

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA STROJNÍ

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Konstrukce frézovacího přípravku pro přichytku z konstrukční oceli třídy 11 v sw Catia V5

Autor: **David BOŘ**

Vedoucí práce: **Ing. Josef SKLENÍČKA**

Akademický rok 2015/2016

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **David BOŘ**

Osobní číslo: **S13B0111P**

Studijní program: **B2301 Strojní inženýrství**

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

Název tématu: **Konstrukce frézovacího přípravku pro příchytka z
konstrukční oceli třídy 11 v sw Catia V5**

Zadávací katedra: **Katedra technologie obrábění**

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

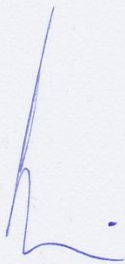
1. Úvod
2. Rozbor současného stavu - dělení přípravků, frézovací přípravky, podmínky a zásady pro použití jednotlivých upínacích prvků
3. Konstrukční řešení ve variantách - výrobní výkresy vybraných dílů přípravku
4. Závěr



Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah kvalifikační práce: **30 - 40 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:

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

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Josef Sklenička**
Katedra technologie obrábění
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Aneta Milsimerová**
Regionální technologický institut
Datum zadání bakalářské práce: **18. října 2015**
Termín odevzdání bakalářské práce: **20. května 2016**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



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

V Plzni dne 20. října 2015

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Boř	Jméno David	
STUDIJNÍ OBOR	B2301 - „Strojírenská technologie – technologie obrábění“		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. SKLENIČKA	Jméno Josef	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KTO		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Konstrukce frézovacího přípravku pro přichytku z konstrukční oceli třídy 11 v sw Catia V5		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KTO	ROK ODEVZD.	2016
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	56	TEXTOVÁ ČÁST	45	GRAFICKÁ ČÁST	11
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY	Bakalářská práce obsahuje stručný popis druhů používaných přípravků. Dále je zaměřena na řešení optimální konstrukce přípravku pro dosažení efektivního frézování zadané součásti. Model přípravku bude vymodelován v softwaru CATIA V5
KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE	Přípravek, technologie, obrábění, frézování, konstrukce, ocel

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Boř	Name David	
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	The construction of the milling preparation for clip from the construction steel in sw Catia V5		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	KTO	SUBMITTED IN	2016
----------------	------------------------	-------------------	-----	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	56	TEXT PART	45	GRAPHICAL PART	11
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	Bachelor thesis contains a brief description of the kinds of preparation. Then it is focused on solving optimal construction of the preparation for reach effective milling of the specific part. Pattern of preparation will be modeled in software Catia V5
KEY WORDS	Preparation, technology, manufacturing, milling, construction, steel

Prohlášení o autorství

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

.....
podpis

V Plzni dne

Jméno a příjmení

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Josefovi Skleničkovi za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

David Boř

Obsah

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI	1
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	10
1 ÚVOD	11
2 PŘÍPRAVKY	12
3 DĚLENÍ PŘÍPRAVKŮ.....	13
4 KONSTRUKČNÍ ZÁSADY NAVRHOVÁNÍ PŘÍPRAVKŮ.....	16
5 VOLBA MATERIÁLU	17
6 POUŽITÍ PŘÍPRAVKŮ	18
7 ZÁSADY ULOŽENÍ OBROBKU V PŘÍPRAVKU.....	19
7.1 Opěrné prvky.....	20
8 UPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ.....	23
8.1 Dle počtu upínacích prvků	23
8.2 Dle zdroje upínací síly	24
9 TECHNOLOGIČNOST KONSTRUKCE SOUČÁSTI.....	25
9.1 Tvar součásti	25
9.2 Materiál součásti	25
10 TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ.....	26
10.1 Nástroje.....	26
10.2 Upínací síla	27
11 NÁVRH PŘÍPRAVKU VE VARIANTÁCH.....	29
11.1 Varianta 1.....	29
11.2 Varianta 2.....	30
12 UPÍNACÍ SYSTÉMY	31
12.1 Mechanický upínací systém DE-STA-CO 630.....	31
12.2 Hydraulický upínací systém DE-STA-CO 030-1-S-2400	31
13 ZHODNOCENÍ VARIANT PŘÍPRAVKU.....	32
14 POPIS SOUČÁSTÍ PŘÍPRAVKU	33

14.1	Základní deska	33
14.2	Těleso.....	33
14.3	Sedlo	34
14.4	Čelist.....	35
14.5	Opěrná destička	35
14.6	Výpočet pružin.....	36
15	ZÁVĚR.....	38
16	SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	39
17	PŘÍLOHY.....	40

Seznam použitých symbolů a zkratek

Označení	Význam	Jednotky
CAD	Computer-aided design	[-]
MKP	Metoda konečných prvků	[-]
HRC	Hardness Rockwell	[-]
U	Úspora v přímých mzdách	[ks/Kč]
R	Režie příslušné výroby	[%]
C	Náklady na výrobu	[Kč]
K	Počet roků použití	[-]
Y	Rozdíl v ročních nákladech	[Kč]
Q	Objem produkce za čas. období	[ks/rok]
$F_{\text{řez}}$	Řezná síla	[N]
k_c	Měrný řezný odpor	[MPa]
a_p	Hloubka řezu	[mm]
f_z	Posuv na zub	[mm/zub]
Z	Počet zubů	[-]
F_r	Radiální síla	[N]
F_c	Celková síla	[N]
B	Šířka obrobku	[mm]
F_u	Upínací síla	[N]
F_{us}	Skutečná upínací síla	[N]
F	Součinitel smykového tření	[-]
K	Součinitel bezpečnosti	[-]
CN	Celkové náklady	[Kč]
FN	Fixní náklady	[Kč]
VN	Variabilní náklady	[Kč]
PVN	Průměrné variabilní náklady	[Kč]
M	Hmotnost	[Kg]
F_t	Třecí síla	[N]
F_n	Přítlačná síla	[N]
g	Tíhové zrychlení	[m/s ²]

1 Úvod

Vše na Zemi neustále podléhá časovému vývoji, není tomu jinak ani u strojírenského odvětví. Vznikají tak náročné požadavky jako vysoká životnost a jakost materiálů, minimální logistické, výrobní a montážní náklady, značné využití automatizace či ohled na ergonomii operátorů a v neposlední řadě zajištění bezpečnosti. To vše ovlivňuje produktivitu závodu.

Produktivita práce se zvyšuje zdokonalením výrobních metod, obráběcích strojů a nástrojů a ostatních výrobních prostředků. Při práci na strojích se produktivita práce měří počtem dílců vyrobených v určitém čase. Čas je tedy ve strojírenské výrobě jeden z předních faktorů produkce. Je proto na místě dosáhnout minimálního možného hlavního (výrobního) a vedlejšího (pomocného) výrobního času.

Zkrácení hlavního času je závislé na výkonu stroje, na materiálu obrobku a především na vlastnostech materiálu nástroje. Zkrácení vedlejšího času je závislé na automatizaci, respektive na měření, kontrolu a upínání obrobků. Upínání obrobků se provádí do pomocných upínacích zařízení, tzv. **přípravků**. Přípravky značně snižují náročnost výroby, musí proto být maximálně funkční a jednoduché.

2 Přípravky

Přípravek je pomůcka, která urychluje, usnadňuje a někdy umožňuje výrobu. Jeho hlavní úlohou je dosáhnout požadované výrobní přesnosti v minimálním čase. Další úlohou je snížení fyzické námahy dělníků, spolehlivé a jednoznačné ustavení a upnutí obrobku či součásti. Konstrukce přípravku je závislé na druhu výroby – kusové, sériové, hromadné.

Při kusové výrobě, kdy je produkován menší počet součástí, avšak různých variant, se musí používat víceúčelové přípravky, speciální přípravky pouze v případě operace, která jejich použití vyžaduje.

Při výrobě sériové se vyrábí větší počet stejných kusů. K upnutí se používá speciálních upínacích přípravků, které zaručují správné umístění obráběné součásti vzhledem k nástroji a odstraňují tak obtížné a pracné ustavování součásti do správné polohy a často i měření. Vedlejší časy se tím podstatně zkrátí.

Při výrobě hromadné je umožněno použít speciálního výrobního zařízení, které pomůže značně zvýšit pracovní výkon, a tím snížit výrobní náklady, především vedlejší čas. Přípravky jsou velmi dokonale vyvinuty, protože se jich využívá u velkého počtu stejných předmětů.

Obrobek musí být při strojní nebo ruční výrobě upnut tak, aby zachovával neustále vzhledem k nástroji správnou polohu, která se nesmí při práci působením řezných sil měnit. Avšak nejen při obrábění součástí, ale i při jejich montáži je často nutno součásti přidržet ve správné vzájemné poloze, než budou definitivně spojeny.

[1] [2]

Přípravek lze definovat jako pomocné zařízení určené:

- a) k jednoznačnému ustavení a k pevnému upnutí součástí při jejich obrábění,
- b) k vzájemnému přidržení součástí při jejich sestavování v celek,
- c) k vedení nástroje,
- d) ke kontrole rozměrů obrobků.

[1]

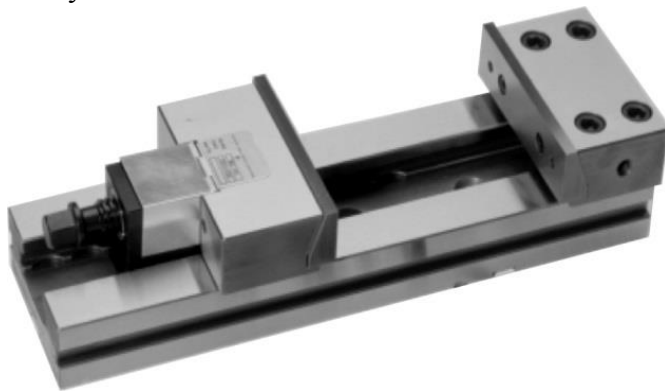
3 Dělení přípravků

Přípravky se dělí dle několika aspektů:

1) *podle použitelnosti*

a) Skupinové – přípravky, u nichž je buď celý přípravek, nebo jeho část společná pro celou skupinu obrobků. Skládají se ze stálých a vyměnitelných součástí. Mezi stálé patří hlavní těleso přípravku či upínací mechanismus. Mezi vyměnitelné součásti se řadí zejména upínací a ustavovací elementy jako šrouby, upínky, kolíky.

b) Univerzální – přípravky k upínání většího množství obrobků stejného typu, avšak odlišných rozměrů.

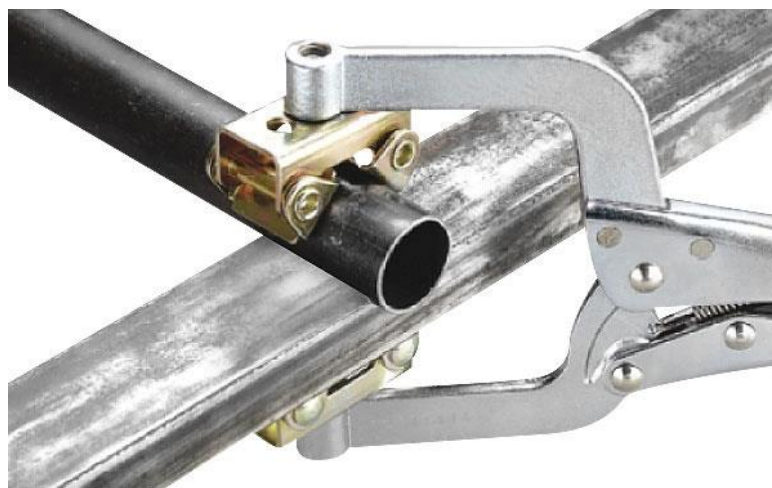


Obr. 3-1 Modulární strojní svěrák



Obr. 3-2 Samostředící sklíčidlo

c) Speciální – jedná se především o jednoúčelové upínací zařízení, kde se obrobek mnohem lépe upne než v univerzálním přípravku. Slouží k upnutí jednoho obrobku dle požadované operace.



Obr. 3-3 Svěrka pro upnutí plochého materiálu a trubky

d) Stavebnicové – přípravky, které se sestavují z typizovaných dílů v určitý přípravek.

[2]

2) *podle operačního určení*

a) Obráběcí – slouží k upnutí obrobku v určité poloze vzhledem k nástroji. Je-li nutno zároveň nástroje vést, bývá jejich vedení součástí přípravku

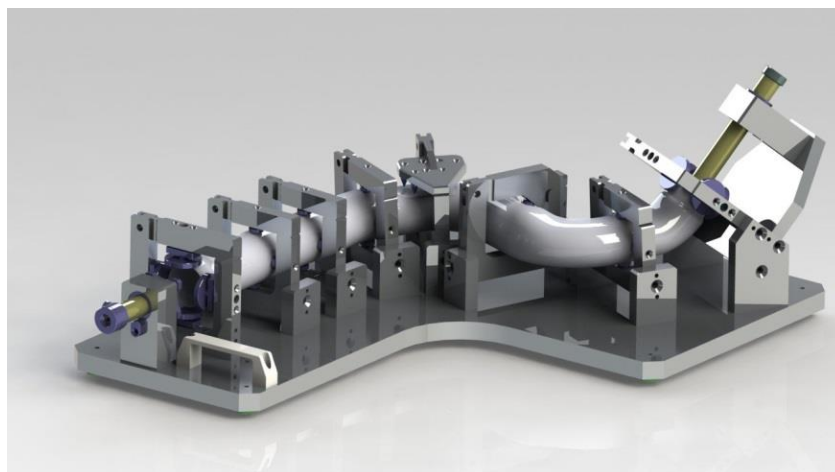
[2]



Obr. 3-4 3D CAD model obráběcího přípravku

b) Montážní – přípravky, které podstatně ulehčují a hlavně zrychlují montáž či demontáž. Při montáži většího počtu kusů jsou nezbytné. Řadí se sem i svařovací přípravky.

c) Kontrolní – přípravky sloužící ke kontrole rozměrů či geometrického tvaru hotového obrobku. Tyto přípravky není třeba dimenzovat na velké silové působení, protože se zde už nevyskytují např. řezné síly. Obrobek je třeba pouze ustavit a usnadnit tak úlohu měřicí technice.



Obr. 3-5 Kontrolní přípravek

d) Rýsovací – Někdy je potřeba obrobek před obráběním orýsovat a proto je na místě použití těchto přípravků.

e) Ostatní pomocná a dílenská zařízení – sem patří pomůcky, které zvyšují pracovní možnosti stroje (např. mnohavřetenové vrtací hlavy) a pomůcky, které jsou určeny k obrábění ploch speciálních tvarů a dají se obrábět na normálních obráběcích strojích jen s přídatným zařízením (např. zařízení k soustružení eliptických ploch, k řezání závitů s proměnným stoupáním apod.). Mohou se sem zařadit i pomocná nakládací zařízení, jež umožňují vkládání těžších součástí do stroje a jejich vyjímání.

[2]

3) *podle zdrojů upínací síly*

- a) Přípravky s ručním upínáním – vynaložení lidské síly
- b) Přípravky s mechanickým upínáním – vynaložení strojní síly (pneumatické, hydraulické, elektromechanické, magnetické nebo kombinované upínání)

[2]

4 Konstrukční zásady navrhování přípravků

Aby přípravek splnil svoji úlohu, musí být pro podnik hospodárný. Úspory dosažené přípravkem musí být větší než jeho pořizovací náklady. Například v kusové či malosériové výrobě, kde je malé využití přípravku, musí být konstrukce nejméně drahá a maximálně jednoduchá. Takovými zařízeními se samozřejmě dosáhne malé produktivity. Platí, že čím roste počet vyráběných kusů, tím více rostou úspory.

Porovnájí-li se obrobky obráběné na jednom obráběcím stroji za určité časové období, téměř vždy se ukáže, že je lze rozřadit na skupiny, v nichž si jednotlivé obrobky jsou tak podobné, že se pro jejich výrobu dá vyřešit společný přípravek. Pro jednotlivé obrobky jsou pak v tomto přípravku některé součásti seřaditelné nebo výměnné. Tato skutečnost je často řešena stavebnicovými popř. skupinovými přípravky.

Obrobky se mají takto rozřadit již v konstrukční kanceláři zavedením tvarového číslování výkresů nebo označením výkresu klasifikačním číslem. Jako základní obrobek pro konstrukci zařízení se z celé podskupiny vybere obrobek nejsložitější. Tento obrobek musí mít všechny geometrické prvky ostatních obrobků celé skupiny.

