

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Strojírenská technologie – technologie obrábění

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Konstrukce vrtacího přípravku pro zadaný konstrukční díl v SW Catia V5

Autor: **Adam Polášek**
Vedoucí práce: **Ing. Josef Sklenička**

Akademický rok 2013/2014

zadání

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

Autorská práva

Podle Zákona o právu autorském. č.35/1965 Sb. (175/1996 Sb. ČR) § 17 a Zákona o vysokých školách č. 111/1998 Sb. je využití a společenské uplatnění výsledků bakalářské práce, včetně uváděných vědeckých a výrobně-technických poznatků nebo jakékoliv nakládání s nimi možné pouze na základě autorské smlouvy za souhlasu autora a Fakulty strojní Západočeské univerzity v Plzni

Poděkování

Touto cestou bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Skleničkovi za poskytnuté cenné rady během zpracování bakalářské práce.

Adam Polášek

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

| | | | |
|----------------------|---|-------------------|---------------------------------|
| AUTOR | Příjmení Polášek | Jméno Adam | |
| STUDIJNÍ OBOR | 2301R016 „Strojírenská technologie obrábění“ | | |
| VEDOUcí PRÁCE | Příjmení (včetně titulů) Ing. Sklenička | Jméno Josef | |
| PRACOVIŠTĚ | ZČU - FST - KTO | | |
| DRUH PRÁCE | DIPLLOMOVÁ | BAKALÁŘSKÁ | Nehodící se škrtněte |
| NÁZEV PRÁCE | Konstrukce vrtacího přípravku pro zadaný konstrukční díl v SW Catia V5 | | |

| | | | | | |
|----------------|--------|----------------|-----|------------------------|------|
| FAKULTA | strojí | KATEDRA | KTO | ROK ODEVZD. | 2014 |
|----------------|--------|----------------|-----|------------------------|------|

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

| | | | | | |
|---------------|----|---------------------|----|--------------------------|----|
| CELKEM | 67 | TEXTOVÁ ČÁST | 35 | GRAFICKÁ ČÁST | 17 |
|---------------|----|---------------------|----|--------------------------|----|

| | |
|--|--|
| STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK) ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY | Bakalářská práce je zaměřena na konstrukci vrtacího přípravku pro zadaný díl. Dále obsahuje stručný teoretický přehled používaných přípravků včetně rozdělení. |
| KLÍČOVÁ SLOVA ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE | Vrtání, přípravek, konstrukce. |

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

| | | |
|--------------------------|--|-----------------------------------|
| AUTHOR | Surname Polášek | Name Adam |
| FIELD OF STUDY | 2301R016 „Manufacturing Processes – 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 | Construction of drill fixture for the specified design part in SW Catia V5 | |

| | | | | | |
|----------------|------------------------|-------------------|----------------------|---------------------|------|
| FACULTY | Mechanical Engineering | DEPARTMENT | Machining Technology | SUBMITTED IN | 2014 |
|----------------|------------------------|-------------------|----------------------|---------------------|------|

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

| | | | | | |
|----------------|----|------------------|----|-----------------------|----|
| TOTALLY | 67 | TEXT PART | 35 | GRAPHICAL PART | 17 |
|----------------|----|------------------|----|-----------------------|----|

| | |
|---|--|
| BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS | The bachelor sheet is focused on the design of the drill fixture for the specified part. It also includes a brief theoretical overview of the used fixtures, including distribution. |
| KEY WORDS | Drilling, fixture, construction. |

Seznam použitých symbolů a zkratek

| Značka veličiny, symbol | Jednotka | Popis |
|-------------------------|--------------------------------------|---|
| IT | | toleranční stupeň přesnosti (IT01, IT0 IT1, ... IT18) |
| Ra | mikrometr [μm] | střední aritmetická úchylka profilu (14 stupňů) |
| délka | metr [m] | jednotka délky (metr), 1 m = 1000 mm (milimetr) |
| NF A35-551 | | francouzská norma pro cementační oceli (AFNOR A 35-551) |
| ČSN | | chráněné označení Českých technických norem |
| ISO | | mezinárodní organizace zabývající se tvorbou norem |
| k_c | megapascal [MPa] | měrná řezná síla (odpor) |
| p | pascal [Pa] | tlak, další jednotka [bar] |
| F | newton [N] | síla |
| S | milimetr čtverečný [mm^2] | plocha |
| M | newton.metr [N.m] | moment síly |
| π | | konstanta $\pi = 3,1415 \dots$ |
| n | otáčky za sekundu [ot/s] | otáčky |
| ω | radián za sekundu [rad/s] | úhlová rychlost |
| rad | radián [rad] | oblouková míra |
| P | watt [W] | výkon |
| η | | účinnost, bezrozměrový parametr |
| VBD | | vyměnitelná břitová destička |
| P | milimetr [mm] | rozteč, vzdálenost sousedních zubů závitu na středním průměru |
| f | | součinitel tření v závitech |
| σ_{ds} | megapascal [MPa] | dovolené normálové napětí šroubu |
| DIN | | Německá standardizační organizace |
| \varnothing | | průměr |

Obsah

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Úvod..... | 10 |
| 1.1 | Cíle práce..... | 10 |
| 2 | Rozbor současného stavu | 10 |
| 2.1 | GTW Bearings s.r.o. | 10 |
| 2.1.1 | Historie..... | 10 |
| 2.1.2 | Výrobky..... | 11 |
| 2.2 | Definice přípravku..... | 11 |
| 2.3 | Požadavky na obráběcí přípravek..... | 11 |
| 2.4 | Rozdělení přípravků | 12 |
| 2.4.1 | Podle použitelnosti | 12 |
| 2.4.2 | Podle operačního určení | 16 |
| 2.4.3 | Podle zdrojů upínací síly | 17 |
| 2.5 | Hospodárnost použití přípravků | 17 |
| 2.6 | Zásady konstrukce přípravků..... | 18 |
| 2.6.1 | Zásady konstrukce upínacích přípravků..... | 18 |
| 2.6.2 | Výběr materiálu přípravku | 19 |
| 2.7 | Vliv přípravků na přesnost výroby | 20 |
| 2.7.1 | Rozbor přesnosti při obrábění | 20 |
| 2.8 | Ustavení obrobku..... | 20 |
| 2.9 | Opěrné a ustavující prvky obrobků | 21 |
| 2.9.1 | Opěry pevné | 21 |
| 2.9.2 | Opěry přestavitelné | 25 |
| 2.9.3 | Opěry pomocné samostavitelné | 26 |
| 2.10 | Upínací zařízení | 26 |
| 3 | Technologičnost konstrukce zadaného dílu | 27 |
| 3.1 | Popis tvaru a rozměrů..... | 27 |
| 3.2 | Technologičnost konstrukce z hlediska přesnosti a jakosti povrchu..... | 28 |
| 3.3 | Technologičnost konstrukce z hlediska materiálu..... | 28 |
| 4 | Návrh přípravku ve variantách, jejich rozpracování v SW Catia V5 a vytvoření výrobního postupu pro zvolenou variantu..... | 29 |
| 4.1 | Stanovení řezného odporu obráběného materiálu | 29 |
| 4.1.1 | Obecné vyjádření..... | 29 |
| 4.1.2 | Konkrétní vyjádření pro zadané součásti | 30 |
| 4.2 | Výpočet upínací síly | 31 |
| 4.3 | Popis konstrukce vrtacího přípravku | 32 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.3.1 | Základová deska | 32 |
| 4.3.2 | Uchycení přípravku k pracovní ploše stroje..... | 33 |
| 4.3.3 | . Ustavení obrobku v přípravku..... | 34 |
| 4.3.4 | Vyvození upínací síly | 38 |
| 4.4 | Výrobní postup základové desky..... | 39 |
| 4.4.1 | Analýza výrobního výkresu | 39 |
| 4.4.2 | Vzorce pro stanovení strojních časů..... | 40 |
| 4.4.3 | Výpočet strojních časů | 43 |
| 4.4.4 | Výrobní postup | 44 |
| 5 | Závěr..... | 45 |
| 6 | Literatura a odkazy | 46 |
| 6.1 | Seznam odborné literatury a zdrojů..... | 46 |
| 6.2 | Seznam příloh | 47 |

1 Úvod

Práce je zaměřena na konstrukci vrtacího přípravku pro zátky ložisek s radiálními naklápěcími segmenty vyráběné firmou GTW Bearings s.r.o. Vrtací přípravek lze chápat jako pomůcku při obrábění otvorů, která umožňuje snadné ustavení a upnutí obrobku včetně vedení nástroje při obrábění. Při vrtání musí být obrobek upnut tak, aby byly vhodným způsobem zachyceny řezné síly a momenty na něj působící. Podle způsobu spojení přípravku s obrobkem nazýváme obráběcí pomůcky vrtacími přípravky nebo vrtacími šablonami. Princip vrtacího přípravku spočívá v ukládání obrobku do přípravku. V opačném případě, tedy vkládání přípravku na obrobek, hovoříme o vrtací šabloně. Vrtacích přípravků se s výhodou používá tam, kde se má vrtat, vrtat a vyhrubovat (případně vystružovat) jeden nebo více otvorů, jejichž vzájemná poloha a umístění na obrobku je nutné dodržet s určitou přesností. [1] str. 143 [4] str.319

1.1 Cíle práce

Cílem bakalářské práce je konstrukce přípravku pro vrtání otvorů těsnící zátky ložisek. Jedná se pouze o vrtání otvorů s danou roztečí, výchozí tvar je již obroben. Před vlastním návrhem varianty přípravku je nutné stanovit řezné síly při vrtání otvorů zadaných dílů. Řezné síly ale nelze určit bez předchozí analýzy materiálu obrobků. V konstrukci je nutno zohlednit široký rozsah průměrů součástí, aby bylo možné vytvořit univerzální přípravek. Navržené varianty jsou vymodelovány v softwaru Catia V5. Součástí práce je i vytvoření výrobních výkresů a výrobní postup pro zvolenou variantu.

2 Rozbor současného stavu

2.1 GTW Bearings s.r.o.

GTW se specializuje na vývoj, konstrukci a výrobu kluzných kompozicových ložisek. Sídlo v České republice se nachází v obci Příšov nedaleko Plzně. Společnost získala dnes již velice rozšířené certifikáty ČSN EN ISO 9001:2008, 14001:2004.

2.1.1 Historie

1996: Založení GTW BEARINGS s.r.o. – výroba kluzných kompozicových ložisek

1997: Stavba vylévárny kompozic

1998: Založení GTW TECHNIK s.r.o. – obchod v České republice a východní Evropě

1998: Stavba první výrobní haly

2003: Stavba druhé výrobní haly

2006: Certifikace dle EN ISO 9001:2000

2007: Stavba nové administrativní budovy

2010: Recertifikace dle EN ISO 9001:2008

2010: Stavba třetí výrobní haly [5]

2.1.2 Výrobky

Profilová ložiska (ložiska s fixní geometrií) - mají široké uplatnění u pomaloběžných i rychloběžných strojů díky rozsahu možných geometrií jejich kluzných ploch.

Ložiska s radiálními naklápěcími segmenty

Právě tyto ložiska (respektive jejich těsnící díl) jsou předmětem bakalářské práce. Dle výrobce se ložiska vyznačují použitím při velkých obvodových rychlostech.

Ložiska s axiálními naklápěcími systémy

Komponenty pro axiální ložiska – Naklápěcí komponenty pro přenesení axiální síly působící na ložisko.

Izolovaná ložiska – splňující požadavek na elektrické odizolování jejich vnějšího průměru.

Čepy satelitu – Ocelové díly s vnější kluznou výstelkou, které jsou používány zejména u planetových převodovek.

a jiné [5]



Obrázek 2-1 Ložisko s radiálními naklápěcími segmenty [6]

2.2 Definice přípravku

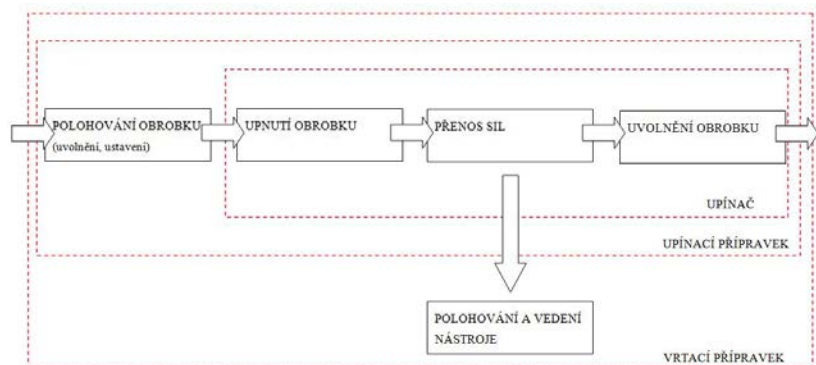
Přípravek lze definovat jako pomocné zařízení určené:

- k jednoznačnému ustavení a k pevnému uchycení součástí při jejich obrábění
- k vzájemnému přidržení součástí při jejich sestavování v celek
- k vedení nástroje
- ke kontrole rozměrů obrobků

2.3 Požadavky na obráběcí přípravek

- určení polohy součásti a její zajištění při procesu obrábění
- zachycení řezných sil a jejich přenos na obráběcí stroj
- upnutí obrobku bez jeho deformací
- jednoduché a jednoznačné rozlišení upnutého a uvolněného stavu
- opakovatelnost použití
- bezpečné upnutí
- rychlá výměna obrobků
- malé ovládací, vysoké upínací síly

Obrázek 2-2 Funkce přípravku



2.4 Rozdělení přípravků

Přípravky se rozdělují podle několika hledisek.

2.4.1 Podle použitelnosti

- **Univerzální přípravky** slouží k upínání několika druhů obrobků stejného typu, avšak různých velikostí a tvarů. Někdy je ovšem zapotřebí pro odlišné druhy obrobku speciální doplněk. Např. strojní svěrák doplněný o speciální čelisti. Normalizované nebo jinak katalogizované přípravky se též nazývají normální přípravky. Univerzálních přípravků se používá při kusové nebo malosériové výrobě. [1] str. 105

Strojní svěráky

Strojní svěráky patří k nepoužívanějším upínacím zařízením. Používají se pro upnutí součástí menších rozměrů na frézkách, vrtačkách a jiných strojích. Tyto svěráky včetně jejich vyměnitelných částí jsou normalizovány. Upínací síla může být vyvozena šroubem s maticí na čelisti, hydraulickým válcem nebo pomocí stlačeného vzduchu. Velikost strojních svěráků je určena šířkou a výškou upínacích čelistí, dále pak největší možnou vzdáleností čelistí zaručující ještě bezpečné upnutí. Na níže uvedeném obrázku se nachází strojní svěrák s jednou čelistí pevnou a druhou posuvnou. [4] str.286



Obrázek 2-3 Strojní svěrák mechanický [16]

Upínací (lícní) desky

Lícní desky se používají k upínání těžších a kratších součástí nepravidelného tvaru na soustruhu. Každá čelist se pohybuje nezávisle na ostatních, proto nemusí být součást symetrická k ose soustružení. Součástí desky jsou ještě výřezy pro šrouby s hlavou, aby bylo možné upnout obrobek také upínkami. Tyto desky bývají přímo součástí obráběcího stroje. [4] str. 289



Obrázek 2-4 Upínací deska s čelistmi [17]

Ruční sklíčidla

Ruční sklíčidla jsou podobně jako lící desky určena k upínání na soustruzích, bruskách či dělicích přístrojích. Avšak všechny čelisti (nejčastěji tři) se pohybují současně a symetricky k ose. Dochází tedy k současnému vystředění a upnutí obrobku. Upínací síla bývá menší než u lícních desek. [4] str. 289

Nejběžnějším typem jsou univerzální ruční sklíčidla. Upínací čelisti jsou stupňovité a lze jimi upínat vnitřní, po přesazení i vnější průměry.



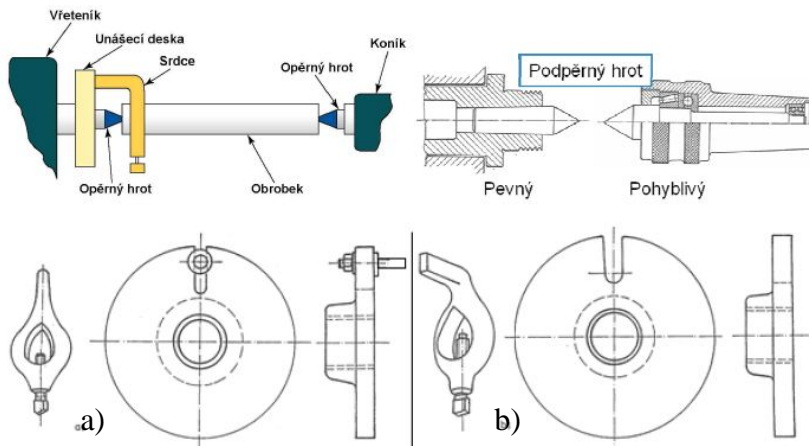
Obrázek 2-5 Tříčelistové ruční sklíčidlo [18]

Sklíčidla ovládaná strojně nebo servomotorem

Do této skupiny řadíme sklíčidla ovládaná vzduchovým, olejovým nebo elektrickým servomotorem. Sklíčidlo má jednodušší konstrukci, protože upínací síla je zde značně větší než u ručních kde je zapotřebí k vyvození potřebné upínací síly velkých převodů. Použitím těchto sklíčidel dochází k výraznému zkrácení strojních časů potřebných k upnutí obrobku. Proto jsou s výhodou využita při sériové a hromadné výrobě. [4] str. 292

Unášecí srdce

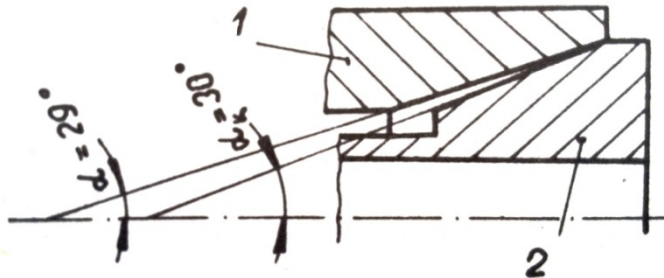
Tato pomůcka slouží k uchycení obrobků s poměrem délky a průměru větším než tři mezi hroty při obrábění na soustruzích a na bruskách. Hroty jsou ustaveny do středících důlků v čelech obrobku. Nevýhoda konstrukce a) na obrázku je v nebezpečí, že rameno srdce odskočí od unášecího důlku. Krouťací moment je přenášen přes kolík. Proto je vhodné použít unášecí srdce s ramenem, které zasahuje do unášecího kotouče. Obrázek b). [4] str. 295



Obrázek 2-6 Unášecí srdce [5]

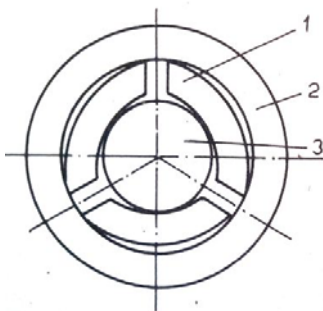
Kleštiny

Používají se pro upínání hlazeného tyčového materiálu kruhového, čtvercového i šestihrného profilu a při upínání obrobků s přesně obrobenu vnější válcovou plochou. Princip dle obrázku spočívá v zatahování vnějšího kužele kleštiny (2) do vnitřního kužele objímky (1). Tím se kleština svírá a upne vložený obrobek. [1] str. 143



Obrázek 2-7 Princip kleštiny
[1] str.144

Kleština upíná dokonaleji, čím menší je vůle mezi obrobkem a vnitřním průměrem kleštiny. Proto je nutné dodržet výrobní úchytky obrobků co nejmenší. Rozdíl mezi upínanými průměry způsobuje, že se vnější plocha kužele kleštiny (1) nestýká s vnitřní plochou kužele objímky (2) v celé ploše, ale pouze v povrchových přímkách. Názorně je zobrazeno na obrázku 2-8. [4] str. 297



Obrázek 2-8 Uložení obrobku
[4] str.189



Obrázek 2-9 Kleština [19]

Upínací úhelníky

Upínací úhelníky se používají tehdy, je-li upínací plocha obrobku kolmá nebo rovnoběžná k obráběné ploše. Úhelníky mají dvě tuhá a pevná ramena svírající pravý úhel s požadovanou úchytkou kolmosti. V ramenech jsou podélné drážky pro upínací šrouby, které slouží také k upnutí úhelníku ke stolu nebo desce stroje a v neposlední řadě i pro upnutí obrobku. Vnější strany jsou přesně obrobenu. [4] str. 299



Obrázek 2-10 Upínací úhelník [20]

Naklápěcí upínací stoly

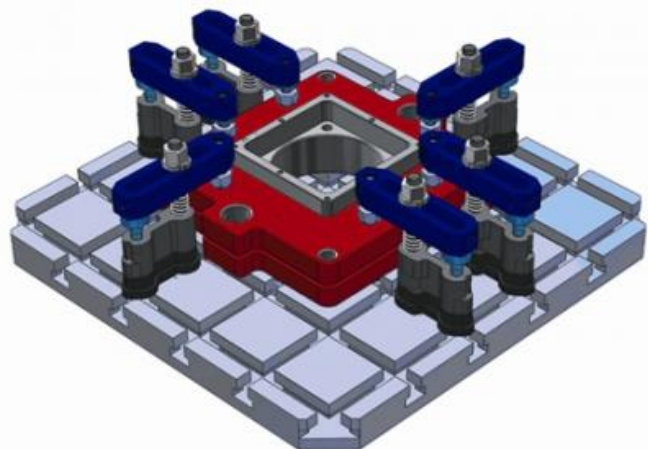
Pomocí upínacího stolu lze pohodlně upnout obrobek s libovolně skloněnými plochami upínacími a obráběnými. Stůl je možno na kolébce sklopit s vodorovné roviny o úhel 45° na obě strany. Požadovaný sklon se nastavuje pomocí stupnice a nonia. Upínací stůl má vyfrézované T drážky pro šrouby k upnutí obrobku. [4] str. 299



Obrázek 2-11 Naklápěcí stůl [21]

- **Skupinové přípravky**, kde je celý přípravek nebo jeho část společná pro celou skupinu obrobků. Skládají se ze stálých a vyměnitelných či seřiditelných součástí. Mezi stálé součásti patří těleso přípravku, upínací mechanismus a jeho silová jednotka. Vyměnitelné nebo seřiditelné jsou ustavovací a vodící elementy přípravku. Právě při přechodu z obrábění jedné dávky obrobků na jinou se vyměnitelné součásti nebo jejich celé skupiny vyměňují podle zvláštností tvaru každé skupiny součástí. Skupinový přípravek se nenavrhuje individuálně, ale pro celou skupinu najednou. [4] str.302
- **Stavebnicové přípravky**, které se sestavují z typizovaných dílů v určitý přípravek. Stavebnicové soupravy obsahují základové součásti, opěrné prvky, upínací prvky a další. Nejčastěji se používají šrouby s T hlavou, které se umísťují do T drážek dílů. [4] str. 307

Základové součásti mají obvyklé geometrické tvary (čtverec, obdélník, kruh). Všechny tyto desky mají vodící a T drážky s danou šířkou a v požadované rozteči. Pro dosažení velkých ložných ploch je možné desky spojovat do větších celků. Opěrné součásti zastupují nejrůznější podložky, prizmata, opěrné lišty, úhelníky atd. Dalším prvkem jsou ustavovací součásti (ustavovací a středící čepy, kolíky, středící pouzdra). Tyto prvky slouží k zajištění přesné vzájemné polohy všech prvků stavebnicového přípravku. K upnutí obrobku ve stavebnicovém přípravku se používají nejrůznější druhy upínek (ploché, zahnuté, obloukové). [4] str. 308



Obrázek 2-12 Stavebnicový přípravek [22]

- **Speciální přípravky** slouží k upínání jednoho obrobku podle určité operace. Je to jednoúčelové upínací zařízení, ve kterém je obrobek výhodněji upnut než třeba v univerzálním přípravku. Do této skupiny patří soustružnické, frézovací, vrtací a vyvrtávací přípravky. [4] str. 309

2.4.2 Podle operačního určení

- **Obráběcí přípravky** slouží k upnutí obrobku v určité poloze vzhledem k nástroji.
- **Montážní přípravky** specifické konstrukce umožňující držení několika součástí v dané poloze a výrazně usnadňují jejich následné rozebíratelné či nerozebíratelné spojování. Do této skupiny patří nejrůznější druhy svorek, přípravků pro nalisování, stahováků ložisek i ozubených kol. Do této skupiny patří také svařovací přípravky. [4] str. 335

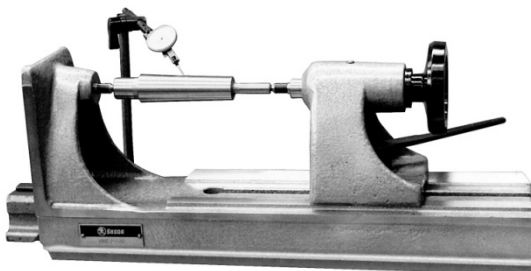


Obrázek 2-13 Montážní svorka [23]



Obrázek 2-14 Stahovací přípravek ložisek [24]

- **Kontrolní přípravky** se používají k překontrolování správnosti rozměrů a geometrických tvarů. Výhodou je rychlá a jednoduchá možnost kontroly součástí při opakovaném upnutí. [4] str. 343



Obrázek 2-15 Rýsovací / kontrolní hrotový přípravek [25]

- **Rýsovací přípravky** slouží k orýsování součástí před vlastním obrobením.
- **Ostatní pomocná a dílenská zařízení** jsou pomůcky, které zvyšují pracovní možnosti stroje (např. víceřetenové vrtací hlavy) a pomůcky, které jsou určeny k obrábění ploch speciálních tvarů. Tyto plochy lze je obrábět na normálních obráběcích strojích jen s přídatným zařízením (např. řezání závitů). Dále manipulační zařízení umožňující vkládání a vyjímání těžších obrobků. [4] str. 341

2.4.3 Podle zdrojů upínací síly

- **Přípravky s ručním upínáním** (šroub s maticí, excentry, vačky a další)

výhody – univerzálnost, snadná údržba, nízká cena

nevýhody – nízká hospodárnost (dlouhé upínací časy, fyzická namáhavost, malá spolehlivost, nedostatečná tuhost upnutí)

Upínání šroubem s maticí

Výhody: dosažení velké upínací síly malou ovládací silou důsledkem velkého převodu systému šroub – matice, jednoduchost provedení, samosvornost, univerzálnost

Nevýhody: dlouhé časy upnutí při velkých zdvizích, fyzická namáhavost

Upínání excentry (výstředníky)

Výhody: rychlejší působení vzhledem ke šroubům

Nevýhody: malý pracovní zdvih



Obrázek 2-16 Výstředník [26]

- **Přípravky s mechanickým upínáním** (pneumatické, hydraulické, elektromechanické, magnetické či kombinace těchto způsobů)

Pneumatické:

výhody – přesné, rychlé, bezpečné upnutí

nevýhody – vyšší cena, stlačitelnost vzduchu (řezné síly nelze zachycovat přímo pístem), nebezpečí poklesu tlaku (nutno opatřit zpětný ventil), hluk (vzduch unikající při uvolnění/upnutí).

Hydraulické:

výhody – obdobné s pneumatickým, avšak vyvození velkých upínací sil při malých konstrukčních rozměrech, dlouhá životnost

nevýhody – vysoké pořizovací náklady související s přesností výroby hydraulických prvků, hluk na pracovišti, nebezpečí úniku oleje.

2.5 Hospodárnost použití přípravků

Hlavní zásadou při konstrukci jakékoli výrobní pomůcky je hospodárnost.

Přípravky obecně pomáhají zvýšit jakost výrobku a pracovní výkon. V některých případech je použití vhodně zvoleného přípravku nezbytnou součástí, bez které by se zvolená operace nebyla schopna realizovat. Použití přípravku a jejich konstrukce se mění dle typu výroby (kusová, sériová, hromadná). [1] str. 106

Při výrobě kusové se součásti musí opracovávat pomocí dosavadního výrobního zařízení s požitím speciálních pomůcek, které jsou nutné pro výkon nezbytných operací.

