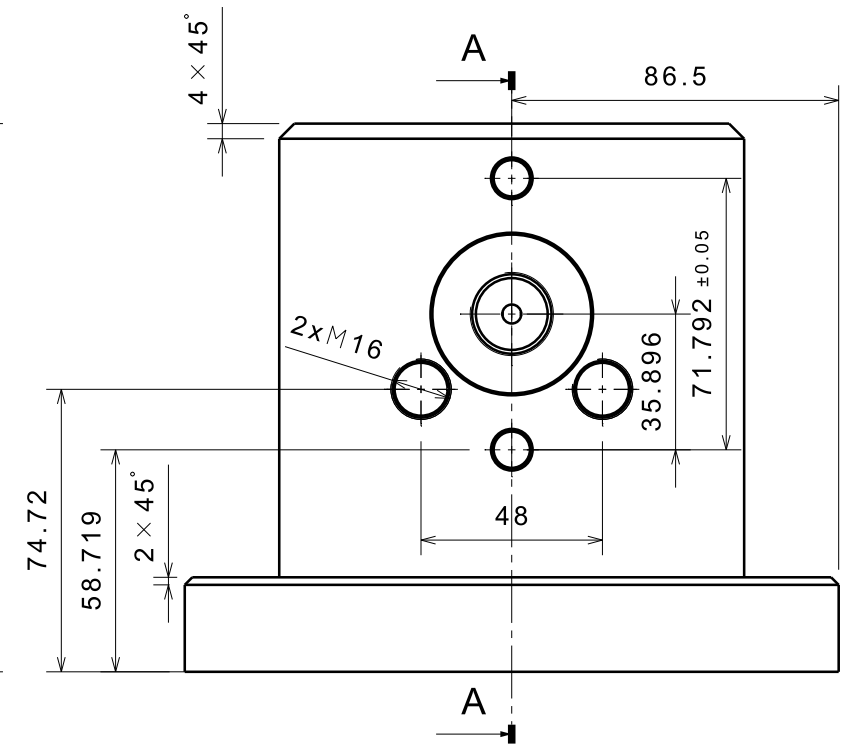
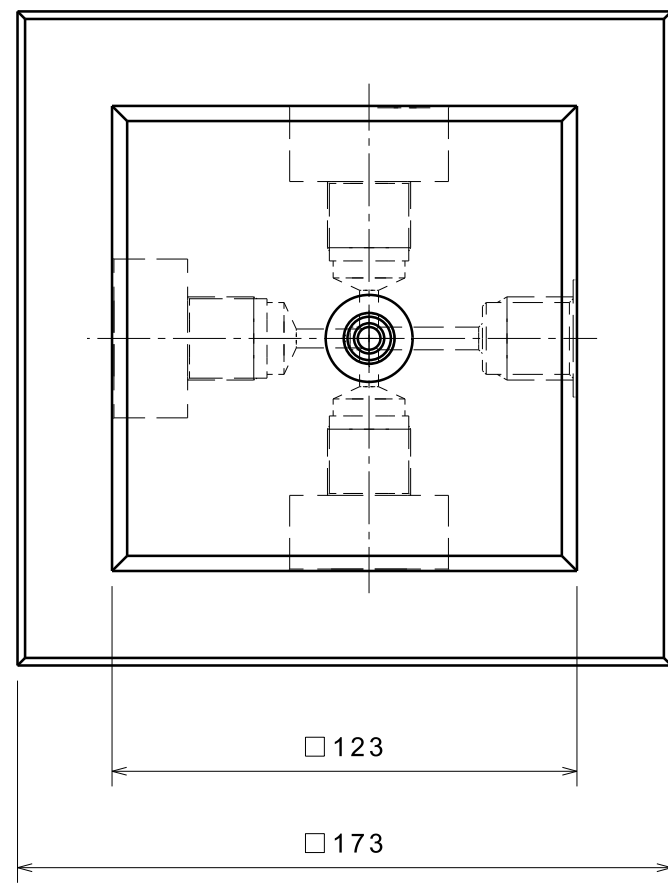
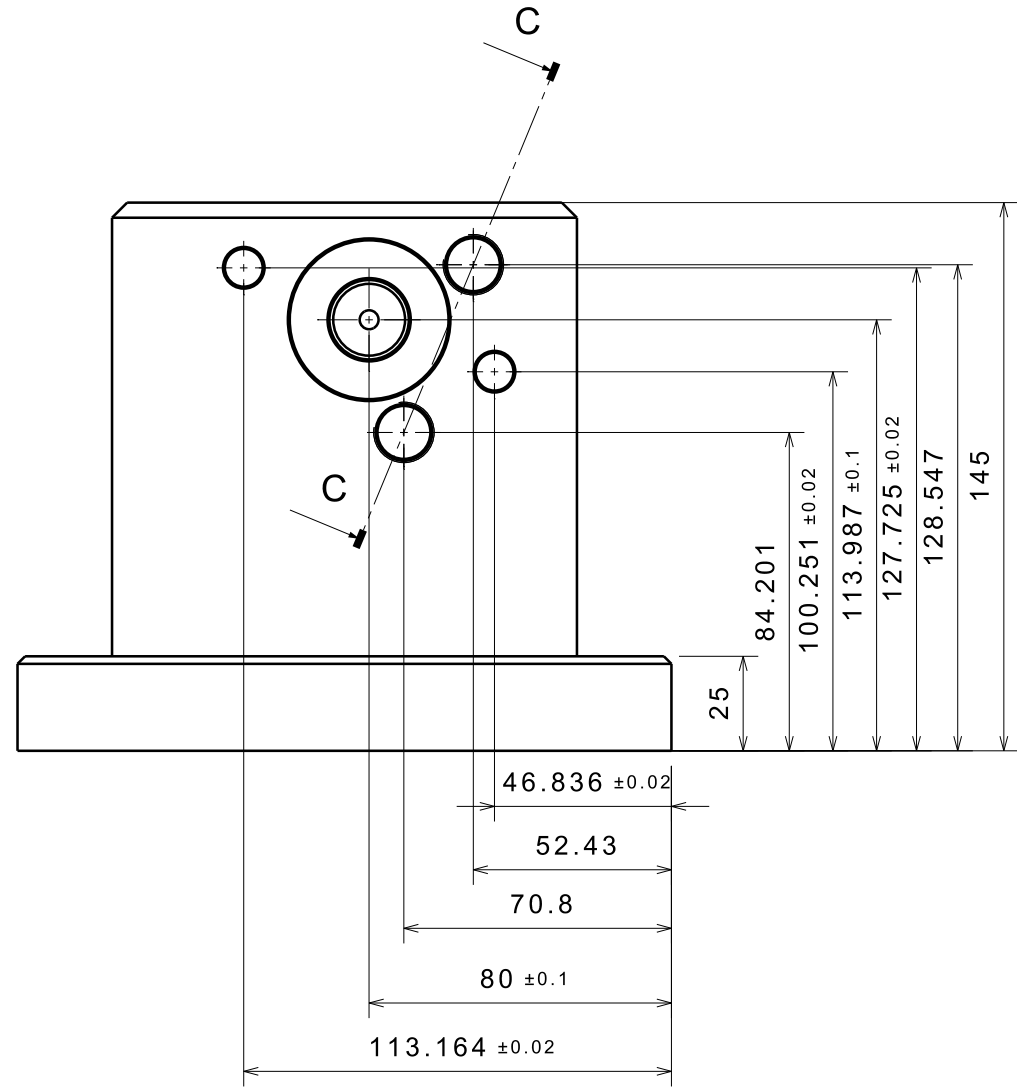
Řez C - C
M 1:2