[1]

Nejdůležitější konstrukční zásady

- Před zahájením konstrukce se musí konstruktér seznámit s technologickým postupem výroby obráběné součástky,
- Vykonat ekonomický rozbor vhodnosti použití přípravku,
- Zjistit, zda je možné použít univerzální přípravek nebo konstruovat skupinový či stavebnicový přípravek,
- Snažit se o co největší stupeň normalizace,
- Stanovit druh energie na vyvození upínací síly,
- Zjistit technické parametry stroje, na který se přípravek navrhuje,
- Poloha obrobku musí být v přípravku zabezpečena pevnými dorazy,
- Přípravek by měl znemožnit obrácené vložení obrobku,
- Obsluha přípravku má být jednoduchá a zejména bezpečná,
- Dosedací plochy musí být lehce přístupné pro pohodlné čištění,
- Ostré hrany musí být zaoblené nebo sražené,
- Zabezpečit dostatečnou tuhost částí přípravku, které jsou namáhané působícími silami a podle toho také volit druh materiálu,
- Plochy přípravku, které jsou vystavené opotřebení, musí být vhodně tepelně zpracované.

[2]

5 Volba materiálu

Na zvolený materiál, ze kterého má být přípravek zhotoven, jsou kladeny různé požadavky – tvrdost a otěruvzdornost, vysoká tuhost a pevnost, odolnost proti opotřebení, chemická stálost (odolnosti vůči procesním kapalinám, tepelná vodivost (zaručující dobrý odvod tepla)

Hlediska, která rozhodují o volbě materiálu, lze shrnout do těchto bodů:

- 1) namáhání, opotřebování, tvar a funkce uvažovaného přípravku nebo jeho součásti,
- 2) pracovní prostředí, pro které je přípravek určen,
- 3) požadovaná přesnost přípravku,
- 4) cena, skladovaný druh materiálu a výrobní možnosti nářadovny,
- 5) hmota přípravku.

Součást	Materiál	Poznámka
Hřídele výstředníků a vaček	12 010	cementované
Kruhové podložky s výřezem	11 425	cementované do hloubky 0,5 mm, kalené
Kruhové podložky zesílené	11 425	cementované a kalené
Kulové podložky	11 600	kalené
Matice s kulovou plochou a nákrůžkem	11 600	kalené
Opěrné čepy do \varnothing 25	19 425	kalené HRC 56
Opěrné čepy \varnothing 25 a více	12 010	cementované
Páky výstředníků	11 500	
Pojišťovací kolíky	12 050	kalené
Rukojeti	11 500	
Středící čepy do \varnothing 20	19 452	kalené HRC 56
Středící čepy na \varnothing 20	12 010	cementované (0,5 mm)
Upínací trny do \varnothing 20	19 192	kalené
Upínací trny nad \varnothing 20	12 010, 14 220	
Kleštiny	16 420	
Kuželové hroty	19 192	kalené HRC 62
Klíny	11 600	kalené
Vačky	12 010	cementované
Upínky	11 500	dosedací plocha kalená
Vrtací šablony	11 420	
Vrtací pouzdra	19 452	
Výstředníky	12 010, 14 220	cementované

Tab. 5-1 Vhodnost materiálů pro typy součástí přípravků

[3]

6 Použití přípravků

Přípravky se používají pro zvýšení **jakosti** a **produktivity** výroby. U tzv. nezbytných přípravků je nutno použít přípravek, aby vůbec bylo možno danou operaci provést. Použití přípravků a jejich konstrukce se mění podle druhu výroby a složitosti obrobku.

Při výrobě kusové se musí používat přípravky komunální a speciální pouze tam, kde se nedá bez nich danou operaci provést.

V sériové a hromadné výrobě, kde se vyrábí najednou velké množství stejných součástí je možno ve větší míře použít speciálních přípravků, které nám zabezpečí zvýšení produktivity práce a jakost výroby, tudíž vývoj přípravku je žádoucí. Přípravek určený k výrobě většího počtu stejných součástí může být mnohem dokonalejší a tím splňovat požadavky dokonalé funkce.

[4]

Při úvaze o rentabilitě přípravku dělíme tyto na dvě skupiny

- 1) Všechny přípravky a výrobní pomůcky nezbytné pro výrobu dané součásti
- 2) přípravky, které se musí při určitém počtu vyráběných součástí amortizovat. O rentabilitě přípravku se usuzuje ze vztahu mezi úsporami, náklady na pořízení přípravku a počtem vyráběných součástí. Přípravek je rentabilní, když náklady na pořízení a údržbu přípravku jsou menší nebo rovny jako vzniklé úspory zavedením daného přípravku.

$$U \left(1 + \frac{R}{100} \right) = \frac{C \frac{1}{K} + Y}{Q}$$

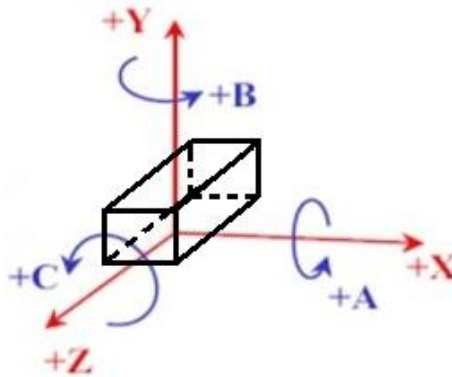
- kde: U je úspora v přímých mzdách [ks/Kč],
R režie příslušné výroby [%],
C náklady na výrobu přípravku (náklady na konstrukci, materiál, skladování, výrobu, mzdy, včetně jednotlivých režii) [Kč],
K počet roků používání přípravku (nebo doba rentability) [roky],
Y rozdíl v ročních nákladech na seřízení stroje při práci stroje s přípravkem a bez něho [Kč],
Q počet vyráběných výrobků [ks/rok].

Z tohoto vztahu lze stanovit kritické množství Q_k , kdy je možno zavést speciální přípravek do výroby a bude rentabilní.

[4]

7 Zásady uložení obrobku v přípravku

Strojní součástky jsou svým tvarem kombinací jednoduchých geometrických těles. Těleso v prostoru má 6 stupňů volnosti tak jako je naznačené na obr. 7-1 (posuv ve směru osy x, y, z a otáčení okolo os). Pro zabezpečení požadované přesnosti při obrábění je potřebné obrobek vzhledem k nástroji jednoznačně uložit a upnutím ho v této poloze zabezpečit proti posunutí vlivem působících sil.



Obr. 7.1-1 Stupně volnosti obrobku

Určení polohy těles v přípravku

- 1) Tělesa rovinná – Každé těleso má v prostoru 6 stupňů volnosti, které je třeba vymežit při upnutí obrobku v přípravku
- 2) Tělesa válcová – Postup ustavení válcových těles je obdobný jako u rovinných
- 3) Určení polohy s vnitřní válcovou plochou jedním čepem – Jedná se o obrobky s otvorem, který se spolu s čelem obrobku užívá k jejich ustavení. Dle tvaru se používají tři způsoby ustavení
 - a) Ustavení na rovinnou plochu a otvor,
 - b) Ustavení rovinnou plochou, čelem a otvorem, jehož osa je paralelní s plochou rovinnou,
 - c) Ustavení rovinnou plochou a dvěma otvory.
- 4) Určení polohy s vnitřní válcovou plochou dvěma čepy
 - a) Dvěma plnými čepy – jedná se o velmi přesné ustavení obrobku. Je ale nutná radiální vůle mezi čepy a otvory pro vyrovnání osových vzdáleností otvorů,
 - b) Jedním čepem plným a jedním zploštělým – častější použití z důvodu zmenšení vůle mezi otvorem a čepem a tím dosažení přesnějšího ustavení.

[4]

7.1 Opěrné prvky

Opěrné prvky se umísťují v tělese přípravku. Jejich činné plochy bývají cementované a kalené (nejčastěji na HRC 58 až 62), z důvodu odolnosti proti opotřebení. Opěrné prvky jsou umístěné v prostoru tak, aby určovali jednoznačnou polohu obrobku. Rovinu obrobku, která je ve styku se třemi opěrnými body A, B, C nazýváme základní ložná plocha (obr. 7-1). Body D, E leží v rovině, kterou nazýváme směrová ložná plocha. Bod F leží na tzv. dorazové ploše obrobku. Volba většího počtu bodů v jednotlivých rovinách je nepřijatelná, uložení obrobku by bylo takto staticky neurčitě. Obecně je možné hovořit o ložných plochách, že to mohou být plochy nerovinné, ale také válcové vnější či vnitřní, kuželové plochy, plochy kulové či jiné, přičemž platí pravidlo 6 bodů.

[3]

Obrobek ukládáme na opěrné prvky, které je možné rozčlenit na 4 základní skupiny

1. pevné opěrné prvky,
2. přestavitelné opěrné prvky,
3. samostavitelné (pomocné) opěrné prvky,
4. samostředící opěrné prvky.

Nejčastější je použití pevných opěrných prvků, které jsou z hlediska konstrukce nejjednodušší, nejpřesnější a nejlevnější. Jejich funkcí je spolehlivé a správné uložení obrobku z hlediska přesnosti. Velká vzájemná styčná plocha s obrobkem vyvolává značné opotřebení, které vede k nepřesnosti uložení obrobku. Tyto prvky se do tělesa přípravku nejčastěji nalisují, případně spojí závitem či zajistí kolíkem.

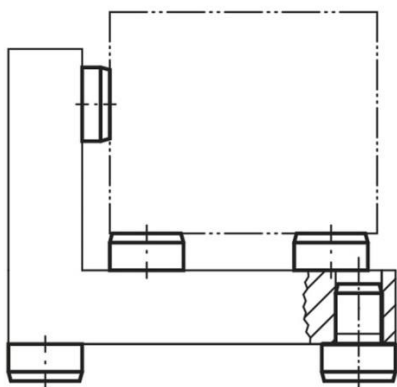
OPĚRY PEVNÉ

Opěrné čepy

Jedná se o nejjednodušší pevné opěry. Tento druh ustavujících prvků určuje výškovou polohu. K opření již obrobených ploch jsou určeny čepy s dosedací plochou rovinnou a hladkou, k opření neobrobených ploch se používá čepů s kulovou hlavou, které zaručují lepší dosednutí.

Proti tomu se o čepy s kulovou hlavou nemohou opírat plochy již obrobené, poněvadž by se mohla obrobená plocha omačkat. Opotřebené čepy se musí vyměnit. Jsou normalizovány dle ČSN 24 3580.

[1]



Obr. 7.1-1 Opření obrobku o čepy



Obr. 7.1-2 Opěrné čepy

Opěrné lišty (příložky)

Slouží pro uložení velkých a těžkých obrobků či k zachycení velkých řezných sil od vřetena stroje. Určují opět výškovou polohu. Mají příčné rýhy pro odvod třísek a k zatlačení vzniklých nečistot. Připevňují se zápusťnými šrouby nebo jsou přivařeny

[1]

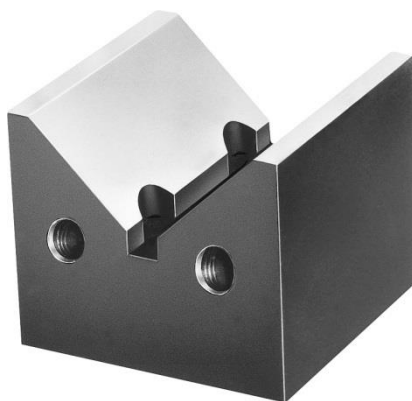


Obr. 7.1-3 Opěrná lišta

Opěry prizmatické

Jsou určeny především k opření válcových obrobků. Tyto opěry určují jak polohu výškovou, tak i stranovou, je tedy potřeba jejich poloha zajistit dvěma kolíky. Prizmata mají na spodu odlehčení z důvodu výhodnějšího čištění od třísek.

[2]



Obr. 7.1-4 Prizmata svislá

Opěry kuželové

Nejpoužívanější opěrou tohoto druhu je hrot. Slouží k obrábění vnějších rotačních ploch, nejpřesněji pouze přes pevné hroty. Tyto opěry jsou normalizovány dle ČSN 24 3310 až ČSN 24 3322. Hrot musí být v jádře houževnatý, aby vykazoval velkou pevnost proti ulomení a na povrchu velmi tvrdý a především otěruvzdorný.

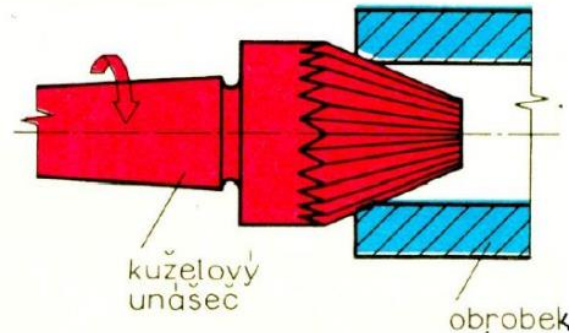
Úhel hrotu bývá nejčastěji 60°. Se zvětšováním úhlu se sice pevnost hrotu zvětšuje, ale zároveň vznikají větší osové síly. Čím větší je namáhání, tím větší musí být důlek. Při obrábění velkými řeznými rychlostmi nebo při obrábění těžkoobrobitelných materiálů

se obrobek značně ohřívá a tím se i prodlužuje. Tepelné prodloužení obrobku zvětšuje tlak na středící hroty, které se pak velmi rychle opotřebí. Proto je třeba uvažovat podélnou dilataci, např. talířovými pružinami, které vyrovnávají teplem prodloužení obrobků.

[1]



Obr. 7.1-5 Pevný hrot-velice přesné upnutí



Obr. 7.1-6 Unášec dutého obrobku

Středící čepy

K ustavení obrobků s 1 nebo 2 přesnými otvory. Středící čepy se do přípravku lisují (v případě malého opotřebení) nebo nasunují a následně jsou dotaženy maticí (velké opotřebení a tudíž častá výměna). Výhodou je poměrně snadné ustavení obrobku ve směru osy dosednutím čela na opěrnou rovinnou plochu. Nevýhodou středících čepů oproti kuželovým opěrám je menší přesnost ustavení obrobku. Vždy musí být vůle mezi otvorem v obrobku a čepem za účelem nasunutí (u kuželů je obrobek nasunut bez vůle).

Je-li součást uložena na dvou čepích, dělá se jeden z nich seříznutý. Tím se do jisté míry vyloučí výrobní úchytky v osové vzdálenosti děr. Kdyby byly oba čepy plné, daly by se dovolené úchytky osových vzdáleností vyrovnat jen radiálními vůlemi mezi čepem a otvorem – to by však vyžadovalo značné vůle, a tím by vzniklo nepřesné uložení obrobku.

[2]

OPĚRY PŘESTAVITELNÉ

Tyto opěry se hojně využívají při obrábění vícero součástí stejného tvaru, které se od sebe liší pouze v určitých rozměrech (například výška stěny). Prvotní funkcí stavitelných opěr je vyrovnání obrobku tak, že pohyblivá část opěry stlačuje obrobek, který je z druhé strany uložen na pevných opěrách.

[1]

OPĚRY SAMOSTAVITELNÉ (POMOCNÉ)

Slouží jako sekundární opěry k opěrám pevným, např. při nízké tuhosti obrobku a nebezpečí nadměrné deformace od řezných sil, čímž by se zhoršila přesnost práce. Poloha obrobku je tedy dokonale určena pevnými opěrami a samostavitelné jsou pohyblivé za účelem přizpůsobení se dané poloze.

[1]

8 Upínací zařízení

Hlavní důvod upnutí obrobku je zabránění změny jeho polohy vlivem působících řezných nebo jiných sil. Upnutí musí být velmi přesné a především tuhé. Nedodržení těchto zásad vede k nepřesnosti a zhoršené jakosti při výrobě. Způsob upnutí je nutno volit tak, aby byl vedlejší čas co nejkratší.

[1]

8.1 Dle počtu upínacích prvků

Upínací síly působí na obrobek buď přímo, nebo přes vložený člen různé konstrukce. Upínací zařízení (mechanizmy) se dělí na jednoduché a složené. Složené mechanizmy jsou kombinací většinou dvou až tří jednoduchých mechanismů.

Používané druhy jednoduchých upínacích mechanismů:

ŠROUBY, MATICE, PODLOŽKY

Velmi často používané prvky. Jsou jednoduché, samosvorné, univerzální a především se vyznačují dosažením velkého svíracího tlaku malou upínací silou. Vyžadují ale zdlouhavé upínání při velkých zdvizech a v případě tlačí-li konec šroubu přímo na obrobek, hrozí nebezpečí porušení jakosti součásti. V šroubových mechanismech je buď pohyblivý šroub a matice se nepohybuje, nebo naopak.