Při výrobě sériové se už vyplatí použít přípravků zvyšující právě jakost a pracovní výkon. K upnutí se používá speciálních upínacích přípravků, které zaručují správné umístění obrobku vůči nástroji. Odpadají pak pracné operace s ustavováním součásti do správné polohy což vede ke zkrácení vedlejších časů. [1] str. 106

Při výrobě hromadné se vyrábí velké množství stejných výrobků, to umožňuje použít speciální výrobní zařízení ke zvýšení pracovního výkonu a tím snížení výrobních nákladů. Díky velkému počtu vyráběných kusů lze přípravky dokonale přizpůsobit vyráběné součásti bez velkého dopadu ceny přípravku do hotového výrobku. [1] str. 106

2.6 Zásady konstrukce přípravků

Porovná-li se obrobky obráběné na jednom obráběcím stroji za delší časové období, vzniknou skupiny, v nichž si jednotlivé obrobky budou tak podobné, že pro jejich výrobu lze navrhnout společný přípravek. Tyto vzniklé skupiny se dále rozdělí na podskupiny. Jako představitel dané podskupiny se vybere geometricky nejpodobnější a nejsložitější obrobek. [1] str. 108

Pokud to není možné analyzuje se každý obrobek zvlášť a odlišné geometrické prvky se postupně dokreslují do nejsložitějšího obrobku. Může tedy vzniknout imaginární obrobek, který ani fyzicky neexistuje. Pro obrobek zastupující danou skupinu obrobků se vypracuje technologický postup a vyřeší se společné výrobní zařízení (přípravek). [1] str. 10

2.6.1 Zásady konstrukce upínacích přípravků

- Před návrhem přípravku se musí přesně ujasnit celý pracovní postup vyráběné součásti, zvlášť důležité je, aby se při prvním obrábění získala základní plocha nebo díra, které budou výchozí při dalších operacích.
- Pro menší série je výhodné uspořádat operace tak, aby se dalo použít jednoho upínacího přípravku pro několik operací.
- Obráběná plocha musí ležet co nejbližší k upínací ploše obráběcího stroje, aby byla zaručena stabilita upínacího přípravku.
- Přípravek musí být tuhý, aby se nedeformoval působením řezných a upínacích sil.
- Tlak nástroje má působit pokud možno proti pevným dorazovým plochám.
- Obsluha má být jednoduchá a pohodlná. Ovládací prvky (páky, rukojeti atd.) musí být dobře přístupné. Mezi upínací a ovládací prvky se vkládají převody (šrouby, klíny, výstředníky atd.), aby upínání nevyžadovalo velkou tělesnou námahu. Při upínání a uvolňování se nesmí používat hrubá síla, neboť jejich použitím se přípravek deformuje. Smysl pohybu příslušných upínacích prvků má být jednotný (ve smyslu pohybu hodinových ručiček). Poloha obsluhovacích prvků nesmí při práci překážet nástroji nebo odcházejícím třískám.
- Má-li se přípravek při práci přemísťovat a snímat ze stroje, nesmí být příliš těžký. Pro snažší manipulaci se přípravky opatřují rukojetmi, úchyty atd.
- Je třeba pamatovat na odtok chladicí kapaliny a na odpad třísek. Zvláště pak dosedací plochy musí být snadno očistitelné.
- Plochy, které jsou vystaveny opotřebení, musí být tvrdé. Někdy i vyměnitelné.

- Přípravky, které se upínají přímo na vřeteno stroje, musí být vyvážené, aby nezpůsobovaly chvění vřetena a s tím spojenou nepřesnost výroby, trvanlivost nástroje a další. Musí být lehké, aby neztěžovaly moment setrvačnosti vřetena, a tím neztěžovaly rozbíhání a brzdění.
- Veškeré ostré hrany, které mohou přijít do styku s lidskou rukou, musí být zaobleny či zkoseny, aby nedošlo k poranění obsluhy stroje.
- Vkládací prostor pro obrobek musí být upraven tak, aby se ruční manipulace konala z dostatečné vzdálenosti od nebezpečných částí stroje, nástrojů atd.
- Při konstrukci je vhodné používat co nejvíce normalizovaných součástí.
- Konstrukce přípravku musí zamezit obrácení vložení předmětu. [1] str.108

2.6.2 Výběr materiálu přípravku

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

- namáhání, opotřebenání, tvar a funkce uvažovaného přípravku nebo jeho součásti
- počet kusů vyráběných v přípravku
- pracovní prostředí, ve kterém bude přípravek používán
- požadovaná přesnost přípravku
- cena, váha přípravku [1] str. 109

Tabulka používaných materiálů u vybraných přípravků

| Součást | Materiál dle ČSN | Poznámka |
|--|------------------|------------------------|
| Dorazové šrouby | 12050, 16430 | dosedací plocha kalena |
| Páka výstředníku | 12010 | cementováno |
| Prisma | 12050 | dosedací plocha kalena |
| Upínací hroty | 19192, 19191 | kaleno |
| Upínací klíny | 12050 | kaleno |
| Upínací vačky | 12010 | |
| Unášecí srdce | 11500 | |
| Výstředník | 12010, 14220 | cementováno |
| Čelistová tvarová sklíčidla | 11700 | |
| Kruhové podložky zesílené | 11425 | |
| Kulová podložka | 12050 | kaleno |
| Matice s kulovou plochou a s nákrůžkem | 12050 | kaleno v oleji |
| Středící čepy | 14220 | cementováno |
| Pojišťovací kolík | 12050 | kaleno |
| Šrouby dorazové a tlačné | 12061, 16430 | dosedací plocha kalena |

Tab. 2-1 Materiály přípravků [1] str. 110

2.7 Vliv přípravků na přesnost výroby

2.7.1 Rozbor přesnosti při obrábění

Na výslednou přesnost obrobku během technologického zpracování působí mnoho činitelů, kteří ji nepříznivě ovlivňují. Zejména nepřesnost nastavení soustavy S-N-O-P (strojnástroj-obrobek-přípravek). Tato nepřesnost je přímo ovlivňována přesností použitého zařízení a kvalifikací obsluhy. Dále přesností vlastní práce stroje, která plyne z vlastností stroje, nástroje, přípravku, nástroje a obrobku, použitých řezných podmínek atd. [1] str. 111

Přesnost obráběcích strojů je dána:

geometrickou přesností – danou úchytkami vzájemné polohy funkčních částí stroje od hodnot předepsaných (měřených v klidu bez zatížení stroje)

kinematickou přesností – danou úchytkami skutečné dráhy mechanismů od dráhy teoretické měřených za chodu stroje bez zatížení od složek řezných sil

dynamickou přesností – danou přesností stroje ovlivněnou při jeho zatížení složkami řezného odporu a jejich vlivu na změnu polohy jednotlivých částí stroje. Dynamická přesnost se dále mění vlivem změny teploty části stroje při obrábění. [1] str. 111

Přesnost řezných nástrojů

Rozměrová přesnost obrábění je podle druhu použitého nástroje ovlivňována buď přímo tvarem nástroje nebo nepřímo okamžitým stavem nástroje. První skupinu tvoří rozměrové nástroje (vrtáky, výhrubníky, výstružníky, závitníky atd.) a nástroje tvarové (tvarové soustružnické nože, tvarové frézy atd.). Tvar těchto nástrojů přímo ovlivňuje rozměr nebo tvar obrobku. Druhá skupina je tvořena, všemi nástroji, při jejichž použití je přesnost výroby ovlivněna bezprostředně nastavením vůči obrobku a nepřímo jejich stavem. Patří sem soustružnické nože, válcové a čelní frézy, frézovací hlavy a jiné. [1] str. 111

Přesnost přípravků

Přípravky určené k upnutí obrobku určují jednoznačně vzájemnou polohu řezného nástroje vůči obrobku. Jejich vlastní konstrukce bezprostředně ovlivňuje jak rozměrovou, tak i tvarovou přesnost obrobku. [1] str. 111

2.8 Ustavení obrobku

Ustavení řezného nástroje vůči obrobku:

- individuální – Požadovaný rozměr je získán vždy opětovným seřízením nástroje a proměřením obrobku. Používá se při kusové výrobě kdy se používají jednoduché univerzální přípravky. [1] str. 114
- jednorázové – Požadovaný rozměr je získán pouze při jednom seřízení nástroje pro celou sérii obrobků. Patří sem všechny operace získané předběžným seřízením stroje na daný rozměr a operace získané rozměrovými nástroji. Jednorázové ustavení je určeno pro sériovou výrobu, při které je používáno převážně přípravků operačních. S jejichž použitím bezprostředně souvisí předběžné seřízení stroje vůči obrobku. Proto i veškeré chyby ustavení souvisí právě s jejich použitím. [1] str. 114

Při určování sledu operací vycházíme od určité plochy, kterou nazýváme ustavovací základnou obrábění. Touto plochou je pak určena plocha obrobku vzhledem k řeznému nástroji. V důsledku nepřesnosti ustavující základny obrobku, nepřesností a opotřebením opěrných ploch obrobku v přípravku, nestabilitou upínací síly obrobku atd. se mění poloha obrobku v přípravku. [1] str. 114

Jako ustavující plochu (základnu) obrábění lze zvolit plochu obrobenou i neobrobenou, válcovou i rovinou, tvarové plochy boků zubů atd. [1] str. 114

Mimo uvedené plochy základní a obráběné musíme rozeznávat na obrobku i plochy opěrné a upínací. Tyto plochy mohou být současně i plochami základními, přičemž se mohou vzájemně měnit v další operaci jejich funkce, tj. plocha základní (upínací) se změní v plochu obráběnou a naopak. Pomocí těchto ploch se určuje ustavení obrobku v přípravku nebo na obráběcím stroji. [1] str. 114

Ustavení a upnutí zajišťuje přesnou polohu obrobku vzhledem k obráběcímu stroji a nástroji, dále zajišťuje pevné spojení s přípravkem, případně s obráběcím strojem. Upnutí musí být tuhé, nesmí připustit posunutí obrobku působením řezných sil nebo deformací obrobku. Z hlediska požadované přesnosti výroby je vhodné, aby základny technologické byly shodné se základnami konstrukčními. [1] str. 114

Plochy, od nichž se na obrobku odečítají rozměry a ukládá na ně obrobek se nazývají základními plochami. Na stroji nebo v přípravku jsou opěrné plochy, o které se opírají ložné plochy obrobků při ustavení do požadované polohy. Kótování součástí na výkrese musí vycházet od těchto základních ploch. [1] str. 114

Poloha tělesa je určena opřením o šest bodů. Poloha válcového tělesa o bodů pět. Poloha hrubé (odlité) rovinné plochy je dána třemi body, které nesmějí ležet na jedné přímce. K podepření čistě obrobené plochy se používá někdy čtyř bodů, aby bylo vidět, zda není mezi obrobkem a některou z opěr nečistota, která by porušovala správné uložení součásti v přípravku. Není-li možno zaručit rovinnost dosedací plochy, musí se další opěrné body vytvořit výškově stavitelné. [1] str. 114

Stupně volnosti v prostoru označené body 1-6 musí být při konstrukci přípravku vyloučeny. To se provádí opěrkami, které jsou uloženy ve třech rovinách vzájemně kolmých, přičemž každá opěrka odebírá jeden stupeň volnosti. Tyto tři roviny vytváří v přípravku plochy ustavovací a poloha obrobku je jimi jednoznačně určena. Ustavovací plocha, odebírající tři stupně volnosti se nazývá hlavní (základní) ustavovací plochou. Další plocha, nazývaná směrová, kterou se obrobek ustavuje do hlavního směru obrábění, vylučuje zpravidla dva stupně volnosti. Poslední ustavovací plocha zajišťující polohu obrobku ve třetí rovině se nazývá plocha dorazová a odebírá poslední stupeň volnosti. Při určování ustavovacích ploch má být největší plocha obrobku zvolena základní ustavovací plochou a nejdelší plocha jako plocha směrová. [1] str. 114

2.9 Opěrné a ustavující prvky obrobků

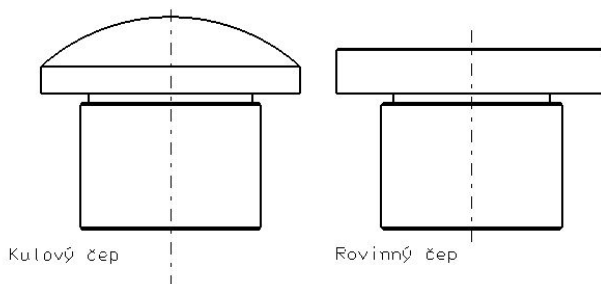
Základní rozdělení opěrných prvků se dělí na opěry pevné, přestavitelné a pomocné.

2.9.1 Opěry pevné

Jsou určeny k jednoznačnému opření plochy obrobku v přípravku a udávají tak jeho polohu vzhledem k nástroji. Pracovní plochy se cementují, aby byla dosažena co možná největší odolnost proti opotřebením. [1] str. 115

Čepy

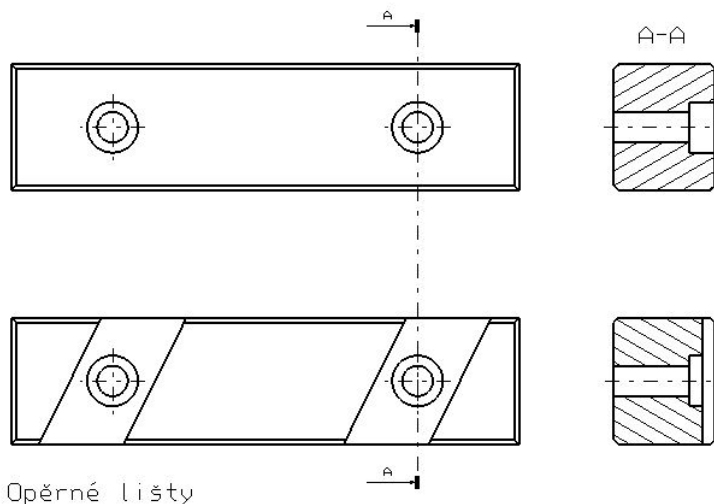
Čepy patří mezi nejjednodušší normalizované pevné opěry. K opření již obrobených ploch se používají čepy s rovnou, hladkou dosedací plochou. Naopak k opření neobrobených ploch se kvůli nerovnosti povrchu používají čepy s kulovou hlavou, které zaručují dokonalejší dosednutí rovinné plochy obrobku. Tyto čepy nelze použít pro obrobené plochy, aby nedošlo k její deformaci. Čepy se do tělesa přípravku zalisují a poté přesně obrousí na styčných plochách. Velikost průměru čepu se volí se zřetelem na tvrdost materiálu upínaného obrobku. [1] str. 115



Obrázek 2-17 Čepy [1] str. 116

Opěrné lišty

Opěrných lišt se využívá k opření velkých a těžkých obrobků nebo k zachycení velkých řezných sil. Opěrná plocha obrobků musí být obrobená přesně, aby dosedala na liště po celé její ploše. Pro lepší dosednutí na opěrné plochy se lišty dělají úzké a krátké. Opěrné lišty se na těleso přípravku šroubují zapaštěnými šrouby. [1] str. 115



Obrázek 2-18 Opěrné lišty [1] str. 116

Opěry prizmatické

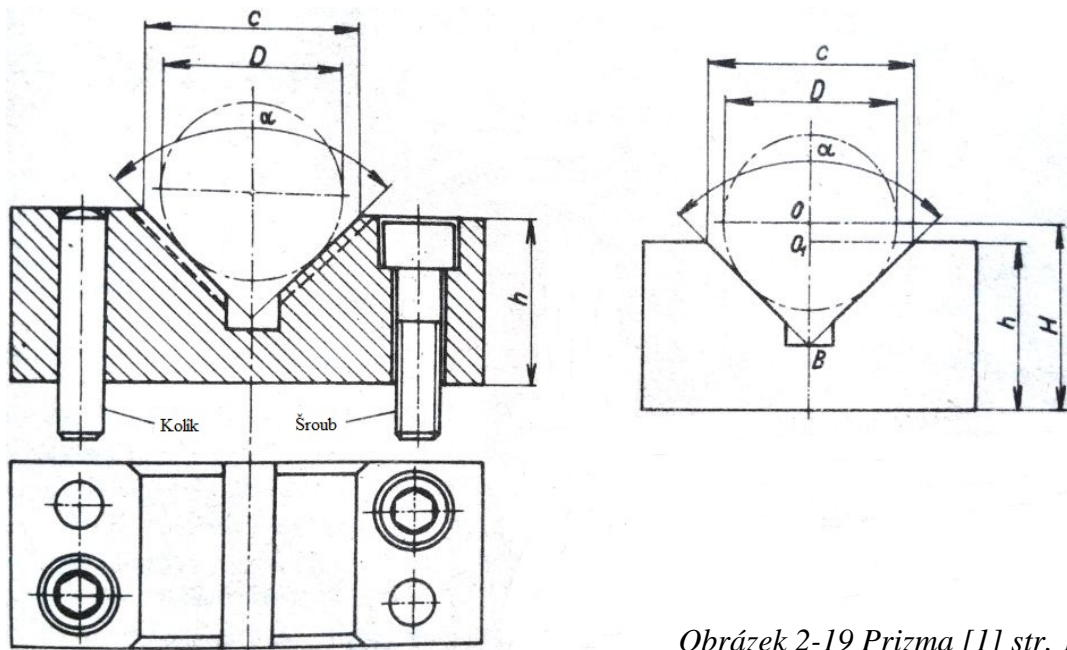
Tento druh opěr slouží k podepření válcových obrobků. Úhel mezi rameny bývá 60° až 120° , nejčastěji 90° . Prizmatické opěry, na rozdíl od výše uvedených, které určují polohu jen výškově, určují polohu obrobku i stranově. Proto se musí jejich poloha zajistit dvěma kolíky a dvěma šrouby. Při výrobě prizmat je důležité znát vzdálenost H osy kontrolního válečku základny. [1] str. 116

$$\text{pro } \alpha = \text{lib. platí: } H = h + 0,5 \left(\frac{D}{\sin \frac{\alpha}{2}} - \frac{c}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} \right)$$

$$\text{pro } \alpha = 60^\circ \text{ platí: } H = h - D - 0,866 c$$

$$\text{pro } \alpha = 90^\circ \text{ platí: } H = h + 0,707 D - 0,5 c$$

$$\text{pro } \alpha = 120^\circ \text{ platí: } H = h + 0,578 D - 0,289 c$$



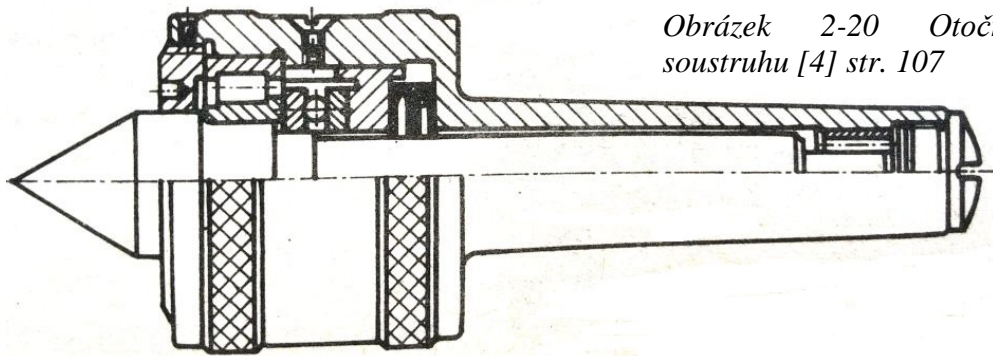
Obrázek 2-19 Prizma [1] str. 116

Prizmata pro ustavení válcového neobrobeného obrobku jsou dvojího druhu. Pro obrábění horní plochy obrobku se používá nižšího prizmatu než je obrobek. Pokud zůstane horní část obrobku neobrobená, užívá se prizma vyšší než obrobek. [4] str. 105

Opěry kuželové

Nejnámějším zástupcem kuželových opěr je hrot. Při obrábění vnějších rotačních ploch se obrobky ukládají mezi hroty. V takovém případě závisí přesnost otáčení na přesnosti kuželové plochy. Hroty se vyrábějí z legovaných cementačních ocelí nebo z ocelí nástrojových. Jedině tak lze dosáhnout požadované pevnosti a tvrdosti povrchu. Úhel hrotu bývá nejčastěji 60° . Vrchol hrotu musí být odlehčen, aby se zabránilo případnému místnímu dosednutí ve vrcholu a s tím spojenou nepřesností ustavení. Čím větší je namáhání při obrábění, tím větší musí být důlek. Rozměry středících důlků se řídí průměrem součásti dle normy. [4] str. 106

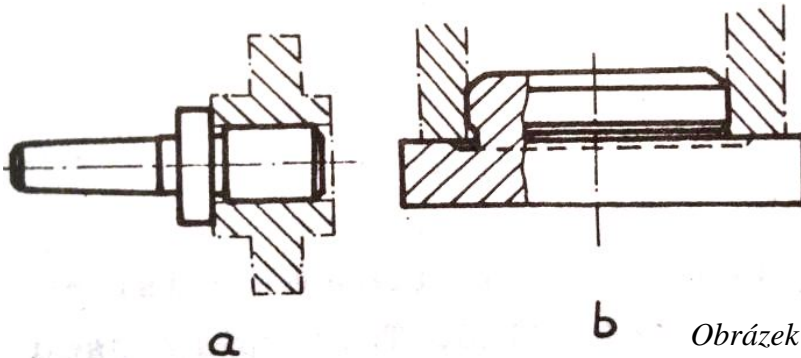
Pro vysoké řezné rychlosti při soustružení se používá otočných hrotů vybavených ložisky. Vlivem vysoké rychlosti se obrobek značně zahřívá a tím prodlužuje. V konstrukci hrotu se tato podélná dilatace omezuje talířovými pružinami. Avšak přesnost těchto hrotů je menší než u hrotů pevných. Uložení hrotu do vřetene či hrotové objímky koníku je realizováno kuželovou stopkou s Morse kuzelem nebo kuzelem metrickým. Tento kužel musí být s hrotem přesně v ose. Je-li dosedací povrch součásti neobrobený, seřízne se kužel na třech místech po 120° . Pro uložení válců na vnějším průměru jsou určeny duté kužele. Pokud má hrot nebo dutý kužel obrobek unášet, opatřuje se jeho povrch rýhováním. Věškeré unašeče jsou opět normalizovány dle normy. [4] str. 107



Obrázek 2-20 Otočný hrot soustruhu [4] str. 107

Opěry válcové

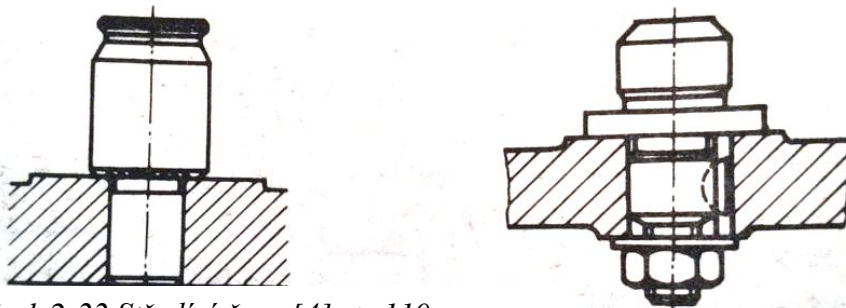
Existují dva druhy válcových opěr podle poměru průměru k délce opěry. Nazývají se válcové trny a středící nákrůžky. Použití opěr je pro uložení obrobku s přesnou dírou nebo k ustředění soustružnických přípravků na unášecí desku. Vlivem vůle mezi trnem nebo nákrůžkem a dírou, jejichž velikost závisí na výrobních úchylnostech díry, není toto uložení tak přesné jako v kuželových opěrách. Tato nevýhoda může být odstraněna nalisováním díry na trn. Takové spojení lze dále využít k unášení obrobku při malých řezných silách.



Obrázek 2-21 Válcové opěry (a-trn, b-nákrůžek) [1] str. 118

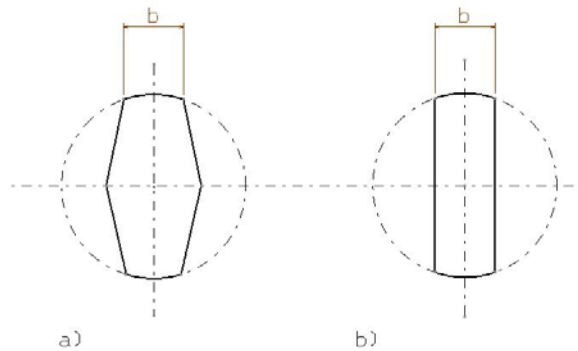
Středící čepy

Středící čepy se používají k ustavování obrobků, které mají jednu nebo dvě přesné díry. Tyto čepy se do tělesa přípravku pod mírným tlakem zalisují (obrázek vlevo) nebo procházejí suvně a utahují maticí (na obrázku vpravo). Suvný způsob se využívá tam, kde bývají čepy rychle opotřebovány nebo se počítá s jejich častou výměnou. Samotný obrobek může dosedat několika způsoby a to přímo na těleso přípravku, v místě čepu obrobeném nebo na nákrůžek. Nákrůžek je s čepem vcelku nebo na čep nasunut. Nasunutý kroužek lze s výhodou samostatně měnit a tím snadno dosáhnout stejné tloušťky kroužku pro dokonalé dosednutí obrobků. [1] str.119



Obrázek 2-22 Středící čepy [4] str.110

Je-li součást uložena na dvou čepích, zhotoví se jeden z nich seříznutý. Takto lze do jisté míry vyloučit výrobní úchytky v osové vzálenosti děr. Seříznutí nebo zploštění čepů se provádí dvěma způsoby dle obrázku 2-10. Podle způsobu a) pro průměry větší nebo podle b) pro průměry menší. [1] str. 119

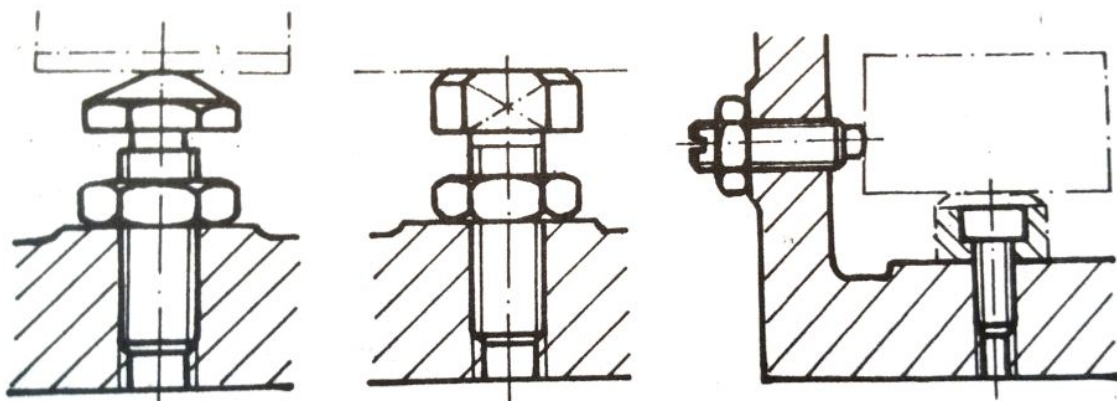


Obrázek 2-23 Zařízení čepů [1]
str. 119

Středící čepy mají oproti kuželům nevýhodu v přesnosti ustavení obrobku. K nasunutí obrobku na středící čep je potřeba vůle mezi trnem, čepem a dírou v obrobku. Velikost vůle závisí na výrobních úchytkách s nimiž byly díry zhotoveny. Naopak výhodou těchto prvků je snadné ustavení obrobku ve směru osy, dané dosednutím jejich čela na opěrnou plochu. Má-li být poloha obrobku ve směru osy přesně určena, musí se opřít čelem o opěrný kroužek a středící hrot musí být odpružený. [1] str. 119

2.9.2 Opěry přestavitelné

Při výrobě v malých sériích je vhodné použít jednoho přípravku pro upnutí několika obrobků stejného tvaru, avšak odlišných rozměrů. V takovém případě nachází uplatnění opěry stavitelné, které lze nastavit podle velikosti předmětu. Tvarově jsou podobné dříve zmiňovaným čepům s tím rozdílem, že připevnění do přípravku se realizuje šroubem s maticí. Hlavní použití stavitelných opěr je při prvních operacích k vyrovnání obrobku do požadované polohy. [1] str. 120

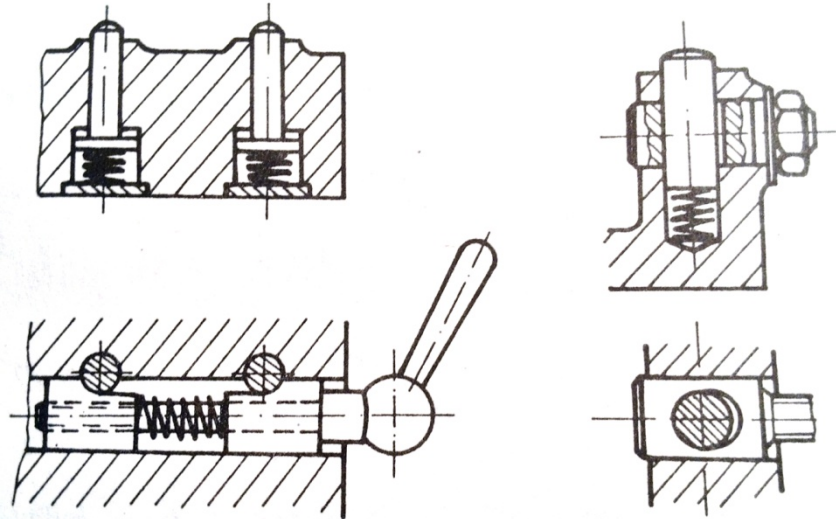


Obrázek 2-24 Přestavitelné opěry [1]
str.120

2.9.3 Opěry pomocné samostavitelné

Pokud je obrobek málo tuhý existuje nebezpečí jeho deformace vlivem působení řezných sil, které by zhoršily přesnost práce. Používají se kromě pevných opěr ještě opěry další – samostavitelné. Tyto opory musí být pohyblivé, aby se jejich poloha přizpůsobila poloze obrobku, která je již prostorově určena opěrami pevnými. [1] str. 120

Na obrázku 2-25 vlevo je zobrazena samostavitelná pomocná opěra ovládaná jednou pákou. Působením pružin se dva čepy posouvají a jejich poloha je zajištěna čelistí. Vpravo je pak opěra zajišťovaná šroubem.