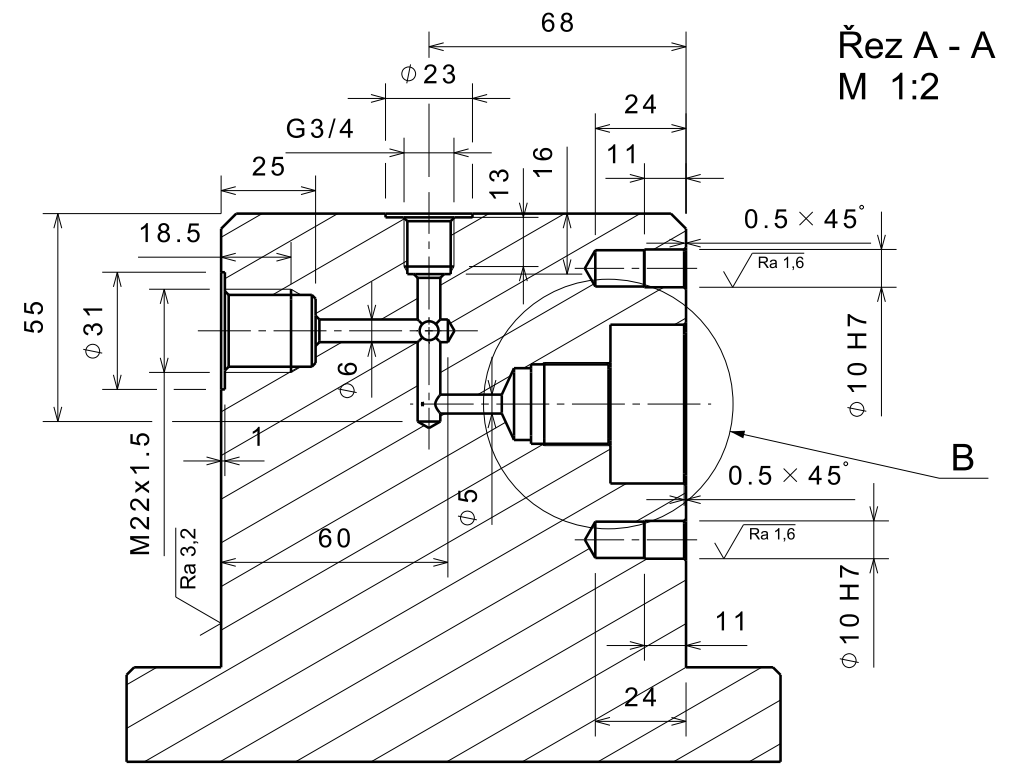
Detail B
M 1:1



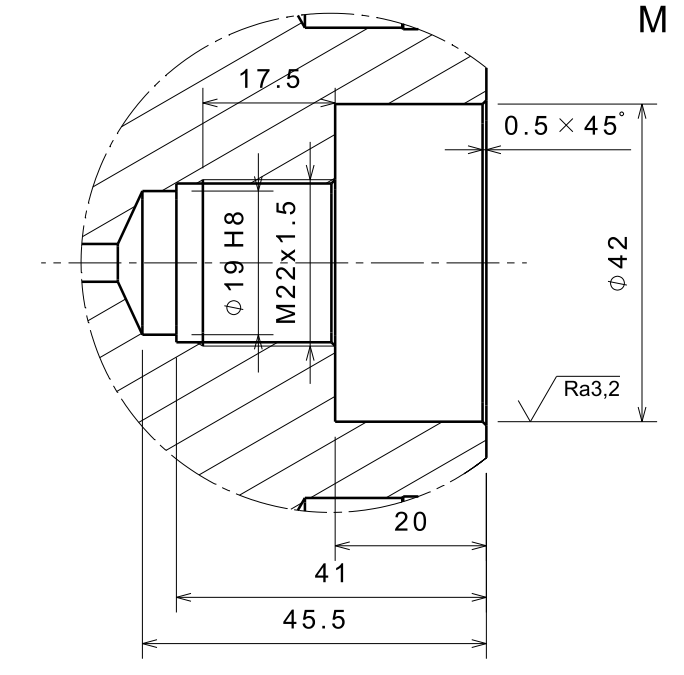
INDEX				Západočeská univerzita v Plzni	
ZMĚNA					
ZN. MAT.	14 220		T. 0,021	HMOTNOST kg	18,8
ROZM. - POLOT.	180x180x150			MEŘ.	1:2
POM. ZAŘ.				ČSN	TR. Č.
VYPR.	Daniel Rut	NORM. REF.		POZN.	Č. KUSOVNIKU
PŘEZK.					
TECHNOL.		SCHVÁLIL		STARÝ V.	Č. V.
NÁZEV	Tělo přípravku varianty B			ZCU-FST-KTO-BP2013-04	
				Listů	List



Řez C - C
M 1:2



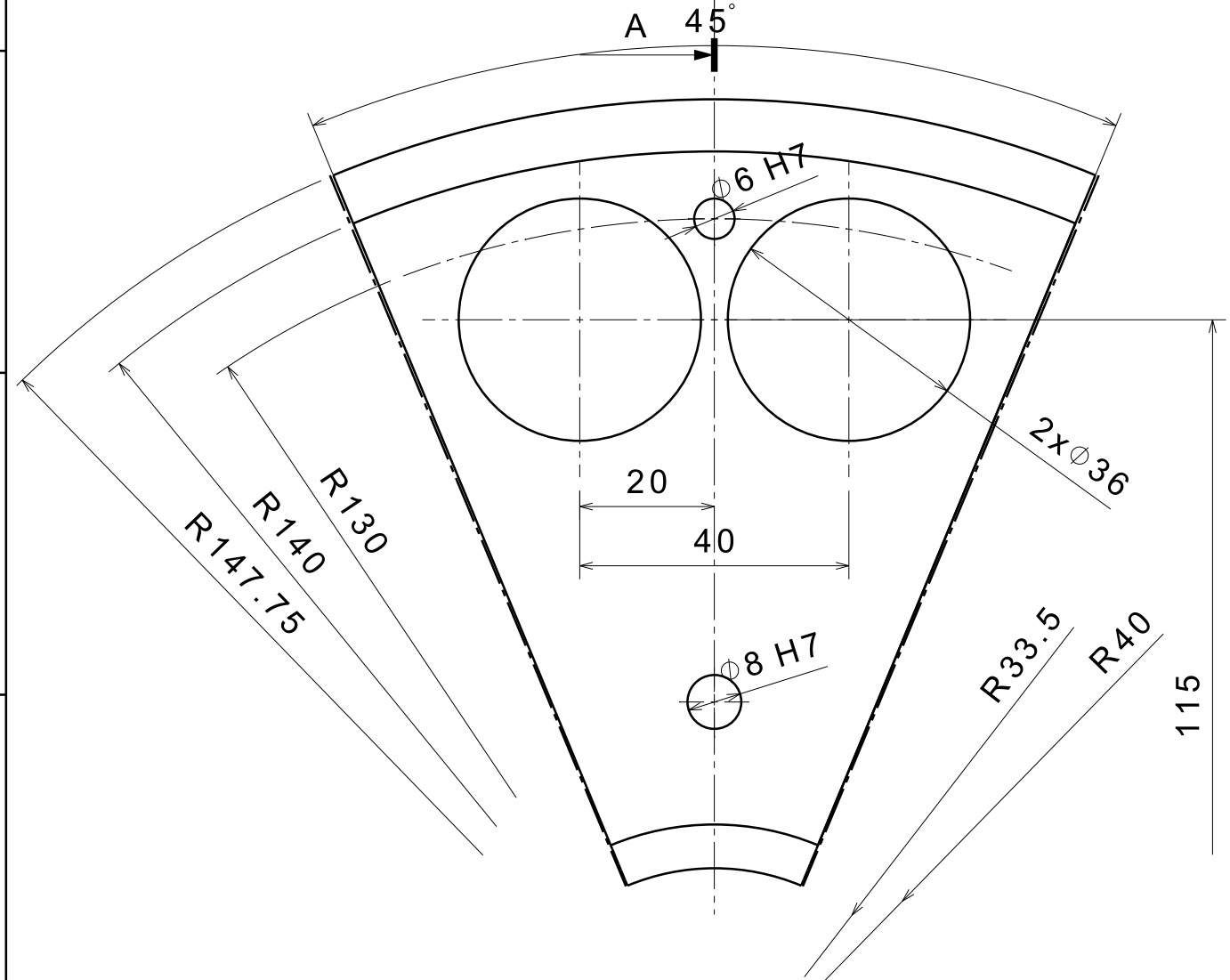
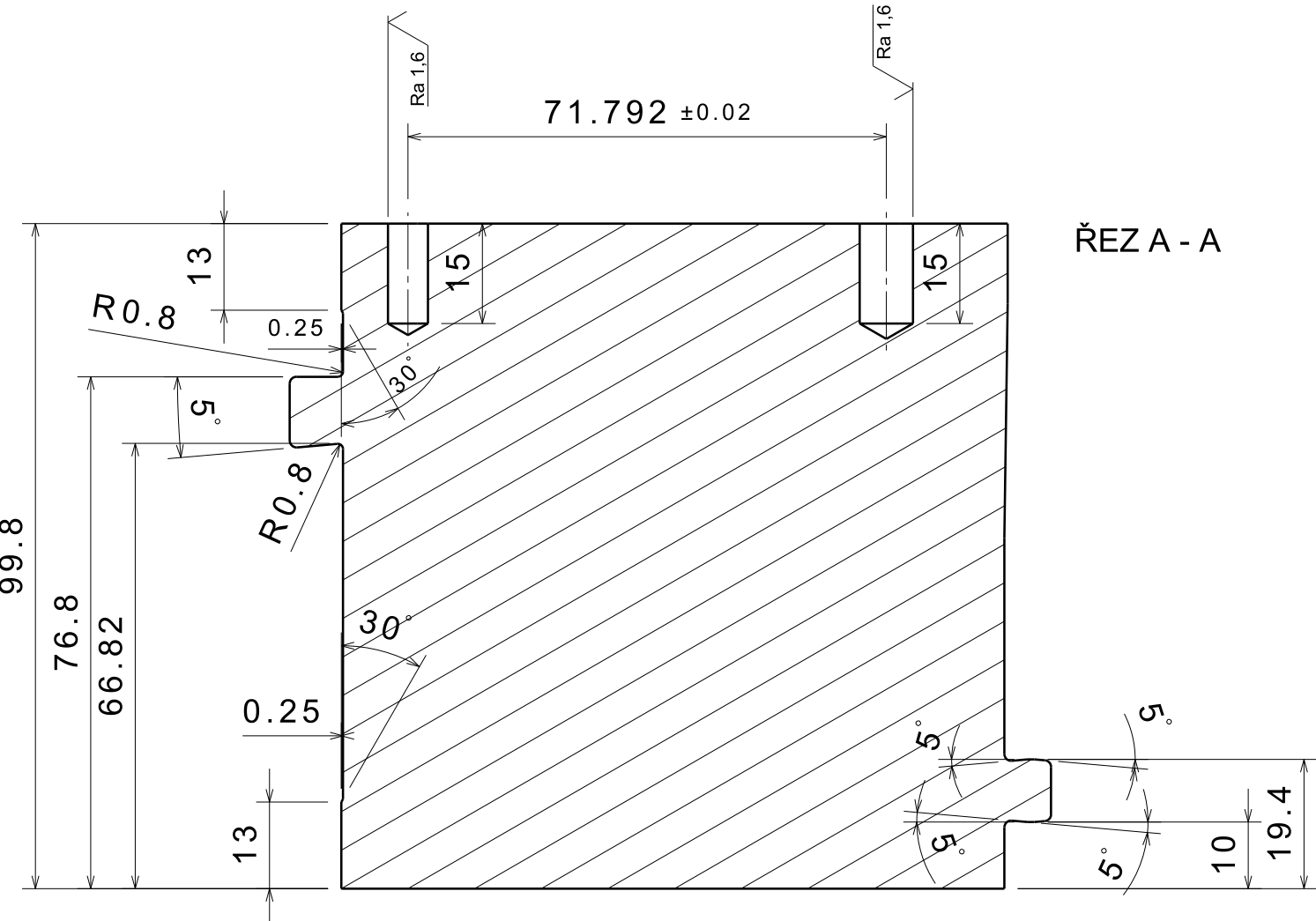
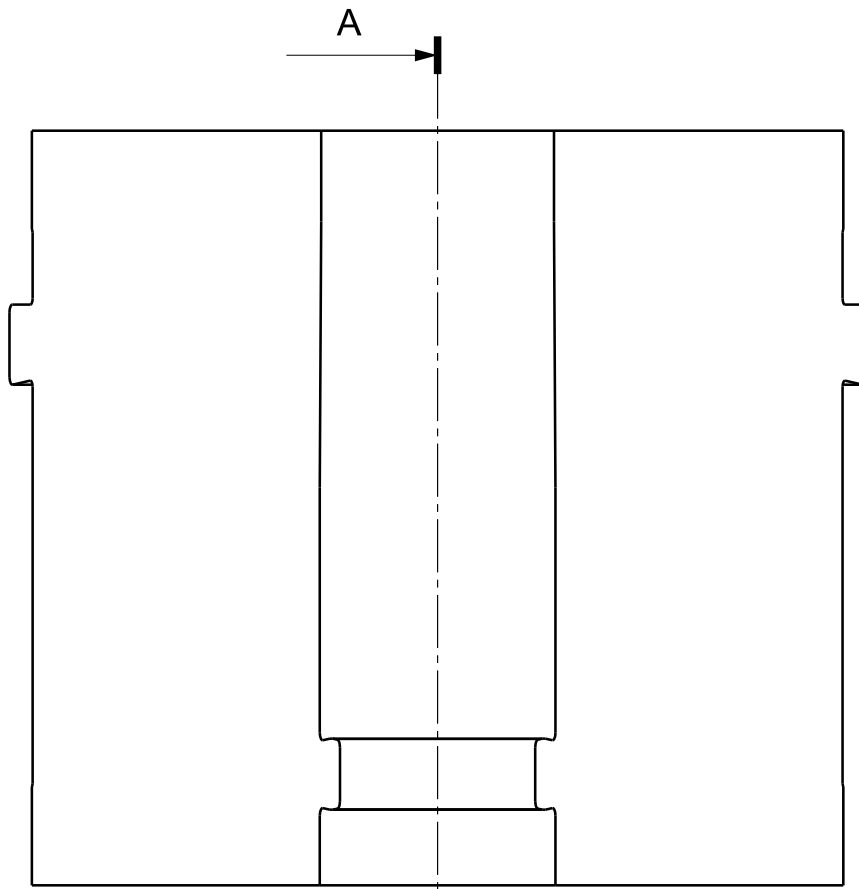
Řez A - A
M 1:2