Velké uplatnění mají při obrábění s přerušovaným řezem, kde jsou vyvolávány značné rázy. Obecně se užívají jak pro těžké a rozměrné obrobky, tak pro obrobky drobného charakteru. Šrouby, matice, podložky jsou převážně normalizovány (dle ČSN), což usnadňuje samotnou konstrukci přípravků.

[1]

VÝSTŘEDNÍKY

Rychlejší upnutí oproti šroubům. Jsou vhodné pro upínání obrobků s menšími rozměrovými úchytkami, neboť se vyznačují malým pracovním zdvihem, což je jejich hlavní nevýhoda.

Existují výstředníky tlačné a výstředníky tažné. Princip je vždy páka, jejíž upínací část působí na obrobek přímo nebo pomocí přítlačné části přípravku. V případě tlačných výstředníků se páka zhotovuje buď jako přímá, nebo vyhnutá.

Mezi výstředníky tažné se začleňují páky s drážkovým výstředníkem. Tažné výstředníky jsou celé z cementační oceli a koule jsou zhotoveny z plastické hmoty a dřík je v nich zatmelen.

Výroba výstředníku je značně levná a jednoduchá, pouze výstředníky s dvojitou výstředností jsou výrobně velmi drahé, a proto jejich použití není tak rozsáhlé.

[1]

VAČKY

Povrch je tvořen Archimédovou spirálou, nebo šroubovicí. Je zhotovena na kopírovacích frézách. Obrobek se upne přiblížením širší strany spirály. Výhodou je velký rozsah upínání, nevýhodou je složitější konstrukce.

[5]

8.2 Dle zdroje upínací síly

PNEUMATICKÉ UPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ

Použití stlačeného vzduchu (cca 0,6 MPa). Mezi výhody tohoto typu upnutí se řadí jednoduchá konstrukce, rovnoměrné upnutí, velká rychlost upínání. Z důvodu velkých upínacích sil se jedná o rozměrnější zařízení, což je jeho nevýhoda. Dále pak menší tuhost upnutí, jelikož vzduch je stlačitelný (menší účinnost).

Lze upínat více způsoby: válec s pístem jednočinným, s dvojitým pístem, válec s tandemovým pístem

[5]

HYDRAULICKÉ UPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ

Při tomto upnutí je dosahováno největších upínacích sil. To má za následek velmi tuhé a přesné upnutí. Opět platí, jako v předchozím typu upnutí, rozměrné zařízení příčinou velkých upínacích sil. Jedná se o finančně nákladné zařízení.

[5]

MAGNETICKÉ A ELEKTROMAGNETICKÉ UPÍNACÍ ZAŘÍZENÍ

Upínací sílu vyvolává permanentní magnet nebo elektromagnet. Velké využití má u frézování a rovinného broušení. Převážně pro rozměrnější součásti.

[5]



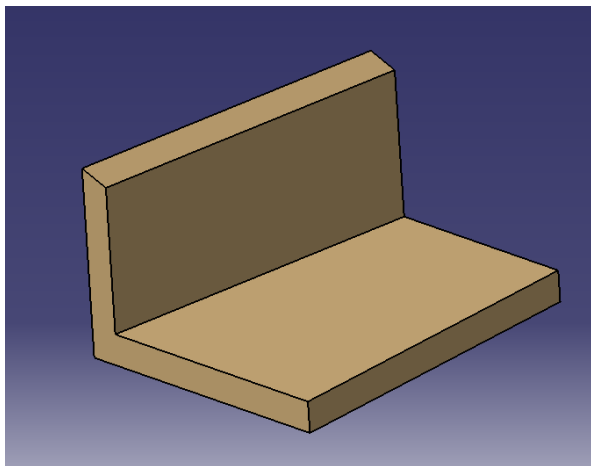
Obr. 8.2-1 Upnutí pomocí magnetické desky



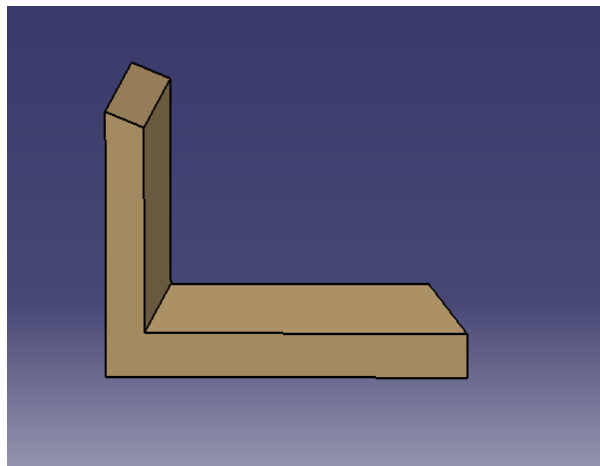
Obr. 8.2-2 Pneumatický upínač

9 Technologičnost konstrukce součásti

Zadaná součást je příchytky L-profilu, která slouží k ustavení součástí. Bude se vyrábět v šesti dávkách se změnou ve výšce svislé stěny.



Obr. 9-1 Zadaná součást



Obr. 9-2 Pohled zředu

9.1 Tvar součásti

Zadaný obrobek má tvar profilu L o tloušťce stěny obou ramen 6 mm. Vodorovná stěna má šířku 56 mm. Délka vodorovné stěny je zkosená z 50 mm na 40 mm v délce 70 mm. Výška svislé stěny je proměnná z 28 mm až do 78 mm vždy po 10 mm. Na Obr. 9-1 (2) je svislá stěna o výšce 28 mm. Svislá stěna je zkosená pod úhlem 20°.

9.2 Materiál součásti

Jedná se o neušlechtilou konstrukční ocel obvyklé jakosti vhodná ke svařování. Používá se ke konstrukci součástí a strojů menších tlouštěk namáhané staticky i mírně dynamicky, dále jako vtokové objekty vodních turbín, výtoky, stavidla či jezové konstrukce. Je značena dle EN jako S235JR (podle ČSN 11 373).

Kování 1150 až 750 °C
Normalizační žihání 900 až 920 °C
Žihání ke snížení pnutí 550 až 650 °C

[6]

Chem. slož. hm. [%]	max 1,40 Mn	max 0,035 P	max 0,035 S	max 0,012 N
Pevnost v tahu [MPa]	350 - 500			
Mez kluzu [MPa]	175 - 235			
Min. tažnost [%]	21 - 26			

Tab. 9.2-1 Chemické a mechanické vlastnosti oceli S235JR

[6]

10 Technologie obrábění

10.1 Nástroje

Pro frézování vodorovné a svislé plochy součásti je třeba čelní válcová fréza. Při odfrézování zkosení na vodorovné ploše bude použita stejná fréza. Pro vytvoření sražení na svislé ploše je nutná fréza se stavitelným úhlem nastavení vyměnitelné břitové destičky.

Čelní válcová fréza ISCAR

Označení	SPKD40-42-W32-10
Průměr	40 mm
Počet břitů	15
Počet zubů	3
Hloubka řezu	43 mm
Délka	125 mm
Stopka	Weldon

Tab. 10.1-1 Parametry nástroje [7]

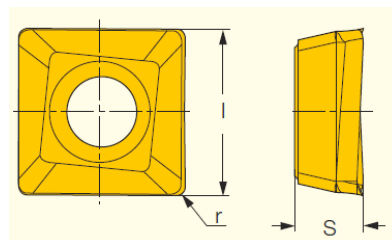


Obr. 10.1-1 Čelní válcová fréza ISCAR

- Čtvercová pozitivní destička

Označení	SPMT 100408R-HQ-M
Délka L	10,20 mm
Šířka S	4,23 mm
Poloměr zaoblení R	0,70 mm
Hloubka řezu a_p	4,00 – 8,00 mm
Posuv na zub f_z	0,08 – 0,15 mm/z

Tab. 10.1-2 Parametry VBD [7]



Obr. 10.1-2 Čtvercová destička

Frézovací záhlubník NULL se stavitelnou VBD

Označení	178805
Průměr upínací části	20 mm
Délka	98 mm
Rozsah	0 – 90°

Tab. 10.1-3 Specifikace nástroje [8]



Obr. 10.1-3 Frézovací záhlubník NULL

- Čtvercová pozitivní destička (viz 10.1-2)

10.2 Upínací síla

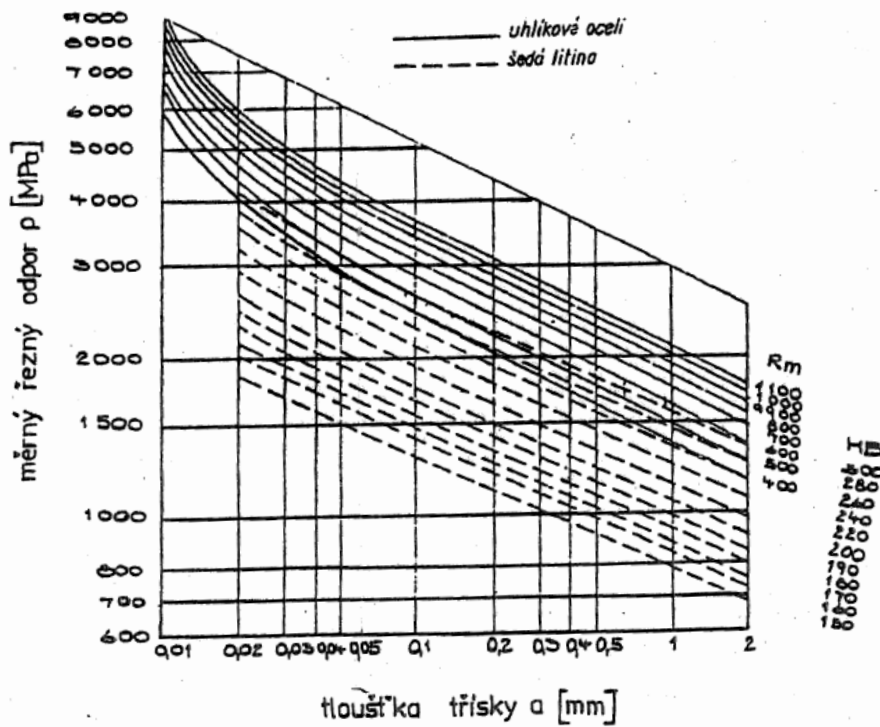
Výpočet řezné síly pomocí měrného řezného odporu

$$k_c = \frac{F_{\text{řez}}}{A} = \frac{F_{\text{řez}}}{a_p * f} \quad (1)$$

$$F_{\text{řez}} = k_c * a_p * f = k_c * a_p * f_z * z = 2650 * 2 * 0,1 * 3 = 1590 \text{ N}$$

kde: $F_{\text{řez}}$ je řezná síla [N],
 k_c měrný řezný odpor určen z Obr. 10.2 – 1 [MPa],
 a_p hloubka řezu [mm],
 f_z posuv na zub [mm/z],
 z počet zubů [-].

[9]



Obr. 10.2-1 Měrný řezný odpor

Pokud známe řeznou sílu, lze dopočítat **sílu radiální**

$$F_r = 0,35 * F_{\text{řez}} = 0,35 * 1590 = 556,5 \text{ N} \quad (2)$$

kde: F_r je radiální síla [N]

[1]

Celková síla se rovná výpočtu Pythagorovy věty

$$F_c = \sqrt{F_{\text{řez}}^2 + F_r^2} = \sqrt{1590^2 + 556,5^2} = 1684,6 \text{ N} \quad (3)$$

kde: F_c je celková síla [N]

[1]

Pro výpočet skutečné upínací síly je třeba určit přes goniometrické funkce tečnou složku celkové síly (viz Obr. 10.2-2)

$$\begin{aligned} \cos \beta &= \frac{B}{2R} = \frac{40}{20} \rightarrow \beta = 0^\circ \\ \cos \gamma &= \frac{F_{\text{řez}}}{F_c} = \frac{1590}{1684,6} \rightarrow \gamma = 19,3^\circ \\ \alpha &= 90 - (\gamma + (90 - \beta)) = 90 - (19,3 + (90 - 0)) = -19,3^\circ \\ \cos \alpha &= \frac{F_t}{F_c} \rightarrow F_t = F_c * \cos \alpha = 1684,6 * \cos(-19,3^\circ) = 1590 \text{ N} \end{aligned} \quad (6)$$

kde: F_t je tečná síla [N],
B šířka obrobku [mm].

Z podmínky pro smykové tření platí:

$$F_t = F_u * f \rightarrow F_u = \frac{F_t}{f} = \frac{1590}{0,18} = 8833,3 \text{ N} \quad (4)$$

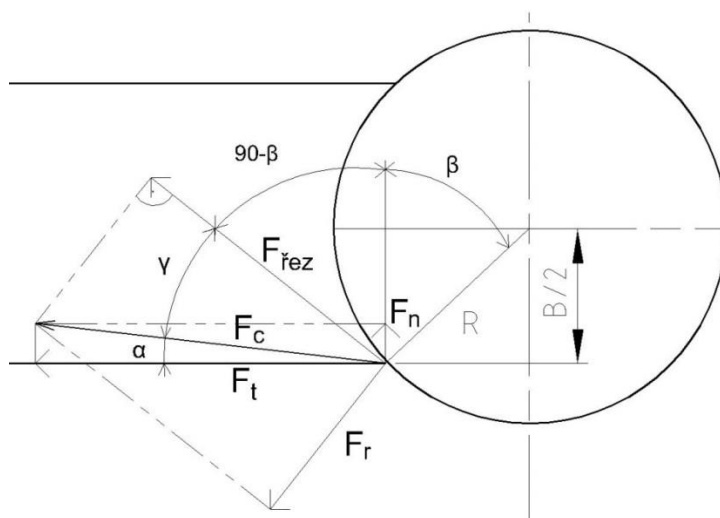
kde: F_u je upínací síla [N],
f součinitel smykového tření [-].

Velikost **skutečné upínací síly** je z hlediska bezpečnosti vyšší

$$F_{us} = F_u * k = 8833,3 * 1,2 = \mathbf{10\ 600 \text{ N}} \quad (5)$$

kde: F_{us} je skutečná upínací síla [N],
k součinitel bezpečnosti [-].

[1]



Obr. 10.2-2 Složky celkové síly

11 Návrh přípravku ve variantách

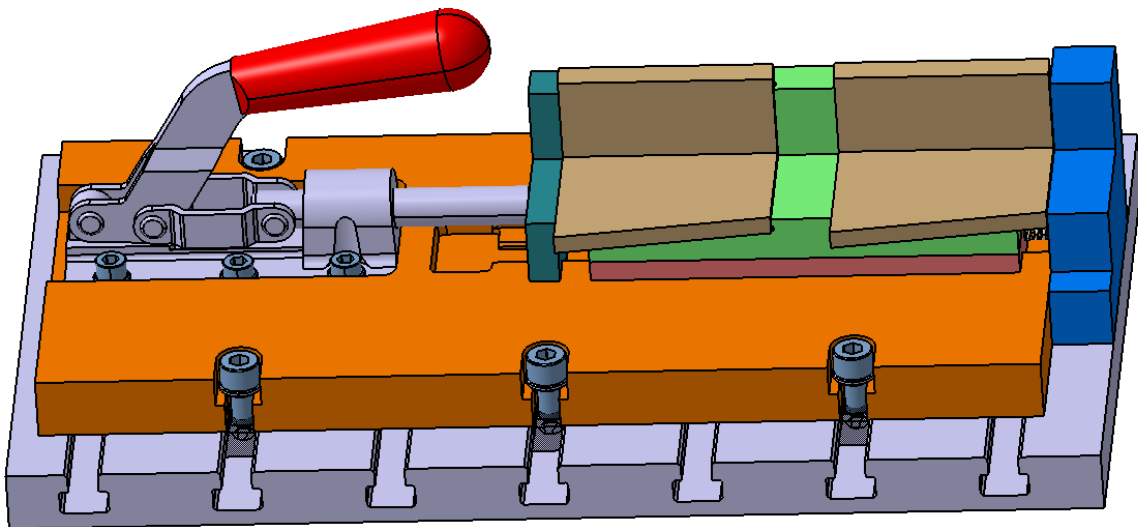
Přípravek byl navržen ve dvou variantách. První varianta je s mechanickým upínačem, druhá varianta je s hydraulickým upínačem. Výhodnost jednotlivých variant závisí na objemu produkce.