Obrázek 2-25 Pomocné stavitelné opěry [1] str. 120

2.10 Upínací zařízení

Ustavené obrobky je třeba v požadované poloze zajistit upínacími prvky proti působení řezných sil. Při upínání se nesmí v žádném případě změnit poloha obrobku působením upínacích sil. Velikost těchto sil musí být dostatečně velká, aby se obrobek během obrábění neuvolnil a nedocházelo k vibracím. Způsob upínání, upínací zařízení a upínací prvky volíme tak, aby čas potřebný k upnutí obrobku, byl co nejkratší. Při volbě druhu upínání je nutné přihlížet k silám, které mají přípravky zachytit. Hlavním činitelem je řezná síla. [1] str. 121

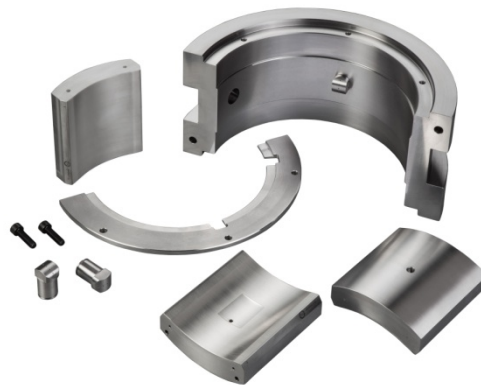
Rozdělení upínacích zařízení:

- Podle zdroje upínací síly dělíme upínací zařízení na mechanické, pneumatické, hydraulické, hydroplastické, elektromechanické a elektromagnetické.
- Podle počtu upínacích prvků lze zařízení rozdělit na jednoduché a složené, které se skládají ze dvou a více mechanismů jednoduchých. Jednoduché upínací zařízení jsou upínací klíny, šrouby, páky, výstředníky a vačky. Složené zastupují kombinace páka – šroub, klín – páka, výstředník – páka, atd.
- Podle stupně mechanizace se rozdělují upínací zařízení dále na *automatizované*, *ruční* (mechanické, mechanicko-hydraulické) a *mechanizované* (pneumatické, hydraulické, elektrické, magnetické a jejich kombinace).

3 Technologičnost konstrukce zadaného dílu

3.1 Popis tvaru a rozměrů

Zadané součásti jsou půlkruhového tvaru. Dva půlkroužky tvoří jeden celek těsnící zátky. Viz obrázek 3-26. Na celku součásti jsou průchozí díry s roztečí $6 \times 60^\circ$. Roztečné kružnice jsou v rozmezí průměrů 72 mm až 345 mm, dále pak průměry děr nabývají hodnot 5, 6, 7 a 9 mm. Právě tyto rozměry děr jsou důležité pro konstrukci samotného vrtacího přípravku viz kapitola 1.1. Nejmenší půlkroužek má vnější průměr 81 mm, vnitřní 43 mm. Největší půlkroužek je svými rozměry (vnější průměr 370 mm a vnitřní 273 mm) zřetelně větší než nejmenší díl. Některé součásti mají i drážky umístěné na vnitřním průměru. Ovšem tyto drážky nejsou předmětem konstrukce přípravku, neboť jsou součástí polotovaru součásti. Tloušťka kroužků nabývá hodnot 5, 6, 7 a 8 mm.



Obrázek 3-26 Zátka naklápěcích ložisek [6]

| soubor | vnější Ø | vnitřní Ø | Ø díry | rozteč. kružnice | tloušťka | šířka |
|--------|----------|-----------|--------|------------------|----------|-------|
| 05J915 | 81,0 | 43,0 | 5 | 72,0 | 5 | 19,0 |
| 05P741 | 87,0 | 49,0 | 5 | 75,0 | 5 | 19,0 |
| 05D978 | 94,0 | 54,0 | 5 | 84,0 | 5 | 20,0 |
| 05M340 | 94,0 | 54,0 | 5 | 84,0 | 5 | 20,0 |
| 05M636 | 95,0 | 59,0 | 5 | 86,5 | 5 | 18,0 |
| 05N796 | 99,0 | 59,0 | 5 | 86,0 | 5 | 20,0 |
| 05D979 | 116,0 | 64,0 | 5 | 96,5 | 5 | 26,0 |
| 05G828 | 116,0 | 59,0 | 5 | 96,5 | 5 | 28,5 |
| 05J570 | 116,0 | 64,0 | 5 | 96,5 | 5 | 26,0 |
| 05M323 | 116,0 | 60,0 | 5 | 96,5 | 5 | 28,0 |
| 05E033 | 124,0 | 74,0 | 5 | 108,0 | 5 | 25,0 |
| 05J565 | 124,0 | 74,0 | 5 | 108,0 | 5 | 25,0 |
| 05Q221 | 124,0 | 69,0 | 5 | 108,0 | 5 | 27,5 |
| 05E625 | 136,0 | 81,3 | 5 | 120,0 | 4 | 27,4 |
| 05J503 | 136,0 | 84,0 | 5 | 120,0 | 5 | 26,0 |
| 05Q637 | 136,0 | 84,0 | 5 | 120,0 | 5 | 26,0 |
| 05Q638 | 136,0 | 84,0 | 5 | 120,0 | 5 | 26,0 |
| 05Q646 | 136,0 | 84,0 | 5 | 120,0 | 5 | 26,0 |
| 05F468 | 160,0 | 95,0 | 6 | 140,0 | 6 | 32,5 |
| 05J495 | 160,0 | 95,0 | 7 | 140,0 | 6 | 32,5 |
| 05J231 | 164,0 | 106,0 | 7 | 150,0 | 6 | 29,0 |
| 05J817 | 176,0 | 116,0 | 7 | 162,0 | 6 | 30,0 |
| 05L983 | 176,0 | 116,0 | 7 | 162,0 | 6 | 30,0 |

Tabulka 2-2.1 Analýza výkresů součástí

| soubor | vnější Ø | vnitřní Ø | Ø díry | rozteč. kružnice | tloušťka | šířka |
|--------|----------|-----------|--------|------------------|----------|-------|
| 05J513 | 188,0 | 126,0 | 7 | 174,0 | 6 | 31,0 |
| 05N205 | 188,0 | 126,0 | 7 | 174,0 | 6 | 31,0 |
| 05J154 | 212,0 | 136,0 | 7 | 198,0 | 7 | 38,0 |
| 05J657 | 212,0 | 147,0 | 7 | 198,0 | 7 | 32,5 |
| 05P695 | 212,0 | 136,0 | 7 | 198,0 | 7 | 38,0 |
| 05J300 | 235,0 | 157,0 | 7 | 217,0 | 7 | 39,0 |
| 05L861 | 235,0 | 157,0 | 7 | 217,0 | 7 | 39,0 |
| 05J158 | 245,0 | 167,0 | 9 | 227,0 | 7 | 39,0 |
| 05M562 | 245,0 | 167,0 | 9 | 227,0 | 7 | 39,0 |
| 05N883 | 250,0 | 172,0 | 9 | 232,0 | 7 | 39,0 |
| 05H875 | 278,0 | 183,0 | 9 | 254,0 | 8 | 47,5 |
| 05J608 | 278,0 | 188,0 | 9 | 254,0 | 8 | 45,0 |
| 05J890 | 278,0 | 178,0 | 9 | 254,0 | 8 | 50,0 |
| 05K451 | 290,0 | 198,0 | 9 | 268,0 | 8 | 46,0 |
| 05J928 | 302,0 | 208,0 | 9 | 280,0 | 8 | 47,0 |
| 05M508 | 312,0 | 218,0 | 9 | 290,0 | 8 | 47,0 |
| 05H752 | 322,0 | 228,0 | 9 | 300,0 | 8 | 47,0 |
| 05M464 | 350,0 | 256,0 | 9 | 330,0 | 8 | 47,0 |
| 05J252 | 360,0 | 266,0 | 9 | 340,0 | 8 | 47,0 |
| 05N669 | 360,0 | 258,0 | 9 | 340,0 | 8 | 51,0 |
| 05N670 | 360,0 | 258,0 | 9 | 340,0 | 8 | 51,0 |
| 05Q046 | 370,0 | 273,0 | 9 | 345,0 | 8 | 48,5 |

všechny rozměry jsou v milimetrech

Tabulka 2-2.1 Analýza výkresů součástí

3.2 Technologičnost konstrukce z hlediska přesnosti a jakosti povrchu

Na výkrese nejsou pro vrtané díry žádné tolerance, které by nebylo možné dosáhnout při vrtání na běžné vrtačce nebo frézce při použití běžných vrtacích nástrojů. Výchozí přesnost polohy těchto děr určuje roztečná kružnice a rozteč dle obecných tolerancí na výkrese. Přesnost průměru díry se dosáhne běžným vrtacím nástrojem v toleranci IT8-9 a drsnosti o Ra 1-2 µm.

3.3 Technologičnost konstrukce z hlediska materiálu

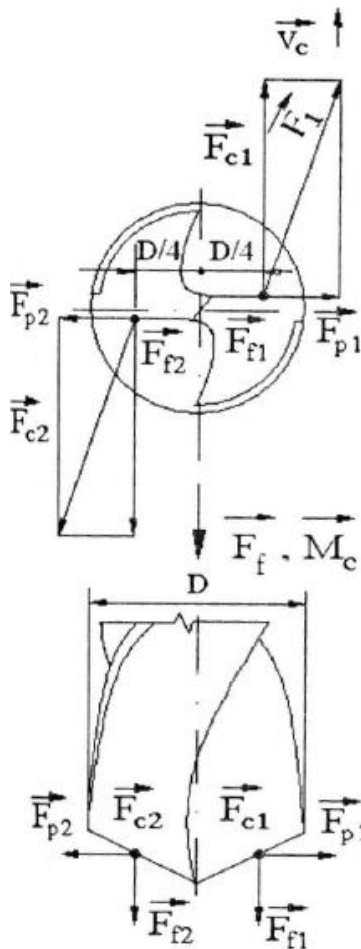
Materiál předepsaný na výkresu kroužků je XC18 z francouzské normy NF A35-551. Tento materiál odpovídá dle České státní normy (ČSN) uhlíkové oceli k cementování ČSN 41 2020 (ocel 12 020). Vlastnosti tohoto materiálu jsou uvedeny v příloze č.1. Mezi nejdůležitější vlastnosti z hlediska obrábění patří obrobiteľnosť a chemické složení. Podle chemického složení lze jednoduše určit skupinu materiálu podle standardu ISO, která je nezbytně nutná k určení měrné řezné síly (odporu). Ocel se označuje modrou barvou jako ISO-P a dle chemického složení patří do skupiny nelegovaných ocelí s obsahem uhlíku menším než 0,25 % hmotnosti označované podrobněji jako ISO-P1.1. [9] [10]

4 Návrh přípravku ve variantách, jejich rozpracování v SW Catia V5 a vytvoření výrobního postupu pro zvolenou variantu

4.1 Stanovení řezného odporu obráběného materiálu

4.1.1 Obecné vyjádření

Obecné vyjádření potřebných vztahů pro výpočet působící síly ve směru posuvové rychlosti, řezného momentu a výkonu stroje potřebného k odebrání materiálu.



Síly působící při vrtání otvoru

Posuvová síla $F_f = F_{f1} + F_{f2} \cong F_c \cdot \sin \kappa$ [N]

Pasivní síla $F_p = F_{p1} - F_{p2} =$ [N]

Řezná síla $F_c = F_{c1} + F_{c2} = \frac{D \cdot f_n}{2} \cdot k_c$ [N]

k_c [MPa] měrná řezná síla (měrný řezný odpor)

$a = \frac{f_n}{2} \cdot \sin \kappa$ [mm] tloušťka třísky

f_n [mm/ot] posuv na otáčku

κ [°] úhel nastavení hlavního ostří

$b = \frac{D}{2} \cdot \sin \kappa$ [mm] šířka třísky

D [mm] průměr vrtáku

Řezný moment $M_c = \frac{F_c}{2} \cdot \frac{D}{2} = \frac{F_c \cdot D}{4} = \frac{D^2 \cdot f_n \cdot k_c}{8000}$ [N.m]

Obrázek 4-27 Síly při vrtání [31]

Užitečný výkon potřebný k odebrání materiálu $P_{už}$

$$M_c = \frac{P_{už}}{\omega} \Rightarrow P_{už} = M_c \cdot \omega = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot M_c \text{ [W]}$$

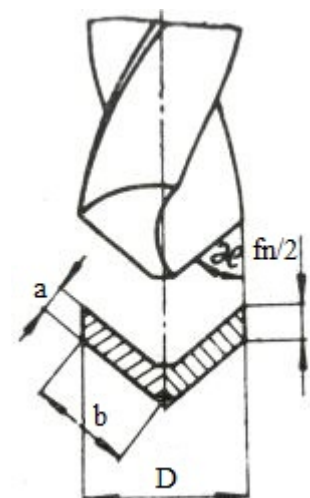
Úhlová rychlost $\omega = 2 \cdot \pi \cdot n$ [rad.s⁻¹]

otáčky n [s⁻¹]

P_p [W] příkon elektromotoru

$$P_p = \frac{P_{už}}{\eta}, \quad \eta \text{ [-] účinnost elektromotoru}$$

[3] str. 232

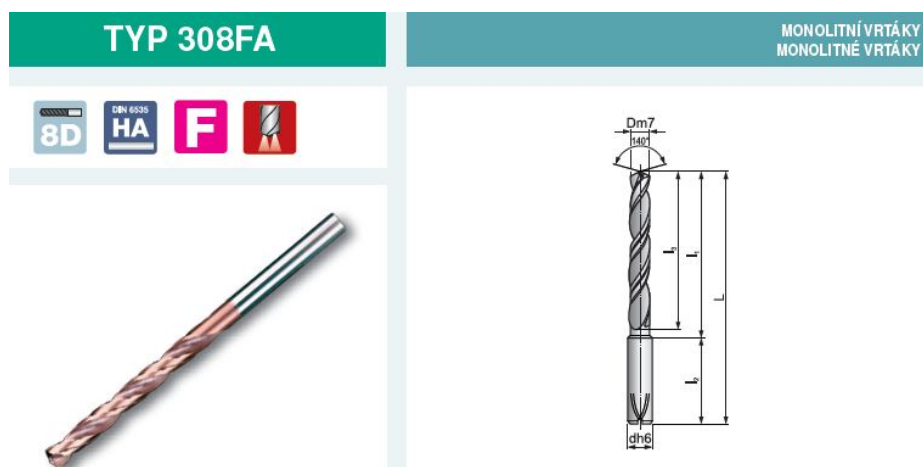


Obrázek 4-28 Průřez třísky [3] str.232

4.1.2 Konkrétní vyjádření pro zadané součásti

Vrtání průchozích otvorů o průměrech 5, 6, 7 a 9 mm do oceli 12 020. Stanovení měrné řezné síly o hodnotě $k_c = 1500$ MPa. Pro výpočet je nezbytně nutné stanovení řezných podmínek (zejména posuvové rychlosti) a s tím spojený výběr vhodného vrtacího nástroje. Při konstrukci vrtacího přípravku lze předpokládat větší počet současně obráběných součástí. Tímto se omezuje výběr vrtacího nástroje na vrtáky s delší pracovní délkou. Vzhledem k malým vrtaným průměrům nelze požit vrtací nástroje s VBD (vyměnitelnými břitovými destičkami), které jsou svojí konstrukcí omezeny pro vrtání otvorů s malými průměry. [10]

První volba vrtacího nástroje



Obrázek 4-29 Monolitní vrták 308FA [7] str.31

Monolitní vrtáky řady 308FA od firmy Pramet Tools s.r.o., které jsou schopny vrtání otvorů do hloubky osminásobku průměru. Výrobce nabízí volně k dispozici katalog specializovaný na výrobu otvorů, kde lze vyhledat požadované nástroje se stanovenými hodnotami doporučených řezných podmínek. Zejména hodnoty posuvu na otáčku f_n . [7] str. 31.

Vypočtené hodnoty řezné síly, řezného momentu a posuvové síly při použití výše uvedené řady monolitních vrtáků jsou uvedeny v tabulce 4-3.

| průměr vrtáku [mm] | posuv [mm/ot] | měrný řezný odpor [MPa] | řezná síla [N] | řezný moment [N.m] | posuvová síla [N] |
|--------------------|---------------|-------------------------|----------------|--------------------|-------------------|
| 5 | 0,11 | 1500 | 413 | 0,52 | 141 |
| 6 | 0,13 | 1500 | 585 | 0,88 | 200 |
| 7 | 0,14 | 1500 | 735 | 1,29 | 251 |
| 9 | 0,17 | 1500 | 1148 | 2,58 | 392 |

Tabulka 4-3 Výsledné řezné odpory

Pro srovnání tabulka hodnot vypočtených aplikací Drilling & tapping calculator (kalkulačka vrtání a řezání závitů) poskytovaná společností Sandvik Coromant. [8]

| průměr vrtáku [mm] | posuv [mm/ot] | měrný řezný odpor [MPa] | řezný moment [N.m] | posuvová síla [N] |
|--------------------|---------------|-------------------------|--------------------|-------------------|
| 5 | 0,11 | 1500 | 0,93 | 194 |
| 6 | 0,13 | 1500 | 1,32 | 275 |
| 7 | 0,14 | 1500 | 1,66 | 345 |
| 9 | 0,17 | 1500 | 2,59 | 539 |

Tabulka 4-4 Výsledné řezné odpory vypočtené speciálním programem

Hodnoty řezných momentů si odpovídají. Posuvové síly jsou odlišné ale vzhledem k neznalosti způsobu výpočtu zmiňované aplikace nelze vyvodit závěr.

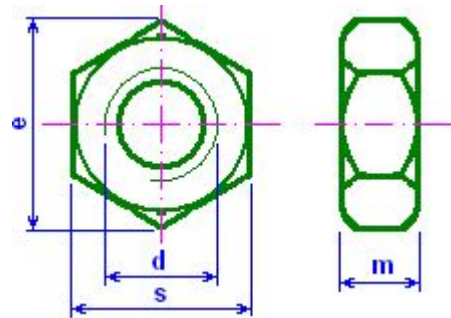
4.2 Výpočet upínací síly

Varianta upnutí pomocí šroubu s maticí

Šroubu s maticí se používá při upínání velmi často. Výhodou této sestavy je dosažení velké upínací síly působením malé ovládací síly. Nevýhodou může být delší upínání při velkých zdizích. [4] str. 131

Návrh matice ISO 4032 M24 x 3, která má tyto parametry:

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| metrický závit | M24 x 3 |
| malý průměr závitu | $d_3 = 21,546 \text{ mm}$ |
| resp. poloměr | $r_3 = 10,377 \text{ mm}$ |
| střední průměr závitu | $d_2 = 22,701 \text{ mm}$ |
| resp. poloměr | $r_2 = 11,3505 \text{ mm}$ |
| otvor klíče | $s = 36 \text{ mm}$; |
| resp. poloměr | $R = 18 \text{ mm}$ |



Obrázek 4-30 Matice ISO M24x3 [11]

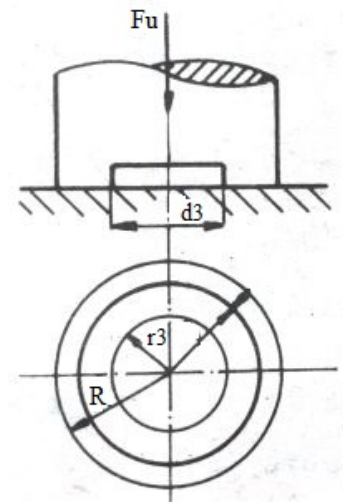
Velikost upínací síly F_u je dána níže uvedeným vztahem:

$$F_u = \frac{F_o \cdot l}{r_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \frac{2}{3} f \cdot \frac{R^3 - r_3^3}{R^2 - r_2^2}}$$

| | | |
|------|-------|-------------------------------|
| kde: | F_o | Síla působící na rameni klíče |
| | l | Délka ramena klíče |
| | P | Rozteč |
| | f | Součinitel tření v závitech |

$$\varphi = \operatorname{arctg} f$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{P}{\pi \cdot d^2}$$



Obrázek 4-31 Schéma maticového upnutí [4] str. 134

Velikost uvolňovací síly F_{uv} je dána vztahem:

$$F_{uv} = \frac{F_u \cdot r_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha - \varphi)}{l}$$

Kontrola pevnosti šroubu pro přenos upínací síly pro dovolené napětí šroubu $\sigma_{D\check{s}} = 120 \text{ MPa}$

$$\sigma_{D\check{s}} \geq \frac{F_u}{\frac{\pi \cdot d^3}{4}} \Rightarrow d_3 \geq \sqrt[3]{\frac{4 \cdot F_u}{\sigma_{D\check{s}} \cdot \pi}} \quad [4] \text{ str.134}$$

Tabulka 4-5 zobrazuje vypočtené hodnoty upínací síly a uvolňovací síly pro $F_o = 150 \text{ N}$, $l = 150 \text{ mm}$, $f = 0,16$, $P = 3$ a hodnoty uvedené výše.

| upínací síla [N] | uvolňovací síla [N] | kontrola průměru d_3 [mm] |
|------------------|---------------------|-----------------------------|
| 5037 | 50 | $21,546 \geq 7,31$ |

Tabulka 4-5

Upínací síla je větší než síla posuvová, která klade odpor materiálu při vrtání. Navržený systém upnutí šroubem s maticí vyhovuje.

Varianta upnutí hydraulickým válcem

Hydraulický válec s vnějším metrickým závitem (M22x1,5), který lze libovolně připevnit do uložení se stejným závitem. Tlakový olej je přiveden uložním do spodní strany válce. Velikost upínací síly závisí na tlaku oleje určeným výrobcem, stejně jako další konstrukční parametry určené pro správné uložení hydraulického válce.

| průměr pístu [mm] | zdvih [mm] | upínací síla [N] | |
|-------------------|------------|------------------|--------|
| 12 | 10 | 100 bar | 1100 N |
| | | 500 bar | 5700 N |

Tabulka 4-6 [27]

Obrázek 4-32 Hydraulický válec
ROEMHELD [27]



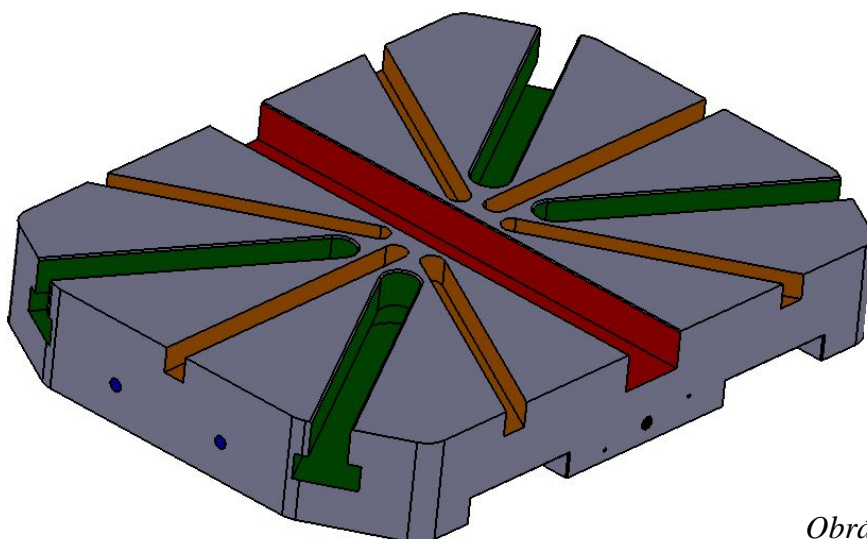
Způsob upnutí pomocí šroubu s maticí nevyžaduje žádné další přídavné zařízení pro vyvození upínací síly. Pořizovací náklady jsou tedy výrazně menší než u systému hydraulického upínání, kde je nutné zajistit hydraulický obvod s tlakovým médiem.

4.3 Popis konstrukce vrtacího přípravku

4.3.1 Základová deska

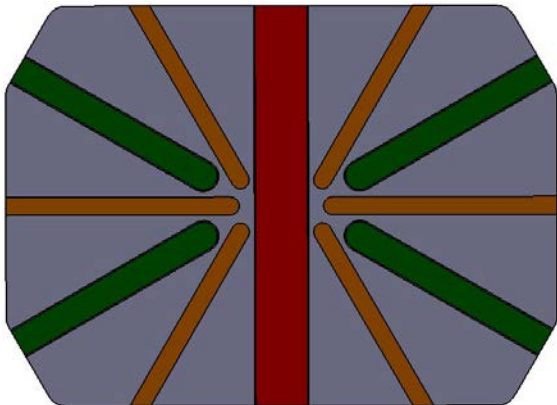
Materiál: ocel ČSN 41 4220

Hlavním dílem celého přípravku je základová deska, která je vyrobena z masivního kusu oceli o délce 550 mm, šířce 400 mm a výšce 80 mm. Vzhledem k rozměrům desky a tím i poměrně velké hmotnosti je deska opatřena spodní drážkou určenou k uchycení řemenů pro transport.



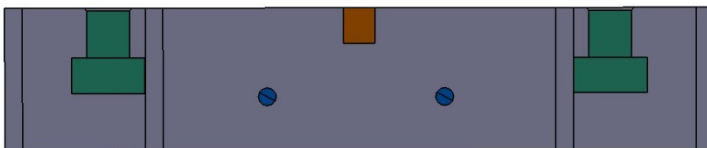
Obrázek 4-33 Základová deska

Dále se na desce nachází drážky pro výběh vrtacího nástroje (světle hnědá barva), drážky tvaru T (zelená barva) a středová vodící drážka (červená barva). Drážky pro výběh nástroje jsou rozmístěny podle rozteče vrtaných otvorů, tedy po 60° . Drážky tvaru T umístěné symetricky podle vertikální osy (jak lze vidět na obrázku 4-33) svírají úhel 60° . Rozměry těchto drážek udává norma DIN 650. V prostřední části desky se nachází vodící drážka pro matice s dorazem. Šířka drážky je ovlivněna rozměry skládacích měchů, které chrání pohybový šroub před nečistotami. Viz kapitola 4.3.3.



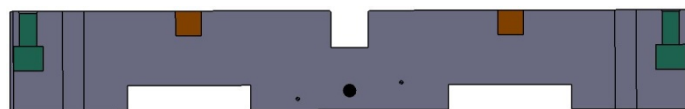
Obrázek 4-34 Deska-pohled shora

Na bocích tělesa jsou připraveny závitové otvory (modrá barva), které slouží k upnutí přípravku na pracovní plochu obráběcího stroje. Uchycení je realizováno součástí boční uchycení, o které pojednává kapitola 4.3.2.