Detail B
M 1:1

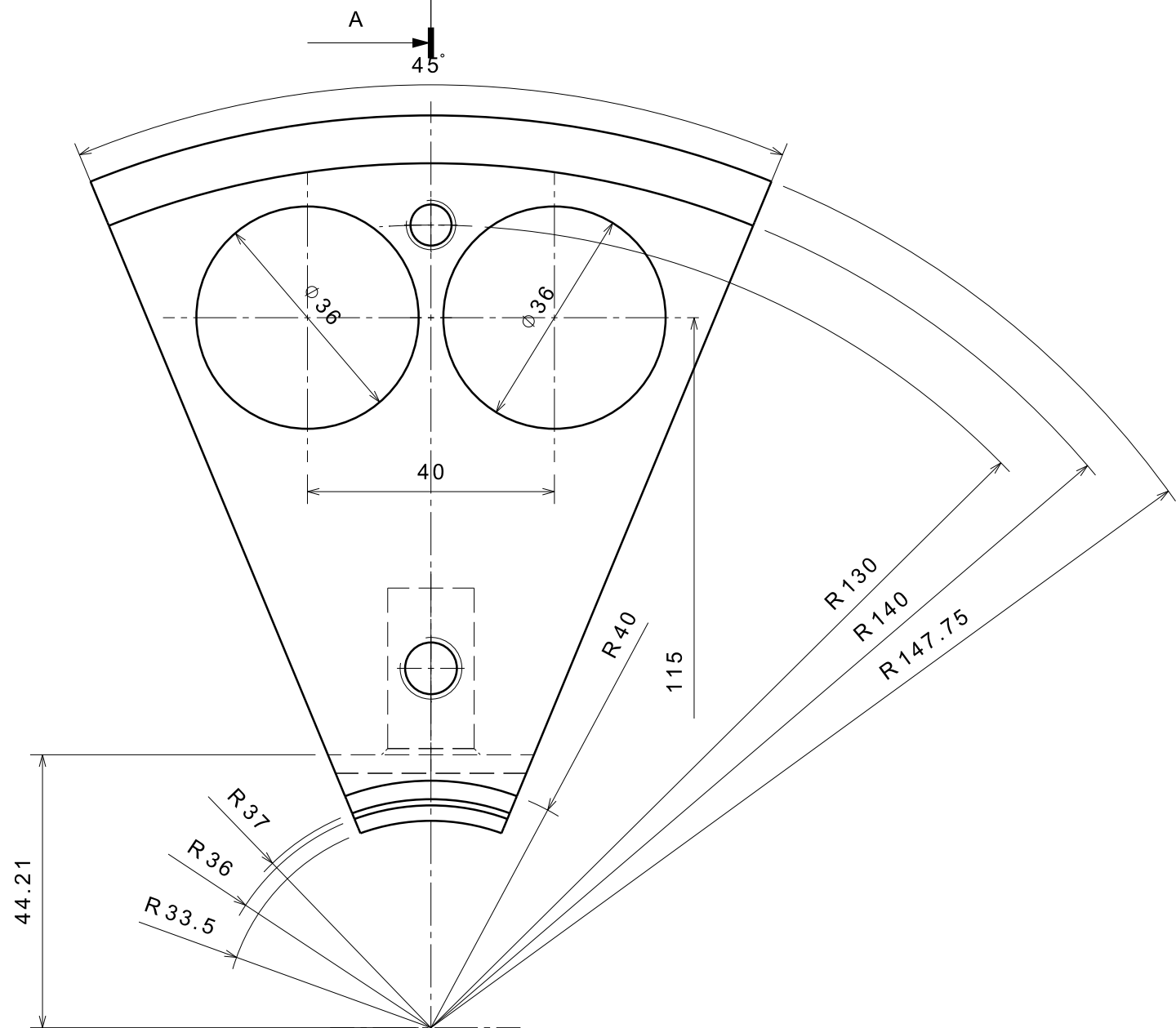
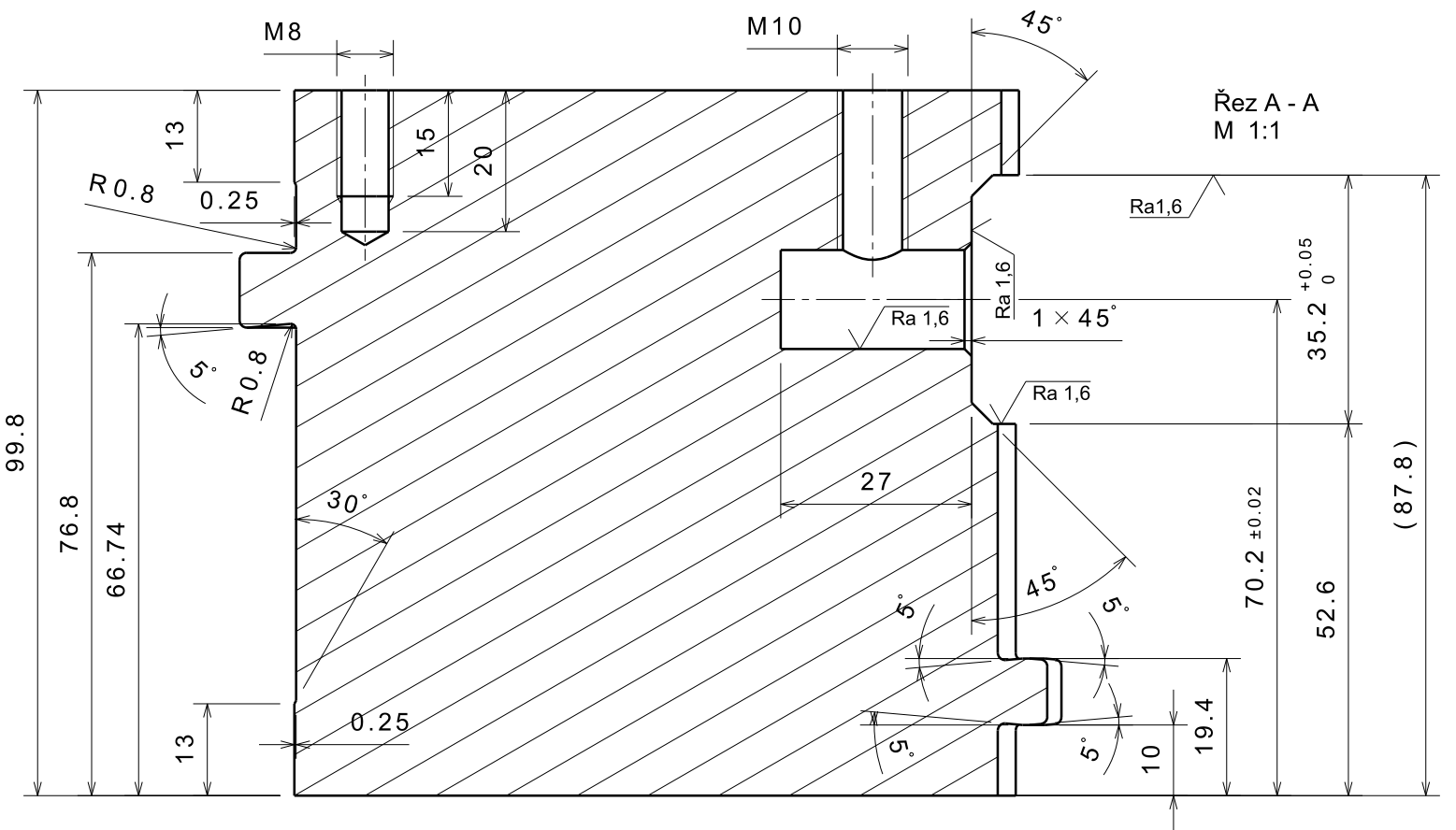
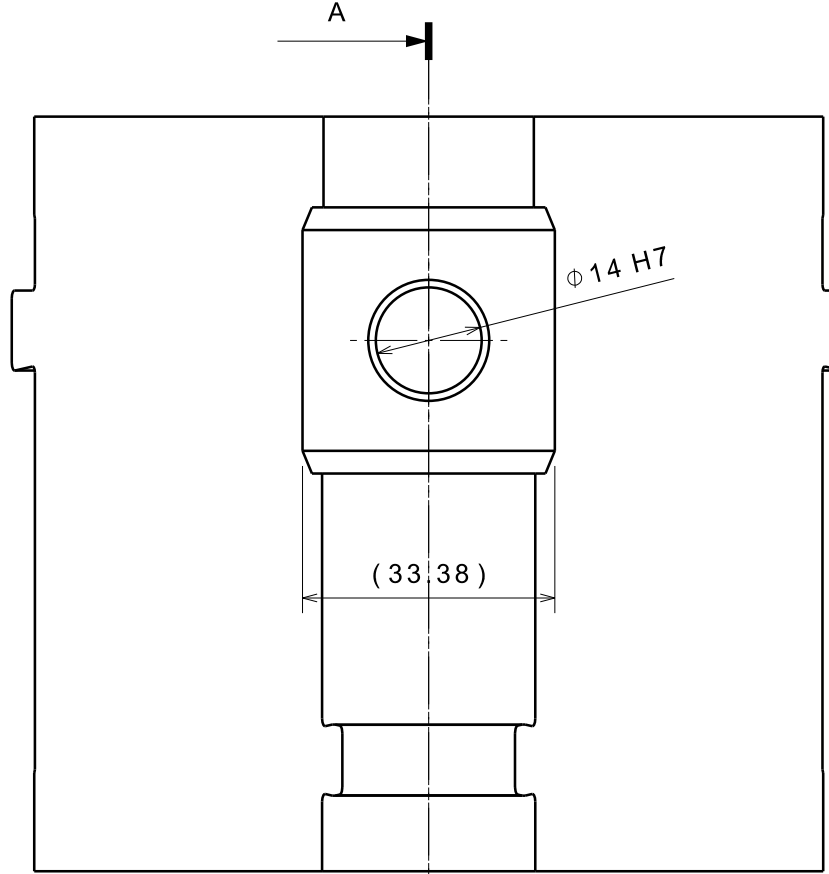
√ Ra 6,3 (√ Ra 1,6, √ Ra 3,2)