11.1 Varianta 1

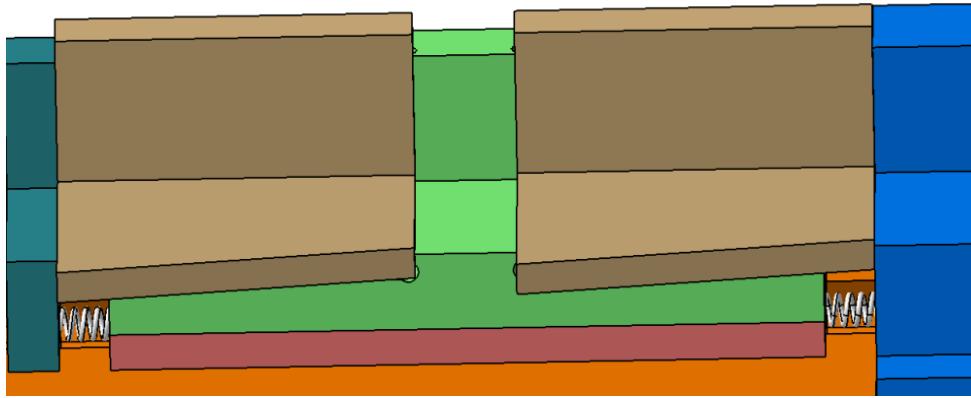
Jedná se o obrobení dvou předem nařezaných obrobků. Upínací mechanismus vyvodí sílu na posuvnou čelist, která se opře o první obrobek. Síla se přenáší z prvního obrobku přes sedlo do obrobku druhého, kde na konci je zachycena o opěrnou destičku. Poloha opěrné destičky je zajištěna dvěma válcovými kolíky a přivařena pomocí koutového svaru k základní desce. Aby mohlo dojít k obrobení součástí, je třeba, aby obrobky měly určitý rozměrový přesah vůči posuvné čelisti, sedlu a opěrné destičce. Posuvná čelist a těleso s obrobky se pohybují v rybinovém vedení. Poloha sedla vůči tělesu je zajištěna dvěma válcovými kolíky a dvěma zapuštěnými šrouby s kuželovou hlavou. Aby došlo k přesnému dosednutí obrobků do sedla, je navrženo odlehčení.

Z důvodu lepší manipulace s obrobky – tzn. vkládání obrobků do přípravku a jejich usazení – je třeba, aby celý přípravek odjel o určitý kus a vytvořil tak místo pro manipulaci. Proto byly navrženy tlačné pružiny. První pružina oddálí posuvnou čelist. Druhá pružina oddálí celý přípravek.

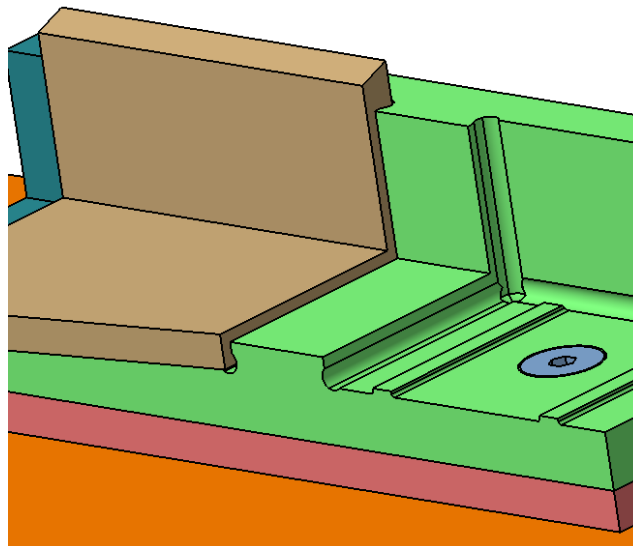
Celý přípravek se základní deskou a upínačem je uchycen k desce stolu do T – drážek pomocí T – matic.



Obr. 11.1-1 Celkový pohled na variantu 1



Obr. 11.1-2 Pohled na pružiny



Obr. 11.1-3 Přesah obrobku vůči přípravku

11.2 Varianta 2

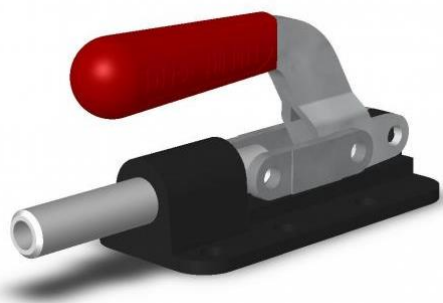
Jedná se opět o obrobení dvou předem nařezaných obrobků. Návrh druhé varianty je identický jako návrh varianty předchozí s rozdílem použití jiného druhu upínání. V druhé variantě je počítáno s hydraulickým upínačem, který by byl výhodou pro velkosériovou či hromadnou výrobu.

12 Upínací systémy

12.1 Mechanický upínací systém DE-STA-CO 630

Jedná se o přímočarý upínač dostupný i s bezpečnostní pojistkou. Do přípravku je uchycen pomocí šesti šroubů.

Síla upnutí	11 000 N
Max. zdvih	50,8 mm
Hmotnost	0,89 kg
Cena	1 081 Kč



Tab. 12.1-1 Specifikace upínače [10]

Obr. 12.1-1 Mechanický upínač DE-STA-CO 630

12.2 Hydraulický upínací systém DE-STA-CO 030-1-S-2400

Řadí se k nejnovějším hydraulickým upínacím technologiím. Často používaným příslušenstvím je rameno. Pístní tyč je tvrdě chromovaná pro zvýšení pevnosti a odolnosti proti opotřebení. Do přípravku je uchycen pomocí závitového těla.

Síla upnutí	10 880 N
Max. zdvih	28,4 mm
Pracovní tlak	345 Bar
Max. průtok oleje	1638cm ³ /min
Cena	12 903 Kč



Tab. 12.2-1 Specifikace upínače [10]

Obr. 12.2-1 Upínač DE-STA-CO 030-1-S-2400

13 Zhodnocení variant přípravku

Navržené varianty se liší v použití jiných upínacích mechanismů. V rámci technicko-ekonomické hospodárnosti jednotlivých variant přípravku je třeba zhodnotit, zda má smysl při zadané produkci 15 000 ks uvažovat variantu 2. Varianta 2 obsahuje hydraulický upínač, který je značně dražší ve srovnání s mechanickým upínačem.

- Výpočet pásma ekonomické výhodnosti

Objem výroby	15 000 ks
Hodinová sazba stroje	900 Kč/ hod
Náklady na pořízení mechanického upínače	1 081 Kč
Náklady na pořízení hydraulického upínače	12 903 Kč

Tab. 13-1 Údaje potřebné k výpočtu

Výpočet průměrných variabilních nákladů na 1 kus

Čas výroby 1 ks s **mechanickým upínačem**: 68,4 s
Počet ks vyrobených za 1 hodinu: $3600/68,4 = 53$
Cena výroby 1 ks: $900/53 = \mathbf{16,98 \text{ Kč}}$

Čas výroby 1 ks s **hydraulickým upínačem**: 66 s
Počet ks vyrobených za 1 hodinu: $3600/66 = 55$
Cena výroby 1 ks: $900/55 = \mathbf{16,36 \text{ Kč}}$

$$CN = FN + VN \quad (1)$$

$$CN = FN + PVN * q \quad (2)$$

$$CN_1 = FN_1 + PVN_1 * q$$

$$CN_2 = FN_2 + PVN_2 * q$$

$$CN_1 = CN_2 \quad (3)$$

$$FN_1 + PVN_1 * q = FN_2 + PVN_2 * q$$

$$q * (PVN_1 - PVN_2) = FN_2 - FN_1$$

$$q = \frac{FN_2 - FN_1}{PVN_1 - PVN_2} = \frac{12\,903 - 1\,081}{16,98 - 16,36} = \mathbf{19\,068 \text{ ks}}$$

kde: CN je celkové náklady,
FN fixní náklady,
VN variabilní náklady,
PVN průměrné variabilní náklady na 1 kus,
Q objem výroby.

[11]

Bylo zjištěno, že do produkce 19 068 ks je výhodnější varianta 1 s mechanickým upínačem. Při vyšším objemu výroby je výhodnější varianta 2. Při zadané produkci 15 000 ks bude použita a dále popsána varianta 1.

14 Popis součástí přípravku

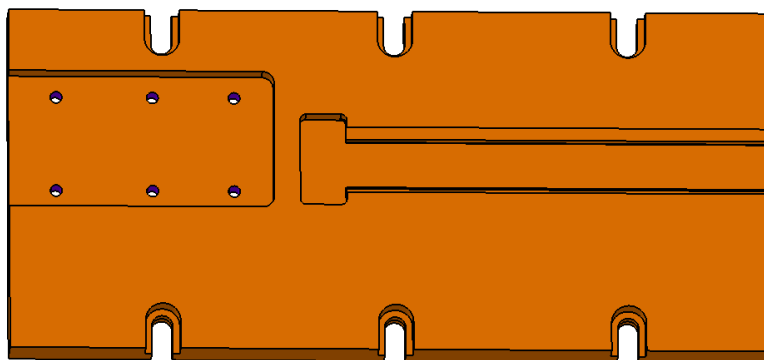
14.1 Základní deska

Základní deska má vnější rozměry na šířku 150 mm a na délku 328 mm a na výšku 20 mm. Bude připevněna ke stolu pomocí šesti šroubů umístěných po obvodu desky. Pro šrouby je třeba vyfrézovat dosedací plochu.

Deska dále obsahuje rybinové vedení vytvořené pod úhlem 55° o hloubce 8 mm. V celé délce rybinového vedení je vybrání o hloubce 2 mm pro snížení smykového tření pohybujícího se tělesa. Kluzné plochy vedení by měly mít z hlediska snížení tření minimální drsnost, ale z hlediska udržení maziva je určitá drsnost přínosem. Byla proto navržena drsnost těchto ploch Ra 1,6. Na konci rybinového vedení je navrženo technologické vybrání v délce 20 mm a v šířce 40 mm pro výběh úhlové frézy z rybinové drážky. Vybrání dále slouží ke snadnému čištění rybinové drážky od třísek.

Deska disponuje dalším vybráním pro dosednutí a přichycení upínače. Délka činní 114 mm, šířka 60 mm a výška 10 mm. Na konci vybrání je rádius 2x R5. Vybrání obsahuje 6x průchozí otvor se závitem M6 pro uchycení upínače šrouby.

Celková drsnost součásti je Ra 3,2 a bude vyrobena z materiálu ČSN 11 375.



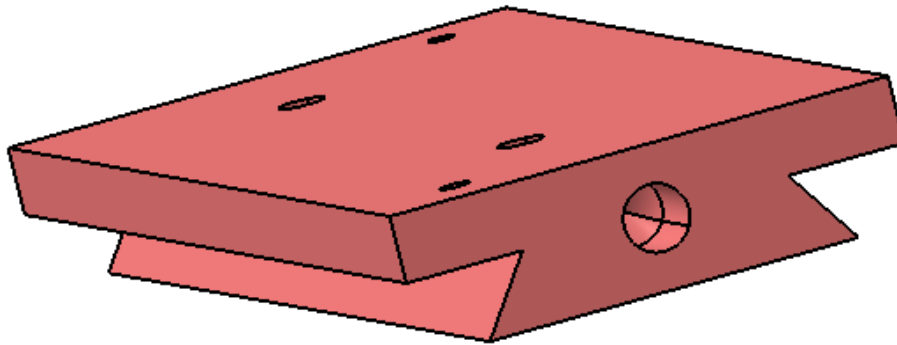
Obr. 14.1-1 Pohled na základní desku

14.2 Těleso

Těleso má délku 140 mm, šířku 54 mm a výšku 15 mm. Těleso má příčný profil rybinového vedení opět pod úhlem 55°. Kluzné plochy vedení by měly mít z hlediska snížení tření minimální drsnost, ale z hlediska udržení maziva je určitá drsnost přínosem. Byla proto navržena drsnost těchto ploch Ra 1,6.

Největší plocha obsahuje 2x otvor pro válcový kolík $\varnothing 3$ mm s tolerancí H7 v délce 4 mm, dále obsahuje 2x otvor se závitem M6. Otvory slouží k zajištění polohy sedla na těleso. Na čelech tělesa je vytvořen 2x otvor $\varnothing 7$ mm s tolerancí H11 pro vložení pružin.

Celková drsnost součásti je Ra 3,2 a bude vyrobena z materiálu ČSN 11 375.

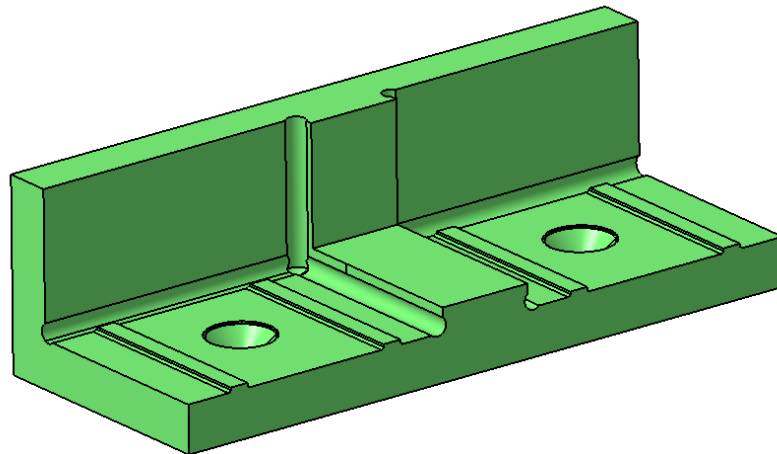


Obr. 14.2-1 3D pohled na těleso

14.3 Sedlo

Sedlo má příčný profil tvaru L. Délka je 140 mm, šířka 54 mm a výška 40 mm. Pro zajištění přesné polohy obrobku v sedle je vytvořeno 2x vystupující plocha v místě pod obrobkem. Šířka výstupku je 4 mm, hloubka 1 mm a spodní hrany mají rádius R 0,5. Pro dolehnutí čelních ploch obrobku je navrženo 3x rádiusové odlehčení R2 pro každý obrobek. Sedlo je k tělesu uchyceno pomocí dvou zapuštěných šroubů $\varnothing 6$ mm s kuželovým zahloubením.

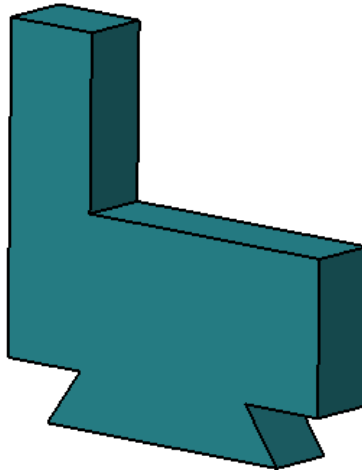
Celková drsnost součásti je Ra 3,2 a bude vyrobena z materiálu ČSN 11 375.



Obr. 14.3-1 3D pohled na sedlo přípravku

14.4 Čelist

Výška čelisti je 55 mm, šířka 54 mm a délka 10 mm. Čelist je posuvná v rybinovém vedení vytvořeném na základní desce přípravku. Úhel sklonu ploch pro rybinovou drážku je 55° . Kluzné plochy vedení by měly mít z hlediska snížení tření minimální drsnost, ale z hlediska udržení maziva je určitá drsnost přínosem. Byla proto navržena drsnost těchto ploch Ra 1,6. Největší plocha obsahuje otvor $\varnothing 7$ mm tolerovanou H11 hlubokou 5 mm. Otvor slouží k vložení tlačné pružiny. Celková drsnost součásti je Ra 3,2 a bude vyrobena z materiálu ČSN 11 375.

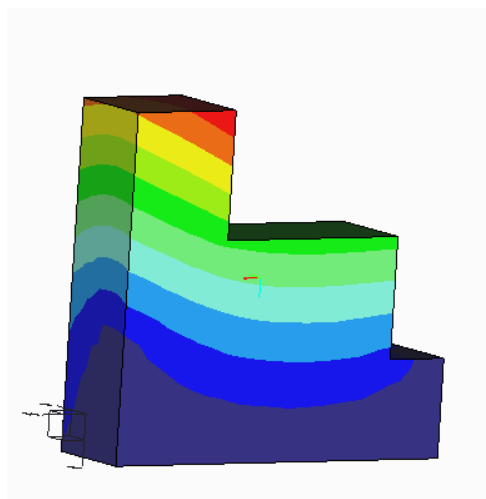


Obr. 14.4-1 Posuvná čelist

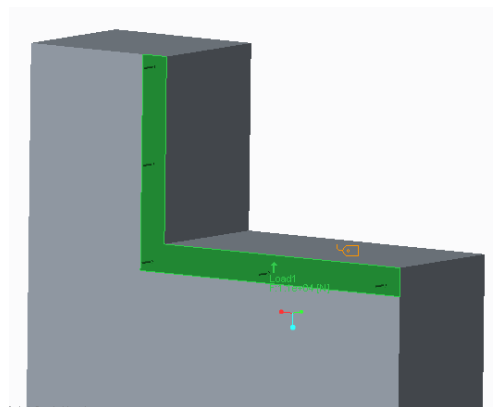
14.5 Opěrná destička

Opěrná destička je k základní desce přípravku přivařena pomocí dvou koutových svarů. Bude sloužit jako opěrný prvek. Celkové rozměry jsou šířka 75 mm, výška 67 mm a délka 20 mm. Na největší ploše destičky se nachází otvor $\varnothing 7$ mm tolerovaný H11 do hloubky 6 mm a 2x menší otvor $\varnothing 3$ mm tolerovaný H7 do hloubky 4 mm. Tyto dva otvory budou sloužit pro vložení válcových kolíků. Celková drsnost součásti je Ra 3,2 a bude vyrobena z materiálu ČSN 11 375.