Obrázek 4-35 Deska - upnutí ke stroji

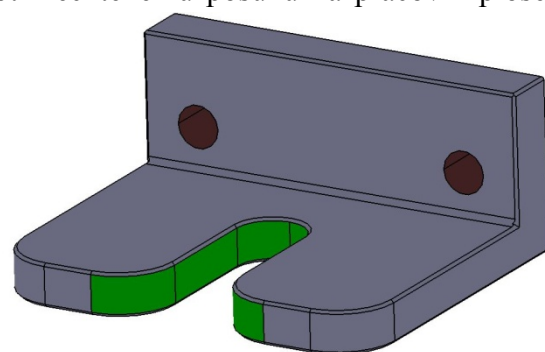
Z bočních stran kolmých na vodící drážku jsou otvory pro kolíky a závitovým otvorem (černá barva). Pomocí kolíků se přesně nastaví poloha uchycení pohybové šroubu (viz následující kapitola 4.3.3.) a následně zajistí šroubem umístěným uprostřed.



Obrázek 4-36 Deska-pohled na uchycení

4.3.2 Uchycení přípravku k pracovní ploše stroje

Aby bylo možné celý přípravek zajistit proti nechtěnému posunu na pracovní ploše obráběcího stroje je nutné ho zajistit. Většina dnešních strojů má pracovní stůl opatřený drážkami tvaru T. Tohoto poznatku lze využít a navržené boční uchycení bude mít zářez tvaru U (zelená barva) pomocí kterého je realizováno uchycení přípravku ke stroji. Samotné boční uchycení je přišroubováno normalizovanými šrouby ISO 4762 M12x50 přes průchozí otvory (hnědá barva) k základní desce přípravku.



Obrázek 4-37 Boční uchycení

4.3.3 Ustavení obrobku v přípravku

Ustavení obrobku v přípravku realizuje soustava pohybový šroub – matice. Materiál, z něhož je vyrobený pohybový šroub, nesmí být stejný jako materiál matice tohoto šroubu, neboť by mohlo dojít k zadření mechanismu. Vlastní pohyb šroubu s maticí je ovládán ručním otáčením kliky umístěné na konci šroubu.

Pohybový šroub

Materiál: ocel ČSN 41 2050 (C45) [14]

Obrázek 4-38 Pohybový šroub



Pohybový šroub lze rozdělit na dvě části. Na jedné části je levotočivý trapézový závit (Tr 20 x 4) a na straně druhé tento závit pravotočivý. Tato konstrukce umožňuje sjednocený pohyb matic po šroubu. Celková délka závitové části je přímo ovlivněna rozměry bočních krycích měchů, které udávají nejmenší potřebnou délku skladu. Rozměry konců pohybového šroubu jsou převzaty od výrobce matis s.r.o.

Obrázek 4-39 Pohybový šroub-levotočivá část



Část s levotočivým závitem pohybového šroubu je zakončena válcovou plochou pro nalisování ložiska, metrickým závitem (červená barva) pro zajištění polohy šroubu pomocí matice a volného konce s drážkou pro pero (žlutá barva). Drážka pro pero je zde pro možnost budoucího připojení jiného pohonu šroubu (např. hydraulického motoru, krokového motoru).

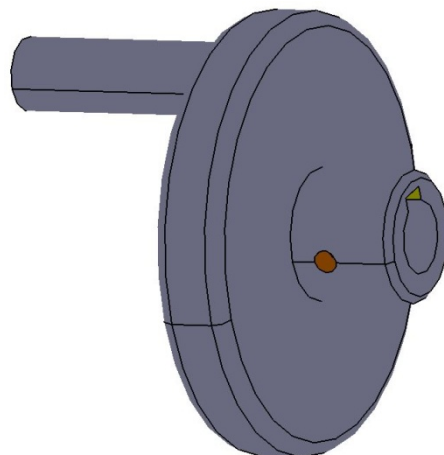


Obrázek 4-40 Pohybový šroub-pravotočivá část

Část s pravotočivým závitem je zakončena také válcovou plochou pro nalisování ložiska. Ložisko je proti uvolnění zajištěno pojistným kroužkem.

Klika

Ruční ovládání pohybového šroubu je vyřešeno pomocí jednoduché kliky umístěné na konci levotočivé části šroubu. Náboj kliky zajišťuje proti uvolnění stavěcí šroub ISO 4766 M4x5. Kroutící moment je přenášen těsným perem drážkou v náboji a hřídeli. Klika může být nahrazena jiným druhem pohonu v případě budoucí inovace přípravku.



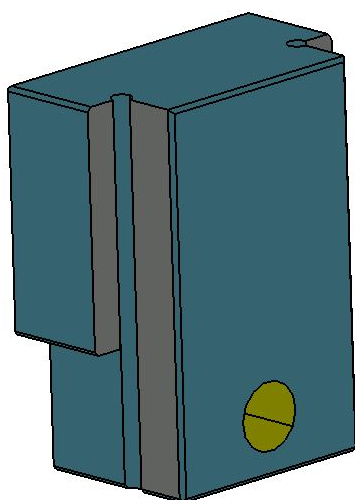
Obrázek 4-41 Klika

Matice pohybové šroubu

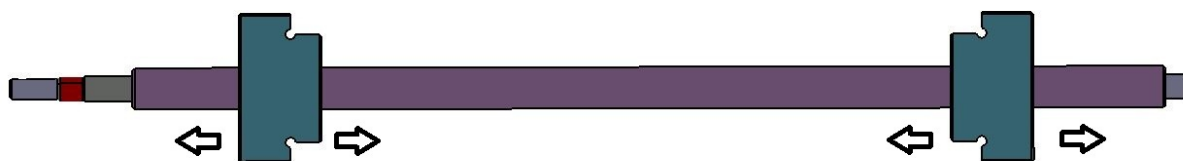
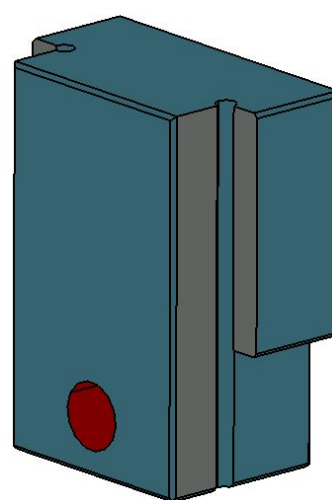
Materiál: bronz EN 1982 CuSn12-C [12]

Matice se pohybují ve vodící drážce základové desky v toleranci zaručující vůli. Provedení matice se liší pouze v průchozím závitě (žlutá barva-levotočivý závit, červená barva-pravotočivý závit). Dotyk s obrobkem signalizuje šedá plocha na obrázku 4-42 a 4-43. Výška matice závisí na počtu obráběných součástí společně. Zde je omezena možnostmi vrtacího nástroje vrtat do hloubky osminásobku průměru otvoru.

Obrázek 4-42 Matice-levotočivý závit



Obrázek 4-43 Matice-pravotočivý závit

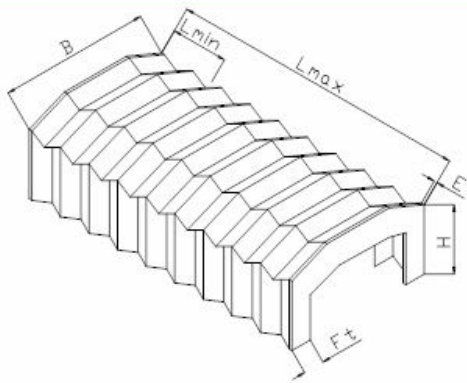


Obrázek 4-44 Funkce pohybového šroubu s maticí

Zakrytování pohybového šroubu

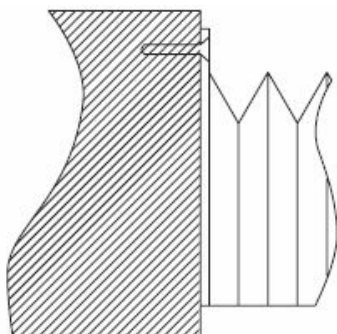
Pohybový šroub pracuje v prostředí kde hrozí vniknutí třísek a pracovní kapaliny do závitu. Z tohoto důvodu je nutné celý pohybový šroub ochránit před nečistotami použitím skládaných krycích měchů od výrobce HENNLICH s.r.o. Tyto měchy v závislosti na použitém materiálu odolávají nejrozličnějším druhům nečistot. Pro zakrytování jsou použity celkem 3 měchy. Jeden středový, který chrání prostor mezi maticemi a dva boční. Rozměry středového krytu jsou vypočteny podle online katalogu již zmiňovaného výrobce s ohledem na nejmenší a největší potřebné složení měchu. Nejmenší složení ovlivňuje vnější průměr nejmenší obráběné součásti. Největší rozložení pak vnější průměr největší součásti. Boční kryty jsou identické pro každou stranu šroubu a jsou vybrány stejným způsobem jako středový měch. [30]

| Základní rozměry krytu | | Vypočtené hodnoty |
|---------------------------------|--|-------------------------------------|
| Typ krytu | Typ E <input type="button" value="Jiný typ"/> | Zdvih S 289 [mm] |
| Max. délka L max [mm] | <input type="text" value="340"/> | Mínimální délka Lmin 51 [mm] |
| Hloubka skladu Ft [mm] | <input type="text" value="15"/> | |
| Materiál měchu | <input type="text" value="Polyester - PUR 0.22"/> | |
| Tloušťka příruby E [mm] | <input type="text" value="2"/> | |
| Tloušťka PVC rámečku [mm] | <input type="text" value="1"/> | |
| Šíře krycího měchu B [mm] | <input type="text" value="50"/> | |
| Výška krycího měchu H [mm] | <input type="text" value="48"/> | |
| Připojení příruby - Levá strana | <input type="checkbox"/> Typ A <input type="checkbox"/> Typ B <input type="checkbox"/> Typ C | |

| Polyester - PUR 0.22 |  |
|---|---|
| Spodní teplotní hranice -20 °C Horní teplotní hranice 100 °C Krátkodobá teplotní hranice 110 °C | |
| Standardní materiál odolný proti vodě, prachu, brusnému kalu. Zlepšená odolnost proti olejům a mastným chladicím kapalinám. | |

Obrázek 4-45 Online katalog krycích měchů HENNLICH [30]

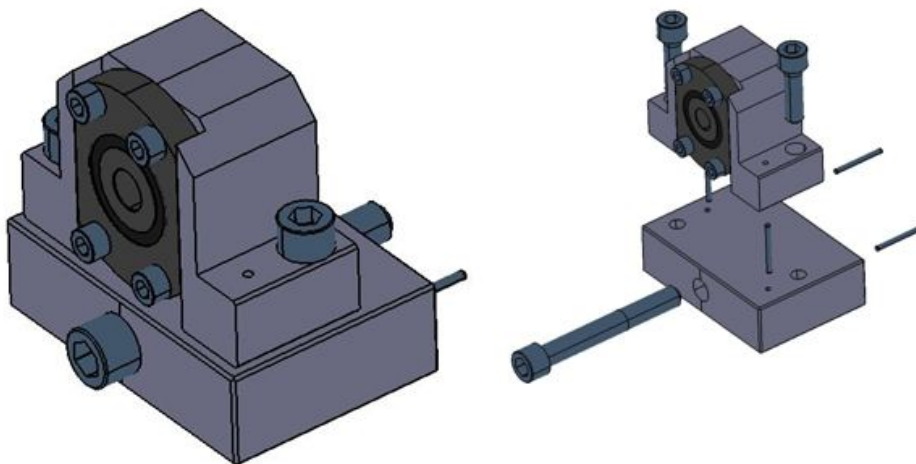
Připevnění měchu k maticím i domečku pro ložiska doporučuje výrobce přírubou, která se přišroubuje přímo do matice nebo domečku. Zvolena byla příruba typu C (obrázek 4-46), která umožňuje snadný přístup ke spojovacímu šroubu.



Obrázek 4-46 Připojení příruby typ C[30]

Uložení pohybové šroubu

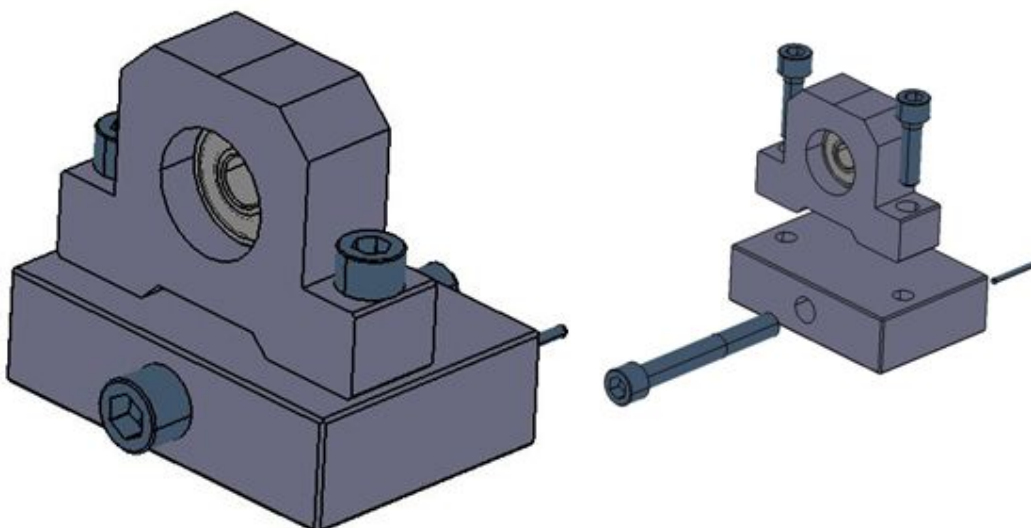
Uložení na každé straně pohybového šroubu je rozdílné. Na straně levotočivé části přenáší zatížení přírubové ložisko s kosouhlým stykem ZKLFA 1263-2Z, které je uložené v domečku SFA-12 podle výrobce matis s.r.o. Zajištění polohy pohybového šroubu umožňuje pojistná matice HIR-12, která se našroubuje přímo na levý konec pohybového šroubu s vnějším metrickým závitem. Ložisko s domečkem se pomocí šroubů ISO 4762 M10x35 a úhlopříčně rozmístěných kolíků ISO 2338 3x30 uchytlí k podložné desce a teprve poté k samotné základové desce 1 mm od spodní hrany. [28] [13]



Obrázek 4-47 Pevný konec pohybového šroubu

Volné uložení s radiálním kuličkovým ložiskem DIN 6201.2RS na straně druhé je také uložené v domečkovém pouzdře od stejného výrobce, avšak typu SLA-12. Princip upevnění k základové desce je stejný jako pro levou stranu. [15]

Umístění domečku s ložiskem na podložné desce ovlivňuje minimální sklad bočního krycího měchu.

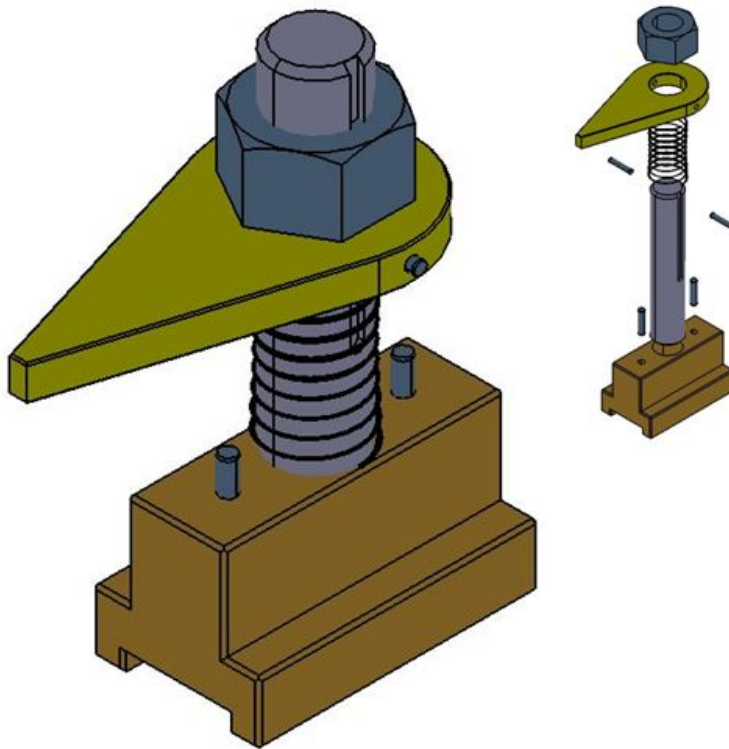


Obrázek 4-48 Volný konec pohybového šroubu

4.3.4 Vyvození upínací síly

Varianta upnutí pomocí šroubu s maticí

Pohled na celou sestavu T-upínky je na obrázku 4-49. Sestava se skládá z těchto částí: matice ISO 4032 M24, nos T-upínky, 2x kolík ISO 2338 4x20, závrtný šroub M24x100 ČSN 02 1174.20, tlačná pružina, 2x kolík ISO 2338 5x20 a matice pro T drážku.



Obrázek 4-49 T-upínka

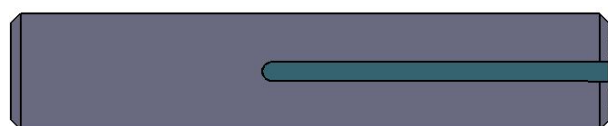
Matice pro T drážku nesmí přesahovat svou horní hranou mimo drážku v základové desce přípravku. Materiál matice je výhodné zvolit s menší tvrdostí než materiál základové desky kvůli nebezpečí otlacení drážek v základové desce. Volné uložení matice v T drážce zaručuje bezproblémový pohyb. Kolíky ISO 2338 5x20 vylučují kontakt obrobku s tlačnou pružinou.

Pružina zabraňuje padání nosu T-upínky a neomezuje svými parametry upínací sílu vyvozenou maticí ISO 4032 M24.

Aby nedocházelo k otáčení nosu T-upínky na závrtném šroubu M24x100, jsou po stranách nosu průchozí otvory, do kterých se nalisují kolíky ISO 2338 4x20.

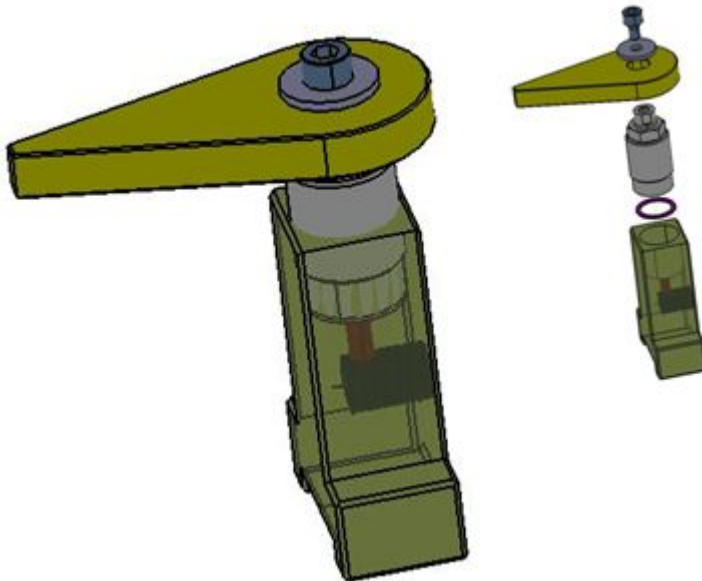
Pro správnou funkci těchto kolíků je nutné upravit závrtný šroub podélnou drážkou o stejné šířce rovné průměru kolíku. Tato úprava je zobrazena na obrázku 4-50. Velikost prostoru pro obráběné díly závisí na délce závrtného šroubu. Vzhledem ke konstrukčnímu řešení zvoleného vrtáku nepřekračuje 50 mm

Obrázek 4-50 Úprava závrtného šroubu

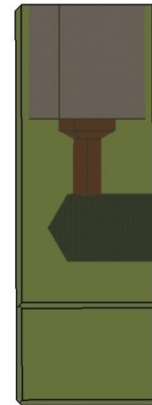


Varianta upnutí hydraulickým válcem

Hydraulické upnutí vychází svojí konstrukcí z upnutí šroubem a maticí. Hlavním rozdílem je náhrada závrtného šroubu hydraulickým válcem s vnějším metrickým závitem M22x1,5 patrné z obrázku 4-51. Metrický závit neumožňuje utěsnění mezi válcem a maticí, proto se na spodní část umísťuje těsnící kroužek. Veškeré rozměry uložení válce s maticí T drážky jsou dány výrobcem. Dutina v zadní části slouží k připojení hadice s tlakovým olejem. Závit pro připojení je standardní trubkový (značeno černou barvou). Obrobky musí být v rozmezí zdvihu pístu. Tedy od 40 mm do 50 mm vztažené k základové desce.



Obrázek 4-51 T-upínka hydraulická



Obrázek 4-52 T-upínka hydraulická-detail

4.4 Výrobní postup základové desky

4.4.1 Analýza výrobního výkresu

Popis tvaru a rozměrů

Vyráběná součást má půdorysný tvar obdélníku se zkosenými hranami pod úhlem 30°. Základní rozměry obrobku jsou: délka 550mm, šířka 400mm a tloušťka 80mm. Na obrobku se vyskytují drážky jednoduché a tvaru T. Po stranách obrobku jsou neprůchozí otvory pro kolíky a otvory s vyřezaným metrickým závitem. Vzhledem k hmotnosti obrobku je nutné přidat manipulační zařízení.

Technologičnost konstrukce z hlediska přesnosti a jakosti povrchu

Na výkrese se vyskytují normalizované drážky tvaru T, které pro svoji výrobu potřebují speciální nástroj. Veškeré rozměry a přesnosti je možné dosáhnout běžnými obráběcími nástroji na běžných obráběcích strojích. Pro dosažení jakosti povrchu upínací a dosedací plochy je nutné použít dokončovací technologii broušení.

Technologičnost konstrukce z hlediska materiálu

Materiál předepsaný na výrobním výkrese základové desky je ocel ČSN 41 4220.

4.4.2 Vzorce pro stanovení strojních časů

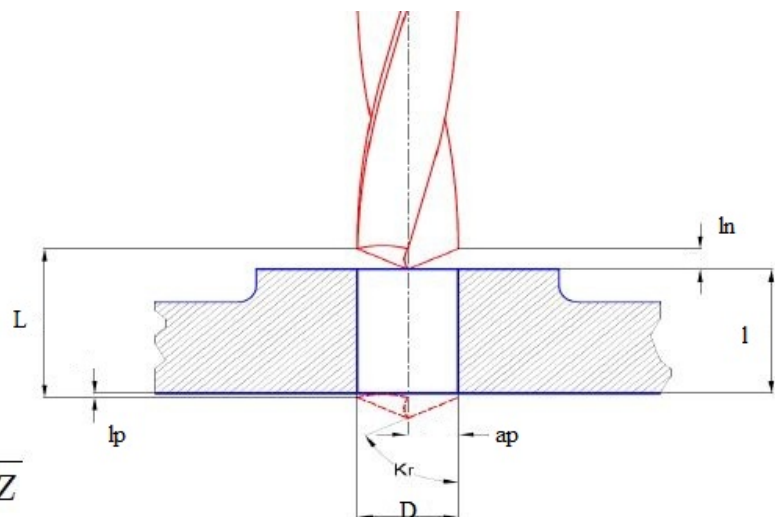
Základní terminologie

| | |
|-------|-----------------------------------|
| t_s | strojní čas |
| L | celková délka dráhy nástroje [mm] |
| l | délka obráběné plochy [mm] |
| l_p | délka přejezdu nástroje [mm] |
| l_n | délka náběhu nástroje [mm] |
| a_p | hloubka úběru [mm] |
| v_c | řezná rychlost [m/min] |
| v_f | minutový posuv [mm/min] |
| f_z | posuv na zub [mm/z] |
| Z | počet zubů [-] |
| i | počet úběrů (třísek) |
| n | otáčky za minutu [ot/min] |

Vrtání

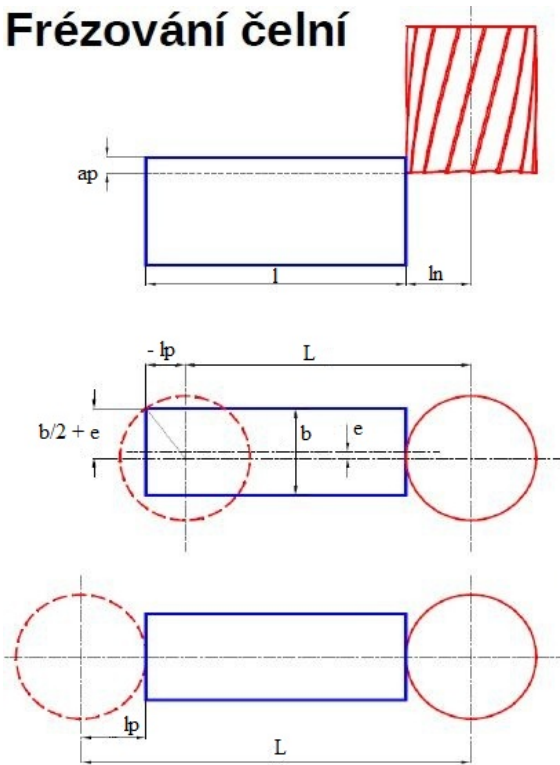
$$t_s = \frac{L}{v_f} = \frac{\pi \cdot D \cdot L}{1000 \cdot v_c \cdot f_z \cdot Z}$$

$$l_n = a_p \cdot \cotg K_r \quad l_n \approx \frac{D}{4}$$



Obrázek 4-53 Vrtání [32]

Frézování čelní



Obrázek 4-54 Frézování čelní [32]

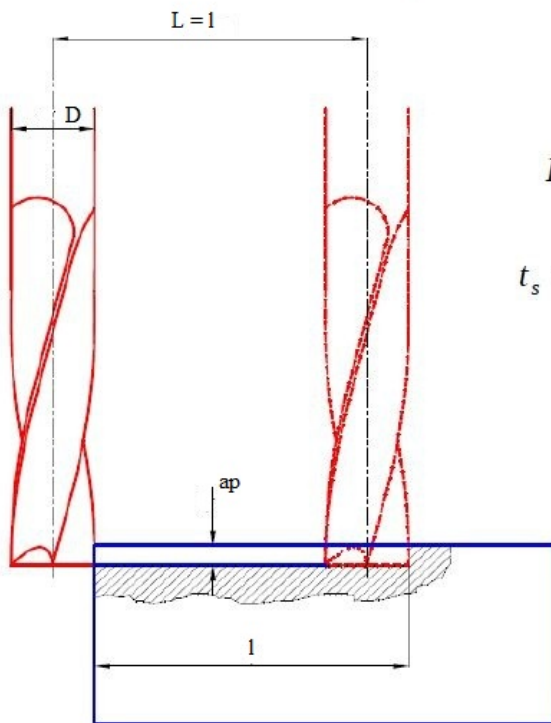
$$l_n = \frac{D}{2}$$

$$-hrul_p = \frac{1}{2} \sqrt{D^2 - (b + 2e)^2}$$

$$cis_l_p = \frac{D}{2}$$

$$t_s = \frac{L \cdot i}{v_f} = \frac{\pi \cdot D \cdot L}{1000 \cdot v_c \cdot f_z \cdot Z} \cdot i$$

Frézování drážek s výběhem



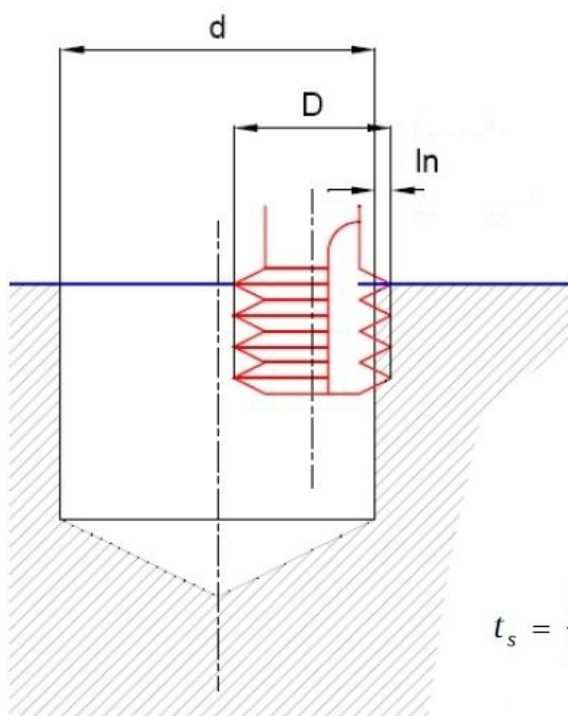
$$L = l$$

$$t_s = \frac{L \cdot i}{v_f} = \frac{\pi \cdot D \cdot L}{1000 \cdot v_c \cdot f_z \cdot Z} \cdot i$$