INDEX			Západočeská univerzita v Plzni	
ZMĚNA				
		DATUM	PODPIS	
ZN. MAT.	14 220		T. O. 021	HMOTNOST kg 18,7 MEŘ. 1:2
ROZM. - POLOT.	180x180x150			
POM. ZAŘ.				ČSN TR. Č.
VYPR.	Daniel Rut	NORM. REF.		POZN. Č. KUSOVNÍKU
PŘEZK.				
TECHNOL.		SCHVÁLIL		STARÝ V. Č. V.
NÁZEV	Tělo přípravku varianty C			ZCU-FST-KTO-BP2013-05
				Listů List



----- přídavek 1,6mm
 Nekótované rádiusy R1 $\sqrt{Ra\ 3,2}$ ($\sqrt{Ra\ 1,6}$)

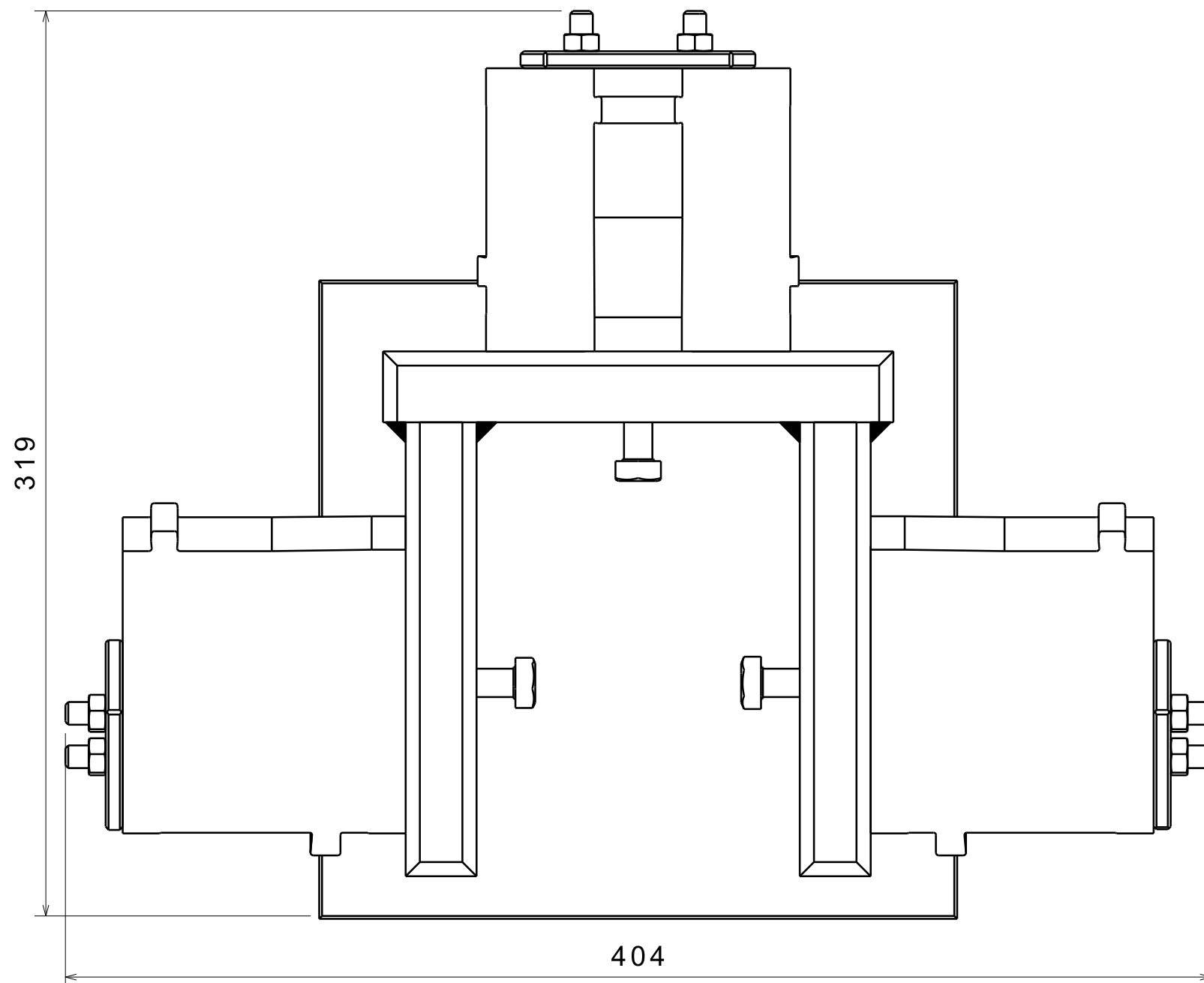
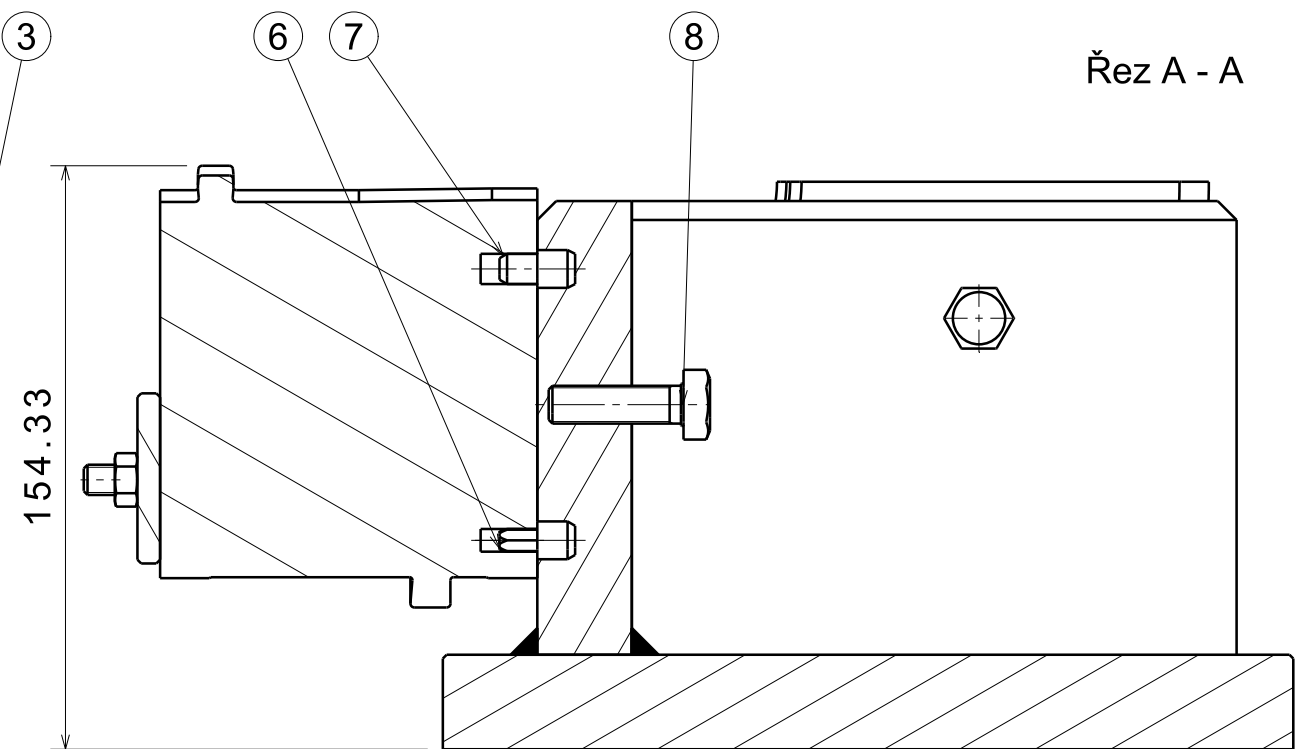
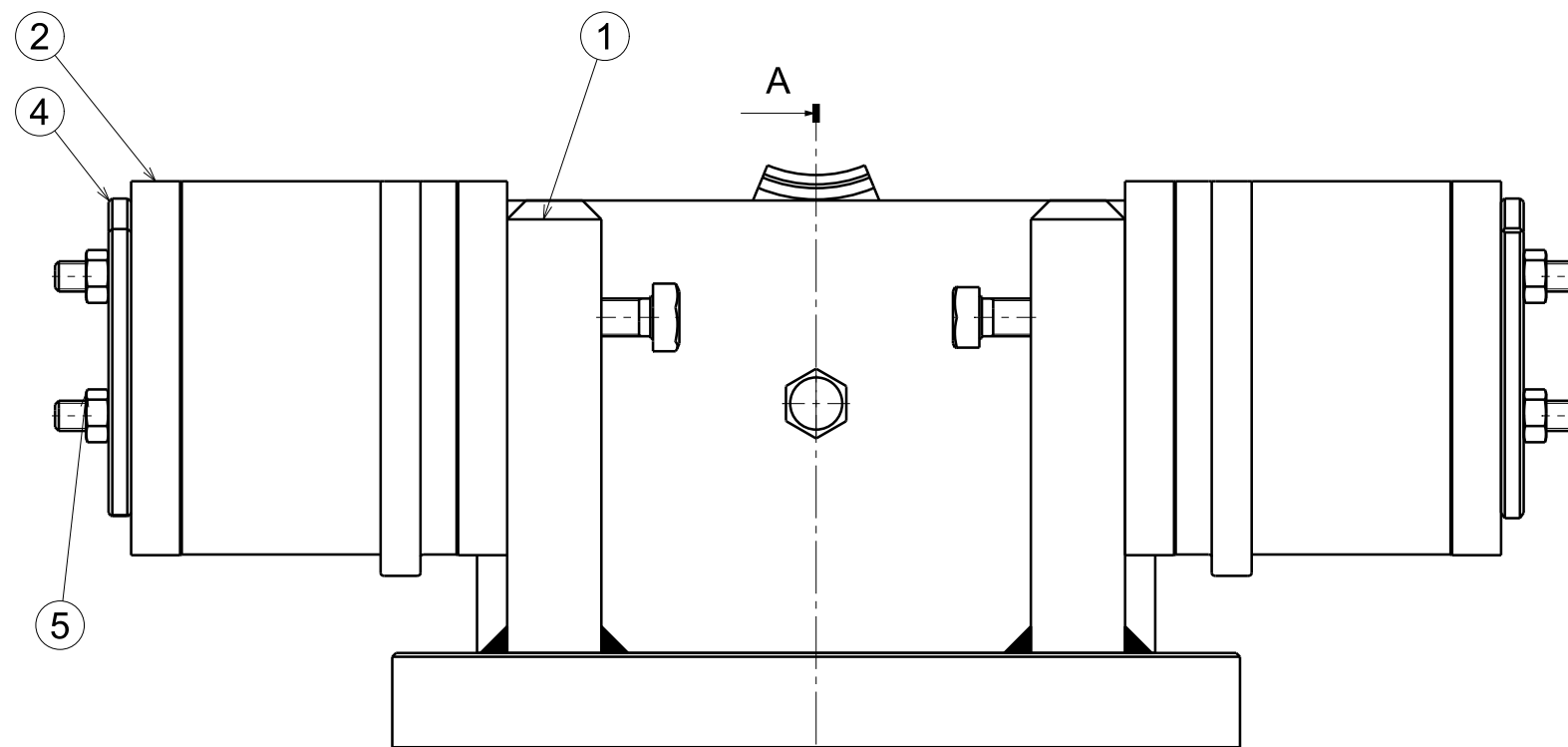
INDEX				Západočeská univerzita v Plzni	
ZMĚNA					
ZN. MAT.	14 220		T. 0,021	HMOTNOST kg	3,6
ROZM. - POLOT.				MEŘ.	1:2
POM. ZAŘ.				ČSN	TR. Č.
VYPR.	Daniel Rut	NORM. REF.		POZN.	Č. KUSOVNÍKU
PŘEZK.				STARÝ V.	Č. V.
TECHNOL.		SCHVÁLIL			
NÁZEV	Část lisovacího přípravku			ZCU-FST-KTO-BP2013-06	
				Listů	List