Jelikož je destička mechanicky namáhána na ohyb, je třeba zjistit deformaci – průhyb. Průhyb byl vypočten pomocí CAD softwaru Creo Simulate Lite využívající metodu MKP – Metoda konečných prvků. Stupně volnosti reálného modelu destičky byly odebrány pomocí třech koutových svarů – 2 boční, 1 spodní. Svary mají šířku 6 mm a boční svary jsou provařeny v délce 20 mm, která je výškou základní desky přípravku. V horní části destičky působí statické plošné zatížení 11 000 N vyvozené upínacím mechanismem (viz obr. 14.5-2). Průhyb v horní části destičky, kde je největší rameno, je přibližně 0,1 mm. Tento průhyb lze vzhledem k funkčnosti destičky tolerovat.



Obr. 14.5-1 Deformace od statického zatížení



Obr. 14.5-2 Působíště statického zatížení

14.6 Výpočet pružin

Cílem je vypočítat třecí sílu působící proti pracovní síle pružiny. Pružina musí tuto třecí sílu překonat. Při výpočtu tlačné pružiny je třeba zohlednit velikost přitlačné síly, která je v tomto ohledu totožná s tíhovou silou (viz obr. 14.6-1). Dále je třeba zahrnout vliv drsnosti kluzných ploch. Jedná se o pohyb z klidu. Vzhledem k použitým materiálům ocel – ocel je statický součinitel smykového tření volen $f=0,15$. Za pohybu je nazýván jako dynamický součinitel smykového tření a je vždy menší ($f=0,10$).

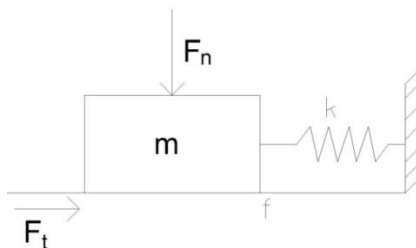
Nejprve je třeba zjistit hmotnost posouvajících se těles (těleso + sedlo + 2x obrobek). 2x kolík a 2x šroub je z důvodu malé hmotnosti zanedbán.

$$m = 0,72 + 0,96 + 2 * 0,26 = 2,20 \text{ kg}$$

$$F_t = F_n * f = (m * g) * f = 2,20 * 9,81 * 0,15 = 3,24 \text{ N}$$

kde: m je hmotnost tělesa [kg],
 F_t třecí síla [N],
 F_n přitlačná síla [N],
 f statický součinitel smykového tření [-],
 g tíhové zrychlení [m/s^2].

Při použití maziva mezi kluznými plochami bude ve skutečnosti součinitel smykového tření ještě menší a tím menší třecí síla.



Obr. 14.6-1 Schéma působících veličin

- Parametry navržené tlačné pružiny

$$k = 4,64 \text{ N/mm}$$

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

$$\varnothing_{\text{dr}} = 1,07 \text{ mm}$$

$$l_o = 44,5 \text{ mm}$$

$$l_{\text{zatiž}} = 26,42 \text{ mm}$$

$$F_{\text{zatiž}} = 64,01 \text{ N}$$

kde: k je tuhost [N/mm],
 \varnothing vnější průměr pružiny [mm],
 \varnothing_{dr} průměr drátu [mm],
 l_o délka nezatížené pružiny [mm],
 $l_{\text{zatiž}}$ délka maximálně stlačené pružiny [mm],
 $F_{\text{zatiž}}$ síla při zatížené délce [N].

[12]

15 Závěr

První část bakalářské práce zahrnuje teoretické informace o přípravkách používaných ve strojírenské výrobě. Pokračuje jejich rozdělením a vysvětlením použití v rámci jednotlivých kritérií. Další oddíl se zabývá důležitými zásadami při navrhování konstrukce přípravků a následuje vhodná volba použitého materiálu. Materiál se v jednotlivých částech přípravku často liší. Z hlediska použití přípravků je v bakalářské práci nastíněna jejich rentabilita. Další bod popisuje významná pravidla při uložení obrobku v přípravku a stručné informace o často používaných prvcích. V poslední etapě první části práce je věnováno upínacím zařízením, bez kterých by přípravek nemohl plnit svou funkci.

V druhé části je řešena samotná technologičnost zadané součásti – tvar, materiál, technologie obrábění. Z hlediska návrhu upínacího zařízení byla vypočtena upínací síla potřebná k zachycení řezných sil při obrábění. Poté následuje návrh jednotlivých variant přípravku. Přípravek byl navržen pro upnutí dvou obrobků ve dvou variantách lišících se v použití mechanického upínače DE-STA-CO 630 a hydraulickým upínacím zařízením DE-STA-CO 030-1-S-2400. Následovalo ekonomické zhodnocení, kdy byla řešena výhodnost variant při zadaném objemu výroby.

Poslední fáze bakalářské práce popisuje jednotlivé modely přípravku s mechanickým upínačem, jejich výrobní výkresy, celkovou sestavu s kusovníkem a výrobní postupy dvou součástí

16 Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] Chvála, Břetislav; Votava, Josef. *Přípravky: celost. vysokošk. učebnice pro strojní fakulty vys. škol techn..* 1. vyd. Praha: SNTL, 1988.
- [2] Chladil, Josef. *Přípravky a nástroje: část-obrábění.* 3. vyd. Brno: VUT, 1992. ISBN 80-214-0408-6. Beneš,
- [3] Pilec Jozef, Podkonický Milan, Salaj Ján. *Přípravky a nástroje, Fakulta strojní a elektrotechnická, Vysoká škola dopravy a spojů v Žilině*
- [4] Doc. Ing. Novotný Karel, CSc.; Ing. Zemčík Oskar, CSc.. *Přípravky a nástroje – učební texty komb. bak. studia*
- [5] Vačky. [online]. [cit. 2016-04-29]. Dostupné z: http://www.sps-vitkovice.cz/texty/texty/STT/STT4_6-pripravky.pdf
- [6] Vlastnosti ocelí. [online]. [cit. 2016-03-02]. Dostupné z: <http://www.czferrosteel.cz/pdf/trubky3-11373.pdf>
- [7] ISCAR. [online]. [cit. 2016-03-15]. Dostupné z: http://www.iscar.cz/Catalogs/zip/CMS%20Catalogs/FREZOVANI_ISCAR.pdf
- [8] Fréza. [online]. [cit. 2016-02-28]. Dostupné z: <http://www.verko.cz/frezovaci-zahlubnik-s-vbd-stavitelny-0-90-spmt-12t-14350/>
- [9] STO, *Přednášky KTO z předmětu STO, ZČU Plzeň, 2013, Učební texty vysokých škol*
- [10] DESTACO. [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <http://dsccezech.cz/de-sta-co-upinace-vyber>
- [11] IE, *Přednášky KPV z předmětu IE, ZČU Plzeň, 2013, Učební texty vysokých škol*
- [12] Pružina. [online]. [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: <http://1url.cz/wtuWT>

Obrázky:

- Obr. 3-1: Strojní svěrák [online]. [cit. 2015-10-10]. Dostupné z: <http://nabidky.edb.cz/Nabidka-400-Presne-modularni-strojni-sveraky>
- Obr. 3-2: Sklíčidlo [online]. [cit. 2015-10-10]. Dostupné z: <http://www.mt-nastroje.cz/i-zavitniky/eshop/15-1-Sklididla-hroty-a-sveraky/179-3-Univerzalni-sklididla>
- Obr. 3-3: Svěрка [online]. [cit. 2015-10-10]. Dostupné z: <http://www.dovavanik.cz/Svarovani.html?xmlid=790481>
- Obr. 3-4: Výrobní přípravek [online]. [cit. 2015-10-10]. Dostupné z: http://www.cadetkv.cz/fotogalerie_vyrobní_pripravky.htm
- Obr. 3-5: Kontrolní přípravek [online]. [cit. 2015-10-10]. Dostupné z: <http://strojni-konstrukce.cz/unnamed/reference/bosal-brandys-n-1>
- Obr. 7.1-1: Opěrné čepy [online]. [cit. 2015-11-01]. Dostupné z: <http://1url.cz/etuWf>
- Obr. 7.1-2: Opěrné čepy [online]. [cit. 2015-11-01]. Dostupné z: <http://1url.cz/etuWf>

- Obr. 7.1-3: Opěrné lišty [online]. [cit. 2015-11-01]. Dostupné z: <http://1url.cz/ktuWg>
- Obr. 7.1-4: Prizmata [online]. [cit. 2015-11-01]. Dostupné z: <http://1url.cz/5tuW0>
- Obr. 7.1-5: Pevný hrot [online]. [cit. 2015-11-05]. Dostupné z:
<http://stroje.bazos.sk/inzerat/54579727/Kupim-pevne-hroty-ako-na-foto-morse-1.php>
- Obr. 7.1-6: ZTO, Přednáška KTO z předmětu ZTO; doc. Ing. Jiří Česánek, Ph.D.
- Obr. 8.2-1: Magnetická deska [online]. [cit. 2015-11-15]. Dostupé z:
http://www.naros.cz/katalog/Prospekt_Magnety_akce.pdf
- Obr. 8.2-2: Pneumatický upínač [online]. [cit. 2015-11-15]. Dostupné z: <http://1url.cz/ttrIx>
- Obr. 10.1-1: Čelní válcová fréza ISCAR [online]. [cit. 2016-02-15]. Dostupné z:
<https://www.iscar.com/ecatalog/Ecat/datafile/PICTURE/409.gif>
- Obr. 10.1-2: ISCAR. [online]. [cit. 2016-03-15]. Dostupné z:
http://www.iscar.cz/Catalogs/zip/CMS%20Catalogs/FREZOVANI_ISCAR.pdf
- Obr. 10.1-3: NULL. [online]. [cit. 2016-03-16]. Dostupné z: <http://www.verko.cz/frezovaci-zahlubnik-s-vbd-stavitelny-0-90-spmt-12t-14350/>
- Obr. 10.2-1: PNO, Návod na cvičení, Frézy; Ing. Irena Bartystová
- Obr. 12.1-1: DESTACO. [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z:
<http://dsczech.cz/destaco/ojnicove-priamociare-upince>
- Obr. 12.2-2: DESTACO. [online]. [cit. 2016-03-30]. Dostupné z:
<http://dsczech.cz/destaco/hydraulicke-upinace>

17 Přílohy

Příloha 1: Model přípravku

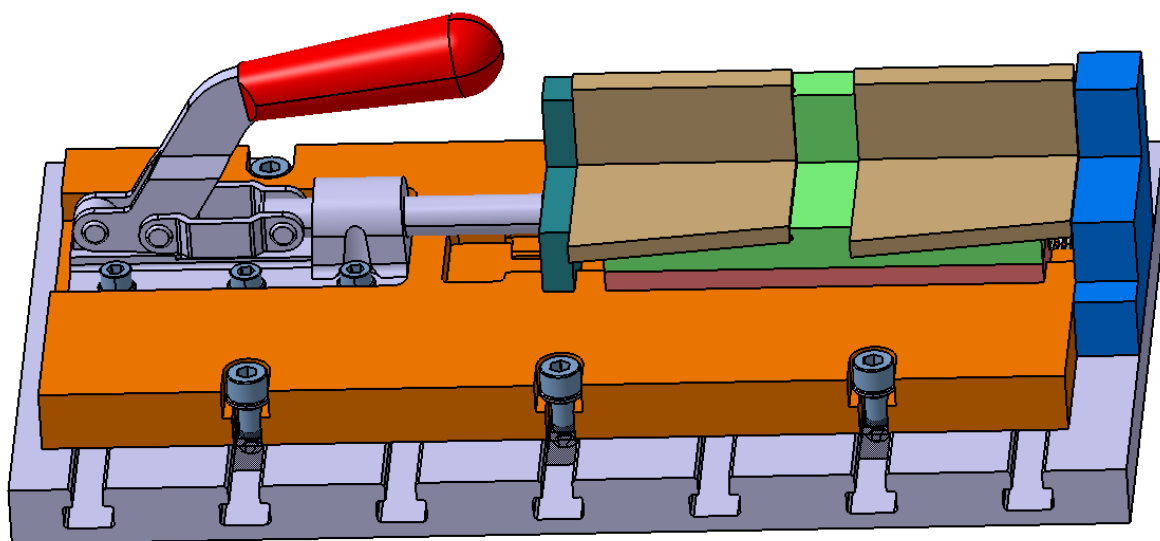
Příloha 2: Výkres obrobku

Příloha 3: Výkresová dokumentace varianty 1

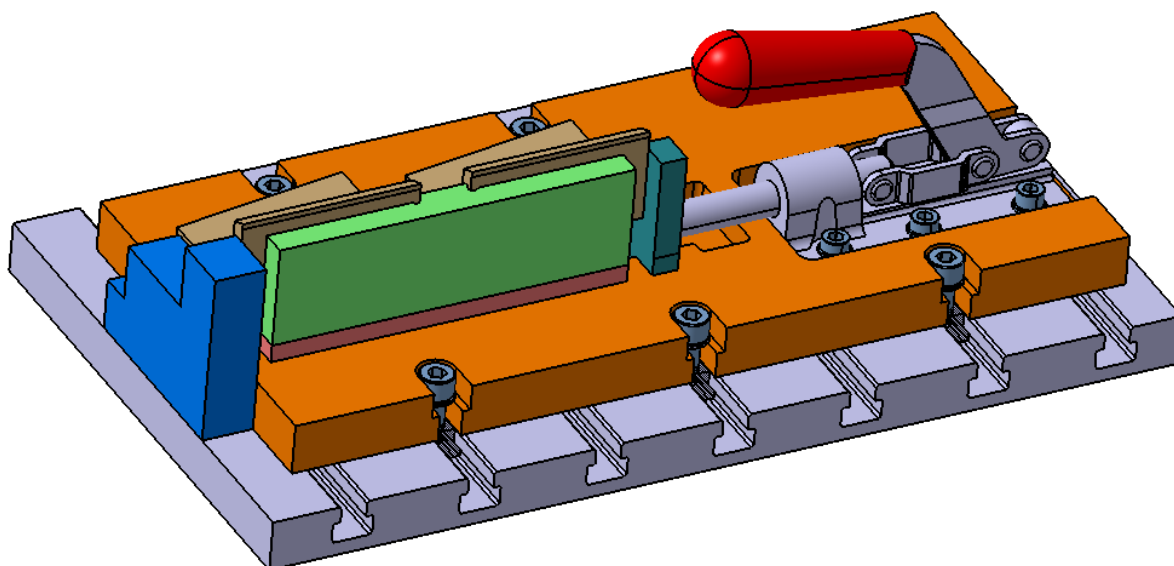
Příloha 4: Výrobní postupy

PŘÍLOHA č. 1

Model přípravku varianty 1



Obr. P1: Pohled na přípravek



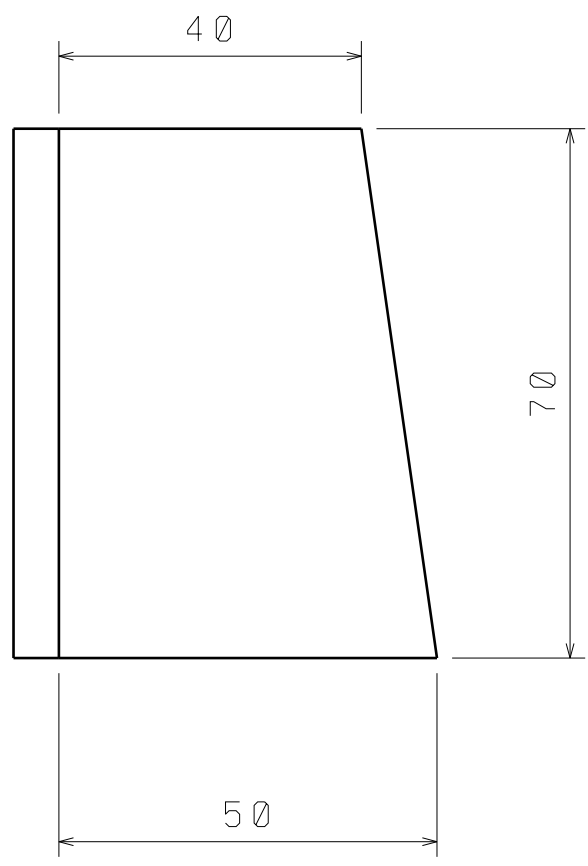
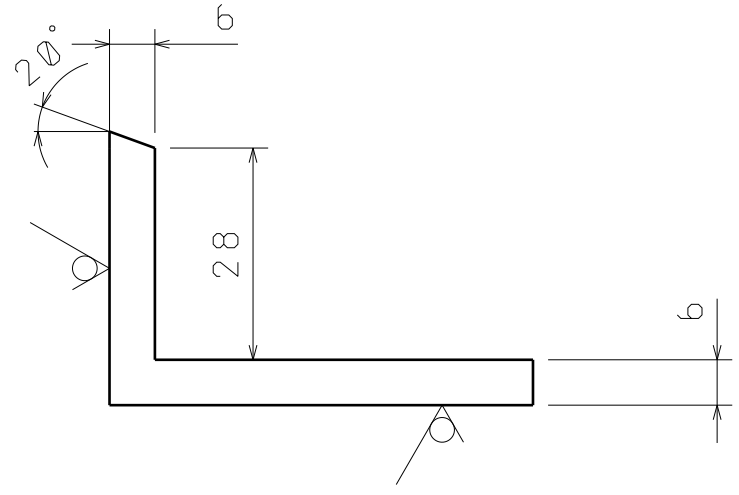
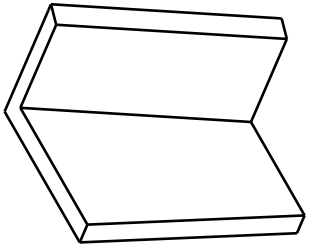
Obr. P2: Přípravek zezadu