Obrázek 4-55 Frézování drážek [32]

Frézování závitu

Obrázek 4-56 Frézování závitu [32]

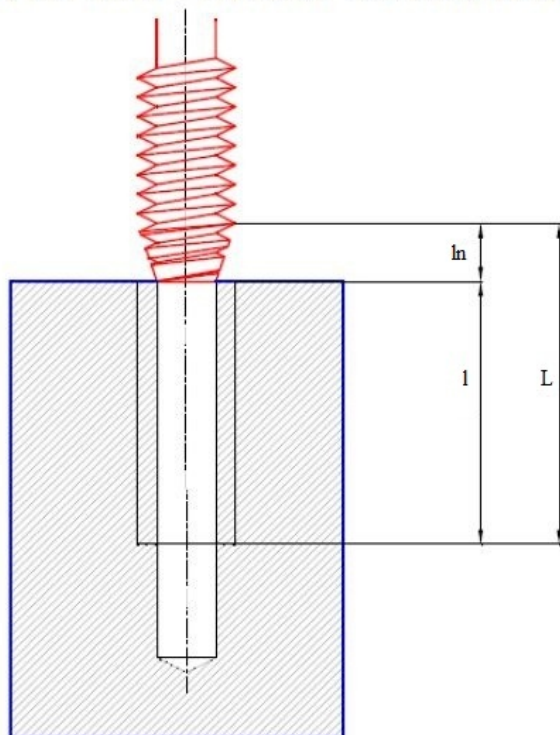


$$L = \pi \cdot d$$

$$t_s = \frac{l_n + L}{v_f} i$$

$$t_s = \frac{L}{v_f} = \frac{\pi \cdot D \cdot (l_n + \pi \cdot d)}{1000 \cdot v_c \cdot f} i$$

Řezání závitu závitníkem



f [mm/ot] – posuv na otáčku

t [mm/ot] – stoupání závitu

$$f = t$$

$$t_s = 2 \frac{L}{v_f} = \frac{\pi \cdot D \cdot 2 L}{1000 \cdot v_c \cdot f}$$


Obrázek 4-57 Řezání závitu
závitníkem [32]

4.4.3 Výpočet strojních časů

| | | | |
|----------------|------------------------|---|--------------------|
| D [mm] | 62 | 100 | 100 |
| L [mm] | 2280 | 550 | 500 |
| v_C [m/min] | 180 | 180 | 180 |
| f_Z [mm/zub] | 0,15 | 0,1 | 0,15 |
| Z | 4 | 7 | 7 |
| i | 2 | 8 | 4 |
| t_s [min] | 8,22 | 10,97 | 3,32 |
| číslo operace | 5 (hrubování) | 5 (výška) | 20 (odlehčení) |
| vhodný nástroj | 63J2R155H50-SLSN104-C | 345-100C8-13M | A490-100J31.75-14M |
| výrobce | Pramet | Sandvik | Sandvik |
| D [mm] | 50 | 20 | 28 |
| L [mm] | 500 | 250 | 230 |
| v_C [m/min] | 150 | 90 | 120 |
| f_Z [mm/zub] | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Z | 4 | 2 | 2 |
| i | 3 | 24 | 36 |
| t_s [min] | 3,93 | 20,94 | 30,35 |
| číslo operace | 20 (středová drážka) | 20 (výběhy vrtáku) | 20 (T drážka) |
| vhodný nástroj | 490-050A32-14M | 490-02C5-08L | 490-028A25-08L |
| výrobce | Sandvik | Sandvik | Sandvik |
| D [mm] | 50 | 10,1 | 10,1 |
| L [mm] | 230 | 45 | 35 |
| v_C [m/min] | 25 | 70 | 15 |
| f_Z [mm/zub] | 0,08 | 0,18 | 0,6 |
| Z | 4 | 1 | 3 |
| i | 4 | 1 | 2 |
| t_s [min] | 18,06 | 0,11 | 0,08 |
| číslo operace | 20 (T drážka) | 30 (vrtání 10,1mm) | 30 (závit M12) |
| vhodný nástroj | R395.19-3250.3-22A | R840-1010-50-A0A | EX03PAM12 |
| výrobce | SecoTools | Sandvik | Sandvik |
| D [mm] | 3 | <i>Poznámka</i> <i>Vrtání a řezání závitu je pro jeden otvor.</i> <i>Stoupání závitu 1,75 mm a počet zubů 3</i> | |
| L [mm] | 26 | | |
| v_C [m/min] | 70 | | |
| f_Z [mm/zub] | 0,1 | | |
| Z | 1 | | |
| i | 1 | | |
| t_s [min] | 0,04 | | |
| číslo operace | 30 (vrtání otvoru 3mm) | | |
| vhodný nástroj | R840-0300-50-A0A | | |
| výrobce | Sandvik | | |

Tabulka 4-6 [32][33][34][35]

4.4.4 Výrobní postup

| Čís. Op. | Číslo prac. | Typ stroje | Popis operace | Spec.nástroje, měřidla, přípravky | t _{AS} th | t _{AC} tk | |
|------------------------------|-------------|--|--|---|--|---|------------------------|
| | | | | | | | Číslo výkresu: 2014-02 |
| | |  FAKULTA STROJNÍ <i>Katedra technologie</i> obrábění | | VÝROBNÍ POSTUP | | Hmotnost: Ks/rok: -- čistá : hrubá : Ks/dávka: -- 100 160 Dávka/rok | |
| | | | | Název součásti: Materiál: ČSN 41 4220 Základová deska Polotovár: | | | |
| 5 | | frézka | upnout za šířku 400mm hrubovat hrany na rozměr dle výkresu frézovat na výšku 85mm otočit obrobek | T upínky | 8,22 10,97 | 30,0 | |
| 10 | | bruska | frézovat na výšku 81mm upnout na plocho brousit horní plochu na výšku 80,5mm otočit a upnout | | 10,97 30,00 | 40,0 | |
| 15 | | kontrola | brousit spodní plochu na výšku 80mm zkontrolovat rozměry a přímost plochy | | 30,00 | 10,0 | |
| 20 | | frézka | upnout za šířku 550mm frézovat spodní odlehčovací drážku otočit a upnout za šířku 550mm frézovat středovou drážku 52H7x30mm frézovat výběhy vrtáku po 6x60° frézovat T drážky do hloubky 47mm šířky 28mm frézovat spodní část T drážky do hloubky 48mm | stopková fréza kotoučová fréza | 3,32 3,93 20,94 30,35 18,06 | 30,0 | |
| 25 | | kontrola | zkontrolovat rozteče drážek | | | 10,0 | |
| 30 | | vrtáčka | upnout na výšku 550mm vrtat otvory průměru 10,1mm do hloubky 35mm vyřezat závity M12 do hloubky 30mm otočit a upnout na výšku 550mm vrtat otvory průměru 10,1mm do hloubky 35mm vyřezat závity M12 do hloubky 30mm upnout na výšku 400mm vrtat otvory průměru 3mm do hloubky 20mm stružit otvory průměru 3H7 mm vrtat otvor průměru 10,1mm do hloubky 40mm řezat závit M12 do hloubky 30mm otočit a upnout na výšku 400mm vrtat otvory průměru 3mm do hloubky 20mm stružit otvory průměru 3H7 mm vrtat otvor průměru 10,1mm do hloubky 40mm řezat závit M12 do hloubky 30mm | vrták Ø 10,1mm závitník M12 vrták Ø 10,1 mm závitník M12 vrták Ø 3 mm výstružník výstružník | 0,22 0,20 0,22 0,20 0,08 0,40 0,22 0,10 0,08 0,40 0,22 0,10 | 120,0 | |
| 35 | | kontrola | kontrola závitů a otvorů | | | 30,0 | |
| | | | | | minuty | 169,20 | 270,00 |
| | | | | | hodiny | 2,82 | 4,50 |
| Pokračování na listě: | | | | | | | |

Tabulka 4-7 Výrobní postup

5 Závěr

Cílem bakalářské práce bylo navrhnout vrtací přípravek umožňující vrtání průchozích otvorů pro zadanou skupinu součástí. Kromě samotného postupu při konstrukci přípravku obsahuje práce i teoretické poznatky o přípravcích. Teoretická část pojednává o základních pojmech a definicích v oblasti použití a konstrukce přípravků. Dále pak rozdělení do skupin s názornými obrázky jednotlivých zástupců popisovaného druhu.

Ve druhé části začíná vlastní konstrukce vrtacího přípravku počínající analýzou zadaných konstrukčních dílů přes stanovení potřebných upínacích sil až po návrh přípravku ve dvou variantách. Vybraná varianta je zpracována v SW Catia V5 jako model. Následuje vytvoření výrobních výkresů součástí přípravku a výrobního postupu pro základní díl nazývaný základová deska. Materiál obráběných součástí (těsnící zátky radiálních naklápěcích ložisek) je předepsán podle francouzské normy NF A35-551. Důležitým krokem bylo vyhledání tohoto materiálu v českých technických normách a následné stanovení potřebné upínací síly. V konstrukci je použit trapézový pohybový šroub, který je vhodně zakrytován pomocí krycích měchů od firmy Hennlich. Hydraulické upínání je realizováno hydraulickým válcem od firmy Roemheld s vnějším metrickým závitem pro zašroubování do libovolného tělesa s přivedeným tlakovým olejem. Čas potřebný k výrobě základové desky byl stanoven na 8 hodin.

Navržený přípravek by mohl být dále zdokonalen použitím elektrického ovládání pohybového šroubu krokovým motorem se současně navrženým hydraulickým upínáním. Tato varianta je ekonomicky náročnější než varianta mechanická. Při konstrukci bylo zohledněno další možné zdokonalení a proto není nutné zásadních změn součástí přípravku. Zejména základové desky a pohybového šroubu.

6 Literatura a odkazy

6.1 Seznam odborné literatury a zdrojů

- [1] Chladil, Josef. Přípravky a nástroje : část-obrábění. 3. Vyd. Brno : VUT, 1992. ISBN 80-214-0408-6.
- [2] Beneš, Vladimír; Mrkvica, Miloš. Teorie řezných nástrojů : určeno pro stud. fak. strojí. 1. vyd. Praha : ČVUT, 1990. ISBN 80-01-00265-9.
- [3] Schmidt, Eduard. Příručka řezných nástrojů. 2. vyd. Praha : SNTL, 1974.
- [4] Chvála, Břetislav; Votava, Josef. Přípravky : celost. vysokošk. učebnice pro strojí fakulty vys. škol techn.. 1. vyd. Praha : SNTL, 1988.
- [5] přednášky Katedry technologie obrábění, předmět Strojírenská technologie-obrábění, rok 2013
- [6] GTW Bearings s.r.o. [Online] [Citace: 20. listopad 2013] <http://www.gtw.cz>
- [7] Pramet Tools s.r.o. [Online] [Citace: 15.duben 2014] <http://www.pramet.com/download.php?id=604>
- [8] Sandvik CZ s.r.o. [Online] [Citace: 20. duben 2014] http://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/knowledge/calculators_and_software/apps_for_download/pages/drilling-calculator.aspx
- [9] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví [Online] [Citace: 10. listopad 2014] <https://csnonline.unmz.cz/default.aspx>
- [10] Sandvik CZ s.r.o. [Online] [Citace: 20. duben 2014] http://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/knowledge/materials/workpiece_materials/iso_p_steel/pages/default.aspx
- [11] Ripra s.r.o. [Online] [Citace: 20. duben 2014] <http://pdms-help.webnode.cz/news/sectihranne-matice-nerezove-dle-csn-021401-din-934-iso4032-en-24032/>
- [12] matis s.r.o. [Online] [Citace: 10.květen 2014] http://www.matis.cz/data/pdf/kulickove_srouby/TR_MATICE_4HRAN_BRONZ_QBF_STR.43.pdf
- [13] matis s.r.o. [Online] [Citace: 10.květen 2014] http://www.matis.cz/data/pdf/kulickove_srouby/PRISLUSENSTVI_KS_SFA.pdf
- [14] matis s.r.o. [Online] [Citace: 10.květen 2014] http://www.matis.cz/data/pdf/kulickove_srouby/TR_SROUBY_KUE_STR.22.pdf
- [15] matis s.r.o. [Online] [Citace: 10.květen 2014] http://www.matis.cz/data/pdf/kulickove_srouby/PRISLUSENSTVI_KS_SLA06_40.pdf
- [16] [Online] <http://www.svarecky-obchod.cz/kovoobrabeci-stroje/strojni-sveraky>
- [17] [Online] <http://www.zjp.cz/licni-deska-4315/p1111>
- [18] [Online] <http://www.i-zavitniky.cz/i-zavitniky/eshop/15-1/179-3-Univerzalni-sklicidla>
- [19] [Online] <http://www.markagro.cz/upinaci-klestina-5c-dm-010/>

- [20] [Online] <http://shop.strojniveraky.cz/index.php?cPath=66>
- [21] [Online] <http://www.uni-max.cz/naklapeci-stul-150-200-mm/d/>
- [22] [Online] <http://www.mmspektrum.com/clanek/vyuziti-pocitacove-podpory-pri-konstrukci-pripravku.html>
- [23] [Online] <http://www.batacz.cz/stanley-klice-hlavice-gola-sady-rucni-naradi/sverky-sveraky-kosorez-stanley/Stanley-Svorka-G-MaxSteel-100mm-4-0-83-034-113285.html>
- [24] [Online] <http://www.kleste.cz/eshop/2079-stahovak-yato-na-stahovani-lozisek-za-vnitri-otvor-o-prumeru-12-38mm--yt2510.html>
- [25] [Online] <http://www.i-zavitniky.cz/i-zavitniky/eshop/47-1-Rysovaci-podlozky-a-podpery/1175-2-Hrotove-pristroje/5/16365-Hrotovy-pristroj-kontrolni-2-hroty-300mm>
- [26] [Online] <http://www.marek.eu/sk/produkty/b-kipp-b-mechanicke-komponenty/upinaci-prvky/upinaci-naradi-svorky-paky-haky-klinove-upinace/04350-excentricky-upinac-se-stredovym-upinanim/>
- [27] Roemheld GmbH [Online] [Citace: 20.květen 2014]
<http://www.roemheld.de/EN/roemheld.aspx?cmd=DETAILS&Article=1460001&csid=35&sm=>
- [28] HIWIN s.r.o. [Online] [Citace: 20.květen 2014]
<http://www.hiwin.cz/download/4abbab958989065addba93044f2e5513>
- [29] matis s.r.o. [Online] [Citace: 10.květen 2014]
http://www.matis.cz/data/pdf/kulickove_srouby/KONCE_KS_SFA_SLA.pdf
- [30] Hennlich s.r.o. [Online] [Citace: 10.duben 2014]
<http://webredaktor.cz/hennlich/kryty/kryty.html>
- [31] přednášky Katedry technologie obrábění, předmět Přípravky a nástroje pro obrábění, rok 2013
- [32] přednášky Katedry technologie obrábění, předmět Projektování výrobních procesů, rok 2013
- [33] Sandvik CZ s.r.o. [Online] [Citace: 10.červen 2014]
http://www.sandvik.coromant.com/SiteCollectionDocuments/downloads/global/catalogues/cs-cz/CoroKey_2010.pdf
- [34] Seco Tools s.r.o. . [Online] [Citace: 10.červen 2014]
<http://ecat.secotools.com/Default.htm>
- [35] Pramet Tools s.r.o. [Online] [Citace: 10.červen 2014]
<http://www.pramet.com/download.php?id=573>

6.2 Seznam příloh

Příloha č.1: Vlastnosti oceli ČSN 41 2020

Příloha č.2: Model přípravku

Příloha č.3: Výkresová dokumentace

Příloha č.1

Vlastnosti oceli ČSN 41 2020

| ČSN 41 2020 | | Uhlíková ocel k cementování | | | | | OCEL | |
|--|--|---------------------------------|---|------------------|-------------|-----------|-----------|--|
| STN 41 2020 | | | | | | | 12 020 | |
| Chemické složení [hm. %] | | | | | | | | |
| C | Mn | Si | Cr | Ni | Cu | P | S | |
| 0,13-0,20 | 0,60-0,90 | 0,15-0,40 | max 0,25 | max 0,30 | max 0,30 | max 0,040 | max 0,040 | |
| Polotovary | | | | | | | | |
| [1] předvalky | [5] tyče tažené za studena | | | | | | | |
| [2] tyče válcované za tepla nebo kované | [6] tyče tepelně zpracované po tažení za studena | | | | | | | |
| [3] tlusté plechy válcované za tepla | [7] pásy a pruhy válcované za studena | | | | | | | |
| [4] výkovky | [8] dráty tažené za studena | | | | | | | |
| Mechanické vlastnosti | | | | | | | | |
| Polotovary | [1] [2] [4] | [2] [4] | | | [3] | | | |
| Rozměr t, d [mm] | – | 25-100 | 16 ¹⁾ | 30 ²⁾ | 4-60 | 61-120 | | |
| Stav | .0 | .1 | .4 | | .1 | | | |
| Mez kluzu R _e nebo R _p 0,2 [MPa] min | – | 225 | 350 | 300 | 245 | 235 | | |
| Mez pevnosti R _m [MPa] | – | min 390 | 550-900 | 500-750 | min 390 | min 380 | | |
| Tažnost A ₅ [%] min | – | 26 | 12 | 14 | napříč 25 | napříč 23 | | |
| Kontrakce Z [%] min | – | 55 | 30 | 40 | | | | |
| Vrubová houževnatost KCU3[J.cm ⁻²] min | – | – | 60 | 90 | – | napříč 35 | | |
| Tvrdość HB | max 169 | min 111 | 157-256 | 143-214 | – | | | |
| Modul pružnosti E [GPa] | 206 | | | | | | | |
| Modul pružnosti ve smyku G [GPa] | 79 | | | | | | | |
| Polotovary | [4] | | | | | [8] | | |
| Rozměr t, d [mm] | 100-300 | 300-500 | 500-1 000 | | – | | | |
| Stav | .5 | | | | | .3 | | |
| Mez kluzu R _e nebo R _p 0,2 [MPa] min | 215 | 205 | podle dohody | | – | | | |
| Mez pevnosti R _m [MPa] min | 390 | 380 | podle dohody | | max 520 | | | |
| Tažnost A ₅ [%] min | 27 | 26 | podle dohody | | – | | | |
| Tvrdość HB | – | | | | | max 146 | | |
| Fyzikální vlastnosti | | | | | | | | |
| Hustota | Měrná tepelná kapacita | Teplotní součinitel roztažnosti | Tepelná vodivost | | Rezistivita | | | |
| ρ [kg . m ⁻³] | c _p [J . kg ⁻¹ . K ⁻¹] | α [K ⁻¹] | λ _t [W . m ⁻¹ . K ⁻¹] | | ρ [Ω . m] | | | |
| 7 870 | 460 | 12,0 . 10 ⁻⁶ | 50,2 | | – | | | |

Technologické údaje

TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ

| | | |
|--------------------------------------|---|---|
| normalizační žhání | 880-920 °C | ochlazovat na vzduchu |
| žhání na měkko | 680-720 °C | ochlazovat v peci |
| cementování v plynu | 900-930 °C | ochlazovat na vzduchu nebo v ochlazovací jednotce |
| v prášku | 860-900 °C | ochlazovat v cementační krabici nebo na vzduchu |
| v solné lázni | 890-910 °C | ochlazovat na vzduchu |
| kalení | 780-810 °C | ochlazovat ve vodě (jednoduché součástky je možné přímo kalit z cementační teploty) |
| popouštění | 150-200 °C | ochlazovat na vzduchu |
| teploty přeměn | $A_{C1} \sim 720 \text{ °C}$ $A_{C3} \sim 840 \text{ °C}$ $M_s \sim 450 \text{ °C}$ | |
| tvrdost cementované vrstvy po kalení | $60 \pm 3 \text{ HRC}$ | |
| prokalitelnost do 8 mm (voda) | | |

TVAŘITELNOST

třída tvařitelnosti za tepla 1 teploty tváření 1 150-750 °C pomalu ochlazovat

SVAŘITELNOST

podle ČSN 05 1310 – zaručená

– zaručená podmíněná – pro tlusté plechy nad 61 mm

OBROBITELNOST

| | soustružení, hoblování | frézování, vrtání |
|---|------------------------|-------------------|
| polotovary [2] stav 0 | 16b | 14b |
| stav 1 | 15b | 15b |
| stav 4 | 14b | 14b |
| povrch po cementaci | 15b | 14b |
| povrch po cementaci po kalení – nutno brousit | | |

TECHNOLOGICKÉ ZKOUŠKY

zkouška lámavosti podle ČSN 42 0401

| | | | |
|------------------------|-----------|-------------------------------------|---------------------|
| polotovary [3] stav .1 | 4-60 mm | úhel ohybu $\alpha = 180 \text{ °}$ | průměr trnu $D = a$ |
| | 61-120 mm | $\alpha = 180 \text{ °}$ | $D = 2a$ |
| polotovary [7] stav .2 | | $\alpha = 180 \text{ °}$ | $D = 0,5 a$ |

Použití

Méně namáhané strojní součásti silničních motorových vozidel určené k cementování se střední pevností v jádře po kalení, např. méně namáhaná ozubená kola, vačkové hřídele, vložky, větší řetězová kola, pouzdra, vodítka. Záchytné zvony a trny pro naftový průmysl. Ve stavu žháném na háky jeřábů, výtahů apod. součásti k cementování lisované z plechu. Není vhodná ke galvanickému pokovování.

Ostatní vlastnosti

| Druh oceli podle způsobu výroby | Barevné značení podle ČSN 42 0010 | Třída odpadu podle ČSN 42 0030 |
|---|-----------------------------------|--------------------------------|
| martinská, elektroocel, kyslíková konvertorová nebo tandemová – uklidněná | zelená-bílá-oranžová | 007 |

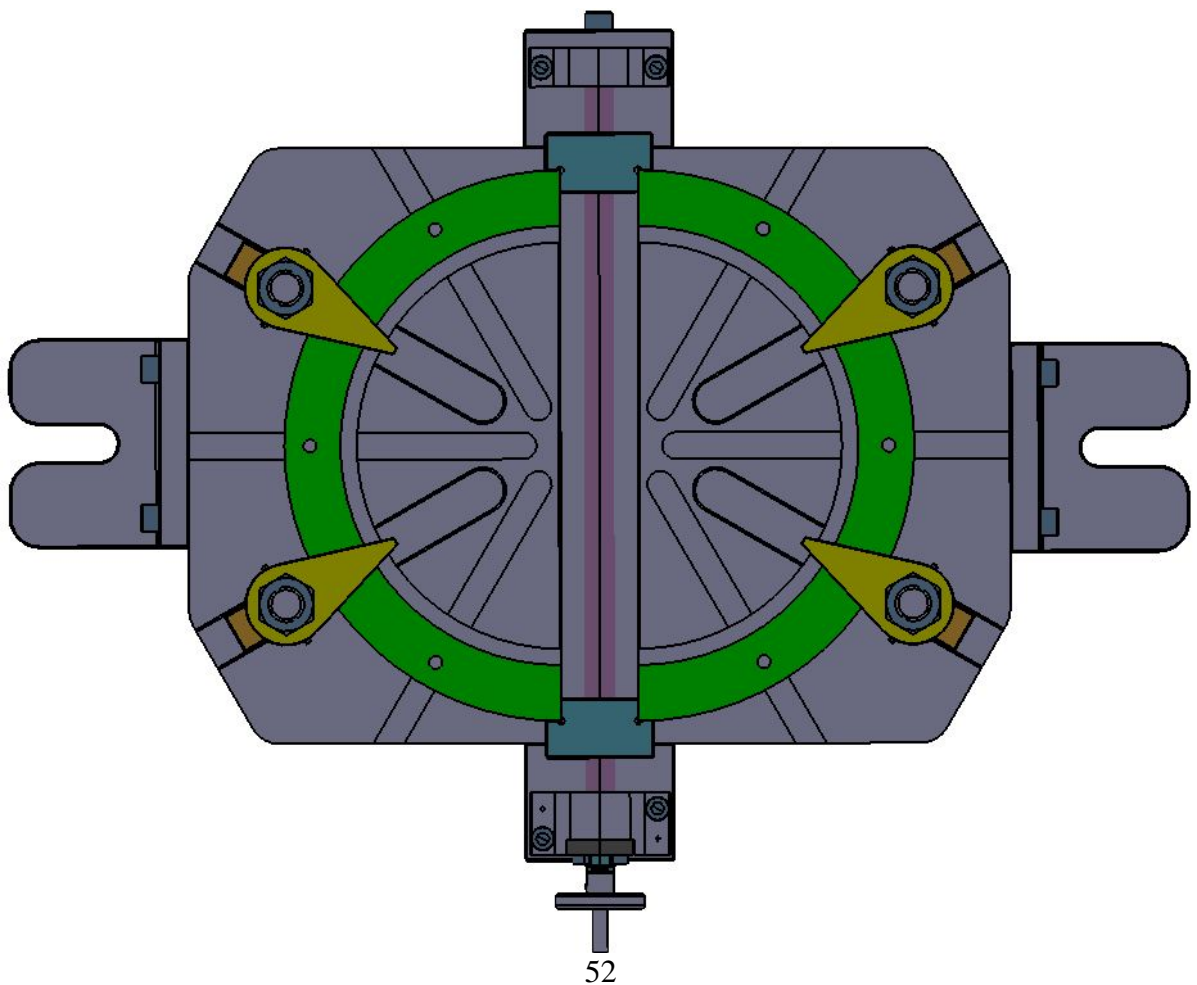
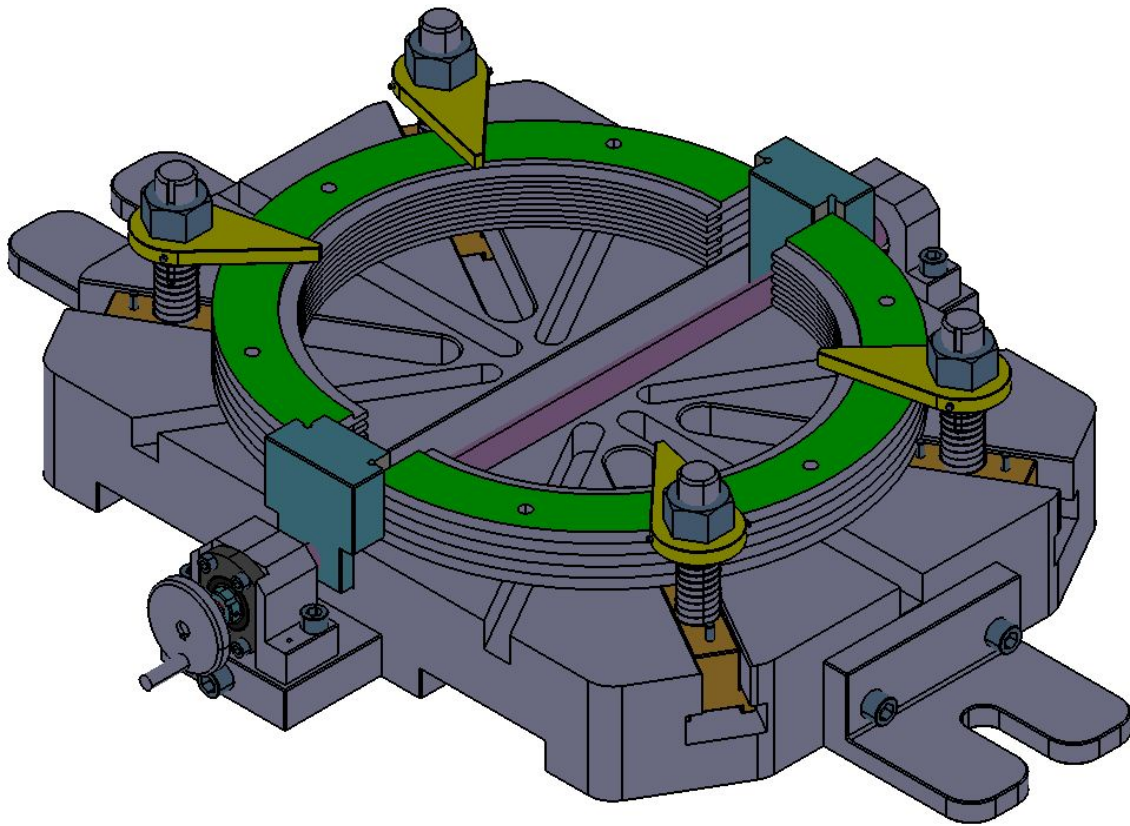
Porovnání se zahraničními materiály