Nekótované radiusy R1

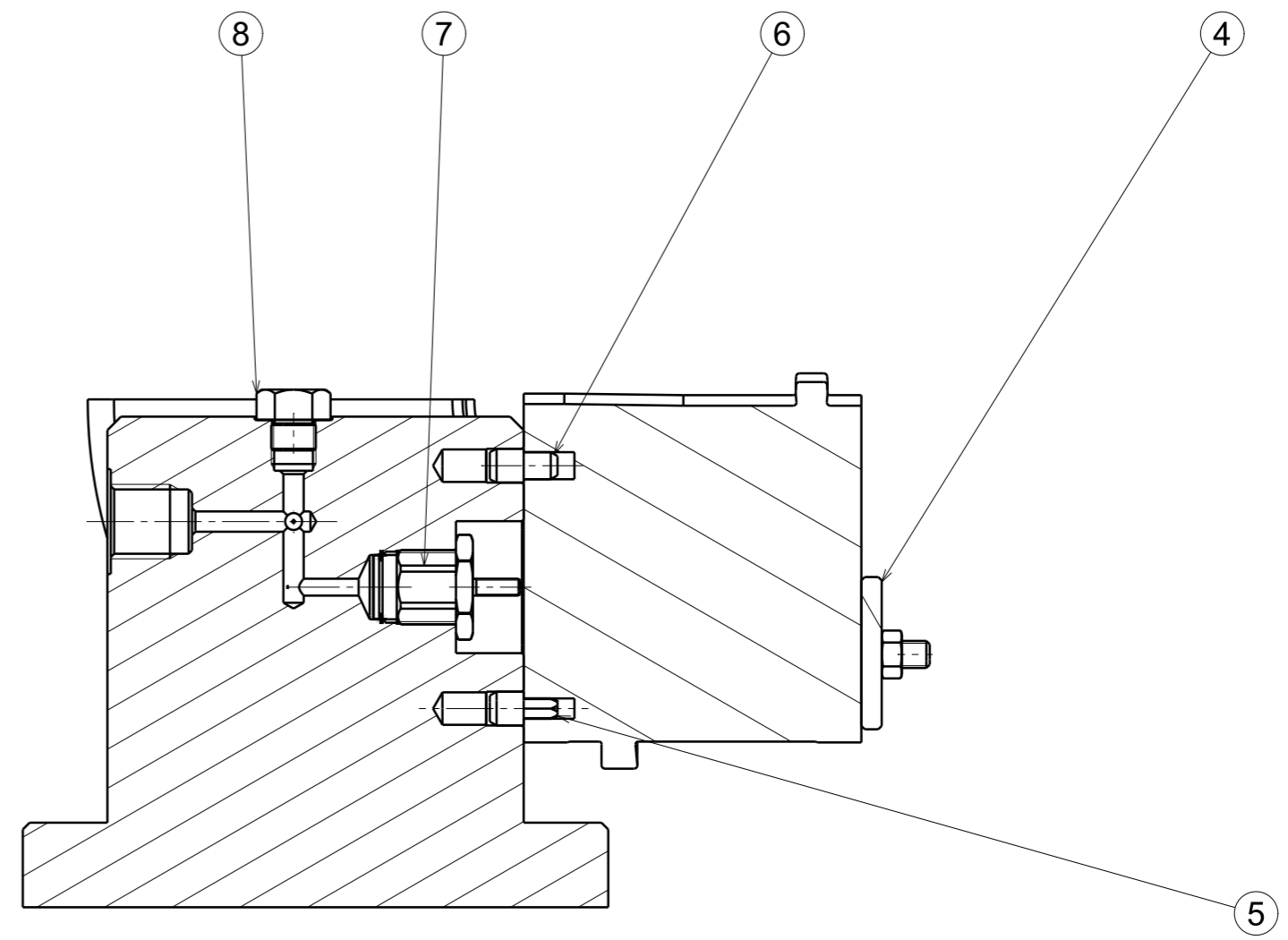
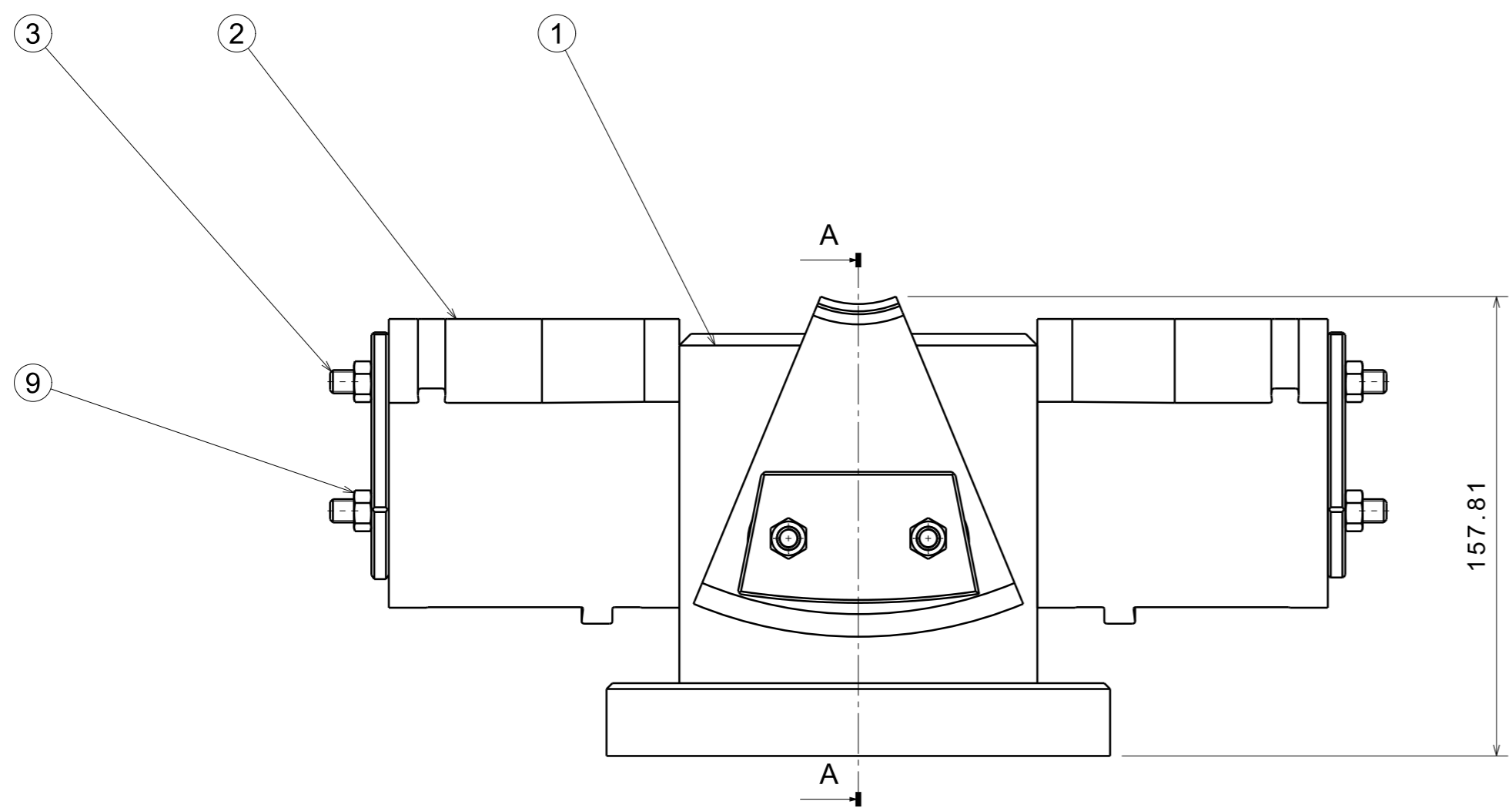
Ra 3,2 (Ra 1,6)