PŘÍLOHA č. 2

Výkres obrobku

D C B A

$Ra\ 6,3$



4

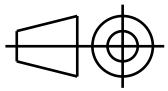
4

3

3

2

2



ISO 2768 - mK
ISO 8015

ZČU Plzeň, FST

DRAWING TITLE

Příchytka I

DRAWN BY
XXX

DATE
xxx

CHECKED BY
XXX

DATE
xxx

SIZE
A4

DRAWING NUMBER
F 001052

REV
X

DESIGNED BY
XXX

DATE
xxx

SCALE 1:1

WEIGHT (kg) XXX

SHEET 1/1

1

1

D

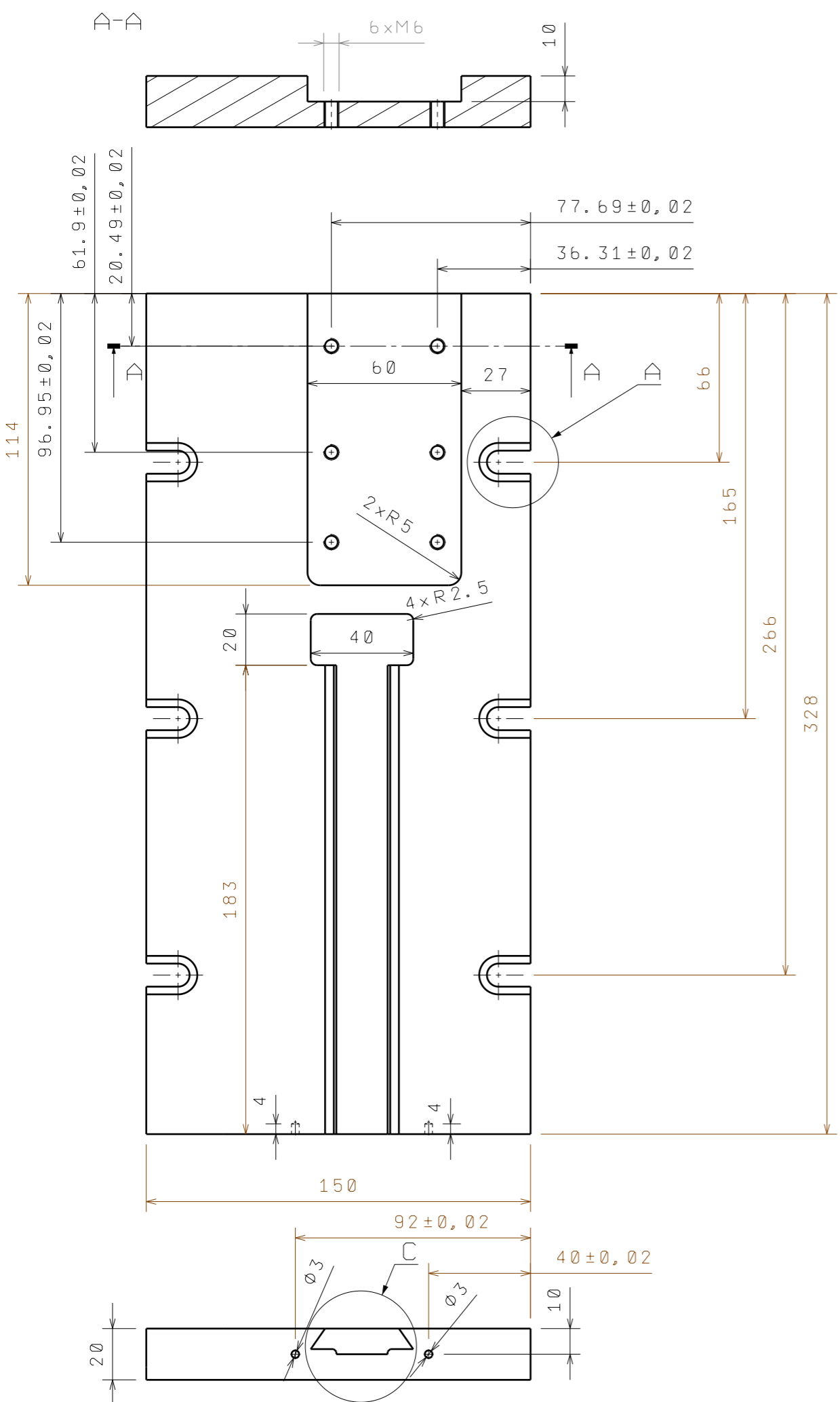
A

PŘÍLOHA č. 3

Výkresová dokumentace varianty 1

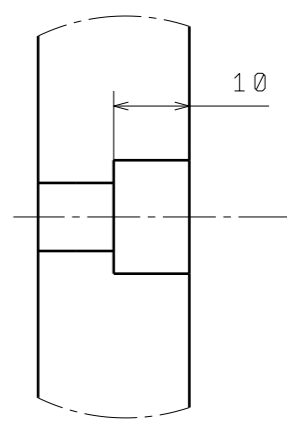
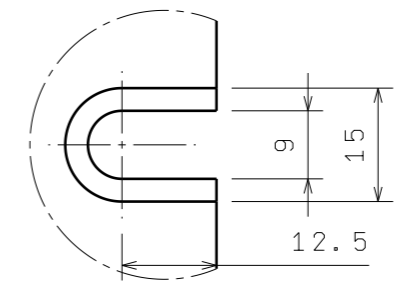
H G F E D C B A

Ra 3,2

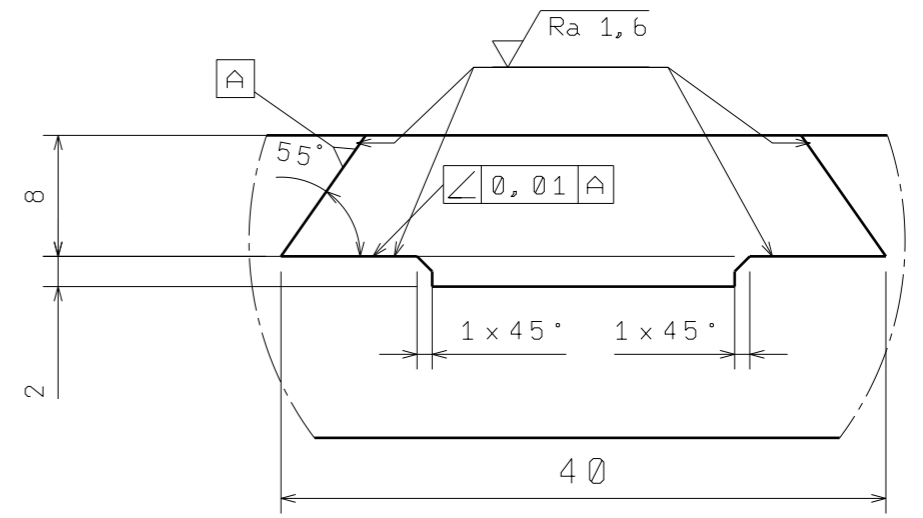


Detail A
Měřítko: 1:1

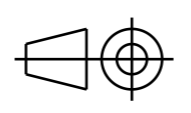
Detail B
Měřítko: 1:1



Detail C
Měřítko: 2:1



Polotovár PLO 150x25 ČSN EN 10058
Materiál ČSN 11 375



ISO 2768 - mK
ISO 8015

ZČU Plzeň, FST

DRAWN BY David Boř	DATE 15. 4. 2016
CHECKED BY XXX	DATE xxx
DESIGNED BY David Boř	DATE 15. 4. 2016

DRAWING TITLE Základní deska			
SIZE A3	DRAWING NUMBER 001_16	REV X	
SCALE 1:1	WEIGHT (kg) 6,46	SHEET 1/1	

H G B A

D C B A

4

3

2

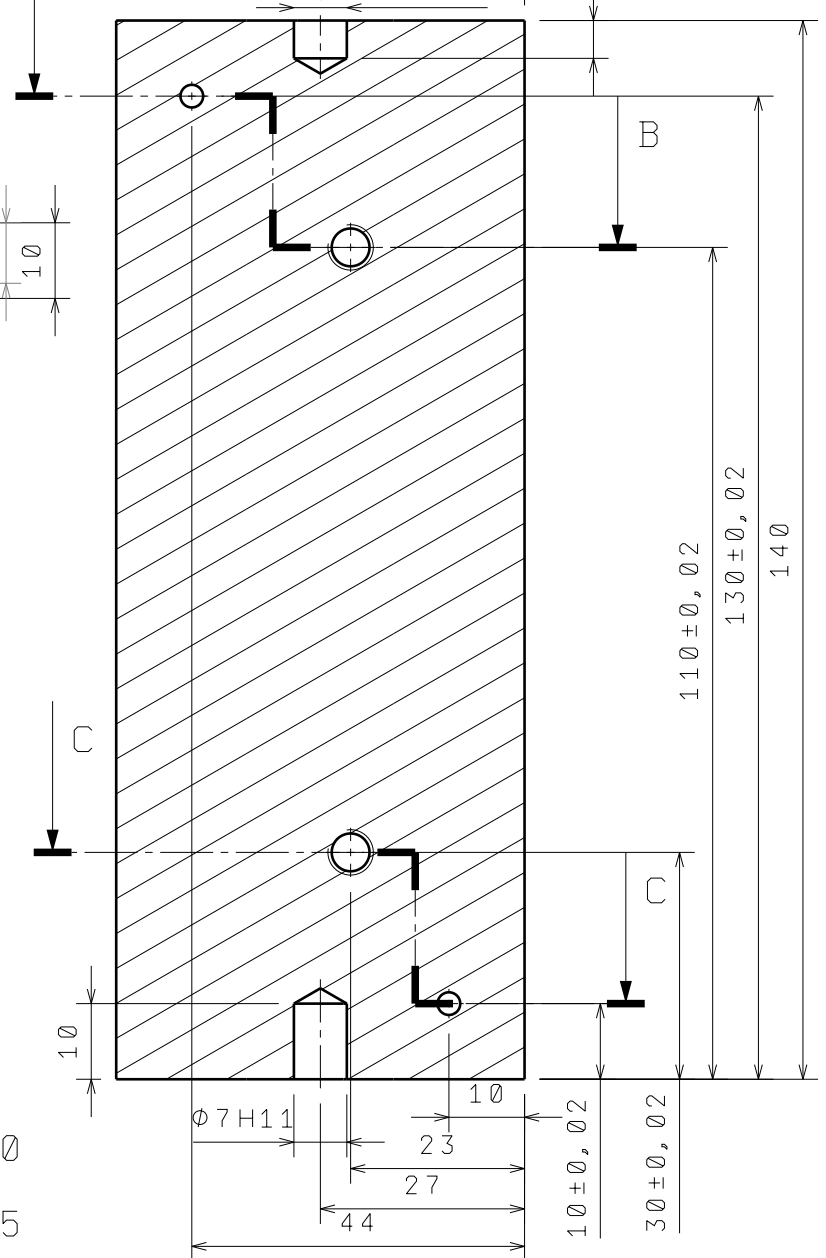
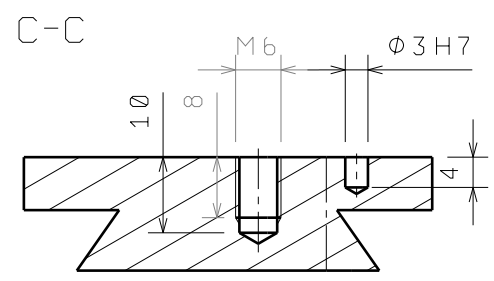
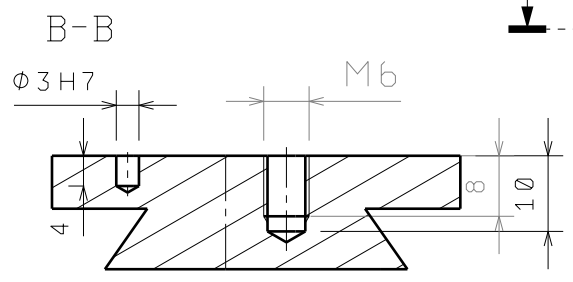
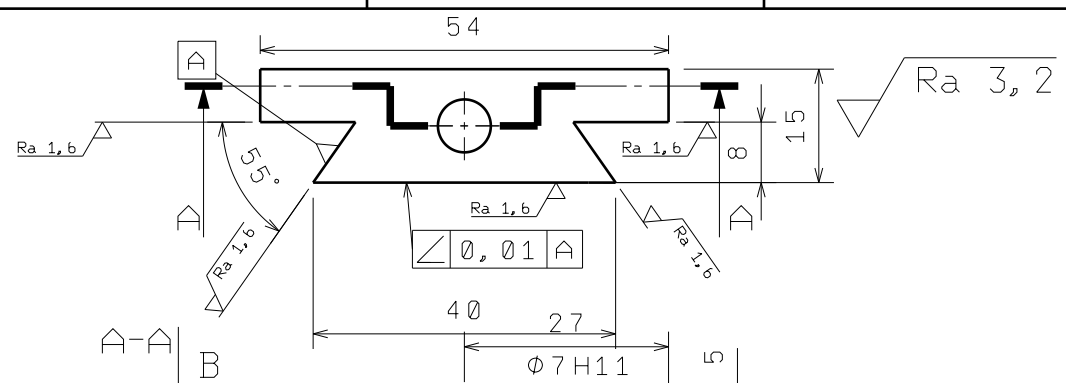
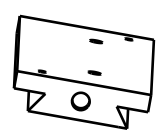
1

4

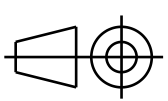
3

2

1



Polotovar PLO 60x20
Materiál ČSN 11 375



ISO 2768 - mK
ISO 8015

ZČU Plzeň, FST

DRAWING TITLE

Těleso

DRAWN BY

David Boř

DATE

23. 3. 2016

CHECKED BY

XXX

DATE

xxx

SIZE

A4

DRAWING NUMBER

002_16

REV

X

DESIGNED BY

David Boř

DATE

23. 3. 2016

SCALE

1: 1

WEIGHT (kg)