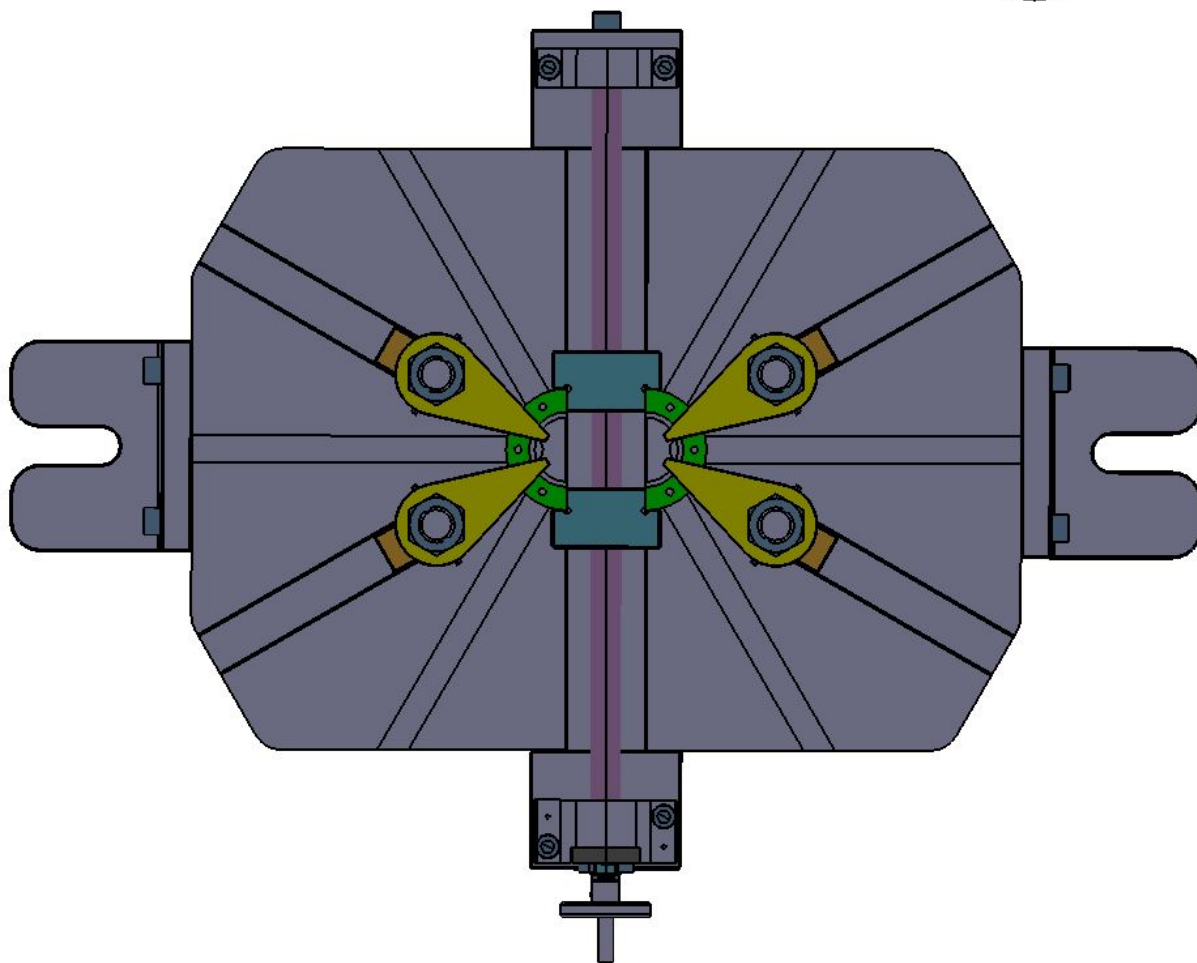
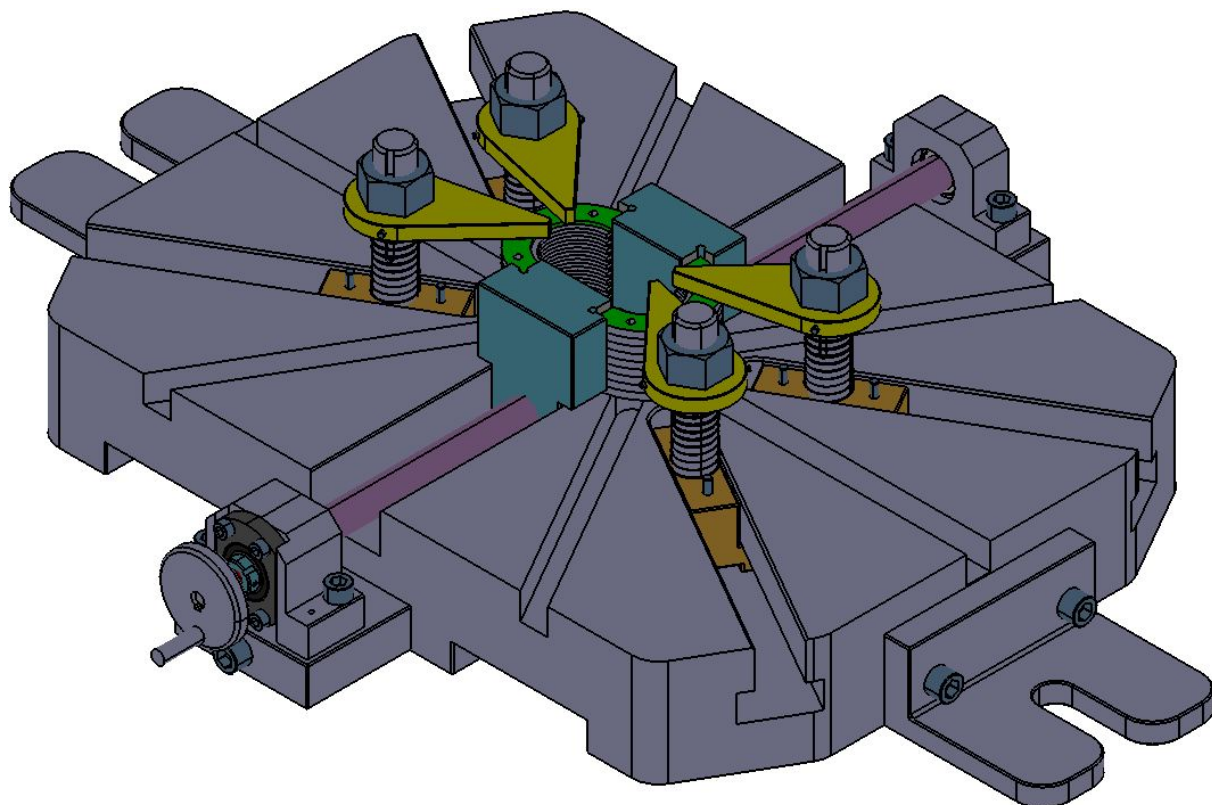
| ISO | | EURO | | Německo | |
|------------|-----------------|----------------|---------------|-----------|----------------|
| C15E4 | ISO 683/11-87 | C15E | EN 10084-94 | C15 | DIN 17210 |
| C16E4 | ISO 683/11-87 | 2C15 | EN 84-70 | C15 | DIN 1652/3 |
| | | | | Ck15 | DIN 27220 |
| | | | | Ck15 | DIN 1652/3 |
| | | | | C15E | DINEN 10084-94 |
| Francie | | Velká Británie | | Rusko | |
| C18RR | NF A36-103-93 | 080M15 | BS 970/1-83 | | |
| C15E | NF EN 10084-94 | 080A15 | BS 970/1-83 | - | - |
| XC18 | NF A35-551 | | | | |
| USA | | Japonsko | | Kanada | |
| Gr.1016 | ASTM A576 | | | | |
| Gr.1016 | ASTM A106-85 | | | | |
| Itálie | | Rakousko | | Švédsko | |
| C15 | UNI 5949-67 | | | 1370-04 | SS 141370 |
| Polsko | | Maďarsko | | Norsko | |
| | | | | | |
| Finsko | | Švýcarsko | | Španělsko | |
| | | C15 | 10642 | C15k | UNE 36011-75 |
| | | Ck15 | 10642 | C16k | UNE 36013-79 |
| Austrálie | | Čína | | Bulharsko | |
| 1016 | AS 1442-83 | 15 | GB 699-88 | 15 | BDS 5785-83 |
| | | 15 | GB 3275-91 | | |
| | | 15 | GB 3522-83 | | |
| | | H15A | GB 1300-77 | | |
| Jugoslávie | | Belgie | | | |
| č. 1 220 | JUS C.B9.020-89 | C16-2 | NBN 253-03-72 | | |

[9]

Příloha č.2

Model přípravku





Příloha č.3

Výkresová dokumentace

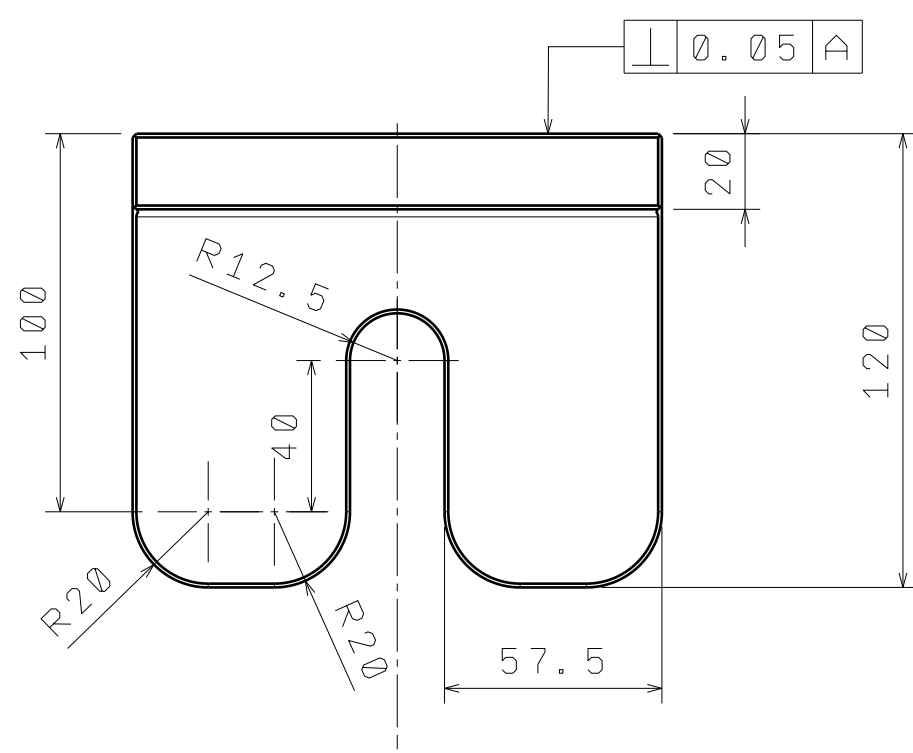
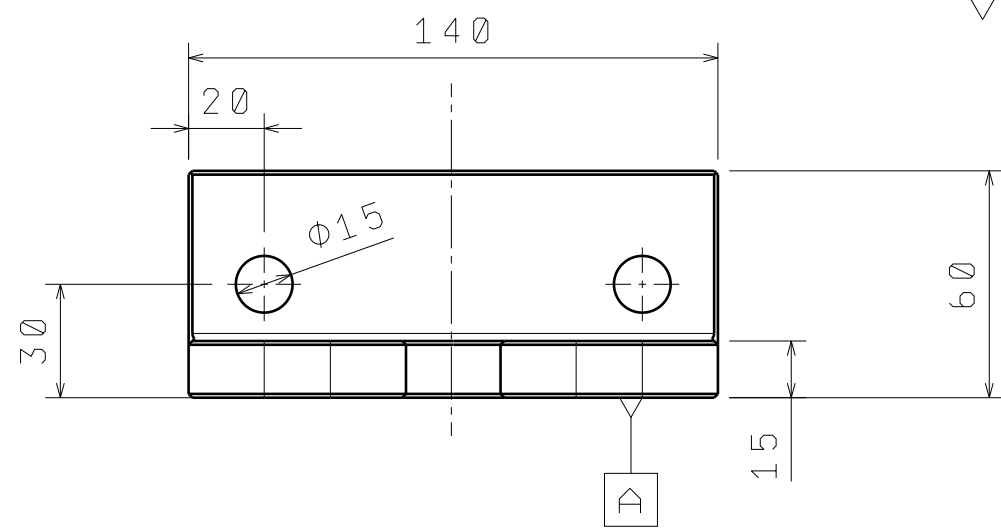
1

2

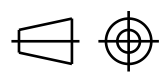
3

4

Ra 3,2



MATERIÁL ČSN 41 2020 POLOTOVAR 150x70x130 ČSN 42 5114
 NEKÓTOVANÁ SRAŽENÍ 1x45°



ISO 128

TOLEROVANI
 ISO 8015
 ISO 2768mK

Zapadoceská univerzita v Plzni
 Vsechna prava vyhrazena/All rights reserved

SCHVALIL

DATUM

NAZEV

Adam

5.6.2014

SOUBOR

Uchycení ke stolu

Vykres bocni upinka.CATDrawing

KONTROLOVAL

DATUM

FORMAČISLO VYKRESU

REV

XXX

xxx

A4

2014-04

X

Kreslil

DATUM

MERITKO 1:2

HMOTNOST (kg) 2,66

LIST

1/1

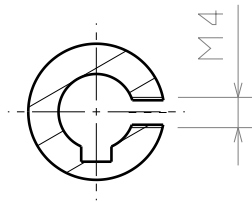
Adam Polasek

5.6.2014

1

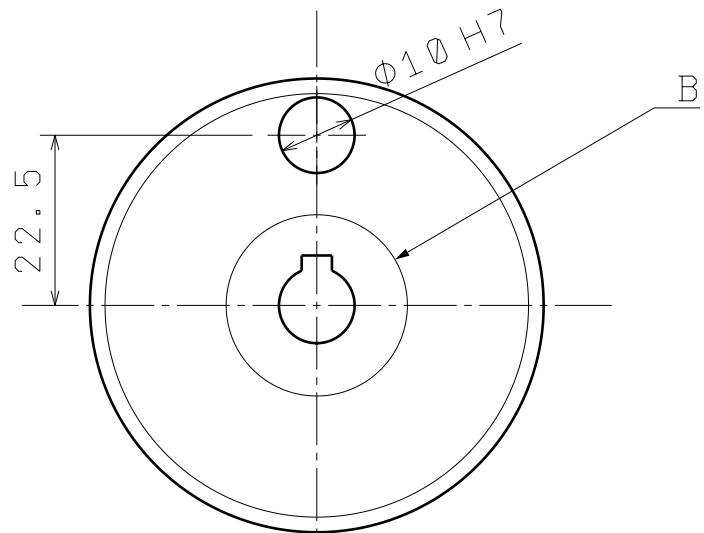
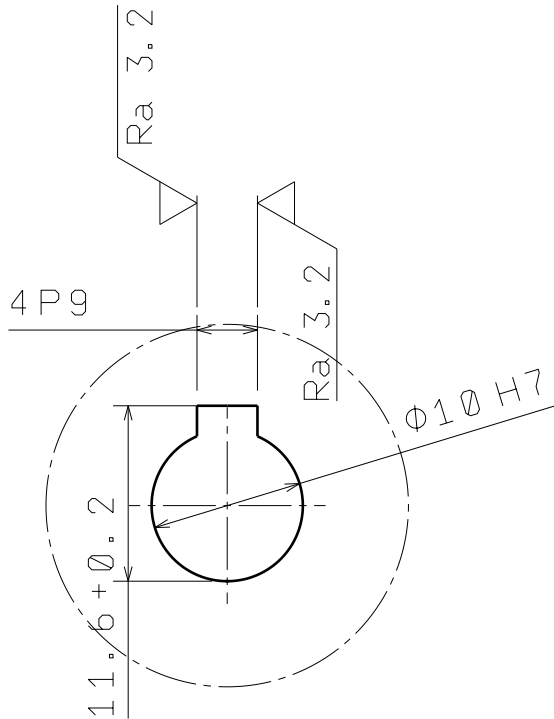
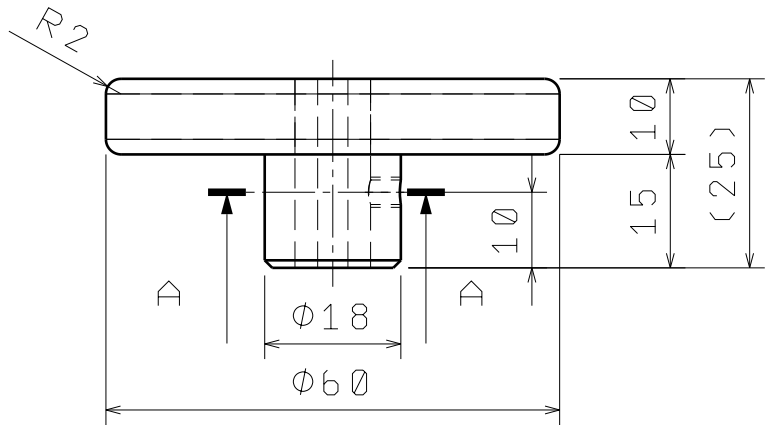
4

A-A
M 1:1



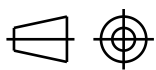
Ra 3.2

Detail B
M 2:1



MATERIÁL ČSN 41 2020 POLOTOVAR KR70-40

NEKÓTOVANĀ SRAŽENĀ 1x45°



ISO 128

TOLEROVANI
ISO 8015
ISO 2768mK

Zapadoceskā univerzita v Plzni

Vsechna prava vyhrazena/All rights reserved

NAZEV

Klika

SCHVALIL

DATUM

Adam

10.6.2014

SOUBOR

Vykres Klika.CATDrawing

KONTROLOVAL

DATUM

FORMAČISLO VYKRESU

REV

XXX

xxx

A4

2014-12

X

Kreslil

DATUM

MERITKO 1:1

HMOTNOST (kg) 0,25

LIST

1/1

Adam Polasek

10.6.2014

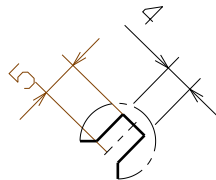
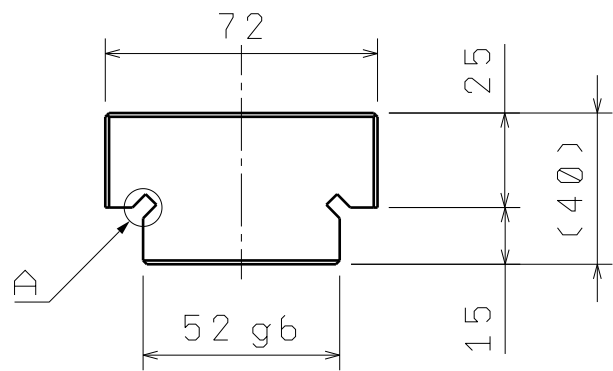
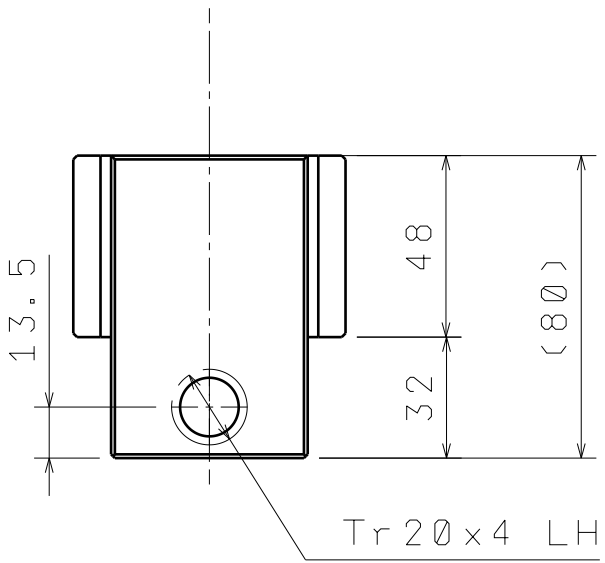
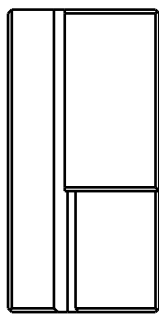
1

2

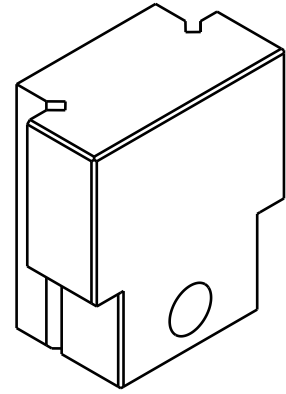
3

4

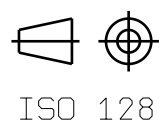
Ra 3,2



Detail A
M 1:1



MATERIÁL ČSN 41 2020 POLOTOVAR 4HR75-90
NEKÓTOVANÁ SRAŽENÍ 1x45°



TOLEROVANI
ISO 8015
ISO 2768mk

Zapadoceska univerzita v Plzni
Vsechna prava vyhrazena/All rights reserved

| | |
|--------------|-----------|
| SCHVALIL | DATUM |
| Adam | 10.6.2014 |
| KONTROLOVAL | DATUM |
| XXX | xxx |
| Kreslil | DATUM |
| Adam Polasek | 10.6.2014 |

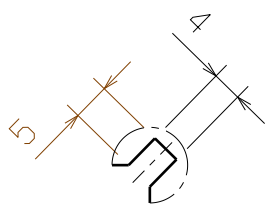
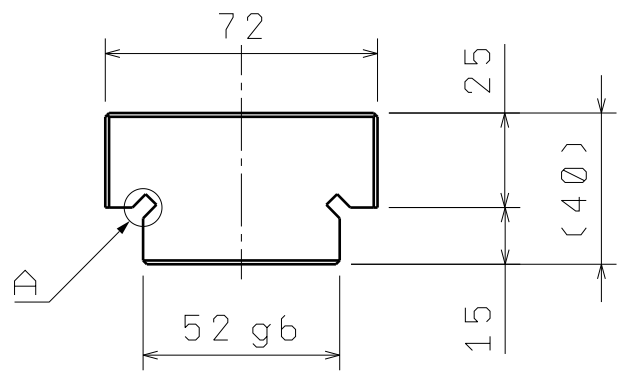
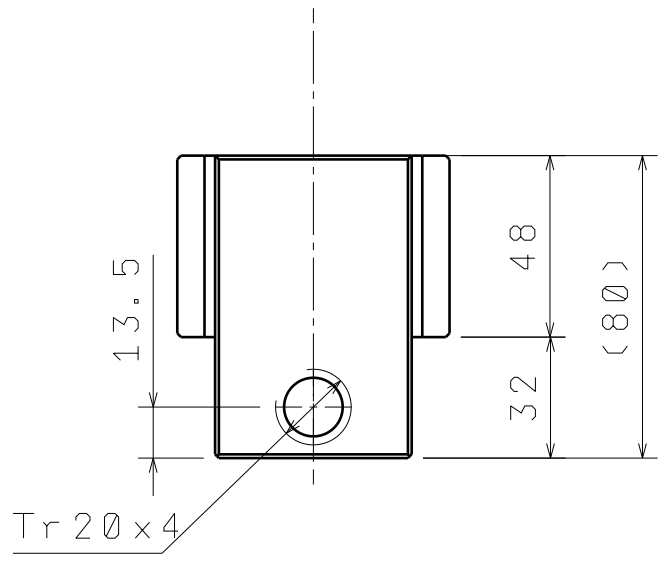
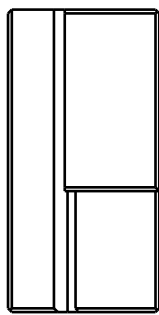
| |
|-----------|
| DATUM |
| 10.6.2014 |
| DATUM |
| xxx |
| DATUM |
| 10.6.2014 |

| | | | |
|---|--------------------|------|-----|
| NAZEV | | | |
| Středový doraz L | | | |
| SOUBOR | | | |
| Vykres Stredovy doraz Levotocivy zavit.CATDrawing | | | |
| FORMA | CISLO VYKRESU | REV | |
| A4 | 2014-05 | X | |
| MERITKO 1:2 | HMOTNOST (kg) 1,56 | LIST | 1/1 |

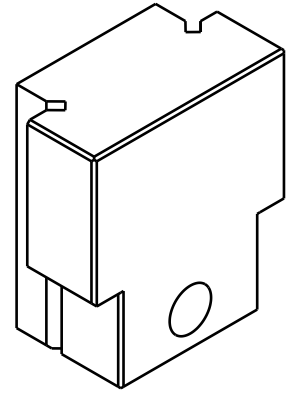
1

4

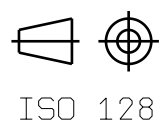
Ra 3,2



Detail A
M 1:1



MATERIÁL ČSN 41 2020 POLOTOVAR 4HR75-90
NEKÓTOVANÁ SRAŽENÍ 1x45°



TOLEROVANI
ISO 8015
ISO 2768mK

Zapadoceská univerzita v Plzni
Vsechna prava vyhrazena/All rights reserved

SCHVALIL
Adam

DATUM
10.6.2014

NAZEV
Středový doraz P

KONTROLOVAL
XXX

DATUM
xxx

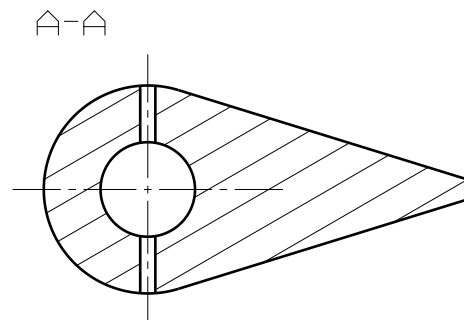
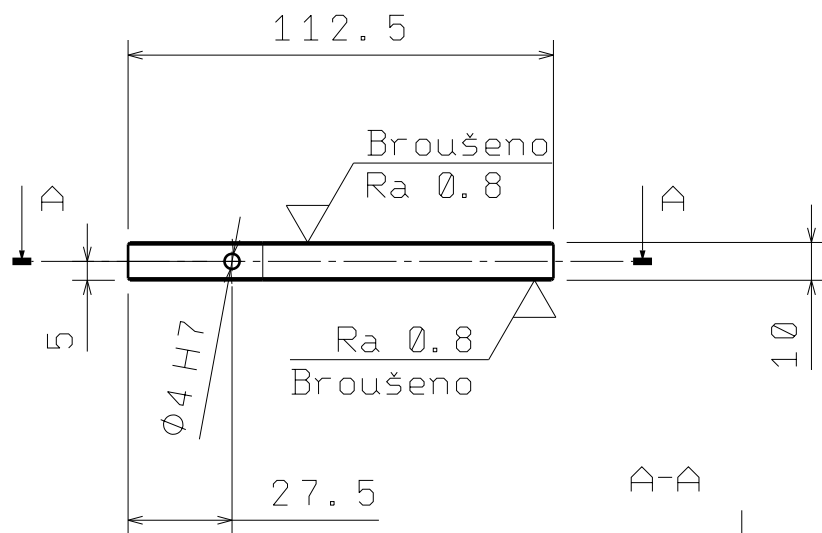
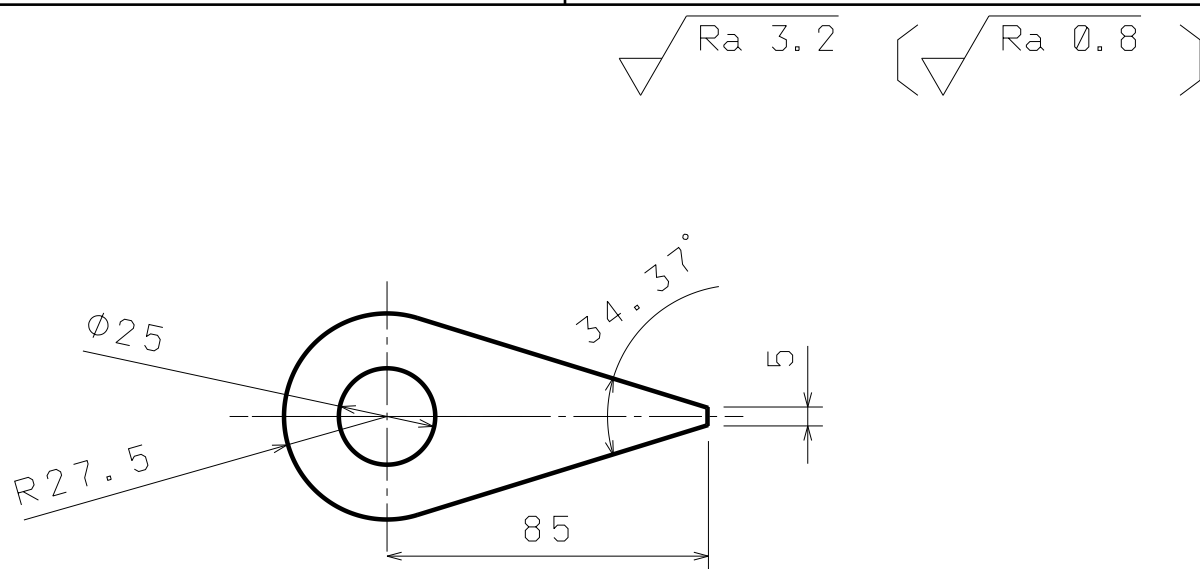
SOUBOR Vykres Stredovy doraz Pravotocivy zavit. CATDrawing
FORMAČISLO VYKRESU