INDEX	ZMENA	DATA	PODPIS	Západočeská univerzita v Plzni	
ZN. MAT.	14 220	T. O. 021	HMOTNOST kg	3,6	MEŘ. 1:2
ROZM. - POLOT.	ZCU-FST-KTO-BP2013-6		ČSN		TR. Č.
POM. ZAŘ.			POZN.		Č. KUSOVNÍKU
VYPR. Daniel Rut	NORM. REF.		STARÝ V.		Č. V.
PŘEZK.					
TECHNOL.	SCHVÁLIL				
NÁZEV	Část lisovacího přípravku			ZCU-FST-KTO-BP2013-07	
				Listů	List

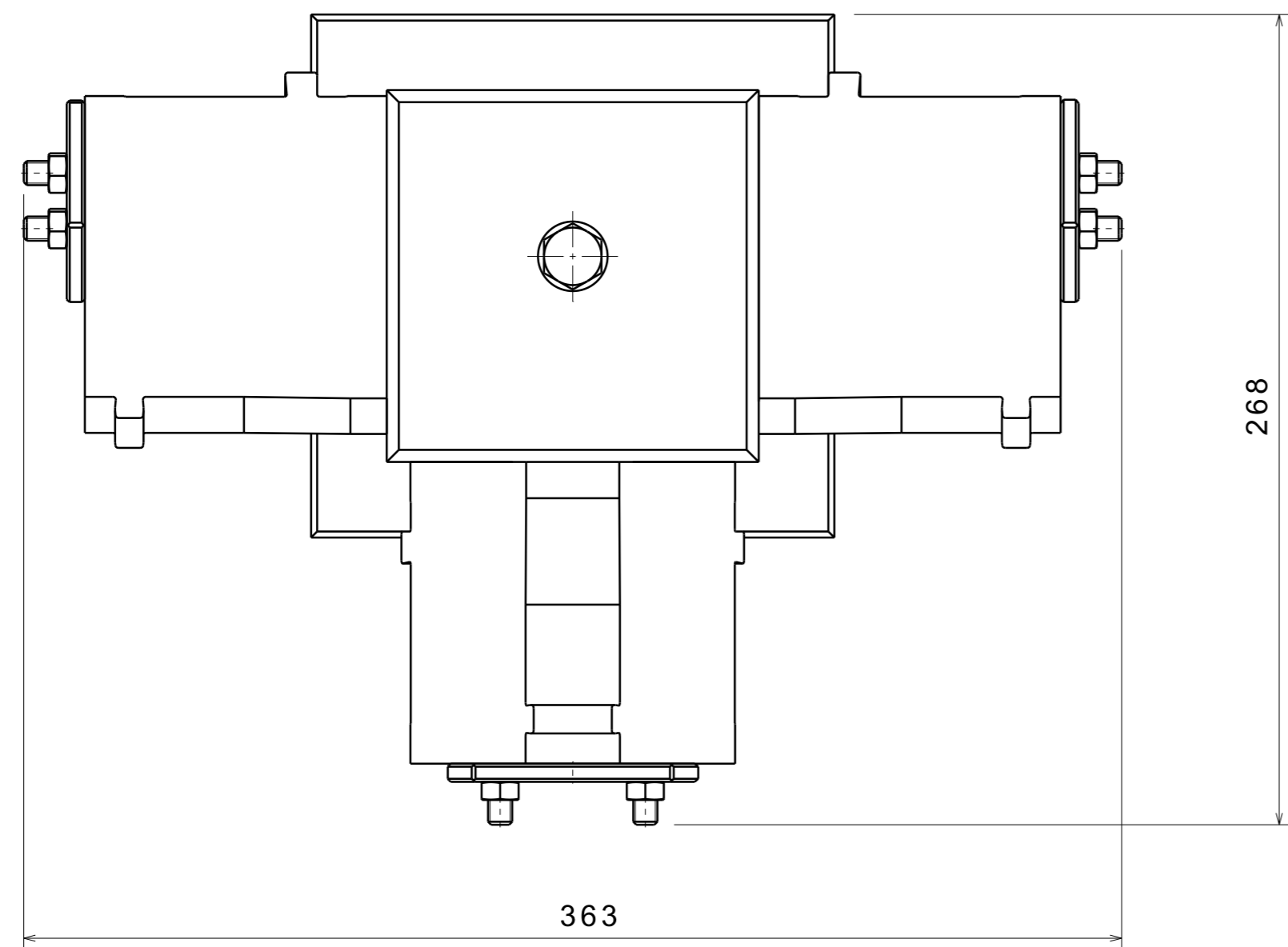


3	Šroub M10 - 45	ČSN 02 1103							8
3	Čep Ø8	ČSN 24 3670							7
3	Čep Ø6	ČSN 24 3671							6
6	Matice M8	ČSN 02 1401							5
3	Podložka P6 85x45	ČSN 42 5310	11 500		0,15	001	ZCU-FST-KTO-BP2013-01		4
6	Upínací trn 6HR 19h11 - 148	ČSN 42 6230	11 500		0,27	001	ZCU-FST-KTO-BP2013-02		3
3	Součást		14 220		3,6	021	ZCU-FST-KTO-BP2013-06		2
1	Tělo přípravku	Svavřenec	11 343		21,2	001	ZCU-FST-KTO-BP2013-03		1
Poč.	Název	Norma	Materiál		Hmot.	T.O.	Č. výkresu		Poz.

INDEX	ZMĚNA	DATA	PODPIS	Západočeská univerzita v Plzni					
ZN. MAT.			T. O.	HMOTNOST kg	43,2	MEŘ.	1:2		
ROZM. - POLOT.				ČSN		TR. Č.			
POM. ZAŘ.				POZN.		Č. KUSOVNIKU			
VYPR. Daniel Rut		NORM. REF.		STARÝ V.		Č. V.			
PŘEZK.									
TECHNOL.		SCHVÁLIL							
NÁZEV	Sestava přípravku varianty A						ZCU-FST-KTO-BP2013-08		
				Listů				List	