0, 71

SHEET

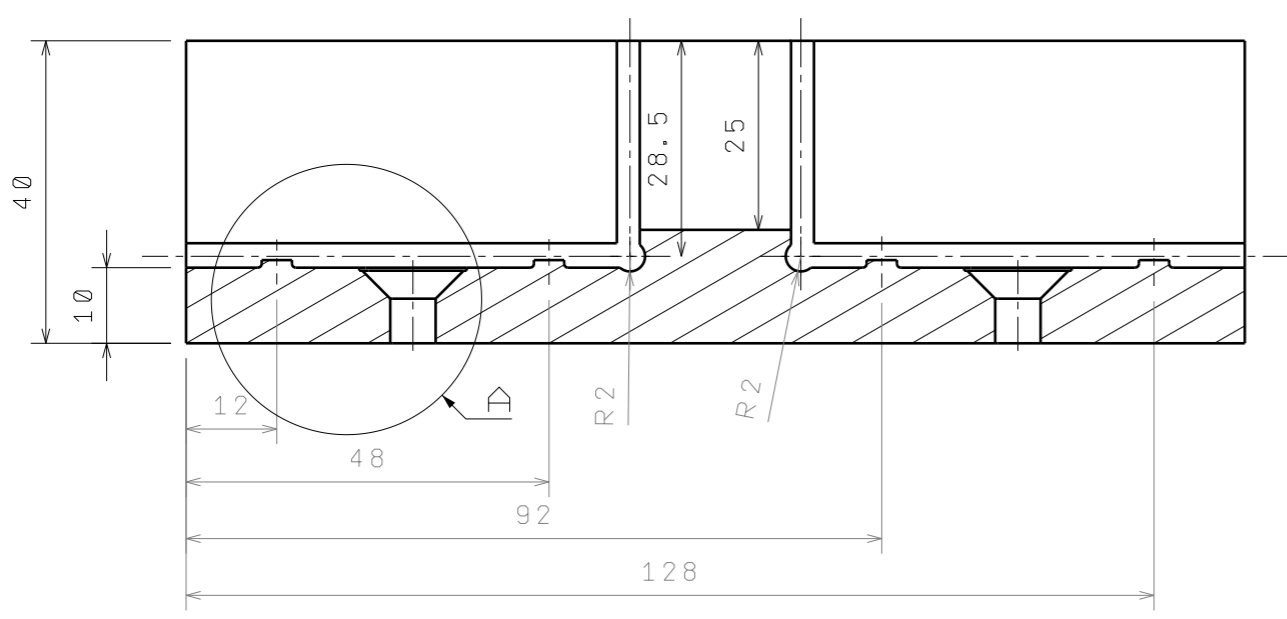
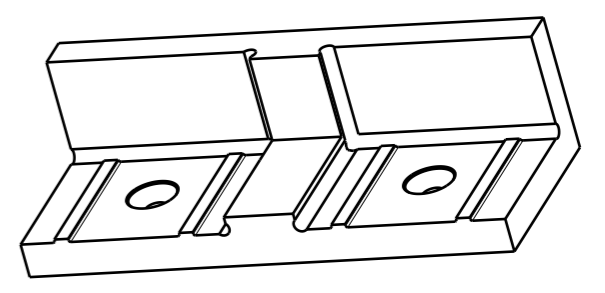
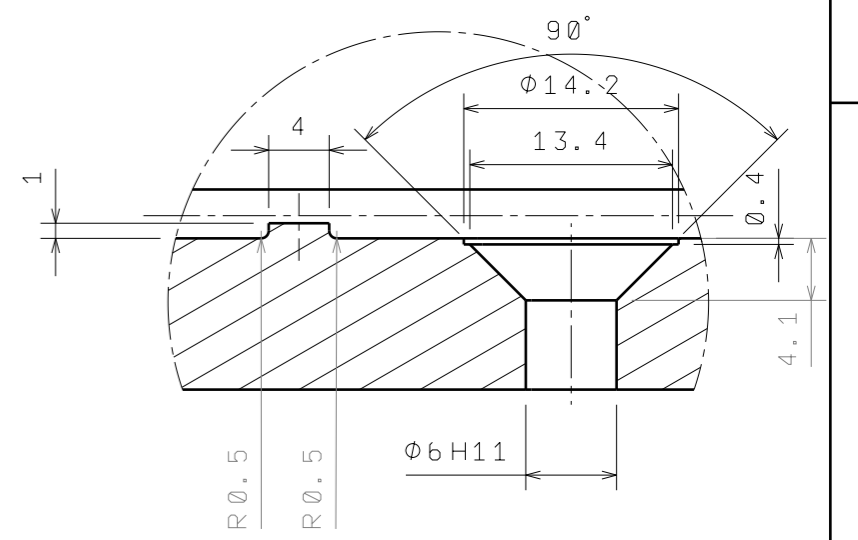
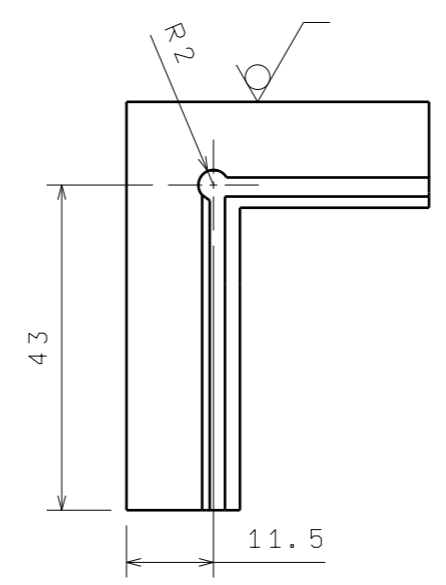
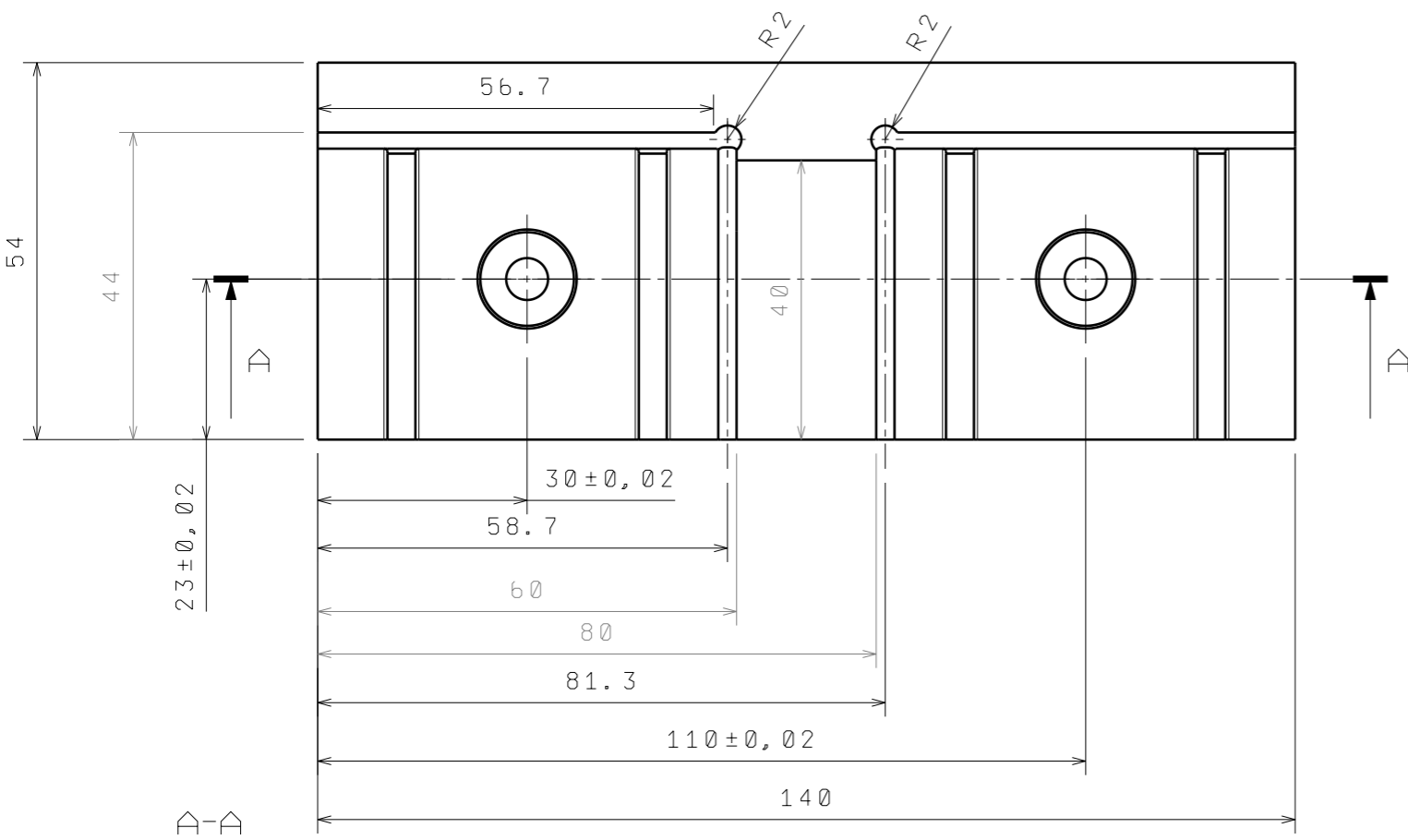
1/1

D A

H G F E D C B A

Ra 3,2

Detail A
Měřítko: 2:1



Polotovár 4HR 60 h11 ČSN EN 10278
Materiál ČSN 11 375

		ZČU Plzeň, FST		
DRAWING TITLE		Sedlo		
DRAWN BY	DATE	SIZE	DRAWING NUMBER	REV
David Boř	5. 4. 2016	A3	003_16	X
CHECKED BY	DATE	SCALE	WEIGHT (kg)	SHEET
XXX	xxx	1:1	0,95	1/1
DESIGNED BY	DATE			
David Boř	5. 4. 2016			

4

4

3

3

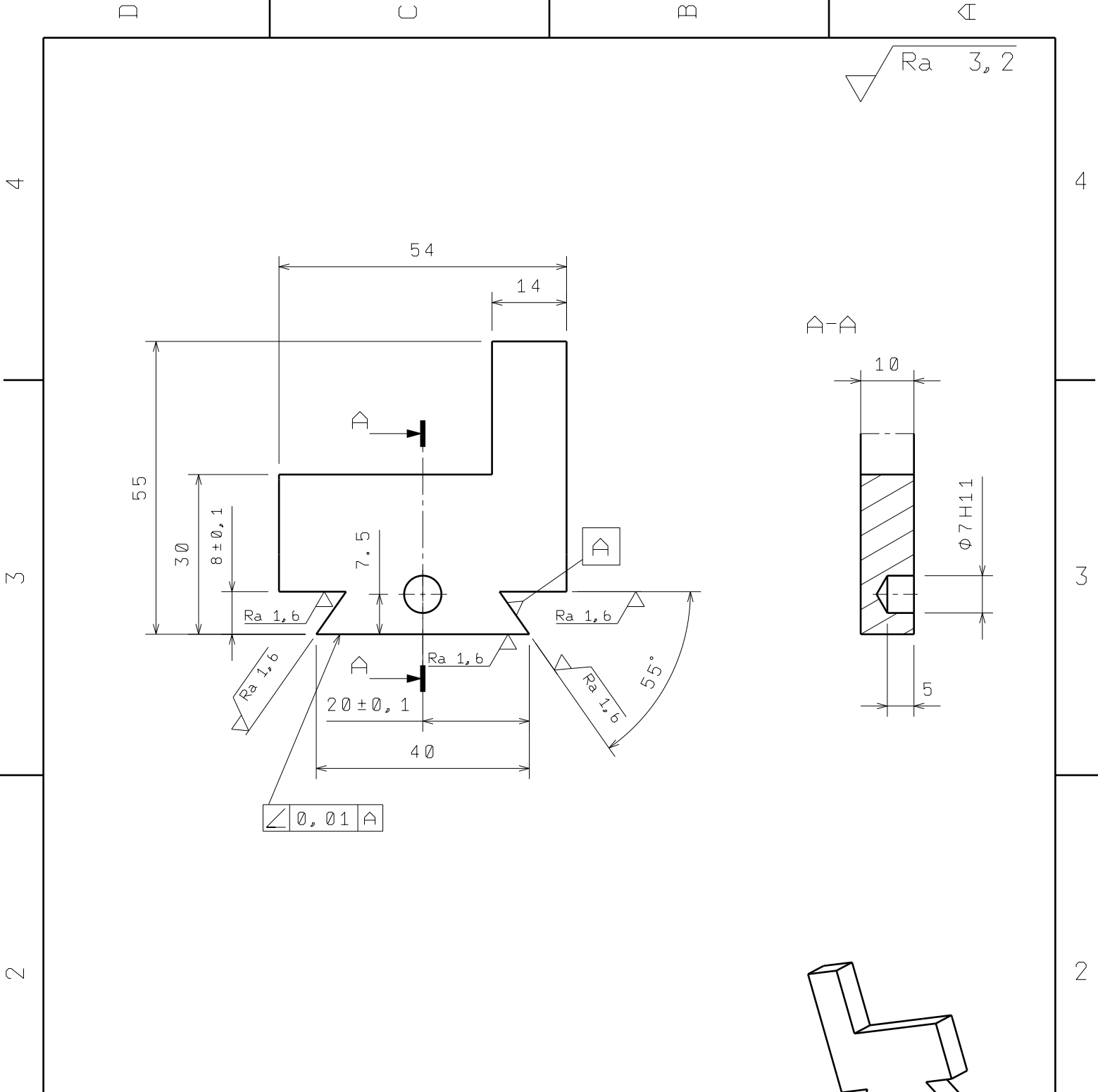
2

2

1

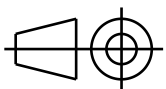
1

H G F E D C B A



Polotovár PLO 60x15 ČSN EN 10058

Materiál ČSN 11 375



ISO 2768 - mK
ISO 8015

ZČU Plzeň, FST

DRAWING TITLE

čelist

DRAWN BY

David Boř

DATE

5.4.2016

CHECKED BY

XXX

DATE

xxx

DESIGNED BY

David Boř

DATE

5.4.2016

SIZE

A4

DRAWING NUMBER

004_16

REV

X

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

0,14

SHEET

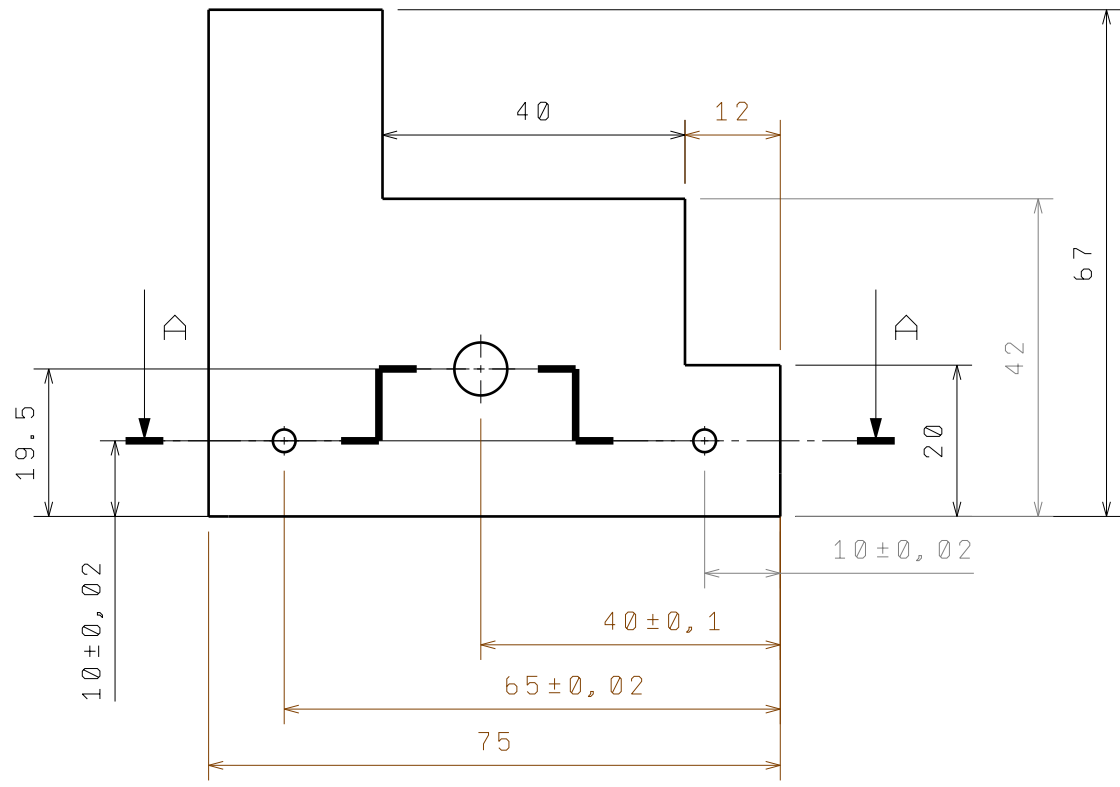
1/1

D

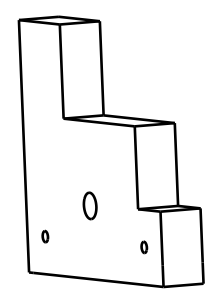
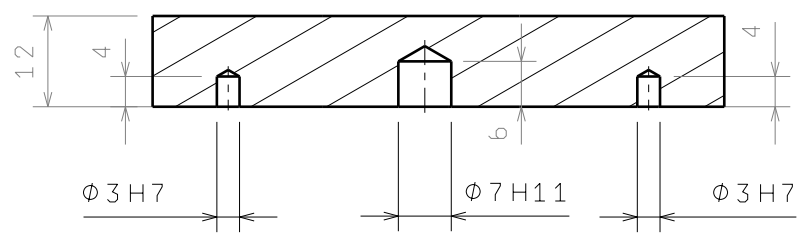
A