Kreslil
Adam Polasek

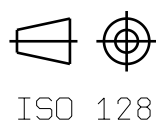
DATUM
10.6.2014

A4 2014-06 X

MERITKO 1:2 HMOTNOST (kg) 1,56 LIST 1/1



MATERIÁL ČSN 41 2020 POLOTOVAR PLO60x25-120
NEKÓTOVANÁ SRAŽENÍ 1x45°



TOLEROVANI
ISO 8015
ISO 2768mk

Zapadoceská univerzita v Plzni
Vsechna prava vyhrazena/All rights reserved

| | |
|--------------|----------|
| SCHVALIL | DATUM |
| Adam | 5.6.2014 |
| KONTROLOVAL | DATUM |
| XXX | xxx |
| Kreslil | DATUM |
| Adam Polasek | 5.6.2014 |

| | | | |
|-------------|--------------------|--------------------------------|-----|
| NAZEV | | T-Upínka nos | |
| SOUBOR | | Vykres_T_upinka_nos.CATDrawing | |
| FORMA | CISLO VYKRESU | REV | |
| A4 | 2014-07 | X | |
| MERITKO 1:2 | HMOTNOST (kg) 0,52 | LIST | 1/1 |

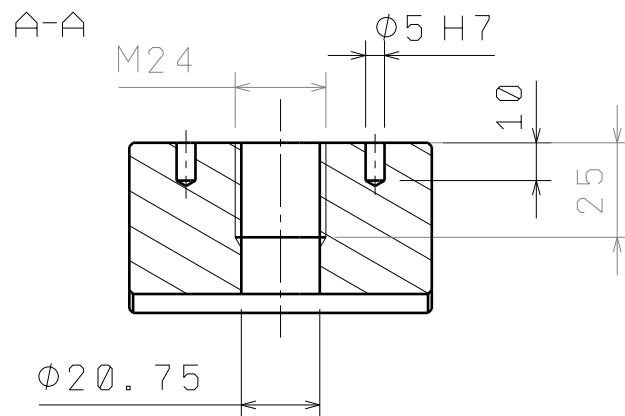
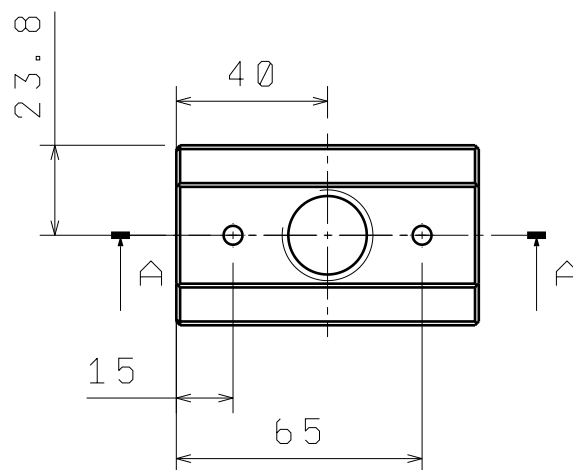
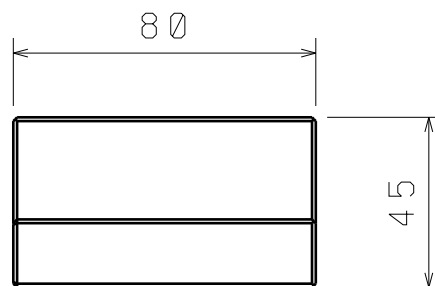
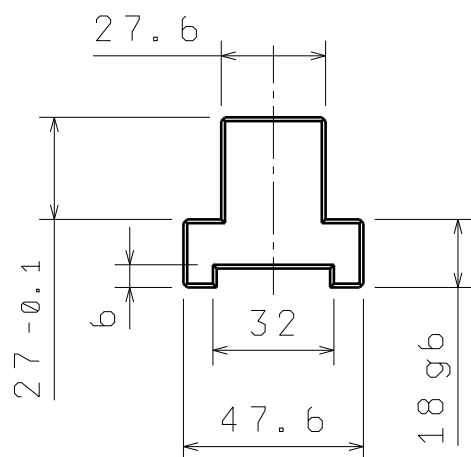
1

2

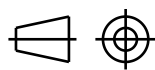
3

4

Ra 3.2



MATERIÁL ČSN 41 2020 POLOTOVAR 4HR50-100
NEKÓTOVANÁ SRAŽENÍ 1X45°



ISO 128

TOLEROVANI
ISO 8015
ISO 2768mk

Zapadoceská univerzita v Plzni

Vsechna prava vyhrazena/All rights reserved

NAZEV

T-Upínka matice

SCHVALIL

Adam

DATUM

5.6.2014

SOUBOR

Vykres T-upínka spodni díl.CATDrawing

KONTROLOVAL

XXX

DATUM

xxx

FORMAČÍSLO VYKRESU

A4

2014-08

REV

X

Kreslil

DATUM

5.6.2014

MERITKO 1:2

HMOTNOST (kg) 0,80

LIST

1/1

Adam Polasek

1

4

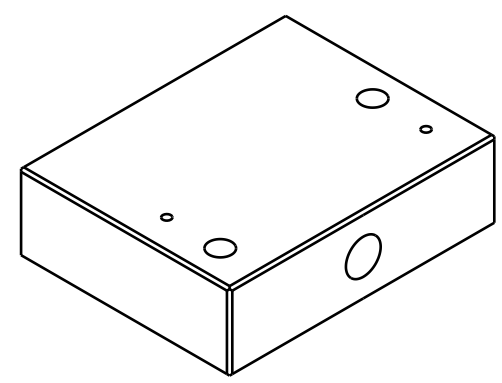
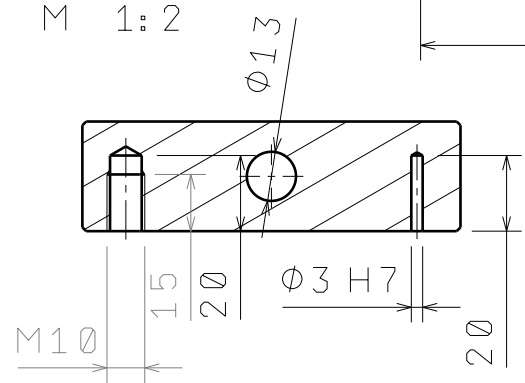
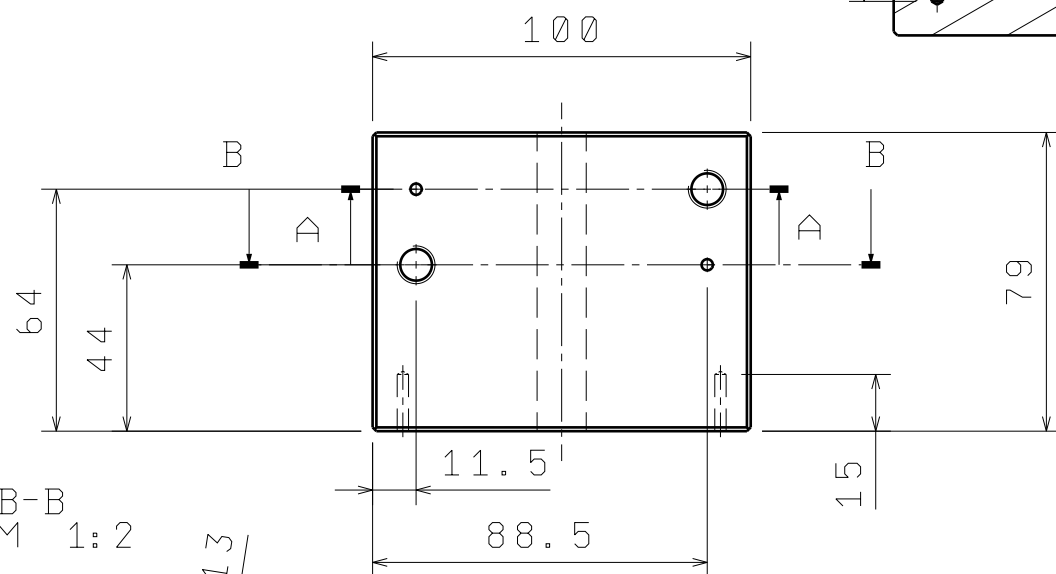
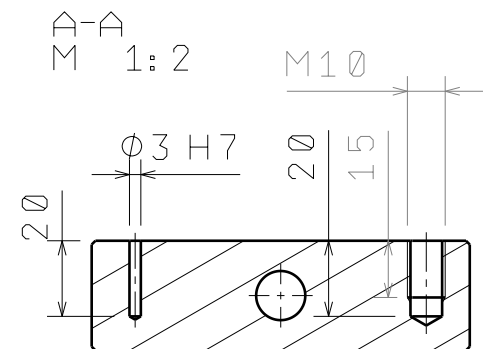
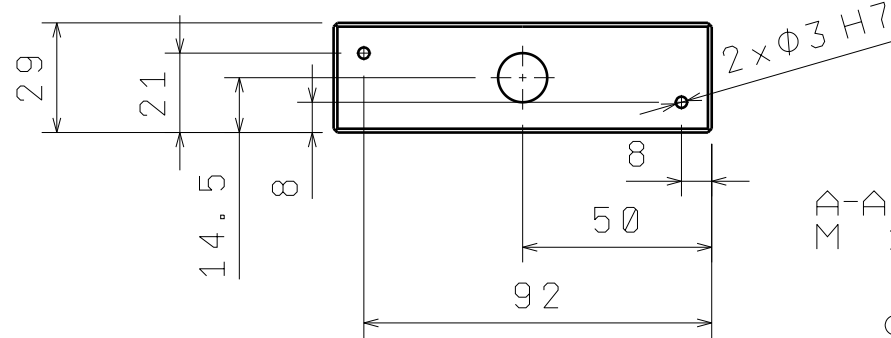
1

2

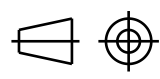
3

4

Ra 3,2



MATERIÁL ČSN 41 2020 POLOTOVAR PLO 80x20-100
 NEKÓTOVANÁ SRAŽENÍ 1x45°



ISO 128

TOLEROVANI
 ISO 8015
 ISO 2768mk

Zapadoceská univerzita v Plzni

Vsechna prava vyhrazena/All rights reserved

SCHVALIL

DATUM

NAZEV

Uchytení pevného konce šroubu

Adam

10.6.2014

SOUBOR

Vykres uchytení pevný konec.CATDrawing

KONTROLOVAL

DATUM

FORMAČÍSLO VYKRESU

REV

XXX

xxx

A4

2014-09

X

Kreslil

DATUM

MERITKO 1:2

HMOTNOST (kg) 1,69

LIST

1/1

Adam Polasek

10.6.2014

1

4

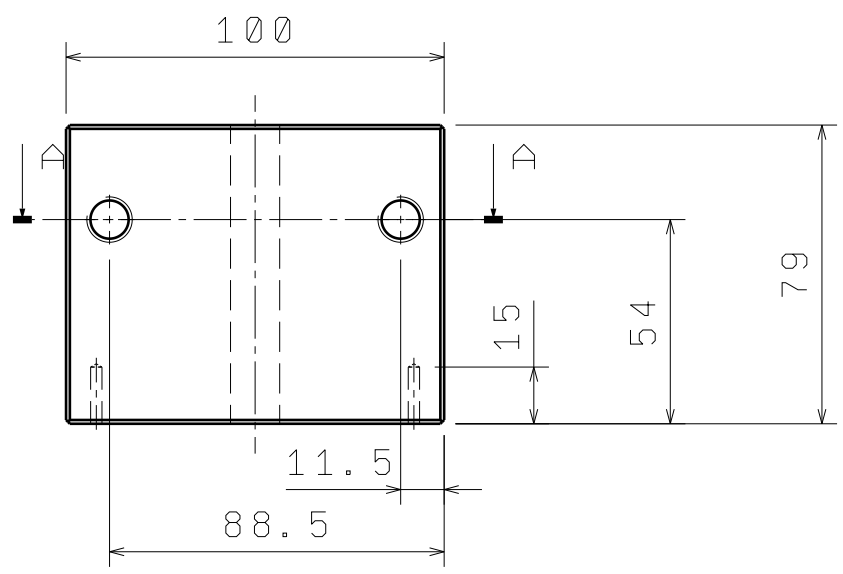
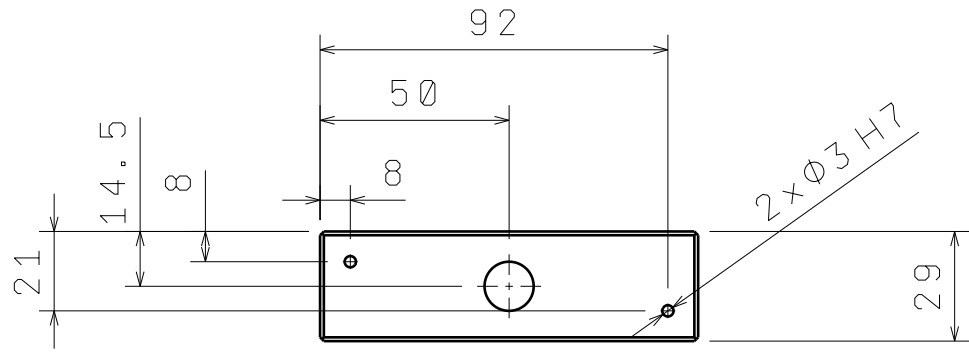
1

2

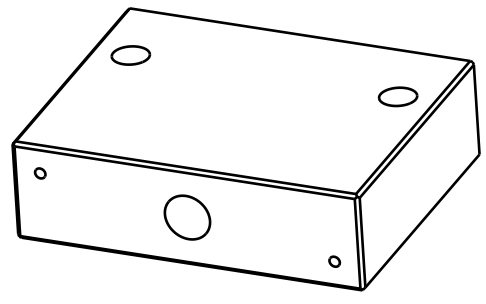
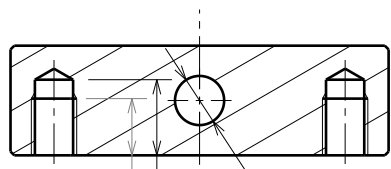
3

4

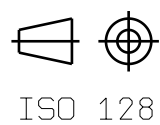
Ra 3,2



A-A
M 1:2



MATERIÁL ČSN 41 2020 POLOTOVAR PLO80x20-100
 NEKÓTOVANÁ SRAŽENÍ 1x45°



TOLEROVANI
 ISO 8015
 ISO 2768mk

Zapadoceská univerzita v Plzni
 Vsechna prava vyhrazena/All rights reserved

SCHVALIL
 Adam

DATUM
 10.6.2014

NAZEV
 Uchytení volného konce šroubu

KONTROLOVAL
 XXX

DATUM
 xxx

SOUBOR
 Vykres uchytení volny konec.CATDrawing

FORMAČISLO VYKRESU
 A4 2014-10 REV
 X

Kreslil
 Adam Polasek

DATUM
 10.6.2014

MERITKO 1:2 HMOTNOST (kg) 1,69 LIST 1/1

1

4

1

2

3

4

A

A

B

B

C

C

D

D

24

Ra 3,2

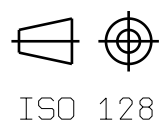
70

124

4 H8

2

UPRAVIT ZÁVRTNÝ ŠROUB M24x100 ČSN 02 1174.20



TOLEROVANI
ISO 8015
ISO 2768mk

Zapadoceska univerzita v Plzni
Vsechna prava vyhrazena/All rights reserved

| | |
|--------------|-----------|
| SCHVALIL | DATUM |
| Adam | 10.6.2014 |
| KONTROLOVAL | DATUM |
| XXX | xxx |
| Kreslil | DATUM |
| Adam Polasek | 10.6.2014 |

| |
|-----------|
| DATUM |
| 10.6.2014 |
| DATUM |
| xxx |
| DATUM |
| 10.6.2014 |

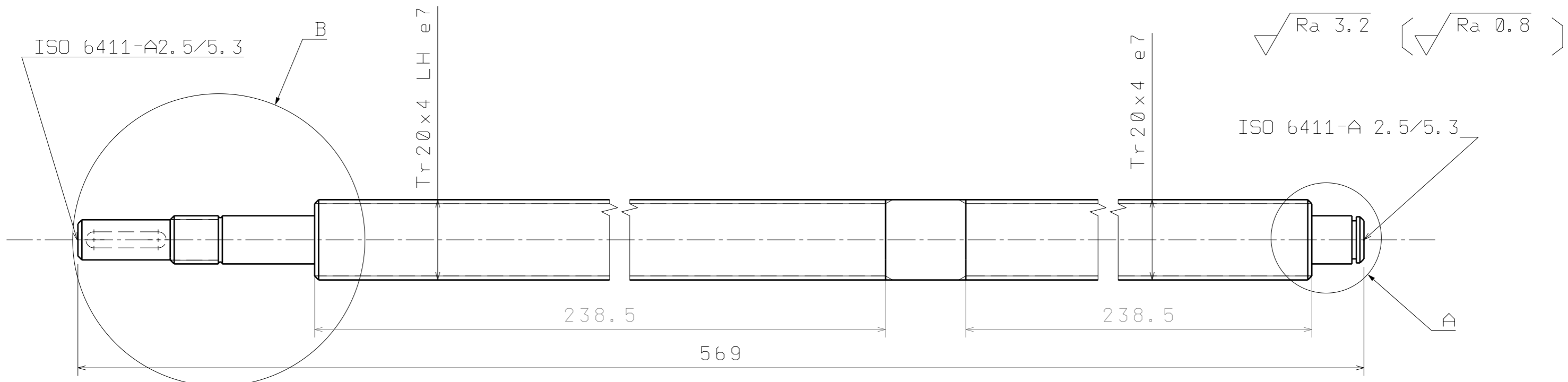
| | | | |
|---|--------------------|------|-----|
| NAZEV | | | |
| Závrtný šroub M24x100 | | | |
| SOUBOR | | | |
| Vykres závrtný šroub M24x100.CATDrawing | | | |
| FORMA | CISLO VYKRESU | REV | |
| A4 | 2014-11 | X | |
| MERITKO 1:2 | HMOTNOST (kg) 0,05 | LIST | 1/1 |

1

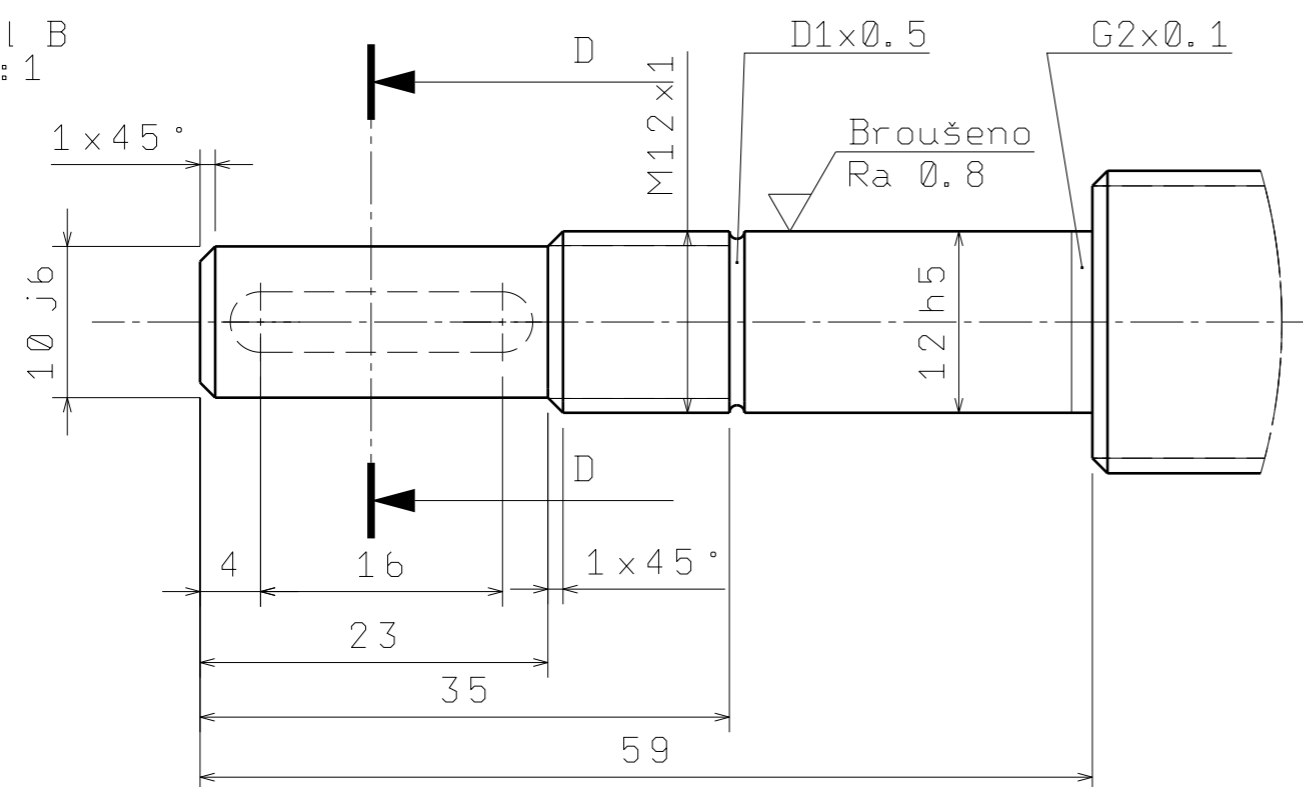
4

| POZICE | POČET | NÁZEV - ROZMĚR | POLOTOVAR - NORMA | MATERIÁL | HMOT. | Č. VÝKRESU |
|--------|-------|---------------------------|--------------------------|------------------|-------|------------|
| 1 | 1 | ZÁKLADOVÁ DESKA | 410x90x560 ČSN 42 5114 | ČSN 41 4220 | 100 | 2014-02 |
| 2 | 2 | UCHYČENÍ KE STOLU | 150x70x130 ČSN 42 5114 | ČSN 41 2050 | 2,66 | 2014-04 |
| 9 | 1 | UCHYČENÍ PEVNÉHO KONCE | PLO80x20-100 ČSN 42 5522 | ČSN 41 2050 | 1,69 | 2014-09 |
| 16 | 1 | UCHYČENÍ VOLNÉHO KONCE | PLO80x20-100 ČSN 42 5522 | ČSN 41 2050 | 1,69 | 2014-10 |
| 7 | 1 | STŘEDOVÝ DORAZ L | 4HR75-90 ČSN 42 5522 | EN 1982 CuSn12-C | 1,56 | 2014-05 |
| 8 | 1 | STŘEDOVÝ DORAZ P | 4HR75-90 ČSN 42 5522 | EN 1982 CuSn12-C | 1,56 | 2014-06 |
| 19 | 1 | POHYBOVÝ ŠROUB | KR25-600 ČSN 42 6510 | ČSN 41 2050 | 1,28 | 2014-03 |
| 22 | 4 | MATICE T UPÍNKY | 4HR 50-100 ČSN 42 5522 | ČSN 41 2050 | 0,8 | 2014-08 |
| 23 | 4 | NOS T UPÍNKY | PLO60x25-120 ČSN 42 5522 | ČSN 41 2050 | 0,52 | 2014-07 |
| 5 | 1 | KLIKA | KR70-40 ČSN 42 6510 | ČSN 41 2050 | 0,25 | 2014-12 |
| 11 | 6 | KOLÍK | ISO 2338 3x30 | | | |
| 12 | 2 | ŠROUB | ISO 4762 M12x100 | | | |
| 13 | 1 | DOMEČEK PEVNÉHO KONCE | SFA-12 | | | |
| 14 | 1 | PŘÍRUBOVÉ LOŽISKO | ZKLFA 1263-2Z | | | |
| 15 | 4 | ŠROUB | ISO 4762 M6x16 | | | |
| 10 | 2 | ŠROUB | ISO 4762 M10x35 | | | |
| 17 | 1 | KULIČKOVÉ LOŽISKO | DIN 6201 RS | | | |
| 18 | 1 | DOMEČEK VOLNÉHO KONCE | SLA-12 | | | |
| 6 | 3 | STAVĚCÍ ŠROUB | ISO 4766 M4x5 | | | |
| 20 | 1 | POJISTNÝ KROUŽEK 10 | DIN 471 | | | |
| 21 | 1 | POJISTNÁ MATICE | HIR-12 | | | |
| 3 | 4 | ŠROUB | ISO 4762 M12x50 | | | |
| 4 | 1 | PERO 4P9x4x16 | ČSN 02 2562 | | | |
| 24 | 4 | MATICE M24 | ISO 4032 M24 | | | |
| 25 | 8 | KOLÍK | ISO 2338 5x20 | | | |
| 26 | 4 | ZÁVRTNÝ ŠROUB M24x100 | ČSN 02 1174.20 | | | |
| 27 | 8 | KOLÍK | ISO 2338 4x20 | | | |
| 29 | 1 | KOLÍK | ISO 2338 10x40 | | | |
| 28 | 4 | PRUŽINA TL 1,6x2,7x67x6,5 | ČSN 026020 | | | |

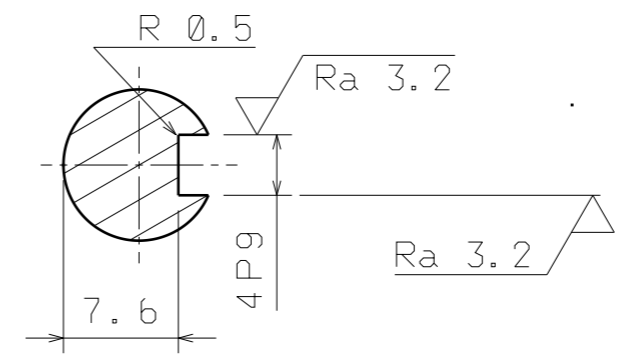
| | | | | | |
|-----------------------------------|--|---|--|---------------|--|
| ČÍSLO VÝKRESU SESTAVY 2014-01S | | Zapadoceská univerzita v Plzni Vsechna práva vyhrazena/All rights reserved | | | |
| SCHVÁLIL | | NÁZEV KUSOVNÍK PŘÍPRAVKU | | | |
| Adam | | SOUBOR Vykres_KUSOVNIK.CATDrawing | | | |
| KONTROLOVAL | | FORMÁT | | ČÍSLO VÝKRESU | |
| XXX | | A4 | | 2014-01K | |
| Kreslil | | MERITKO | | HMOTNOST (kg) | |
| Adam Polasek | | | | LIST 2/2 | |



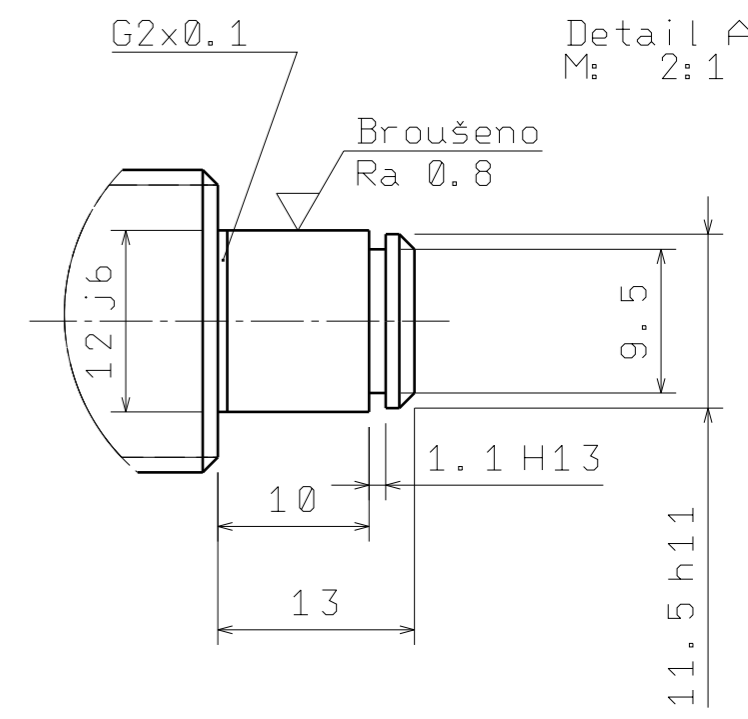
Detail B
M: 2:1



D-D
M: 2:1

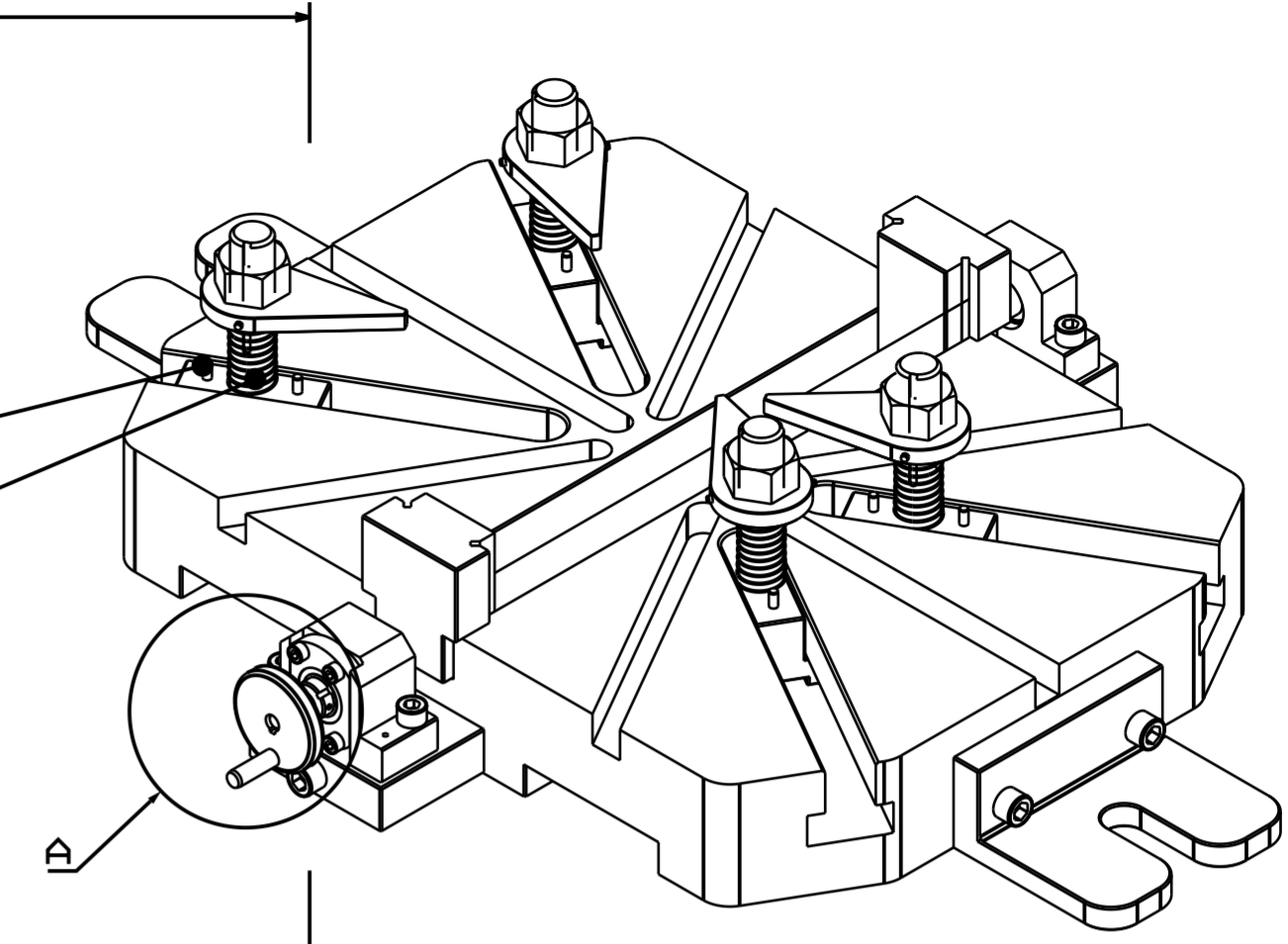
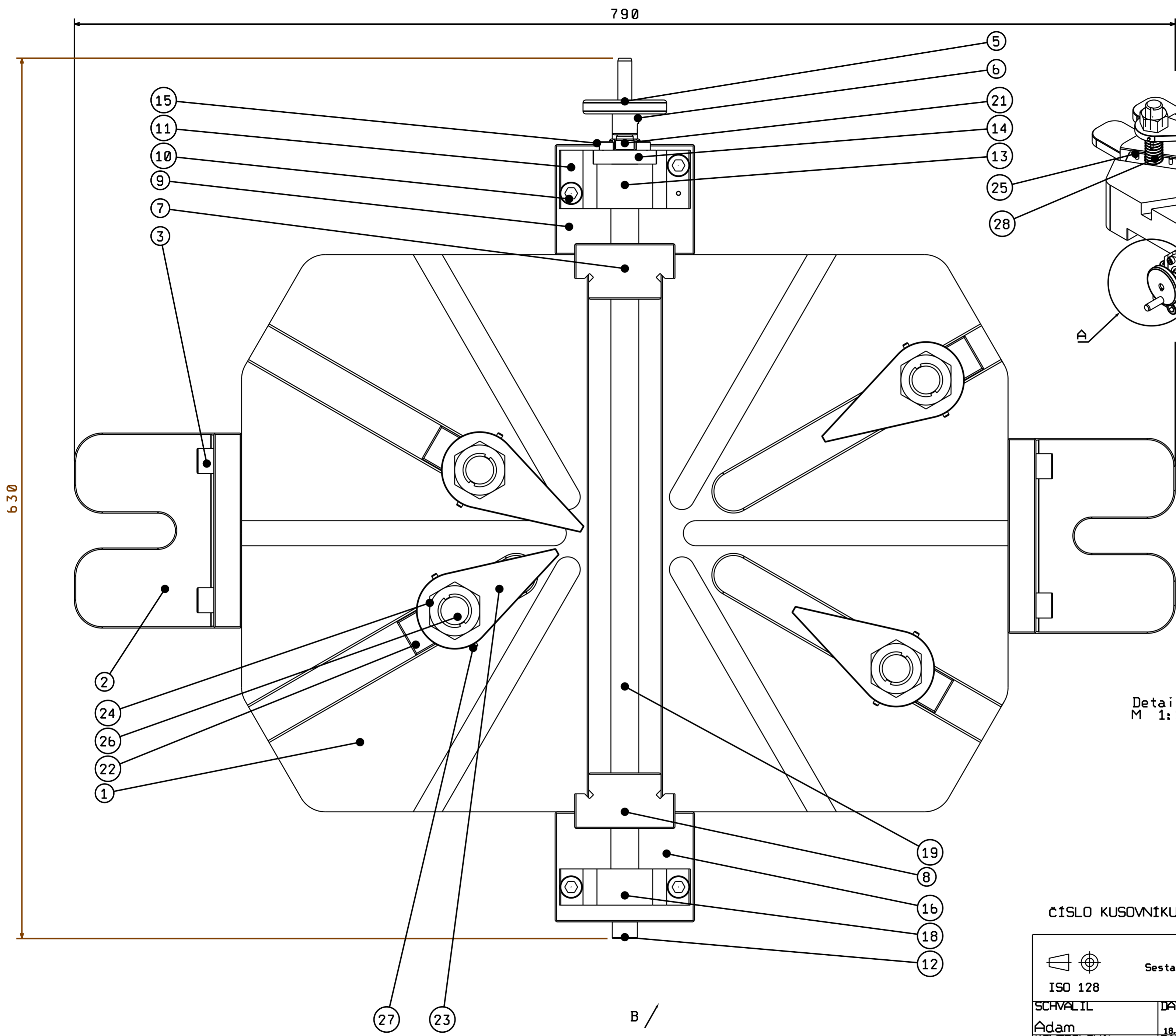


Detail A
M: 2:1

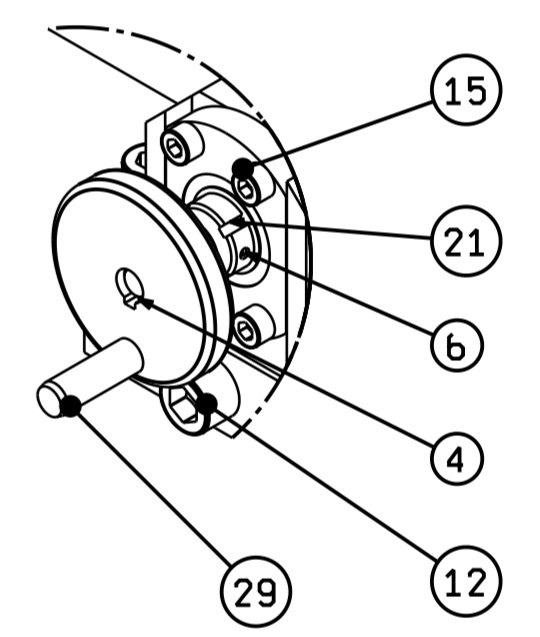


MATERIÁL ČSN 41 2020 POLOTOVAR KR25-600

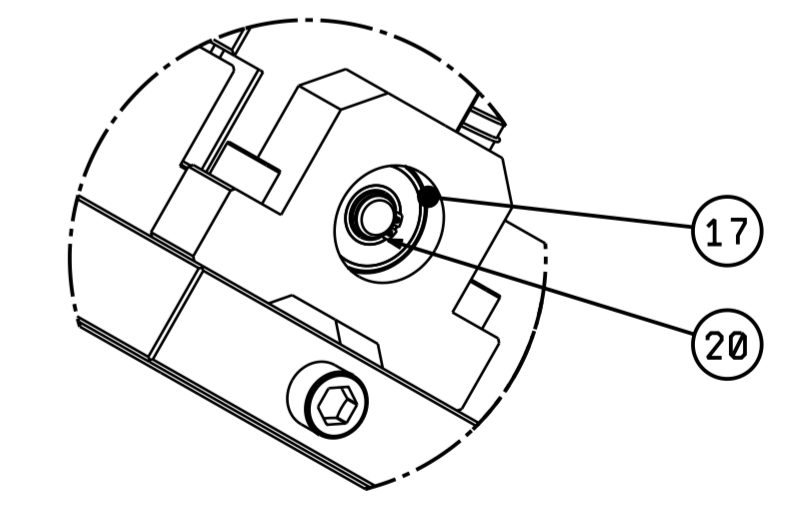
| | | | | | |
|---------------------------------|--|---|--|---|--|
| <p>ISO 128</p> | | <p>TOLEROVANI ISO 8015 ISO 2768mk</p> | | <p>Zapadoceska univerzita v Plzni Vsechna prava vyhrazena/All rights reserved</p> | |
| <p>SCHVALIL Adam</p> | | <p>DATUM 8.6.2014</p> | | <p>NAZEV Pohybový šroub</p> | |
| <p>KONTROLOVAL XXX</p> | | <p>DATUM xxx</p> | | <p>SOUBOR Vykres pohybovy_sroub.CATDrawing</p> | |
| <p>Kreslil Adam Polasek</p> | | <p>DATUM 8.6.2014</p> | | <p>FORMACISLO VYKRESU A3</p> | |
| | | | | <p>2014-03</p> | |
| | | | | <p>REV X</p> | |
| | | | | <p>MERITKO 1:1 HMOTNOST (kg) 1,28</p> | |
| | | | | <p>LIST 1/1</p> | |



Detail A
M 1:2



Detail C Pohledu B
M 1:2

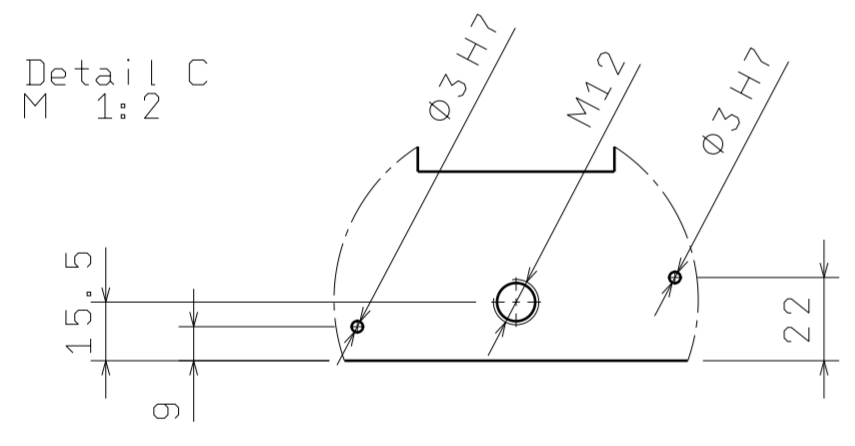
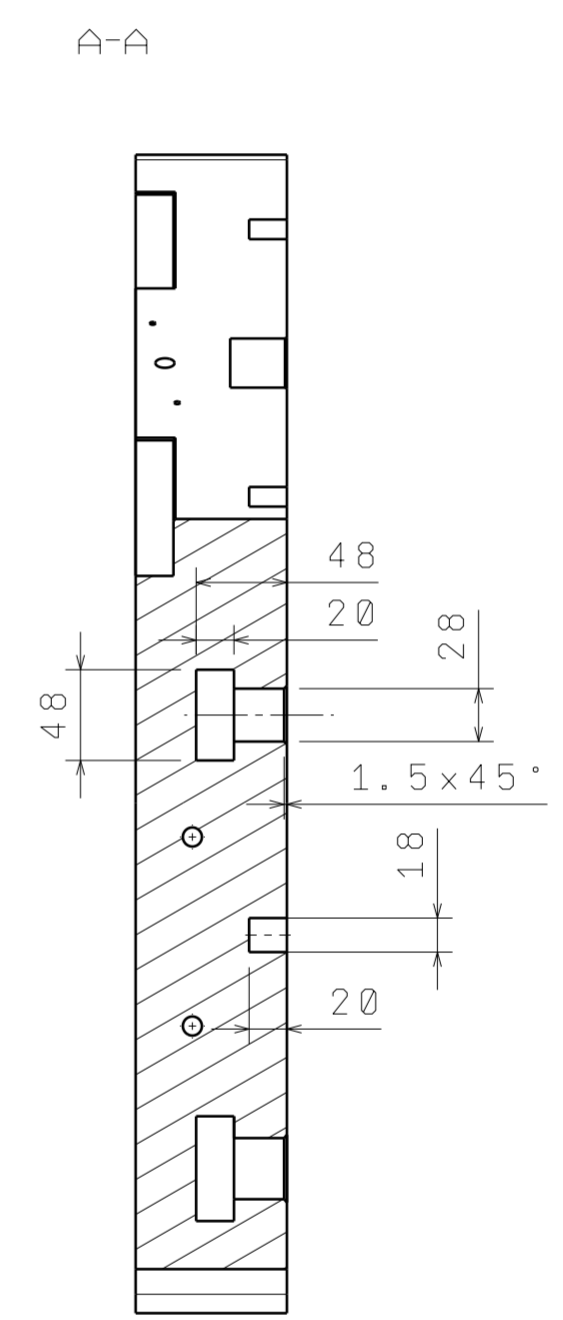
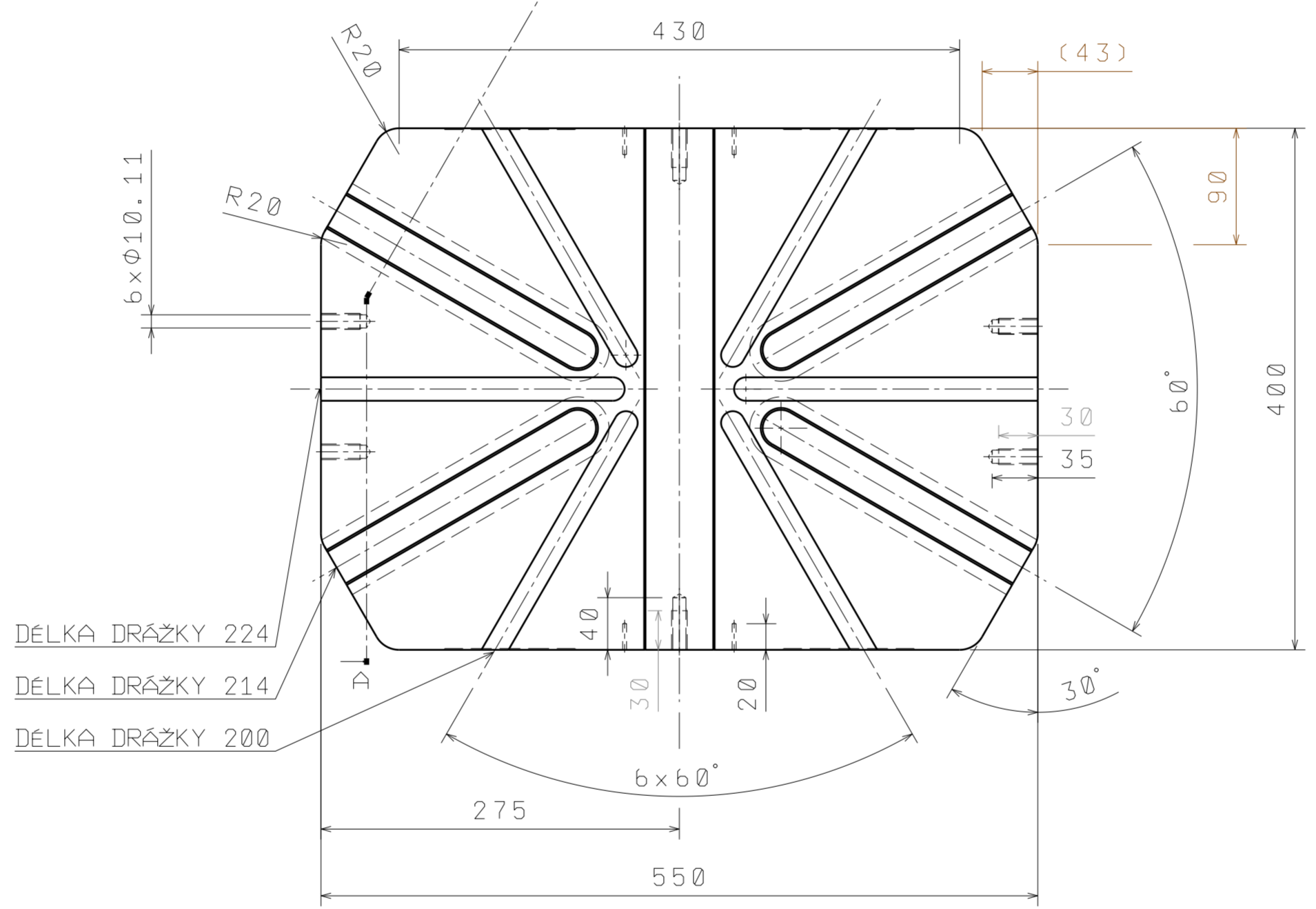
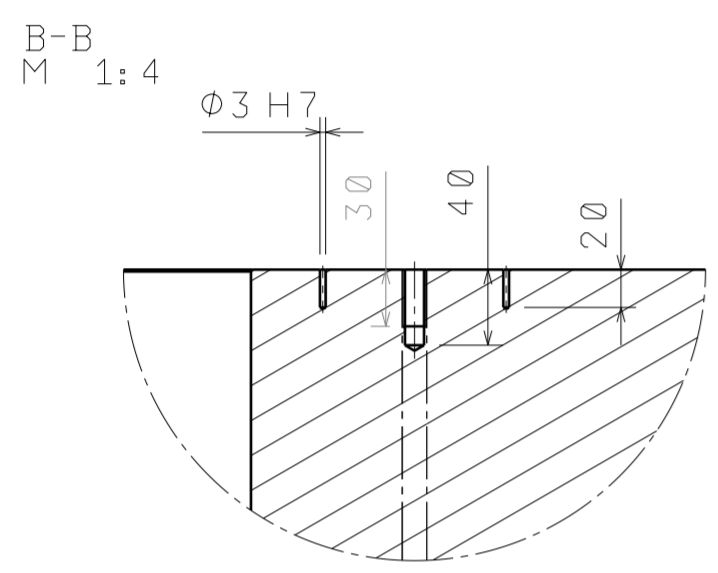
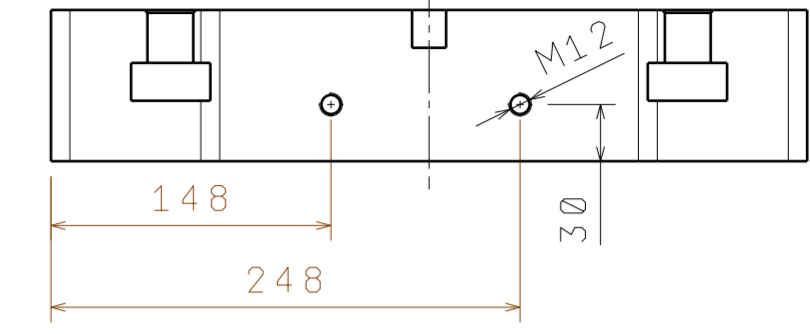
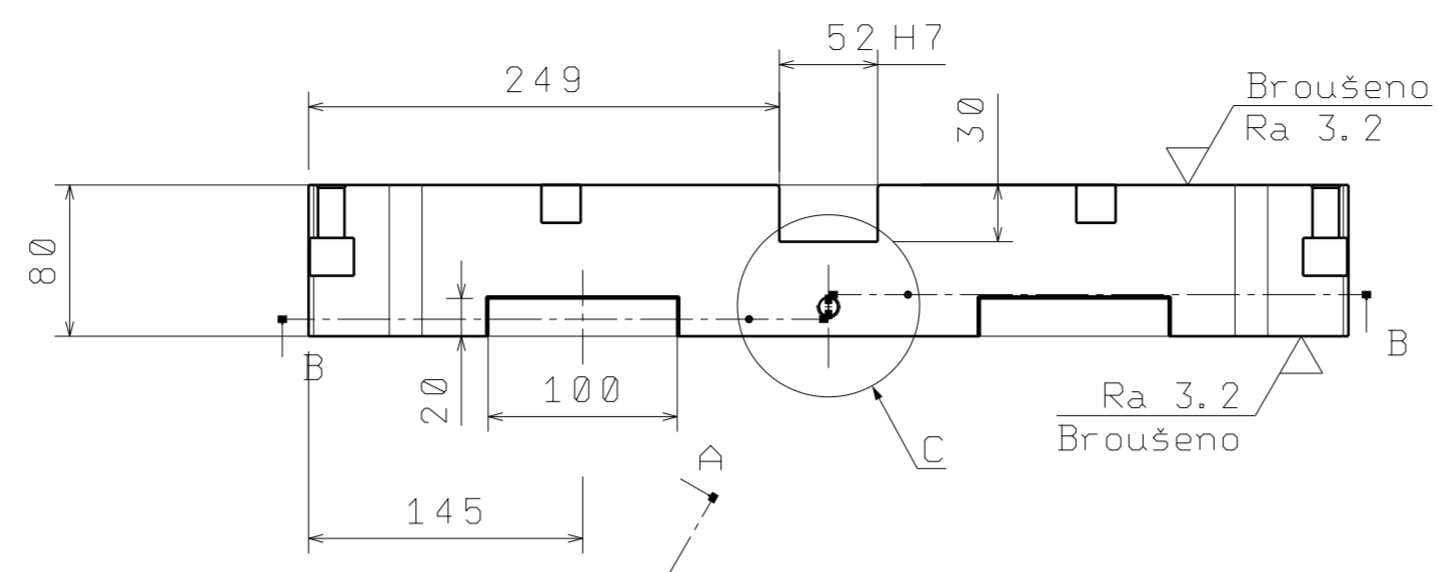
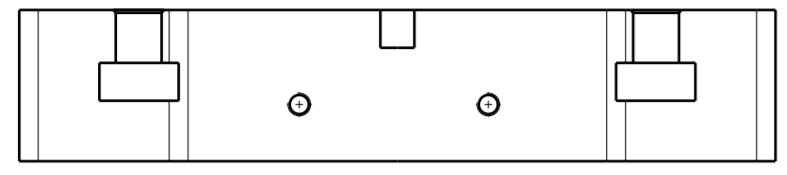


ČÍSLO KUSOVNÍKU 2014-01K

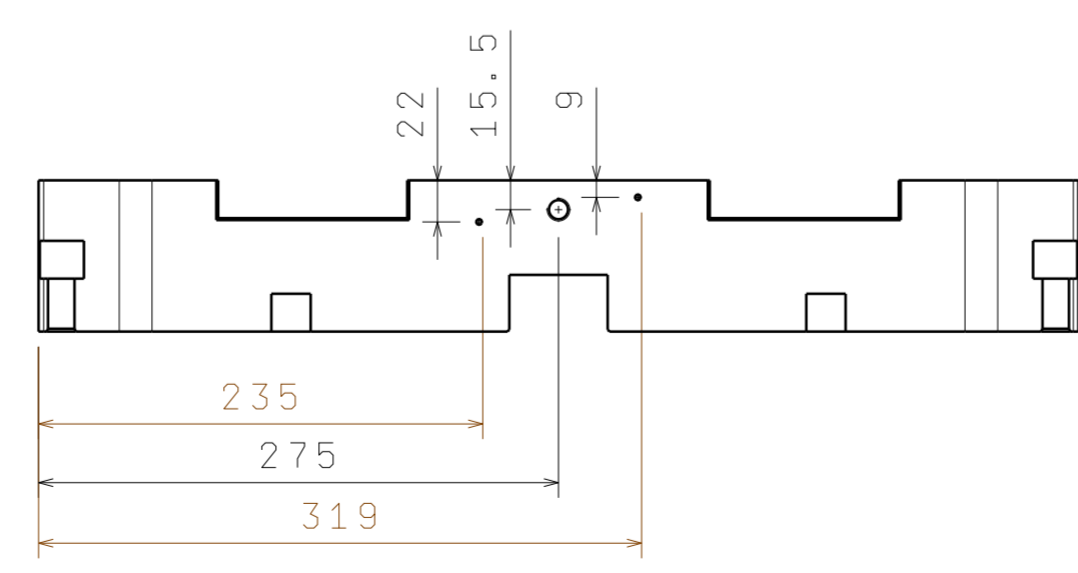
| | | | | | |
|--------------|--|-------------|--|---|--|
| ISO 128 | | Sestava | | Zapadočeská univerzita v Plzni | |
| | | | | Vsechna práva vyhrazena/All rights reserved | |
| SCHVALIL | | DATUM | | NAZEV | |
| Adam | | 18. 6. 2014 | | Sestava Přípravek | |
| KONTROLOVAL | | DATUM | | SOUBOR | |
| XXX | | xxx | | Vykres_sestava_prip_ravek.CATDrawing | |
| Kreslil | | DATUM | | FORMÁT/ČÍSLO VÝKRESU | |
| Adam Polasek | | 18. 6. 2014 | | A2 2014-01S | |
| | | | | MERITKO 1:1 Hmotnost (kg) 130 | |
| | | | | LIST 1/2 | |

B /

√ Ra 3.2



DÉLKA DRÁŽKY 224
DÉLKA DRÁŽKY 214
DÉLKA DRÁŽKY 200



MATERIÁL ČSN 41 4220 POLOTOVAR 410x90x560
NEKÓTOVANÁ SRAŽENÍ 1x45°

| | | | | | |
|---------------------------------|--|---|--|---|--|
| <p>ISO 128</p> | | <p>TOLEROVANI ISO 8015 ISO 2768mk</p> | | <p>Zapadočeská univerzita v Plzni Vsechna práva vyhrazena/All rights reserved</p> | |
| <p>SCHVALIL Adam</p> | | <p>DATUM 6. 6. 2014</p> | | <p>NAZEV Základová deska</p> | |
| <p>KONTROLOVAL XXX</p> | | <p>DATUM xxx</p> | | <p>SOUBOR Vykres_zakladova_deska.CATDrawing</p> | |
| <p>Kreslil Adam Polasek</p> | | <p>DATUM 6. 6. 2014</p> | | <p>FORMAČÍSLO VÝKRESU A2 2014-02</p> | |
| | | <p>MERITKO 1:4</p> | | <p>HMOTNOST (kg) 99, 29</p> | |
| | | <p>LIST</p> | | <p>1/1</p> | |