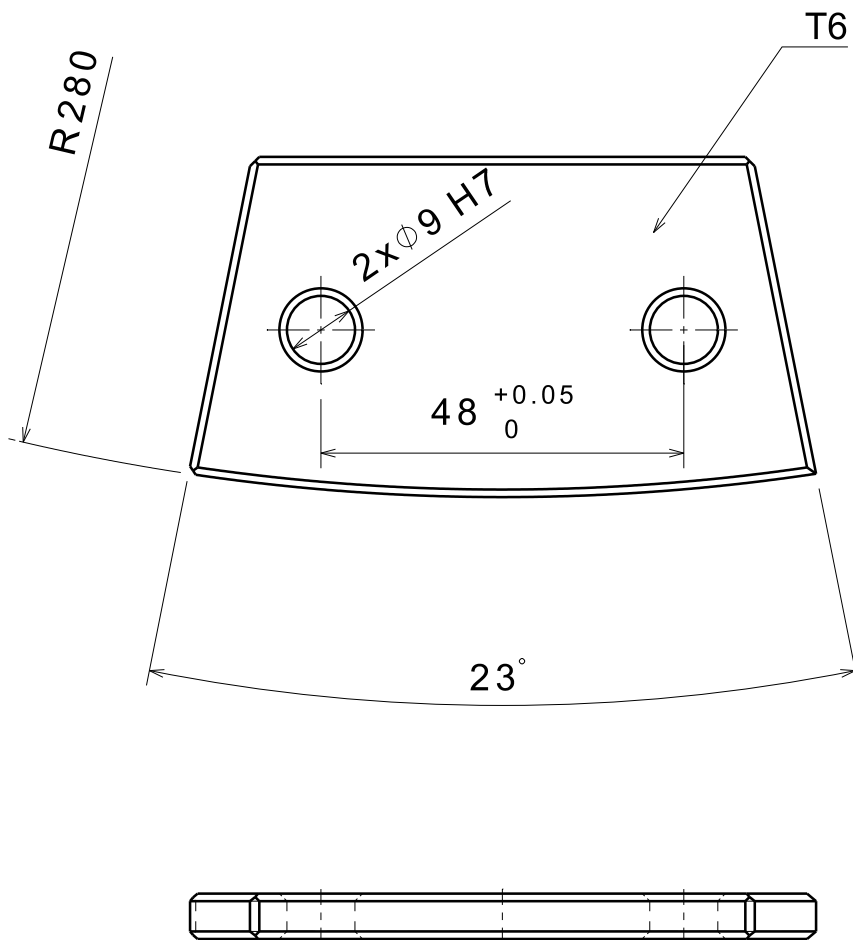


Řez A - A
M 1:2



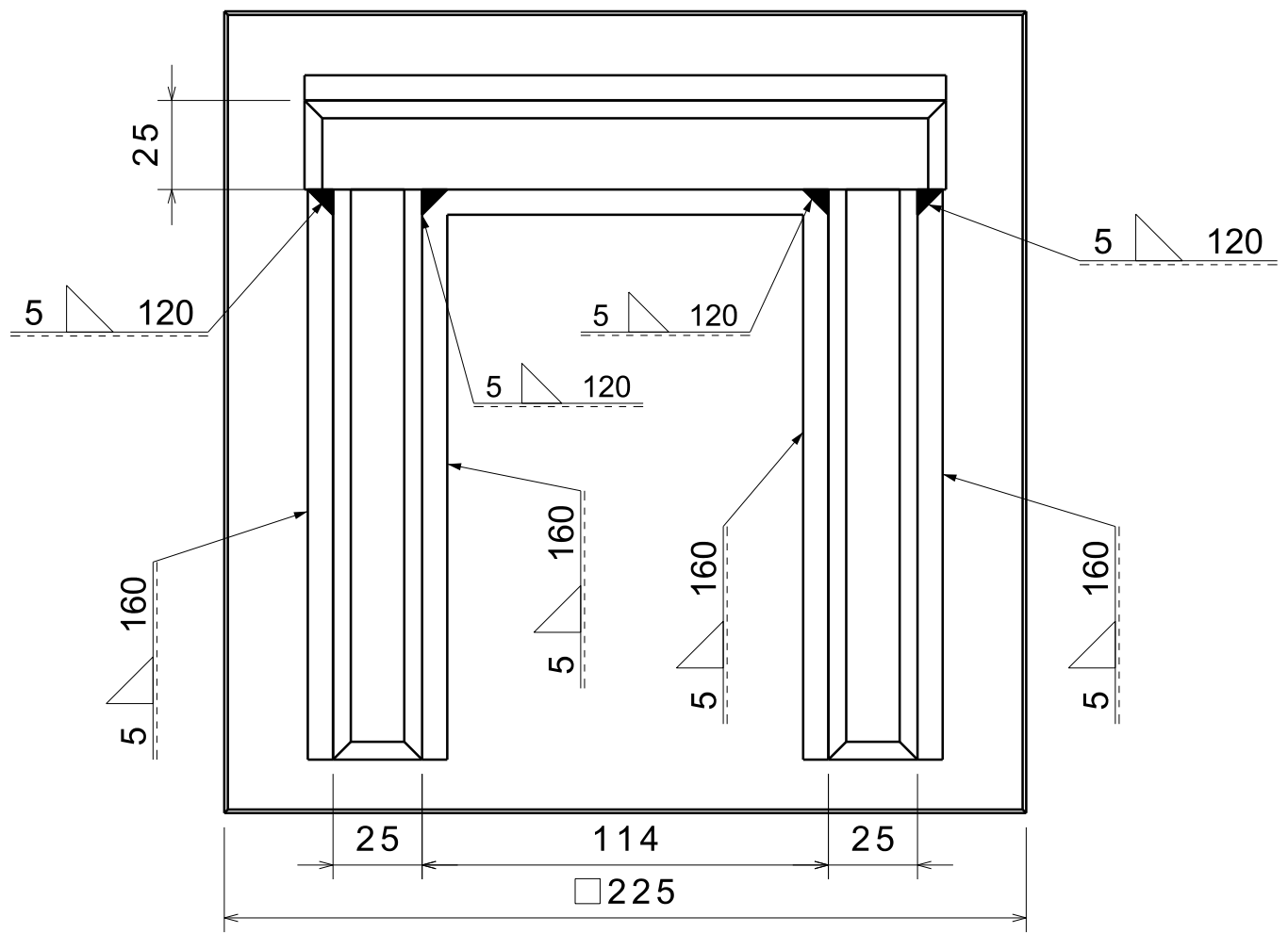
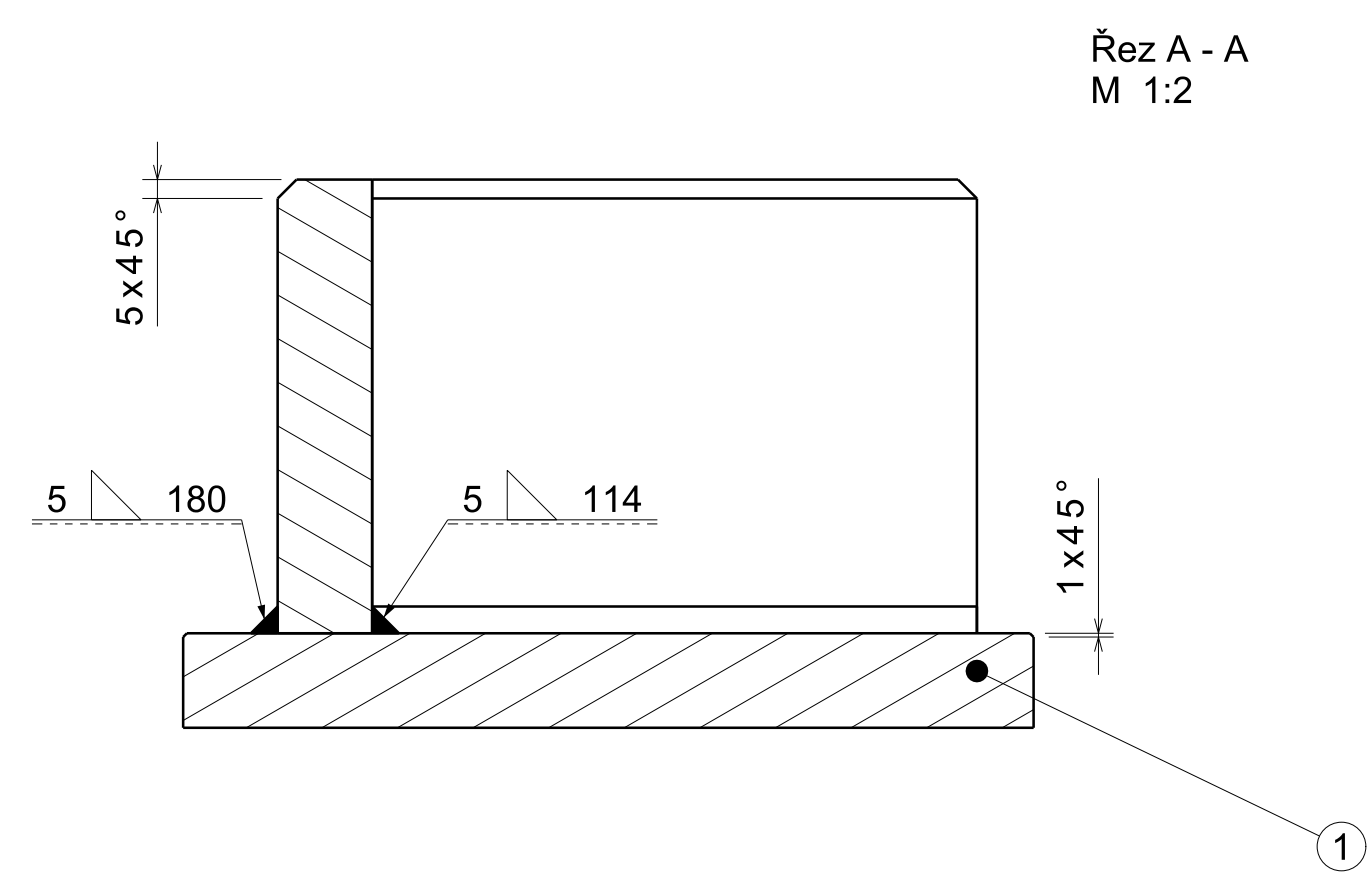
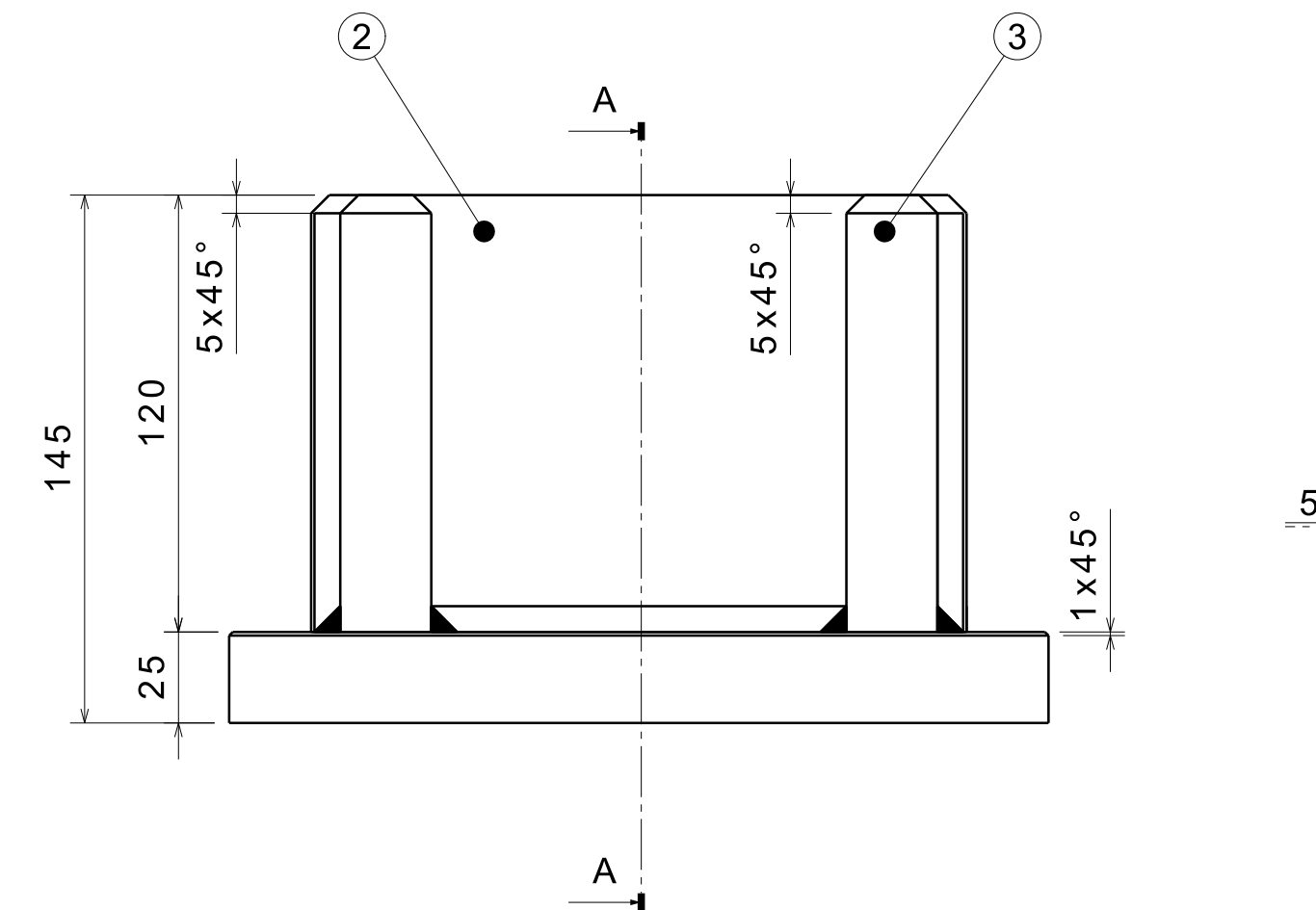
6	Matice M8	ČSN 02 1401							9
1	Zátka G3/4	Norgren 160050068							8
3	Píst zdvih 10mm	CJPS 15							7
3	Čep Ø8	ČSN 24 3670							6
3	Čep Ø6	ČSN 24 3671							5
3	Podložka P6 85x45	ČSN 42 5310	11 500		0,15	001	ZCU-FST-KTO-BP2013-11		4
6	Upínací trn 6HR 19h11 -148	ČSN 42 6230	11 500		0,27	001	ZCU-FST-KTO-BP2013-02		3
3	Součást		14 220		3,6	021	ZCU-FST-KTO-BP2013-06		2
1	Tělo přípravku 180x180x150	Výpalek	14 220		18,7	021	ZCU-FST-KTO-BP2013-05		1
Poč.	Název	Norma	Materál		Hmot.	T.O.	Č. výkresu		Poz.

INDEX	ZRENA	DATA	PODPIS	Západočeská univerzita v Plzni					
ZN. MAT.			T.O.	HMOTNOST kg	44,5	MEŘ.	1:2		
ROZM. - POLOIT.									
POM. ZAŘ.				ČSN		TR. Č.			
VYPR. Daniel Rut				NORM. REF.		POZN.		Č. KUSOVNÍKU	
PŘEZK.									
TECHNOL.			SCHVÁLIL		STARÝ V.		Č. V.		
NÁZEV			Sestava přípravku varianty C				ZCU-FST-KTO-BP2013-10		
							Listů List		



Nekótovaná sražení 1x45°

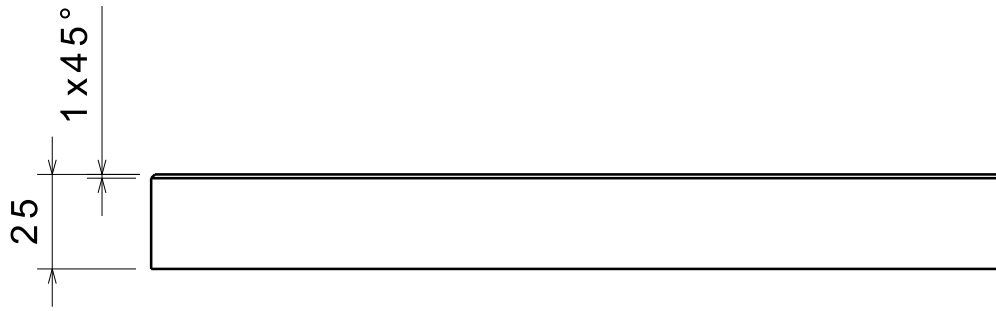
INDEX			DATUM			Západočeská univerzita v Plzni	
ZMĚNA			PODPIS				
ZN. MAT. 11 500			T. O. 001		HMOTNOST kg	0,15	MĚŘ. 1:1
ROZM. - POLOT. P6 85x45					ČSN	ČSN 42 5310	TR. Č.
POM. ZAR.					POZN.	Č. KUSOVNÍKU	
VYPR. Daniel Rut			NORM. REF.		STARÝ V.	Č. V.	
PŘEZK.							
TECHNOL.			SCHVÁLIL				
NÁZEV							
Upínka pro variantu C					ZCU-FST-KTO-BP2013-11		
					Listů 8 List		



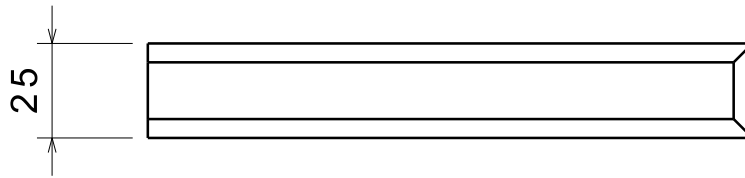
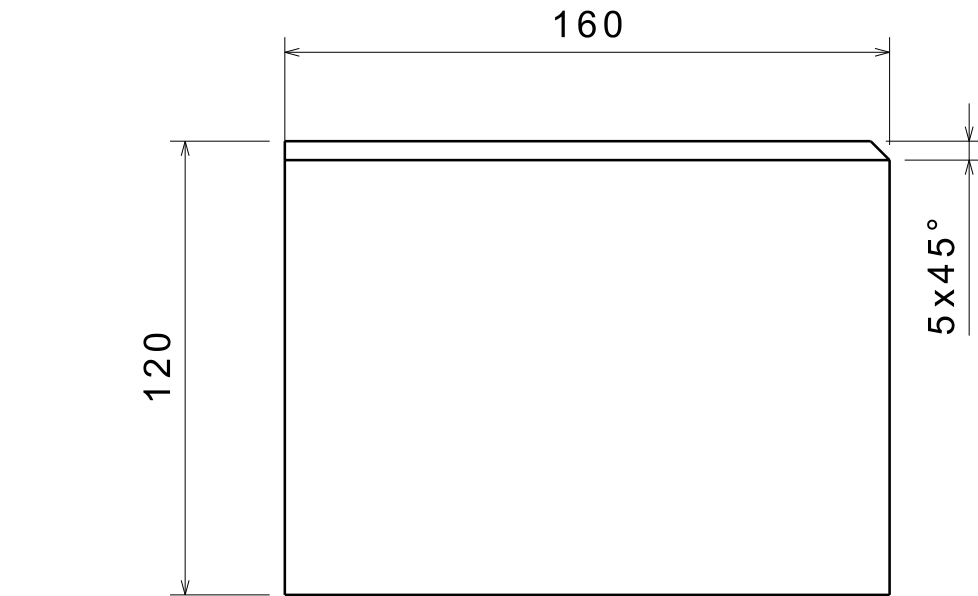
Řez A - A
M 1:2

2	Bočnice svařence	ČSN 42 5524	11 343			3,6	001	ZCU-FST-KTO-BP2013-14	3
1	Čelo svařence	ČSN 42 5524	11 343			4,08	001	ZCU-FST-KTO-BP2013-15	2
1	Podstava svařence	ČSN 42 5524	11 343			9,9	001	ZCU-FST-KTO-BP2013-13	1
Poč.	Název	Norma	Materiál			Hmot.	T.O.	Č. výkresu	Poz.

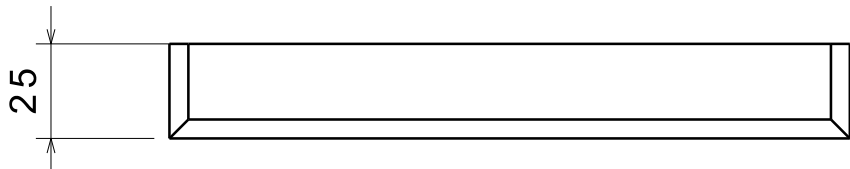
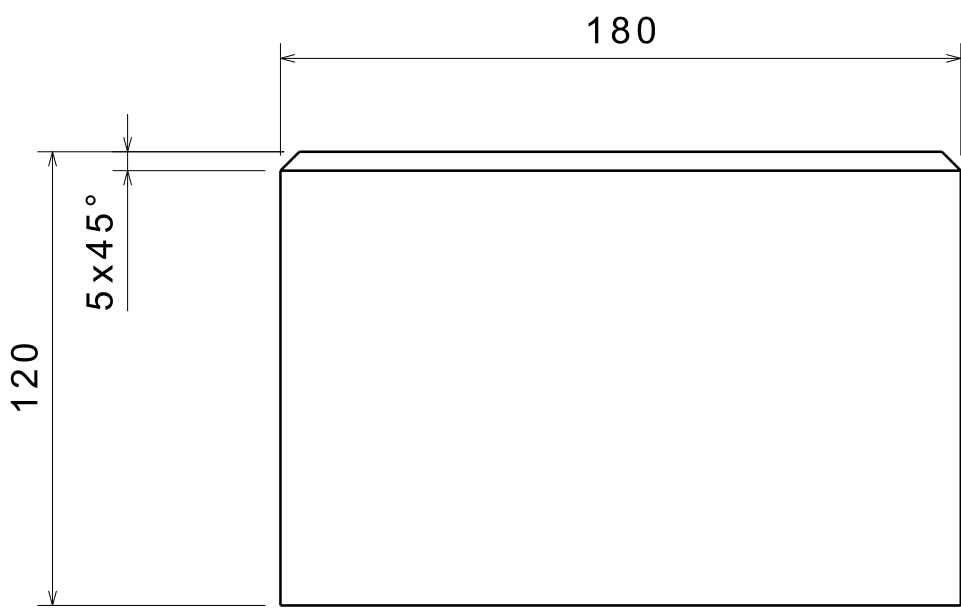
INDEX	ZMĚNA	DATA	PODPIS	Západočeská univerzita v Plzni					
ZN. MAT.			T. O.	HMOTNOST kg		21,2		MĚŘ. 1:2	
ROZM. - POLOH.			ČSN		TR. Č.				
POM. ZAŘ.			POZN.		Č. KUSOVNÍKU				
VYPR. Daniel Rut			SCHVÁLIL		STARÝ V.		Č. V.		
PŘEZK.									
TECHNOL.									
NÁZEV									
Polotovary těla přípravku A							ZCU-FST-KTO-BP2013-12		
							Listů List		



INDEX			DATUM			Západočeská univerzita v Plzni			
ZMĚNA									
ZN. MAT.	11 343		T. O.	001		HMOTNOST kg	9,9	MĚŘ.	1:2
ROZM. - POLOT.	240x30					ČSN	ČSN 42 5524		TR. Č.
POM. ZAR.						POZN.			Č. KUSOVNÍKU
VYPR.	Daniel Rut		NORM. REF.			STARÝ V.			Č. V.
PŘEZK.									
TECHNOL.			SCHVÁLIL						
NÁZEV	Podstava svařence					ZCU-FST-KTO-BP2013-13			
						Listů		8	
								List	



INDEX	ZMĚNY	DATUM	PODPIS	Západočeská univerzita v Plzni	
ZN. MAT. 11 343		T. O. 001		HMOTNOST kg 3,6	MĚŘ. 1:2
ROZM. -POL. OT. 170x30				ČSN ČSN 42 5524	TR. Č.
POM. ZAR.				POZN.	Č. KUSOVNÍKU
VYPR. Daniel Rut	NORM. REF.			STARÝ V.	Č. V.
PŘEZK.					
TECHNOL.	SCHVÁLIL				
NÁZEV	Bočnice svařence			ZCU-FST-KTO-BP2013-14	
				Listů 8	List



INDEX			DATUM			Západočeská univerzita v Plzni	
ZMĚNA							
ZN. MAT. 11 343			T. O. 001		HMOTNOST kg	4,08	MĚŘ. 1:2
ROZM. - POLOT. 190x30					ČSN	ČSN 42 5524	TR. Č.
POM. ZAR.			NORM. REF.		POZN.	Č. KUSOVNÍKU	
VYPR. Daniel Rut			SCHVÁLIL		STARÝ V.	Č. V.	
PŘEZK.							
TECHNOL.							
NÁZEV							
Čelo svařence					ZCU-FST-KTO-BP2013-15		
					Listů 8 List		