D C B A

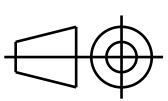
Ra 3,2



A-A



Polotovár PLO 80x15 ČSN EN 10058
 Materiál ČSN 11 503



ISO 2768 - mK
 ISO 8015

ZČU Plzeň, FST

DRAWING TITLE

Opěrná destička

DRAWN BY

David Boř

DATE

5.4.2016

CHECKED BY

XXX

DATE

xxx

SIZE

A4

DRAWING NUMBER

005_16

REV

X

DESIGNED BY

David Boř

DATE

5.4.2016

SCALE 1:1

WEIGHT (kg) 0,32

SHEET 1/1

4

4

3

3

2

2

1

1

D

A

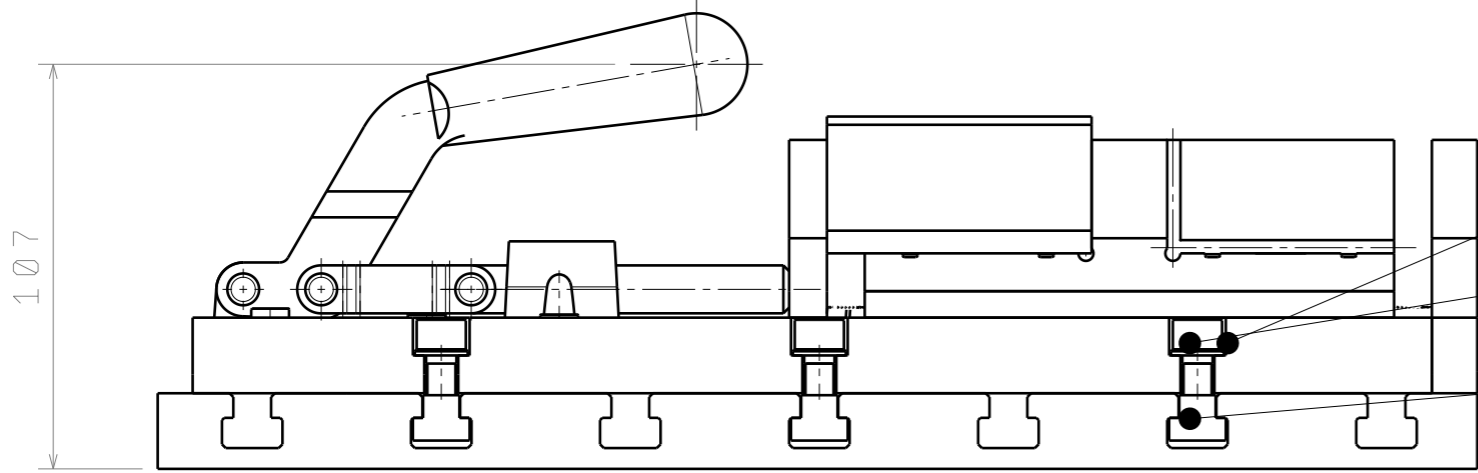
H G F E D C B A

4

3

2

1



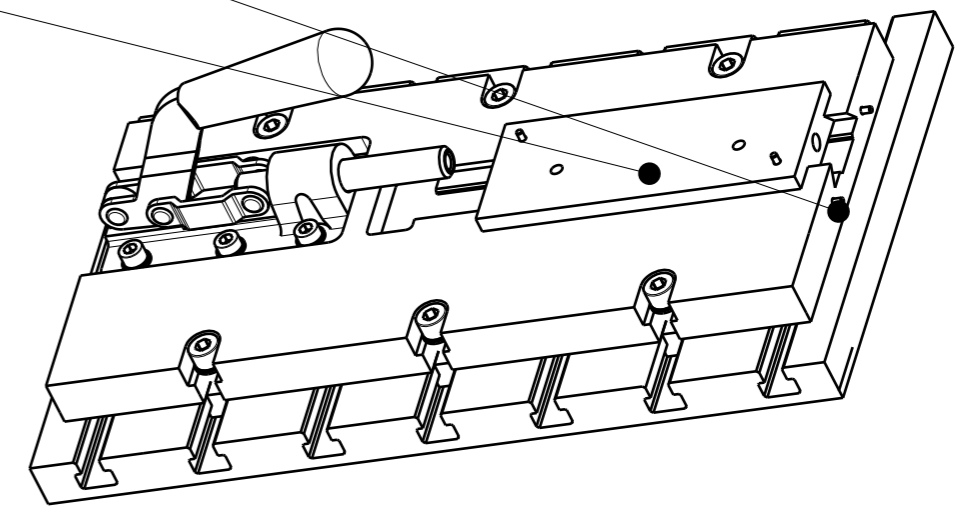
15

6

11

12

13



1

2

3

4

5

14

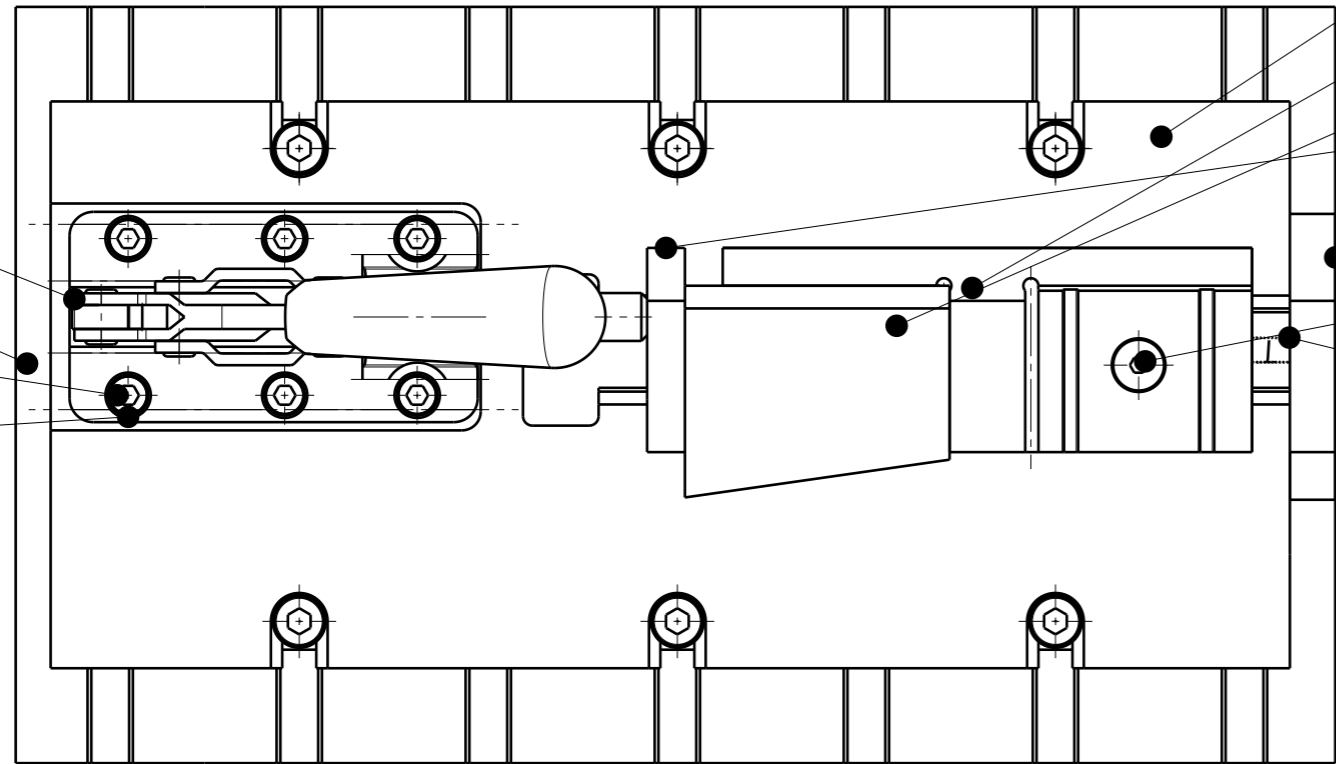
16

7

8

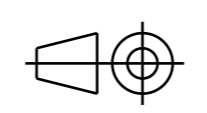
9

10



349

Kusovník výkres č.: 006b_16



ISO 2768 - mK
ISO 8015

ZČU Plzeň, FST

DRAWN BY

DATE

David Boř

11. 4. 2016

CHECKED BY

DATE

XXX

xxx

DESIGNED BY

DATE

David Boř

11. 4. 2016

DRAWING TITLE

Sestava - varianta 1

SIZE

DRAWING NUMBER

REV

A3

006a_16

X

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

XXX

SHEET

1/1

H G B A

D

U

m

K

Poz.	Název součásti	Č. výkresu	Polotovár	Materiál	Ks
1	Základní deska	001_16	PLO 150x25	ČSN 11 375	1
2	Sedlo	003_16	4HR 60 h11	DIN 1029	1
3	Obrobek	007_16	L 65x50x8	ČSN 11 375	2
4	čelist	004_16	PLO 60x15	ČSN 11 375	1
5	Opěrná destička	005_16	PLO 80x15	ČSN 11 503	1
6	Těleso	002_16	PLO 60x20	ČSN 11 375	1
7	Upínač				1
8	T-drážky				1
9	Imbus_M6x12				6
10	Podložka_6x12				6
11	Imbus_M8x1,25				6
12	Podložka				6
13	T-matice				6
14	Šroub_kužel				2
15	Kolík_2,5x8				4
16	Pružina				2

Číslo
výkresu
sestavy:
006a_16

ZČU Plzeň, FST

DRAWING TITLE

Kusovník

DRAWN BY

DATE

David Boř

11.4.2016

CHECKED BY

DATE

XXX

xxx

SIZE

A4

DRAWING NUMBER

006b_16

REV

X

DESIGNED BY

DATE

David Boř

11.4.2016

SCALE

1:1

WEIGHT (kg)

XXX

SHEET

1/1

D

A

PŘÍLOHA č. 4

Výrobní postupy



FAKULTA STROJNÍ
Katedra technologie obrábění

VÝROBNÍ POSTUP

Číslo výkresu: 001_16

Hmotnost:

Ks/rok:

Název součásti:

Materiál: ČSN 11 375

čistá :

hrubá :

Ks/dávka:

Základní deska


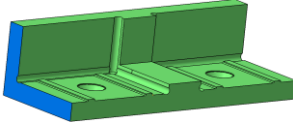
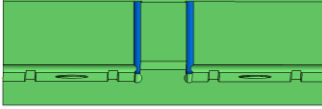
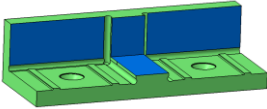
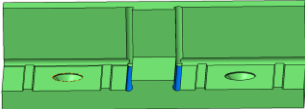
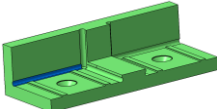
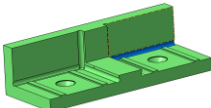
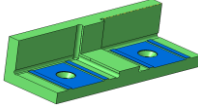
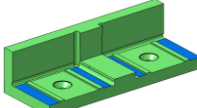
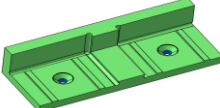
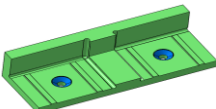
Polotovár: PLO 150x25

6,46

8

Dávka/rok :

Č. oper.	Typ stroje	Popis operace	Spec.nástroje, měřidla, přípravy	t _{AS} t _h	t _{AC} t _k
		Upnout za 2 kratší strany	Svěrák		5,0
10	Frézka	Frézovat 2 delší strany	SPK D50-50-W32-CP10 VBD: SDMR 1205PDR-HQ-M	2,2	
		Frézovat úchyty na delších stranách	T290 ELN D08-01-C08-05 VBD: T290 LNHT 050208TR	2,0	
		Frézovat úchyty na delších stranách	T290 ELN D08-01-C08-05 VBD: T290 LNHT 050208TR	1,2	
		Upnout za 2 delší strany	Svěrák		5,0
		Frézovat 2 kratší strany	SPK D50-50-W32-CP10 VBD: SDMR 1205PDR-HQ-M	1,7	
		Frézovat horní plochu	SPK D50-50-W32-CP10 VBD: SDMR 1205PDR-HQ-M	4,8	
		Frézovat vybrání pro rybinovou drážku šířky a do hl. 8 mm, frézovat vybr. šířky 40 mm do hl. 10 mm	HP ANK D20-28-02-W20-7 VBD: HM90 APCT 100302R-PDR	2,2	
		Frézovat vybrání šířky 60 mm do hl. 10 mm	HP ANK D20-28-02-W20-7 VBD: HM90 APCT 100302R-PDR	1,8	
		Frézovat rybinovou drážku	ZPS-FN 853270	1,7	
		Frézovat odlehčení ryb. dr. do hl. 2 mm	HP ANK D20-28-02-W20-7 VBD: HM90 APCT 100302R-PDR	1,5	
		Frézovat sraž. 1x45° v délce odlehčení	T245 ELN D12-4-C16-05 VBD: T290 LNHT 050204TR	0,8	
		Vrtat 6x průch. otvor 5 mm	SCD 050-020-060 AP3	1	
		Vytvoř. 6x M6	Narex ISO2 HSSE M6x1,0	1,1	
		Vrt. 2x otvor 3 mm do hl. 4 mm	SCD 030-UZ3-U6U AP5	0,4	
		Vystruž. 2x otvor na 3H7	RM-SHR-0300-H7S-CS-C	0,2	
20	Kontrola	Kontrola rozměrů			

 FAKULTA STROJNÍ <i>Katedra technologie obrábění</i>		VÝROBNÍ POSTUP		Číslo výkresu: 003_16		
				Hmotnost:		Ks/rok:
		Název součásti:	Materiál: ČSN 11 375	čistá :	hrubá :	Ks/dávka:
	Sedlo	Polotovar: PLO 150x25	0,95	2,3	Dávka/rok :	
Č. oper.	Typ stroje	Popis operace		Spec.nástroje, měřidla, přípravy	t _{AS} t _h	t _{AC} t _k
		Upnout za delší strany		Svěrák		5,0
10	Frézka	Frézovat čela na čisto		SPK D50-50-W32-CP10 VBD: SDMR 1205PDR-HQ-M	1,2	
		Upnout za čela v délce 8 mm od spodní hrany		Svěrák, měkké čelisti		5,0
		Vrtat 2x ø5 do hl. 28,5 mm		SCD 050-048-060 ACP8	1,0	
		Hrubovat obrys do hl. 26 mm			6,1	
		Otočit o 90°				1,0
		Vrtat 2x ø5 do hl. 44 mm		SCD 050-048-060 ACP8	2,4	
		Otočit do svislé polohy				1,0
		Vrtat ø5 do hl. 56,5 mm		SCD 050-048-060 ACP8	1,5	
		Otočit o 180°				1
		Vrtat ø5 do hl. 56,5 mm		SCD 050-048-060 ACP8	1,5	
		Upnout do výchozí polohy				1
		Frézovat na čisto dosedací část + nechat 4x výstupek ve výšce 1 mm dle výkr.		3M AXK D25-25-2-CF4-13	1,6	
		Frézovat na čisto dosedací část + nechat 4x výstupek ve výšce 1 mm dle výkr.		ZPS-FN S131602.100	0,9	
		Vrtat 2x průchozí ø6 mm		SCD 060-020-060 AP3	0,5	
		Vytvořit 2x ø14,2mm zahloubení 90°		Wurth 069401712 DIN 335	0,3	
20	Kontrola	Kontrola rozměrů				

Pokračování na listě: