

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B 2301 Strojní inženýrství
Studijní zaměření: Stavba energetických strojů a zařízení

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Modernizace přípravků pro výrobu a montáž pohonů PRO-M pro
reaktory VVER 440

Autor: **Václav KAZDA**
Vedoucí práce: **Ing. Jan Zdebor, CSc.**

Akademický rok 2019/2020

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta strojní

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Václav KAZDA
Osobní číslo:	S17B0127P
Studijní program:	B2301 Strojní inženýrství
Studijní obor:	Stavba energetických strojů a zařízení
Téma práce:	Modernizace přípravků pro výrobu a montáž pohonů PRO-M pro reaktory VVER 440
Zadávací katedra:	Katedra energetických strojů a zařízení

Zásady pro vypracování

Přípravek pro obrábění drážek brzdové čelisti pohonu PRO-M.

Cílem práce je modernizace a optimalizace vybraných přípravků pro výrobu dílů a montáž pohonů typů PRO-M určených pro reaktory VVER 440/V213.

1. Popis, cíl a účel modernizace – zlepšení přesnosti obrábění rozměrů drážek vůči středu součásti, snazší obsluha přípravku a snížení rizika chyb při upínání obrobku do přípravku vlivem lidského faktoru.
2. 3D model přípravku.
3. Výrobní výkresy.
4. Kusovník (včetně návrhu materiálu) – např. v excelu.

Rozsah bakalářské práce: **30 – 40 stran**
Rozsah grafických prací: **minimálně 8 x A3**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

- Shigley, J. E.; Mischke, Ch. R.; Budynas, R. G.: Konstruování strojních součástí. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, nakladatelství VUTIUM, 2010, 1300 s., ISBN 978-80-214-2629-0
- Budynas, R. G., Nisbett, J. K.: Shigley's Mechanical Engineering Design. New York, The McGraw-Hill Companies, 8th edition, 2006, ISBN-13: 978-0073312605
- Norton, R. L.: Machine Design: An Integrated Approach (3rd Edition), Prentice Hall, ISBN-13: 978-0131481909
- Hosnedl S.: Obecně strojní části 1, ISBN 978-80-261-0125-3, Západočeská univerzita v Plzni, 2012
- Technická dokumentace ŠKODA JS, poskytnutá odborným konzultantem

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Zdebor, CSc.**
ŠKODA JS a.s.

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Věra Kollrosová**
Škoda JS a.s.

Datum zadání bakalářské práce: **31. října 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **28. května 2020**



Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan



Dr. Ing. Jaroslav Synáč
vedoucí katedry

Prohlášení o autorství

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

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

V Plzni dne:

.....

podpis autora

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu této bakalářské práce Ing. Janu Zdeborovi CSc. za cenné rady a vstřícnost. Poděkování patří také mé konzultantce Ing. Věře Kollrosově hlavně za praktické rady.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Kazda	Jméno Václav		
STUDIJNÍ OBOR	2301R016 „Stavba energetických strojů a zařízení“			
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Zdebor, CSc..	Jméno Jan		
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KKE			
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte	
NÁZEV PRÁCE	Modernizace přípravků pro výrobu a montáž pohonů PRO-M pro reaktory VVER 440			

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KKE	ROK ODEVZD.	2020
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	59	TEXTOVÁ ČÁST	33	GRAFICKÁ ČÁST	14
---------------	----	---------------------	----	----------------------	----

STRUČNÝ POPIS	Cílem práce je modernizace a optimalizace vybraných přípravků pro výrobu dílů a montáž pohonů typu PRO-M určených pro reaktory VVER 440. Výstupem práce je 3D model přípravků a výkresová dokumentace.
KLÍČOVÁ SLOVA	Přípravek, VVER 440, PRO-M, brzdová čelist, modernizace, optimalizace, 3D modelování, pohon, jaderný reaktor

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname Kazda	Name Václav	
FIELD OF STUDY	2301R016 „Stavba energetických strojů a zařízení“		
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Zdebor, CSc..	Name Jan	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKE		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable
TITLE OF THE WORK	Modernization of jigs for production and assembly of PRO-M drives for VVER 440 reactors		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Design of Power Machines and Equipment	SUBMITTED IN	2020
----------------	------------------------	-------------------	--	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	59	TEXT PART	33	GRAPHICAL PART	14
----------------	----	------------------	----	-----------------------	----

BRIEF DESCRIPTION	The aim of the work is the modernization and optimization of selected jigs for the production of parts and assembly of PRO-M type drives designed for VVER 440 reactors. The output of the work is a 3D model of jigs and drawing documentation..
KEY WORDS	Jig, VVER 440, PRO-M, brake shoe, modernization, optimalization, 3D modeling, drive, nuclear reactor

Seznam použitých zkratk

<i>JE</i>	Jaderná elektrárna
<i>VVER</i>	Vodo-vodní energetický reaktor
<i>PRO</i>	Pohon regulačního orgánu
<i>PRO-M</i>	Modernizovaný pohon regulačního orgánu
<i>SKŘ</i>	System kontrolly a řízení
<i>HRC</i>	Zkouška tvrdosti podle Rockwella
<i>CAD</i>	Computer Aided Design
<i>SW</i>	Software

OBSAH

1. Úvod	11
2. Zařízení pro regulaci reaktorů	12
2.1. Pohonné mechanismy regulačních orgánů.....	12
2.2. Základní požadavky na pohony regulačních orgánů.....	14
2.2.1. Obecné požadavky	14
2.2.2. Požadavky jaderné bezpečnosti	14
2.3. Pohon regulačního orgánu JE VVER 440/V213.....	15
2.4. Modernizovaný pohon PRO-M.....	15
3. Představení firmy ŠKODA JS	16
4. Přípravky.....	17
4.1. Rozdělení přípravků.....	17
4.2. Použití přípravků.....	18
4.3. Zásady konstrukce přípravků	18
4.3.1. Nejdůležitější konstrukční zásady	18
4.4. Ustavení a upnutí obrobku v přípravku	19
4.4.1. Základní plochy součásti	19
4.4.2. Princip jednoznačného ustavení	20
4.4.3. Opěrné a ustavující prvky	20
5. Obráběná součást	24
5.1. Tvar	25
5.2. Materiál	25
5.3. Porovnání s předchozí verzí PRO	25
6. Obráběcí stroj.....	25
7. Stávající přípravek.....	26
8. Návrh variant	26
8.1. CAD	26
8.2. Zásady při navrhování.....	27
8.3. Varianty.....	27
8.3.1. Varianta č.1	27
8.3.2. Varianta č.2.....	29
8.3.3. Varianta č.3.....	30
9. Výběr vhodné varianty	31
9.1. Výhody a nevýhody	31

Katedra energetických strojů a zařízení	Václav Kazda
9.1.1. Varianta 1.....	31
9.1.2. Varianta 2.....	31
9.1.3. Varianta 3.....	32
9.2. Zhodnocení	32
10. Materiál.....	32
11. Popis součástí vybrané varianty	33
11.1. Základní deska.....	33
11.2. Základna obrábění 36°	34
11.3. Opěrný válec.....	35
11.4. Tlačič	35
11.5. Tlačný šroub	36
11.6. Kostka pro šroub	36
11.7. Přítlačná upínka	37
11.8. Stojka.....	37
12. Závěr	38
13. Zdroje.....	39
14. Seznam obrázků.....	41
15. Seznam tabulek	41
16. Seznam příloh	42

1. Úvod

Mírové využití jaderné energie se stalo přirozenou součástí energetického mixu řady vyspělých států naší planety. Výjimkou není ani Česká republika. Bez ohledu na to, jaký typ reaktoru bude zvolen lze předpokládat, že jaderné elektrárny budou mít zásadní vliv na rozvoj ekonomiky i v budoucnu. V celosvětovém kontextu zatím neexistuje lepší energetický zdroj, který by současně pokryl rostoucí nároky na energii a přitom nepřispíval ke zhoršování životního prostředí. [1]

Aby jaderný reaktor pracoval s požadovaným výkonem, je nutné jej regulovat. Na rozdíl od konvenčních způsobů získávání energie, kde se výkon reguluje množstvím přiváděného paliva, v aktivní zóně jaderného reaktoru je stále stejné množství jaderného paliva a řízení výkonu je založeno na principu působení na intenzitu řetězové štěpné reakce. Nejčastěji se do aktivní zóny zavádí dodatečný absorbér, který pohlcuje část neutronů, a tím snižuje podíl neutronů způsobujících štěpení. Absorbér je tedy regulační orgán v podobě řídicí tyče, která svou polohou vůči aktivní zóně reaktoru reguluje jeho výkon. [2]

Regulační orgány jsou významnou součástí bezpečnosti jaderných reaktorů. Na jejich správném chodu závisí bezpečný provoz a v případě havárie je jejich úkolem odstavení reaktoru.

Bohužel veškeré bezpečnostní prvky zcela nevylučují možnost vážné havárie jako v případě japonské elektrárny Fukušima v roce 2011. Proto je důležité stále modernizovat stávající JE s použitím moderních materiálů, systémů, technologiemi atd. Nové, moderní, části obecného zařízení jsou předmětem návrhu konstruktérů.

Konstruování součástí, strojů nebo zařízení znamená určení jeho tvaru a rozměrů tak, že je výrobek funkční, bezpečný, spolehlivý, konkurenceschopný, vyrobitelný a prodejný. Samotný návrh záleží na vlastnostech a dovednostech konstruktéra. Většinou je více způsobů, jak dosáhnout stanovených požadavků, proto je proces navrhování doprovázen rozhodováním, které řešení je vhodné a které není.

Proces navrhování začíná shromážděním požadavků, kterých je třeba dosáhnout. To mohou být velice konkrétní požadavky (např. zvýšení výstupních otáček hřídele o 15 %), nebo naopak zcela obecné (např. zvýšení bezpečnosti). Z těchto požadavků se následně definuje konkrétní problém a ten se řeší. Výsledné řešení v podobě předběžného návrhu se může následně porovnávat s jiným návrhem nebo vyhodnocovat v souvislosti s požadavky a optimalizovat. [3]

Použitím přípravku lze zvýšit přesnost výroby, snížit riziko úrazu, zkrátit celkový výrobní čas nebo usnadnit výrobu. Většina přípravků jsou jednoúčelové a některé mohou být i podmínkou k provedení technologie.

Dle druhu výroby a požadavků na součást je také konstruován daný přípravek. Například v sériové a hromadné výrobě je přípravek maximálně přizpůsobený vyráběnému kusu, kdežto při výrobě více součástí podobného tvaru lze použít jeden univerzální přípravek.

Dnešní důraz na produktivitu práce, klesající náklady na dopravu, přibývání množství různých výrobků na trhu atd. zlepšuje ekonomické podmínky pro specializované výrobní závody, které používají přípravky nejvíce. [4] [5]

2. Zařízení pro regulaci reaktorů

Řízení výkonu jaderného reaktoru se provádí změnou reaktivity jeho aktivní zóny. U energetických tepelných reaktorů se na ní působí těmito hlavními způsoby:

- Pohybem absorberu v aktivní zóně nebo reflektoru
- Pohybem paliva, moderátoru nebo reflektoru
- Změnou fyzikálních vlastností moderátoru, např. změnou jeho teploty, moderačních vlastností nebo absorpčních vlastností (přidávání rozpustných absorbátorů)

U energetických rychlých reaktorů není pochopitelně možno využít těch způsobů, které předpokládají existenci moderátoru. Velmi často se používá kombinace z uvedených způsobů.

Základním systémem pro ovládání reaktivity, a tedy pro řízení reaktoru, jsou regulační orgány, tj. zasouvající se nebo vysouvající se řídicí tyče, působící v aktivní zóně. Podle funkce při provozu se regulační orgány dělí na:

1. *regulační*, kterými se působí na změnu výkonu reaktoru;
2. *kompenzační*, kterými se působí na pomalé změny reaktivity (spojení s vyhoříváním palivové vsázky apod.);
3. *havarijní*, které se používají pro rychlé zastavení reaktoru;
4. *vyrovnávací*, které vyrovnávají neutronový tok u rozměrných aktivních zón;
5. *zónové*, kterými se kompenzuje xenonová nestabilita velkých aktivních zón.

Hlavní části regulačních orgánů jsou:

1. *absorpční část* – je buď umístěna nad aktivní zónou, nebo do aktivní zóny částečně zasahuje; je to akční člen řídicí tyče;
2. *pohonné mechanismy* – přenášejí pohyb od hnací jednotky;
3. *hnací jednotka* – vytváří kroutící moment, nebo tažnou sílu. Používá se elektromotor točivý nebo krokový, dále hydraulické pohony pístové nebo krokové. [2]

2.1. Pohonné mechanismy regulačních orgánů

Pohonné mechanismy mohou být umístěny buď uvnitř, nebo vně tlakové nádoby reaktoru. Pokud je mechanismus umístěn uvnitř reaktoru, musí být výměnný, jeho konstrukce je ovlivněna chladícím prostředím, je obtížné jej mazat, avšak toto provedení umožňuje dobré zajištění hermetičnosti reaktoru. Pohonný mechanismus, umístěný vně reaktoru, vyžaduje spolehlivé těsnění spojovacího členu mezi mechanismem a aktivním členem.

Pohonné mechanismy bývají složeny z těchto hlavních částí:

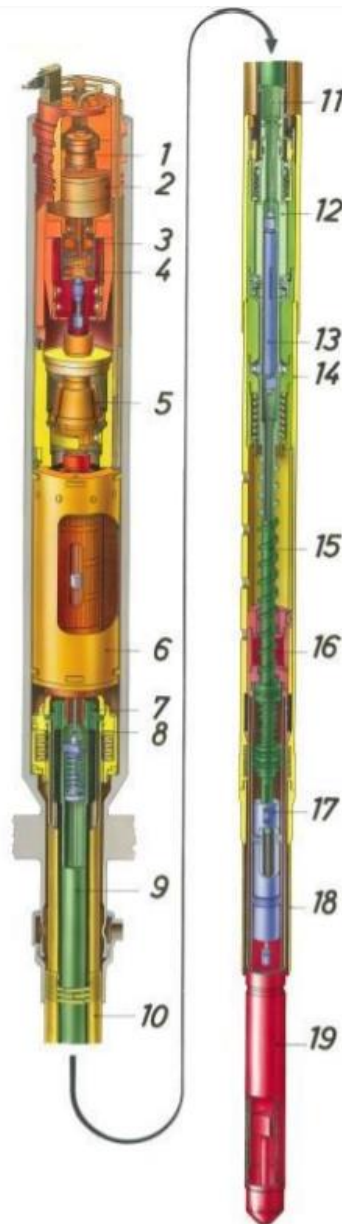
1. *pohybového mechanismu*, který transformuje rotační pohyb od hnací jednotky na pohyb posuvný a přenáší jej na absorpční část. Součástí tohoto mechanismu může být převodové ústrojí, které zajišťuje patřičnou rychlost absorpční části;
2. *urychlovacího zařízení*, které se používá tam, kde gravitační zrychlení nedává postačující rychlost. Jeho základem může být pružina nebo píst spojený s tlakovým akumulátorem;
3. *tlumiče pádu*, který brzdí pohyb absorpční části na konci dráhy a zabraňuje jejímu mechanickému poškození;
4. *indikátoru polohy*, což je důležitým prvkem systému zajišťující bezpečnost reaktoru. V každém provozním režimu je totiž nutno spolehlivě znát polohu regulačních orgánů;
5. *spojky*.

Konkrétní složení regulačního orgánu lze vidět na obr.1.

Katedra energetických strojů a zařízení

Václav Kazda

Pohonné mechanismy regulačních orgánů jsou systémy, které mají přímý vliv na bezpečnost reaktorů. Na jejich pohyb, přesnost a spolehlivost se kladou vysoké požadavky. Tím, že není možno tyto mechanismy mazat, vznikají požadavky na vhodnou volbu jejich materiálů, na jejich třecí vlastnosti a opotřebitelnost. Většinou se pro tento účel užívají austenitické nerezavějící oceli. [2]



Obr. 1 Regulační orgán reaktoru elektrárny A-1 [6]
 1-selsyn; 2-reduktor; 3-magnetická spojka; 4-indukční snímač; 5-brzda; 6-
 elektromotor; 7-závěsná trubka; 8-indikační tyč; 9-spojovací hřídel; 10-plášť;
 11-lanko; 12-dutý hřídel; 13-ochranná zátka; 14-plášť; 15-šroub; 16-
 grafitová matice; 17-závaží; 18-plášť; 19-absorpční tyč

2.2. Základní požadavky na pohony regulačních orgánů

Požadavky na pohony regulačních orgánů jsou dány fyzikálními vlastnostmi aktivní zóny určitého reaktoru a jeho provozními podmínkami. Z hlediska fyziky, musí regulační orgány umožnit ovládat určitou velikost, rychlost změny a prostorové rozložení reaktivity. [2]

2.2.1. Obecné požadavky

- Pohony regulačních orgánů musí vyloučit samočinné přemístování regulačního orgánu ve směru zvyšování kladné reaktivity při poruše a ztrátě elektrického napájení.
- Pohony regulačních orgánů musí být vybaveny měřicími ukazateli polohy a koncovými spínači ovládajícími bezprostředně regulační orgán. V případě nedosažitelnosti bezprostředního kontaktu musí být zaručena správná funkce s možností částečné kontroly.
- Používané ukazatele polohy regulačních orgánů musí zajistit věrohodnou informaci o poloze i v případě že dojde k vypnutí a následnému zapnutí elektrického napájení. Rovněž musí zabezpečit nepřetržitě a spolehlivě spojení s pracovními částmi regulačního orgánu v provozních podmínkách.
- V technických podmínkách jednotlivých provedení regulačních orgánů musí být uvedeny konkrétní číselné hodnoty následujících veličin:
 - a) provozní rychlosti posuvu regulačního orgánu s dovolenými tolerancemi
 - b) doba zasunutí regulačního orgánu do aktivní zóny v režimu havarijní ochrany nebo rychlost posuvu v režimu havarijní ochrany s uvedením doby, za jakou je jí dosaženo
 - c) dosahovaná přesnost ve stanovení polohy regulačního orgánu
 - d) pracovní zdvih
- Pro jednotlivá provedení pohonů regulačních orgánů musí být specifikovány požadavky na opravitelnost a obsluhovatelnost [6]

2.2.2. Požadavky jaderné bezpečnosti

- Spolehlivé zabezpečení pohybu regulačního orgánu ve směru zmenšující se reaktivity
- Omezení rychlosti zaváděné reaktivity
- Zamezení možnosti „vystřelení“ regulačního orgánu z aktivní zóny reaktoru (u VVER 440 pomocí hydraulické zárazky)
- Zajištění rychlé reakce regulačního orgánu při vzniku signálu havarijní ochrany
- Spolehlivé uvolnění regulačního orgánu pro jeho zavedení do aktivní zóny reaktoru v případě vzniku havarijní situace
- Spolehlivé zajištění těsnosti primárního okruhu ve spojích regulačního orgánu při všech provozních i havarijních situacích
- Spolehlivé chlazení pohonů regulačních orgánů (je-li nutné, jako u VVER 440)
- Spolehlivé spojení pohonů regulačních orgánů s absorpční částí [6]

2.3. Pohon regulačního orgánu JE VVER 440/V213

Pohon regulačního orgánu (PRO) je součástí systému kontroly a řízení (SKŘ) jaderného reaktoru VVER 440/V213, kde jich pracuje 37. Pohony pohybují regulačním orgánem reaktoru, přemísťují ho, zastavují v určené poloze, kontrolují polohu a v neposlední řadě zajišťují pád regulačního orgánu potřebnou rychlostí v režimu havarijní ochrany.

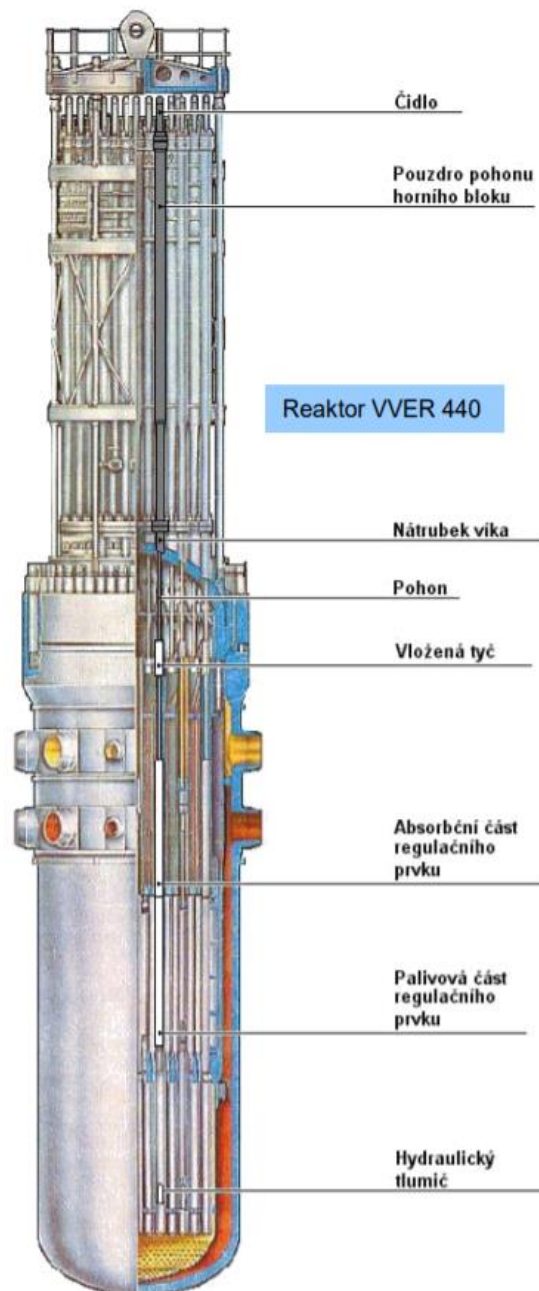
V režimu regulace a stání je elektromotor pohonu pod napětím. V havarijním režimu je elektrické napětí přerušeno a regulační kazeta spolu s hřebenovým uzlem a vloženou tyčí se zasouvá regulovanou rychlostí do aktivní zóny reaktoru. Palivová část regulační kazety se vysouvá pod aktivní zónu a absorpční část regulační kazety ji nahrazuje. Jednotlivé části pohonu regulačního orgánu PRO lze vidět na obr.2. [6]

2.4. Modernizovaný pohon PRO-M

Cílem modernizace PRO je zlepšení provozní charakteristiky a snížení pravděpodobnosti selhání. Díky tomu se životnost mechanických částí postupně prodloužila až na současných 25 let oproti původní verzi pohonu, která měla životnost 10-11 let. Pohon PRO-M s ukazatelem polohy zabezpečuje tyto funkce:

- pohyb regulační kazety VVER-440/V 213
- zastavení regulační kazety v krajních polohách a mezi nimi
- indikace polohy regulační kazety postupně a nezávisle po 10 mm a 250 mm a v krajních polohách
- pád regulační kazety v režimu havarijní ochrany
- zamezení spontánního pohybu regulační kazety v případě výskytu netěsnosti v horní části pohonu [7]

Mezi největší výrobce pohonů regulačních orgánů v Evropě patří francouzská firma Jeumont, v Rusku Ižorské závody a OKB Gidropress, v České republice je to firma ŠKODA JS. Na světě jsou to ještě další výrobci v Jižní Koreji, v Číně a v Japonsku.



Obr. 2 Řídící tyč v reaktoru VVER 440 [6]

Katedra energetických strojů a zařízení

Václav Kazda

Firma ŠKODA JS vyrábí pohon PRO-M s obrysovými rozměry shodnými s původními pohony PRO, díky čemuž nahrazuje aktuálně provozované pohony regulačních orgánů reaktoru typu VVER 440.



Obr. 3 Modernizovaný pohon regulačního orgánu PRO-M [7]

3. Představení firmy ŠKODA JS

ŠKODA JS a.s. je dodavatelem technologií pro jadernou energetiku. K hlavním oborům činnosti patří inženýring, výroba komponent a servis pro jaderné elektrárny. V předchozích šedesáti letech se ŠKODA JS a.s. podílela na stavbě jaderných elektráren nejen v České republice a na Slovensku, ale také v Maďarsku, Bulharsku nebo Německu.

Hlavními činnostmi inženýringu jsou řízení projektu, stanovení rozpočtu a řízení nákladů, projektování, výpočty a analýzy, plánování, zajištění subdodávek či dodávek vyšších celků, řízení a koordinace dodavatelů, řízení montáže, zkoušek a uvádění dodaných celků do provozu, školení personálu i podpora zákazníka v záruční době. Mnohdy obchodní případ vyžaduje i zajištění financování projektu. Plný rozsah zmíněných činností vykonává firma ŠKODA JS v projektech generálních dodávek či dodávek vyšších investičních celků. Na ostatních typech zakázek se v závislosti na obsahu a rozsahu díla uplatňuje potřebná část těchto činností.

Téměř 40 let působí firma na trhu jaderné technologie VVER. Během této doby vyrobili 21 kompletních reaktorů typu VVER 440/V-213 a tři reaktory typu VVER 1000/V-320, a to včetně pohonu řídicích tyčí. Více než čtvrt století působí také na trhu JE typu PWR a BWR. V současnosti se firma zabývá hlavně nakládáním s použitým jaderným palivem nebo modernizací a prodlužování životnosti pohonů regulačních orgánů.

V oblasti servisu je firma generální dodavatel komplexní údržby a oprav v rámci primárního okruhu JE Dukovany a JE Temelín a dlouholetý partner provozovatelů jaderných elektráren napříč Evropou v rámci celého životního cyklu jaderné elektrárny.

4. Přípravky

Přípravek je pomocné zařízení, které slouží dle určení k pevnému uchycení obráběné součásti, přidržení součásti při montáži v celek, vedení nástroje při obrábění nebo kontrole rozměrů obrobků. [5]

4.1. Rozdělení přípravků

Přípravky se dělí dle hlediska:

- a) Použitelnosti:
 1. *Universální přípravky* k upínání několika druhů obrobků téhož typu, avšak různých velikostí a tvarů. Některé vyžadují pro každý druh obrobku speciální doplňky (strojní svěrák doplněný speciálními čelistmi apod.)
 2. *Skupinové přípravky*, u nichž je celý přípravek nebo jeho část společná pro skupinu součástí. Tyto přípravky se skládají ze stálých a vyměnitelných nebo seřiditelných součástí. Stále jsou těleso přípravku, upínací mechanismus a jeho silová jednotka, apod. Vyměnitelné nebo seřiditelné jsou ustavovací a vodící elementy přípravku, v některých případech i upínací elementy. Vyměnitelné součásti se řeší dle zvláštností tvaru součástí, skupiny a vyměňují se při přechodu z obrábění dávky součástí jednoho druhu na obrábění součástí jiných druhů.
 3. *Stavebnicové přípravky*, které jsou sestaveny z typizovaných dílů v požadovaný přípravek
 4. *Speciální přípravky* jsou určeny k upínání jednoho obrobku v určité operaci. Jedná se o jednoúčelová upínací zařízení, ve kterém lze obrobek dokonaleji ustavit a upnout než v universálním přípravku.
- b) Operačního určení:
 1. *Obráběcí přípravky* k upnutí obrobku v určité poloze vzhledem k nástroji. Je-li nutno zároveň nástroj vést, bývá jejich vedení vytvořeno jako součástí přípravku
 2. *Montážní přípravky* k přidržení součástí při jejich vzájemném rozebíratelném i nerozebíratelném spojování. Sem lze zařadit i svařovací přípravky.
 3. *Kontrolní přípravky*, jichž se používá k překontrolování správnosti rozměrů, popřípadě geometrických tvarů
 4. *Rýsovací přípravky* k rýsování součástí před obráběním
 5. *Ostatní pomocná a dílenská zařízení*. Sem lze zařadit pomůcky, které zlepšují pracovní možnosti stroje (např. mnohovřetenové vrtací hlavy), a pomůcky, které jsou určeny k obrábění ploch speciálních tvarů a dají se obrábět na normálních obráběcích strojích jen s přídatným zařízením (např. zařízení k soustružení eliptických ploch, k řezání závitů s proměnným stoupáním apod.). Mohou se sem zařadit i pomocná nakládací zařízení, jež umožňují vkládání těžších součástí do stroje a jejich vyjímání.
- c) Zdroje upínací síly
 1. *Přípravky s ručním upínáním*
 2. *Přípravky s mechanickým upínáním* (vzduchovým, olejovým, elektromechanickým, elektromagnetickým nebo kombinovaným z několika těchto mechanických upínání) [4]

4.2. Použití přípravků

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

Při výrobě kusové se musí používat přípravky komunální a speciální pouze tam kde se nedá bez nich danou operaci provést. Odlitky se před obráběním orýsují a podle tohoto označení se pak součást obrábí. Obrábění rotačních obrobků na soustruzích a bruskách nevyžaduje vždy rýsování, avšak zde je třeba věnovat pozornost správnému středění obrobku.

V sériové a hromadné výrobě, kde se vyrábí najednou velké množství stejných součástí je možno ve větší míře použít speciálních přípravků, které nám zabezpečí zvýšení produktivity práce a jakost výroby. Speciální upínací přípravky nám umožňují správné a rychlé ustavení součásti vzhledem k nástroji bez podstatného vlivu dělníka a často odstraňují i proměrování, čímž se podstatně zkrátí vedlejší časy.

V dnešních podmínkách je již výroba rozdělena mezi závody tak, že každý závod vyrábí jen určité druhy výrobků. To umožňuje vyrábět tvarově podobné součásti pomocí typizované výrobní technologie, doplněné skupinovým obráběním. Pro tento způsob výroby můžeme použít jednotného speciálního náradí a jednotných přípravků pro určitou skupinu součástí dle typových technologických postupů. [4]

4.3. Zásady konstrukce přípravků

Aby byl přípravek výhodný, musí být nejen přesný, ale i hospodárný. To znamená, že úspory dosažené přípravkem, musí být větší než jeho pořizovací náklady.

4.3.1. Nejdůležitější konstrukční zásady

- a) Před návrhem přípravku je nutné znát celý pracovní postup vyráběné součásti. Zvláště důležité je, aby se při prvním obrábění získala základní plocha nebo díra, která bude výchozí při dalších operacích.
- b) Pro menší série je vhodné uspořádat operace tak, aby se dalo použít jednoho upínacího přípravku pro několik operací.
- c) Obráběná plocha musí ležet co nejbližší k upínací ploše obráběcího stroje, aby byla zaručena stabilita upínacího přípravku.
- d) Přípravek musí být tuhý, aby se nedeformoval působením řezných a upínacích sil.
- e) Poloha předmětu v přípravku má být zajištěna pevnými dorazy.
- f) Výslednice sil má, pokud možno, působit proti pevným dorazovým plochám
- g) Obsluha má být jednoduchá a pohodlná. Ovládací prvky (páky, rukojeti, ruční kola, matice apod.) musí být dobře přístupné; jejich počet musí být co nejmenší. Mezi upínací prvky se vkládají převody (šrouby, klíny, výstředníky apod.), aby upínání nevyžadovalo velkou tělesnou námahu.
- h) Má-li se přípravek přemísťovat a odebírat ze stroje, musí mít pro ruční manipulaci malou hmotnost nebo se musí přemísťovat pomocí manipulační techniky. V obou případech musí mít přípravek prvky pro snažní přemísťování (rukojeti, ucha apod.)
- i) Je třeba brát v úvahu odtok chladicí kapaliny a odpad v podobě třísek; zvláště dosedací plochy se musí dát snadno očistit od třísek.
- j) Plochy, které jsou vystaveny opotřebení, musí být tvrdé, někdy i vyměnitelné.
- k) Přípravky, které se umísťují přímo na vřeteno stroje musí být vyvážené, aby nezpůsobovali nepřijatelné chvění vřetena a tím nezpůsobovali nepřesnost výroby.

Katedra energetických strojů a zařízení

Václav Kazda

- l) Všechny ostré hrany, které by mohli přijít do styku s člověkem, musí být zaobleny, aby se předešlo zranění.
- m) Vkládací prostor musí být upraven tak, aby se ruční manipulace konala z dostatečné vzdálenosti od nebezpečných částí stroje, nástrojů apod.
- n) Při konstrukci je vhodné co nejvíce používat normalizovaných součástí pro snížení pracnosti výroby a tím i nákladů.
- o) Je vhodné řešit přípravek stavebnicově.
- p) Konstrukce přípravku nesmí připustit obrácené vložení předmětu. [4]

4.4. Ustavení a upnutí obrobku v přípravku

Ustavení a opracování obrobku je vázáno dodržáním rozměrových hodnot a předepsaných tolerancí. Opracování obrobku se provádí zpravidla podle výrobních postupů, které jsou rozděleny na jednotlivé operace. [5]

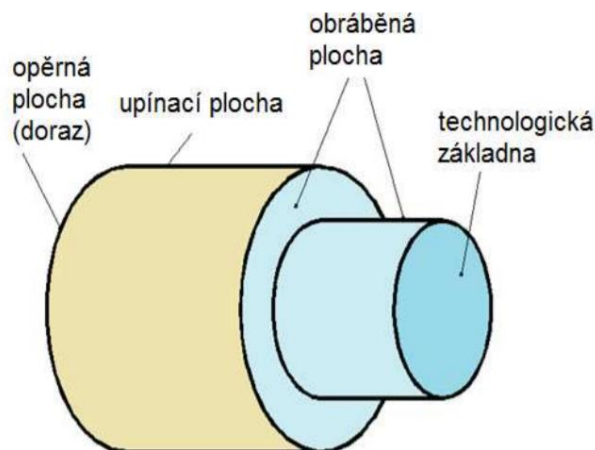
4.4.1. Základní plochy součásti

Výrobní postup určité součásti je dán požadavky na určitých plochách, ze kterých je nutno při ustavení a obrábění vždy vycházet. Při každé operaci je nutno ukládat obrobek do přípravku plochami, které mají vztah k obráběné ploše. Tyto plochy musí být vhodně zvolené, aby se daly snadno dodržet požadované rozměrové přesnosti. Základními plochami mohou být libovolné plochy: roviny, válcové díry, vnější válcové plochy, zuby ozubených kol apod. Kótování součásti na výkresu by mělo vycházet od těchto základních ploch.

Při určování sledu operací musíme vycházet od určité plochy, kterou nazýváme *ustavovací (technologickou) základnou* obrábění. Touto plochou je pak určena poloha obrobku vzhledem k řeznému nástroji.

Plocha, od které udává konstruktér součásti vzdálenost obráběné plochy, se nazývá *měřicí základna*, která někdy bývá nahrazena myšlenkovým bodem, nebo přímkou.

Na stroji nebo v přípravku se obrobek ustaví pomocí *opěrných (ložních) ploch*. [4]

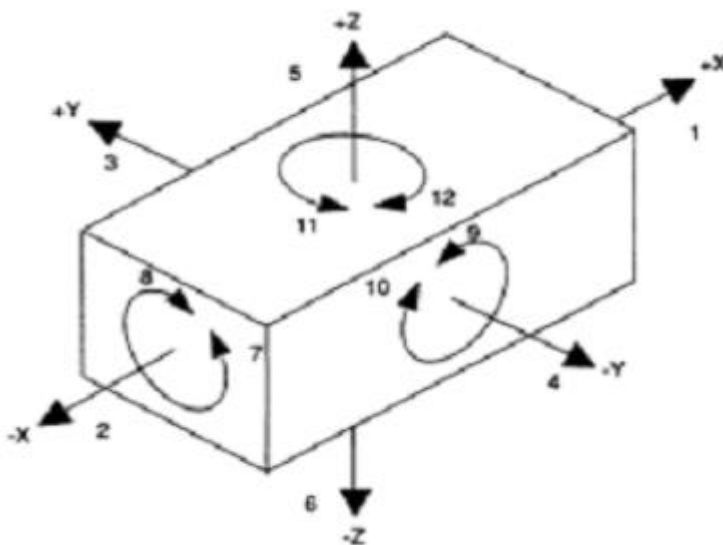


Obr. 4 Základní plochy obrobku [14]

4.4.2. Princip jednoznačného ustavení

Každé tuhé těleso má v prostoru (tedy i součást v přípravku) 6 stupňů volnosti, které musíme při ustavení v přípravku a upnutí vymezit. S ohledem na kartézský souřadný prostorový systém jde o 3 posuvy ve směru os x , y , z , a 3 pootočení (rotace) kolem nich. Těchto šest stupňů volnosti odpovídá šesti podpěrným bodům, které součást jednoznačně ustaví v přípravku.

Při výrobě malých hmotností se ručně dotlačí obrobek na opěry, čímž dojde k ustavení a teprve potom se vyvede upínací síly, které by měly směřovat proti opěrným prvkům. Bude-li předmětem výroby v přípravku součást velké hmotnosti, potom dotlačení do opěr je vyvozeno ustavujícími silami, které jsou pouze tak velké, aby bylo dosaženo dosednutí součásti na opěry. Poté jsou vyvozeny síly upínací, které budou vždy větší než síly sloužící k ustavení součásti. [4]



Obr. 5 Stupně volnosti tělesa v prostoru [18]

4.4.3. Opěrné a ustavující prvky

Tyto prvky jsou určeny k jednoznačnému opření plochy obrobku v přípravku a udávají tak jeho polohu vzhledem k nástroji. Hlavním požadavkem na ně je trvalá přesnost polohy. Jejich pracovní plochy, tj. plochy, na něž obrobek dosedá, se cementují a kalí na tvrdost HRC 58 až 62, aby jejich odolnost proti opotřebení byla co největší. Aby se daly opěrné plochy udržovat v čistotě a aby na ně obrobek dokonale dosedl, musí být, pokud možno, malých rozměrů. Dělí se na opěry pevné a přestavitelné.

Katedra energetických strojů a zařízení

Václav Kazda

Přestavitelné opěry se používají pro upnutí obrobků stejného tvaru ale jiných rozměrů. Tyto opěry se dle velikosti obrobku nastaví na potřebnou výšku. Nejčastější provedení tohoto nastavení je za pomoci závitů (šroubu) a matice, kde je potřebná výška dosažena polohou matice.



Obr. 6 Přestavitelné čepy [16]

Mezi pevné opěry patří:

a) Opěrné čepy

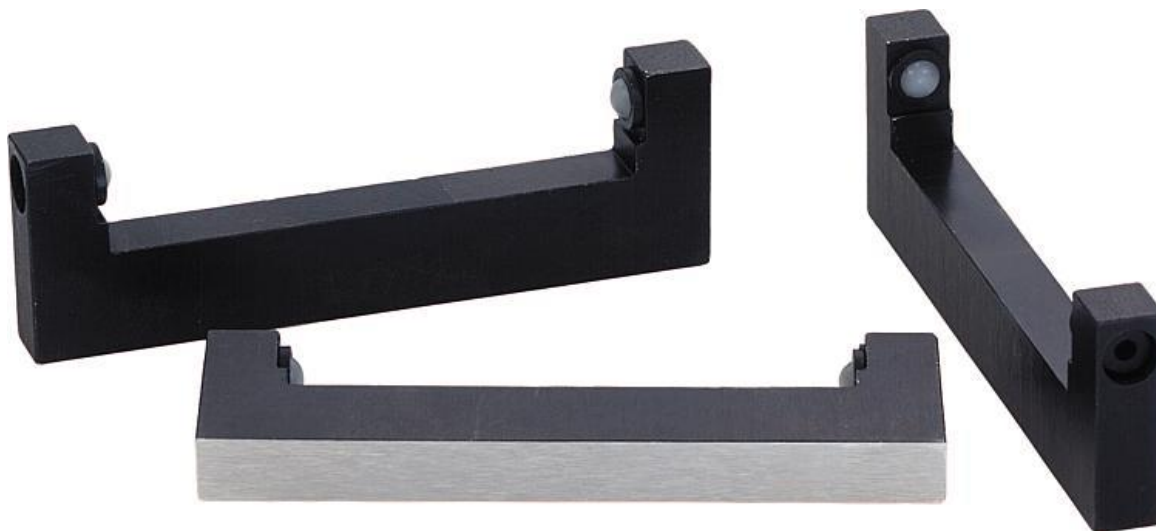
Jedná se o jedny z nejjednodušších pevných opěr. K opření již obrobekých ploch jsou určeny čepy s dosedací plochou rovinnou a hladkou, k opření doposud neobrobekých ploch se používá čepů s půlkulatou hlavou, které zaručují dokonalejší dosednutí nerovné plochy obrobku, navíc kdyby se použili čepy s půlkulatou hlavou na obrobekou plochu, mohla by se tato plocha otlačit. Čepy se do těles přípravku zalisovávají



Obr. 7 Opěrné čepy [8]

b) Opěrné lišty

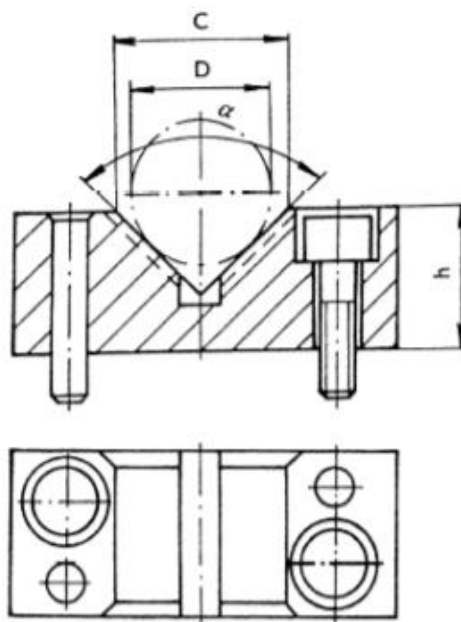
Opěrné lišty se používají k opření velkých a těžkých obrobků nebo k zachycení velkých řezných sil. Opěrná plocha obrobků musí být obrobena přesně, aby dosedla na liště po celé ploše. Pro lepší dosednutí na opěrné plochy obrobku se lišty dělají pokud možno úzké a krátké. Lišty se k přípravku šroubují pomocí zápusťných šroubů.



Obr. 8 Opěrné lišty [8]

c) Opěry prizmatické

Tyto opěry jsou určeny k podepření válcových obrobků. Úhel mezi dosedacími plochami bývá 60 až 120°, nejčastěji 90°. Na rozdíl od dříve zmíněných opěr, prizmatické opěry určují polohu kromě výškově, navíc i stranově. Proto se jejich poloha zajišťuje kolíky a připevňují se pomocí šroubů.



Obr. 9 Prizmatické opěry [15]

d) Opěry kuželové

Nejznámější kuželovou opěrou je hrot. Obrobky se ukládají mezi hroty pro obrábění vnějších válcových ploch. Úhel hrotu bývá nejčastěji 60° . Se zvětšováním vrcholového úhlu hrotu se sice pevnost hrotu zvětšuje, ale současně vznikají i větší osové síly.



Obr. 10 Otočný soustružnický hrot [17]

e) Opěry válcové

Podle poměru průměru k délce se mohou válcové opěry rozdělit na válcové trny a na středící vložky (nákrůžky). Používají se k uložení obrobku s přesnou dírou. Vlivem vůle mezi trnem nebo nákrůžkem s dírou, jejichž velikost závisí na výrobních úchylnkách díry, není uložení tak přesné jako v kuželových opěrách. Někdy se tento nedostatek řeší nalisováním. Při nasouvání obrobku s dírou na trn může dojít ke vzpříčení, čemuž lze zabránit upravením zakončení trnu a vytvoření vodící části.

f) Středící čepy

Tyto čepy jsou určeny k ustavení obrobků, které mají jednu nebo dvě přesné díry. Středící čepy se do tělesa přípravku buďto nalisují, nebo procházejí vsuvně a utahují se maticí. Druhý způsob má výhodu ve snadnější výměně opotřebovaných čepů. Pro snadné nasouvání obrobku na čep, se vhodně upravuje konec čepu.

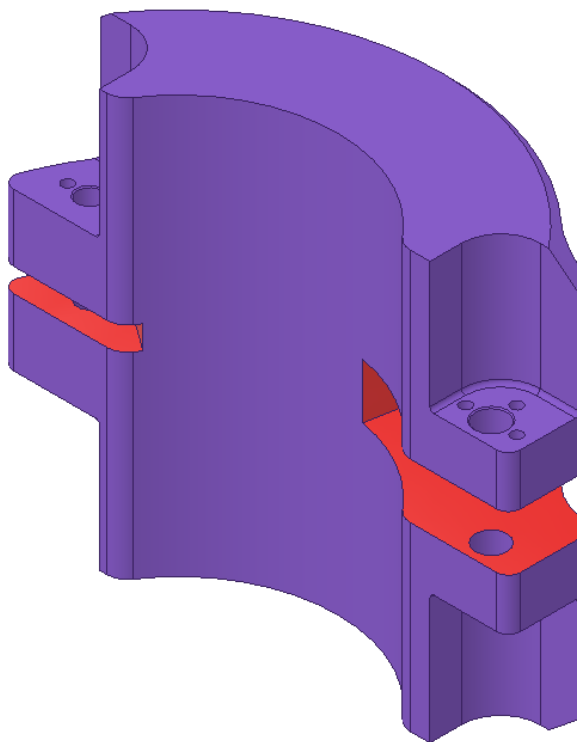


Obr. 11 Středící čepy [8]

5. Obráběná součást

Obráběná součást je brzdová čelist pro pohon regulačního orgánu PRO-M. Je součástí odstředivého regulátoru pro usměrnění rychlosti posuvu regulační kazety v režimu havarijní ochrany reaktoru.

Na čelisti se budou frézovat drážky 6 a 14 mm (červeně vyznačené na obr. 12).



Obr. 12 Obráběná součást s vyznačenými drážkami k obrábění [10]



Obr. 13 Řez regulačního orgánu s vyznačenou polohou čelisti [7]

5.1. Tvar

Čelist (viz příloha č.1) má tvar „půlměsíce“. Je vysoká 106 mm, vnitřní průměr součásti je 81 mm s tolerancí $\pm 0,1$ mm a vnější průměr 138 mm bez tolerance.

Uprostřed součásti jsou dvě drážky pod úhlem 36° a 80° od osy čelisti. Tolerance těchto drážek je v tolerančním poli H11, zároveň je předepsaná geometrická tolerance vzájemné sousostnosti o velikosti R0,12 a geometrická tolerance rovnoběžnosti plochy drážky 14H11 vůči čelu obrobku 0,05 mm. Součást je symetrická vůči střední rovině těchto drážek. Dále jsou na koncích čelisti výběr z obou stran, na spodní ploše tohoto výběru jsou tři neprůchozí díry $\varnothing 3$ mm a jedna průchozí díra $\varnothing 6H8$ mm. Na jednom konci čelisti je přechází průměr z $\varnothing 138$ mm na $\varnothing 146$ mm.

5.2. Materiál

Materiálem je nerezová ocel EN 14Ch17N2.

Dle normy GOST 5632 je definováno chemické složení této oceli dle tab. 1.

[%]	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	Mo	V	W	Ti
min.	0,11	max.	max.	max.	max.	16,00	1,50	max.	max.	max.	max.	max.
max.	0,17	0,80	0,80	0,030	0,025	18,00	2,50	0,30	0,20	0,20	0,20	0,05

Tabulka 1 Chemické složení oceli [9]

Vlastnosti dané oceli, zejména pevnost, houževnatost a tvrdost, vycházejí z obsahu legujících a doprovodných prvků, tedy i výchozí struktury a vhodného režimu tváření a tepelného zpracování. [9]

5.3. Porovnání s předchozí verzí PRO

Předchozí verze PRO je o 5 mm delší u výběhu na konci čelisti. Ostatní rozměry jsou stejné (viz příloha č.1).

6. Obráběcí stroj

Obráběcím strojem je konzolová frézka FGS 63 NCP s pravouhlým řídicím systémem HEIDEINHAIN od společnosti Strojtos Lipník. [10]

Upínací plocha stolu je 630 x 1800 mm. Maximální zatížení tabulky 1200 kg. Rychlost vřetene 56 až 2800 otáček/min s výkonem 15 kW. [11]



Obr. 14 Obráběcí stroj FGS 63 NCP od STROJTOS LIPNÍK [10]

7. Stávající přípravek

Stávající přípravek je svařenec. Nezaručuje dostatečnou přesnost úhlu drážek, které dříve nebyly na čelisti měřeny a je již opotřeбенý. Při obrábění se musel přípravek mezi jednotlivými drážkami pootočit a znovu upnout. Ustavení obrobku nevycházelo z osy čelisti, ale z jejího konce, který nemá dle výkresu kótovou vazbu na vyráběné drážky. Při obrábění verze PRO-M byla vložena 5mm vložka na kompenzaci rozdílu.



Obr. 15 Stávající přípravek [10]

8. Návrh variant

8.1.CAD

Přípravek bude navrhován v CAD systému Inventor Professional 2019 od společnosti Autodesk a.s. Tento program umožňuje návrh 3D modelu součástí a sestav a z nich vytvoření výrobních výkresů a výkresů sestav.

Hlavním důvodem je lehčí vizualizace a představa navrhovaných součástí, lze je spojovat do větších sestav což umožňuje snadné nalezení chyb návrhu ať už se jedná o zjevnou chybu (např. nelícování hran) nebo pomocí kontroly kolizí lze odhalit méně zjevné chyby (např. krátká díra pro šroub). Výkresy jsou přímo spojeny s 3D modelem a tedy jejich úprava se projeví ve výkrese, což je časté při navrhování předem neznámé geometrie, kde se rozměry v průběhu fáze navrhování mění a upravují.

Při návrhu více variant se stejné součásti zkopírují a odpadá nutnost je znovu modelovat. Normalizované součásti jsou vloženy přímo z knihovny normalizovaných součástí.

Vytváření výkresů využívá předem nastavené šablony pro výkresy, kde je například nastavena tloušťka čar, styl kótování nebo razítko s minimálním počtem polí nutných k vyplnění.

3D modely (nejčastěji ve formátu „.step“) nebo výkresy plechů (nejčastěji ve formátu „.dxf“) umožňují přímé vložení do stroje, který podle nich součást obrábí. To výrazně zkracuje čas potřebný pro naprogramování stroje. U součástí se musí brát ohled na tolerované rozměry, které jsou definovány až ve výkrese.

Dnes se již běžně setkáváme s 3D tiskem, který 3D model vytiskne v řádu hodin. Tyto modely jsou využívány hlavně v oblasti vývoje, ale také lze tyto výtisky použít přímo ve výrobě.

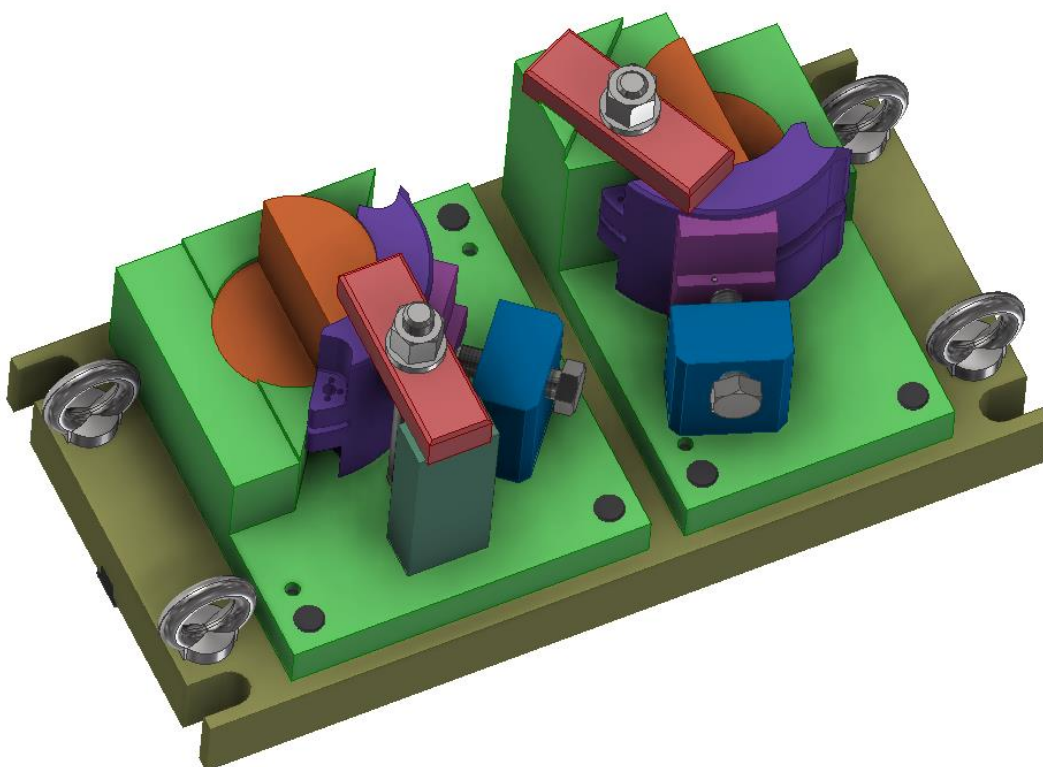
8.2. Zásady při navrhování

- Čelist by v přípravku měla být ustavena pomocí vnitřního rádiusu, který má osu shodnou s osou drážek a je rozměrově tolerován, stejně tak by se čelist měla opřít o čelo, které je geometricky tolerováno k vyráběným drážkám.
- Pro jednotlivé drážky se přípravek nebude muset otáčet a znovu upnout, čímž se zvýší přesnost vyráběných drážek.
- Možnost obrábět obě verze PRO a PRO-M bez použití vložek
- Snadnější a rychlejší obsluha [10]

8.3. Varianty

V této kapitole jsou zobrazeny a popsány návrhy jednotlivých variant.

8.3.1. Varianta č.1



Obr. 16 3D model varianty 1

Tato varianta sestává ze dvou modulárních částí připevněných k základní desce. Každá část je pro frézování jiné drážky. Hlavními díly, které zaručují přesnost obrábění, jsou u obou částí hlavní těleso (na obr. světle zeleně) a opěrný válec (na obr. vyznačen oranžově). Čelist je opřená o hlavní těleso čelem a konci čelisti, o opěrný válec je opřena vnitřní válcovou plochou. Vůči

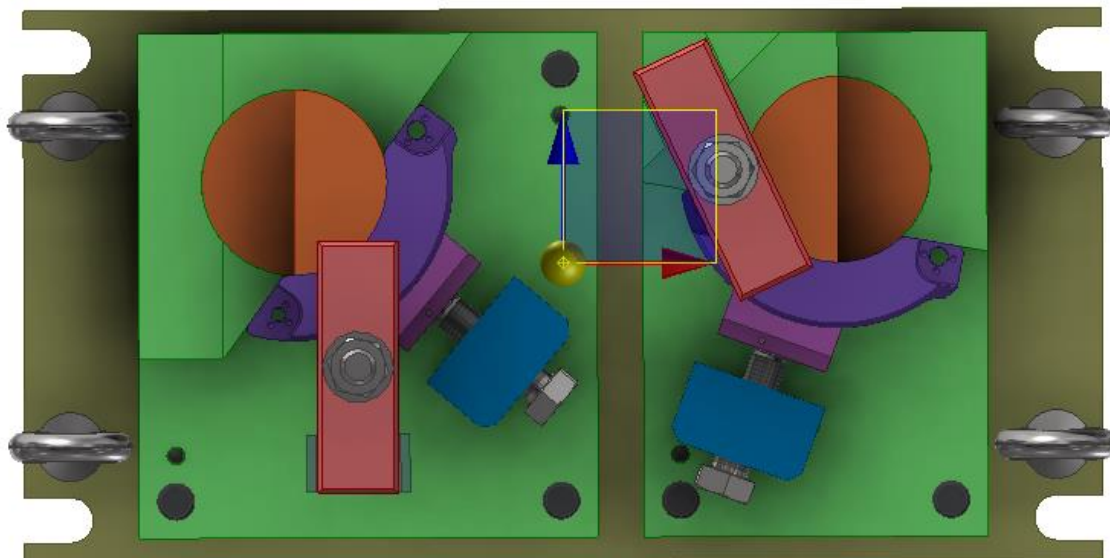
Katedra energetických strojů a zařízení

Václav Kazda

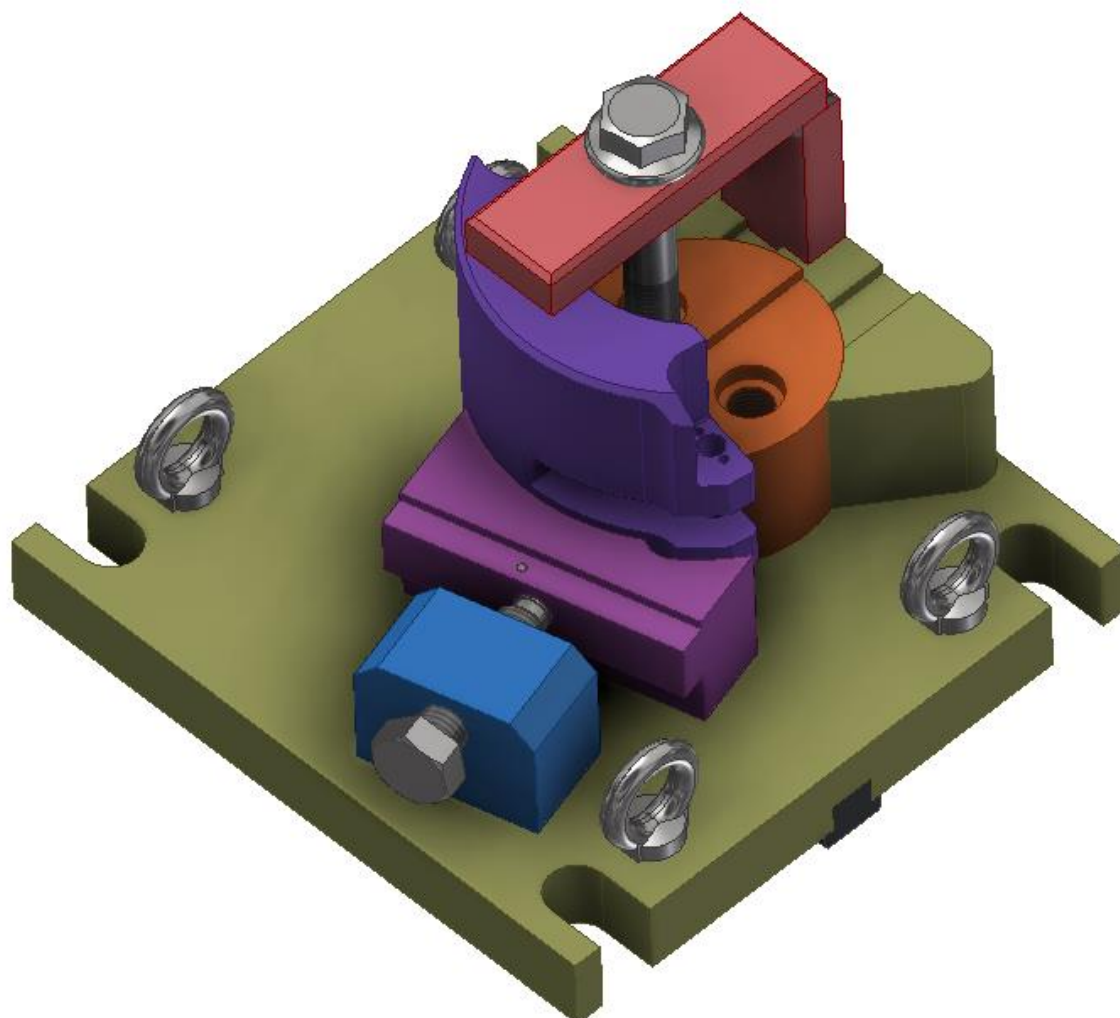
těmto opěrným plochám je čelist přitlačována shora upínkou a za vnější válcovou plochu „tlačičem“. Úhel drážek je zde vymezen tvarem základního tělesa.

Celková váha je přibližně 75 kg (dle SW Autodesk Inventor), proto jsou na strany přidány oka pro pomocnou manipulační techniku a tedy i pro snazší manipulaci s přípravkem. Těžiště tělesa (zobrazena na obr.17) vychází přibližně uprostřed což předchází nepříznivému naklonění v průběhu manipulace.

Jednotlivé díly jsou mezi sebou spojeny šrouby a u dílů, které zajišťují přesnou polohu čelisti v přípravku, jsou mezi sebou spojeny navíc kolíky. Pro připevnění přípravku ke stolu frézky jsou na stranách spodní desky drážky tvaru U a zespodu jsou přišroubovány dvě vodící vložky.



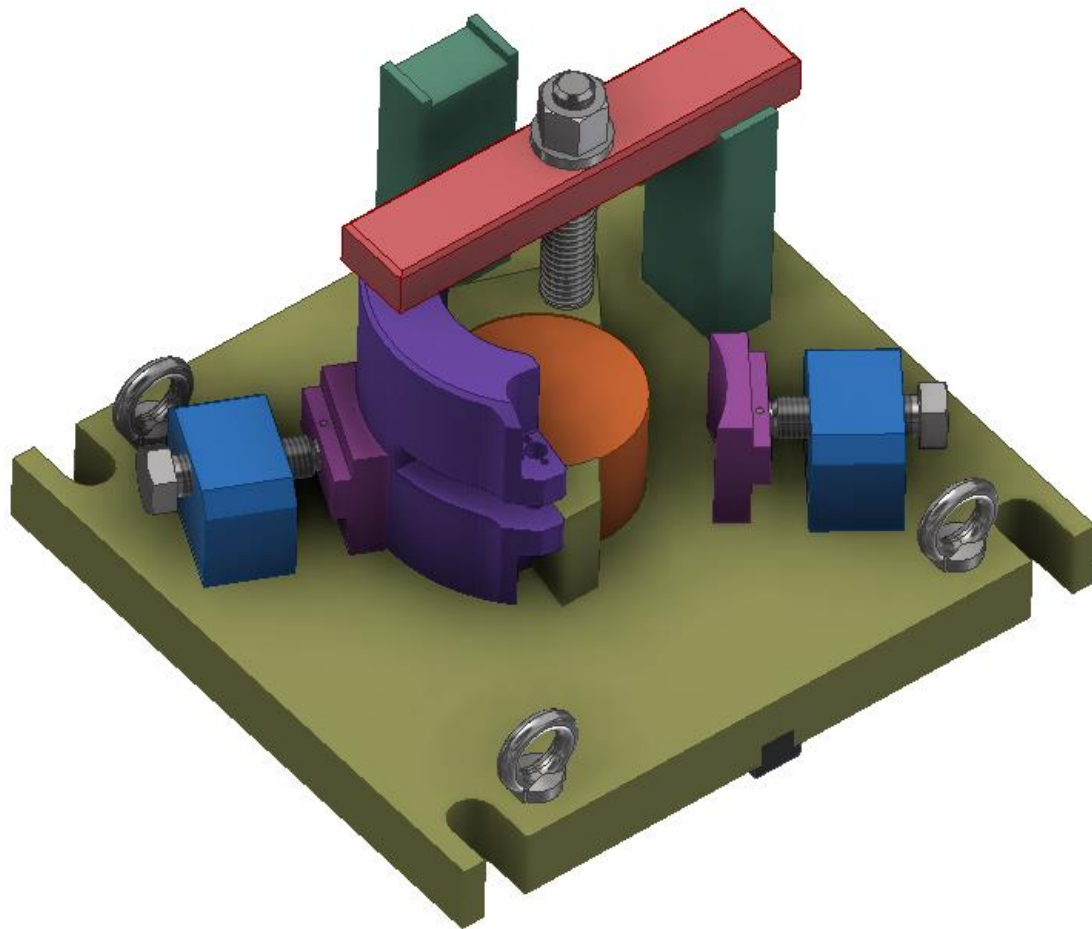
Obr. 17 Poloha těžiště varianty 1

8.3.2. Varianta č.2**Obr. 18 3D model varianty 2**

Varianta má opěrný válec i hlavní těleso společné pro frézování obou typů drážek. Brzdová čelist je opět opřena čelem o hlavní těleso a válcovou plochou o opěrný válec. Úhel drážky je zde kontrolován opřením pouze jednoho čela, což znamená, že se čelist může vlivem nedostatečného upnutí a řezných sil posunout.

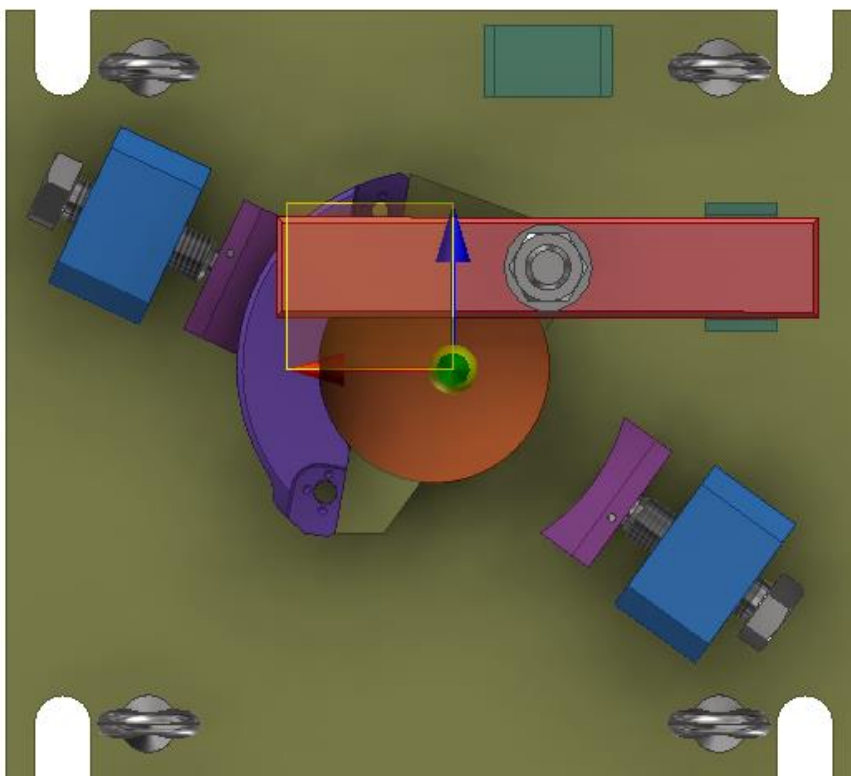
Mezi frézováním jednotlivých drážek se čelisti pouze pootočí a horní svařovaná upínka se přemístí z jedné závitové díry do druhé.

Váha této varianty je přibližně 17 kg (dle SW Autodesk Inventor), což lze přemísťovat ručně. Při použití model pro ruční přemísťování by však hrozil kontakt ruky dělníka na pravé straně s „tlačíčem“ a zároveň nebezpečí kontaktu frézy s madlem při frézování. Řešením by bylo zvětšení hlavního tělesa nebo jako v tomto případě umístěním ok. Pro zajištění přípravku vůči stolu jsou na stranách drážky tvaru U a zespodu jsou přišroubovány dvě vodící vložky.

8.3.3. Varianta č.3**Obr. 19 3D model varianty 3**

Poslední navrhovanou variantou je opět varianta s jedním hlavním tělesem a jedním opěrným válcem. Brzdová čelist je opřena čelem a konci o hlavní těleso a vnitřní válcovou plochou o opěrný válec. Mezi frézováním drážek se čelist přendá z jedné strany opěrného válce na stranu druhou a je v obou případech opřena o oba konce. Horní upínka se pootočí a je vybavena pružinou pro lepší manipulaci. Z obou stran je čelist přitlačována „tlačičemi“.

Váha této varianty je přibližně 30 kg (dle SW Autodesk Inventor), pro manipulaci jsou na stranách umístěny oka. Těžiště sestavy je přibližně uprostřed, jak je vidět na obr.20. Pro zajištění přípravku vůči stolu jsou na stranách drážky tvaru U a zespodu jsou přišroubovány dvě vodící vložky.



Obr. 20 Poloha těžiště varianty 3

9. Výběr vhodné varianty

9.1. Výhody a nevýhody

9.1.1. Varianta 1

- Výhodou je opření čelisti za vnitřní válcovou plochu téměř po celé výšce, dále pak jsou veškeré fixační části na místech dobře přístupných (zepředu nebo shora). Nastavení hodnot polohy fréz při výrobě drážek je kontrolováno tvarem výběrů v přípravku. Zároveň je i snazší nastavení řezných rovin – dvě upínací části pro každou drážku zvlášť. Separované části pro frézování drážek také umožňují frézovat dvě čelisti na jedno upnutí.
- Nevýhodou je pak velký rozměr, více částí a vyšší hmotnost a tím i vyšší cena.

9.1.2. Varianta 2

- Výhoda je malá hmotnost a méně částí, tedy i nižší cena. Fixační části jsou dobře přístupné (zepředu a shora). Vzdálenost drážky od čela je zde kontrolována výškou opěrného válce.
- Nevýhodou je opření čelisti pouze za jeden konec, kdy druhý zůstává volný, a tedy čelist není zcela jednoznačně zajištěna. Další nevýhodou jsou dvě díry pro přítlačnou stojku, kdy při frézování je jedna z děr prázdná a nezakrytá. Tato díra je neprůchozí a lehce by

Katedra energetických strojů a zařízení

Václav Kazda

se zanesla třískami, které by bylo obtížné odstranit. Mezi frézováním obou děr by navíc přibyl úkon vyšroubování celé přítlačné stojky a zašroubování do vedlejší díry. Čelist se v přípravku opře pouze o malou část válcové plochy.

9.1.3. Varianta 3

- Tato varianta má málo částí a je tedy levná v porovnání s první variantou, oproti ní je také lehčí.
- Nevýhodou je poloha fixačních prvků, které jsou úhlopříčně naproti sobě. Vzdálenost drážky od čela čelisti je zde kontrolována pouze u širší drážky (14H11). Čelist se opře pouze o část válcové plochy.

9.2. Zhodnocení

Vzhledem k velkým nevýhodám, byla na začátku rozhodování vyloučena varianta 2. Při porovnání variant 1 a 3 je zde patrné, že varianta 1 má nevýhodu pouze v pořizovací ceně, oproti tomu lze upnout 2 čelisti naráz čímž se zvýší produktivita. Protože přípravek bude zhotoven přímo ve firmě z běžně používaných materiálů, což snižuje náklady na výrobu, byla zvolena **varianta 1**.

10. Materiál

Jak již bylo zmíněno, použitým materiálem kromě normalizovaných součástí bude převážně skladový materiál firmy ŠKODA JS a sice nerezová ocel 1.4541. Vzhledem k tomu, že čelist je z nerezové oceli, tak i přípravek bude zhotoven z nerezové oceli kvůli zabránění galvanické korozi. [12]

Ocel 1.4541 (EN X6CrNiTi18-10) je austenitická chrom-niklová nerezová ocel.

Chemické složení oceli je zobrazeno v tab. 2

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Ti
[%]	≤ 0,08	≤ 1,00	≤ 2,00	≤ 0,045	≤ 0,015	17,0-19,0	9,0-12,0	≤ 5xC

Tabulka 2 Chemické složení nerezové oceli 1.4541 [13]

Některé mechanické a fyzikální vlastnosti při 20 °C jsou uvedeny v tab.3

Tvrdość HB 30 [HB]	Smluvní mez kluzu $R_{p0,2}$ [N/mm ²]	Pevnost v tahu R_m [N/mm ²]	Tažnost A_5 [%]	Modul pružnosti [kN/mm ²]
≤ 215	≥ 190	500-700	≥ 40/30	200
Hustota [g/cm ³]	Tepelná kapacita [J/kg·K]	Tepelná vodivost [W/m·K]	Měrný odpor [Ω·mm ² /m]	
7,9	500	15	0,73	

Tabulka 3 Vybrané mechanické a fyzikální vlastnosti nerezové oceli 1.4541 [13]

Přehled materiálů součástí je v kusovníku (viz. příloha č.2)

11. Popis součástí vybrané varianty

Vybraná byla varianta 1, která se skládá ze základní desky a dvou modulů pro frézování drážek. Oba moduly mají typově podobné součásti, budou proto popisovány jen součásti z levého modulu, kde je oproti pravému navíc stojka pro horní přítlačnou upínku.

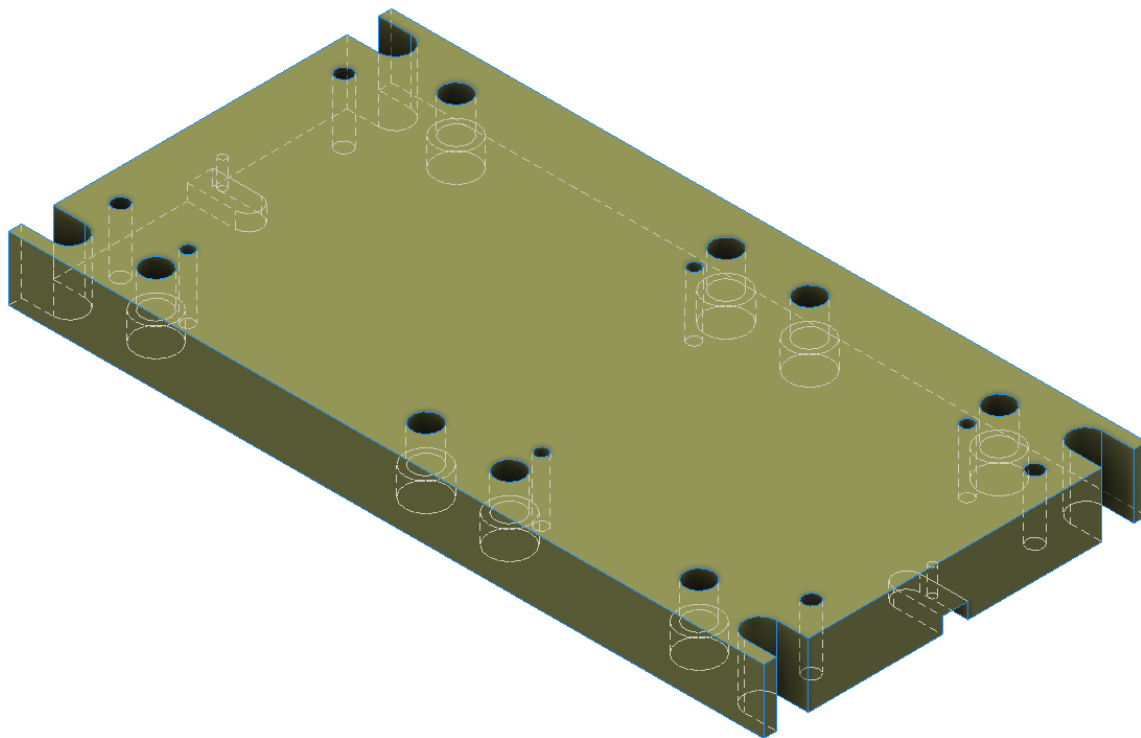
Pro všechny součásti je společné uložení válcových kolíků H8/m6.

Veškeré výkresy součástí jsou k nahlédnutí v příloze č.3, včetně výkresu sestavy varianty 1.

11.1. Základní deska

Základní deska je připevňována ke stolu frézky a jsou na ní umístěné moduly pro obrábění obou drážek. Moduly jsou připevněné pomocí zápusných šroubů M16 ISO 4762 a jejich pozice je zajištěna válcovými kolíky s vnitřním závitem o $\varnothing 8$ mm ISO 8735. Na stranách jsou 4 U drážky pro upnutí ke stolu frézy a zespodu jsou 2 drážky pro vodící vložky. Dále jsou zde 4 závitové díry pro přichycení závěsných ok ISO 3266 M12.

Tolerovanými rozměry jsou vzdálenosti děr pro kolíky, které se vrtají společně se základnami jednotlivých modulů. Dále je zde předepsaná geometrická tolerance rovnoběžnosti os drážek pro vodící vložky.

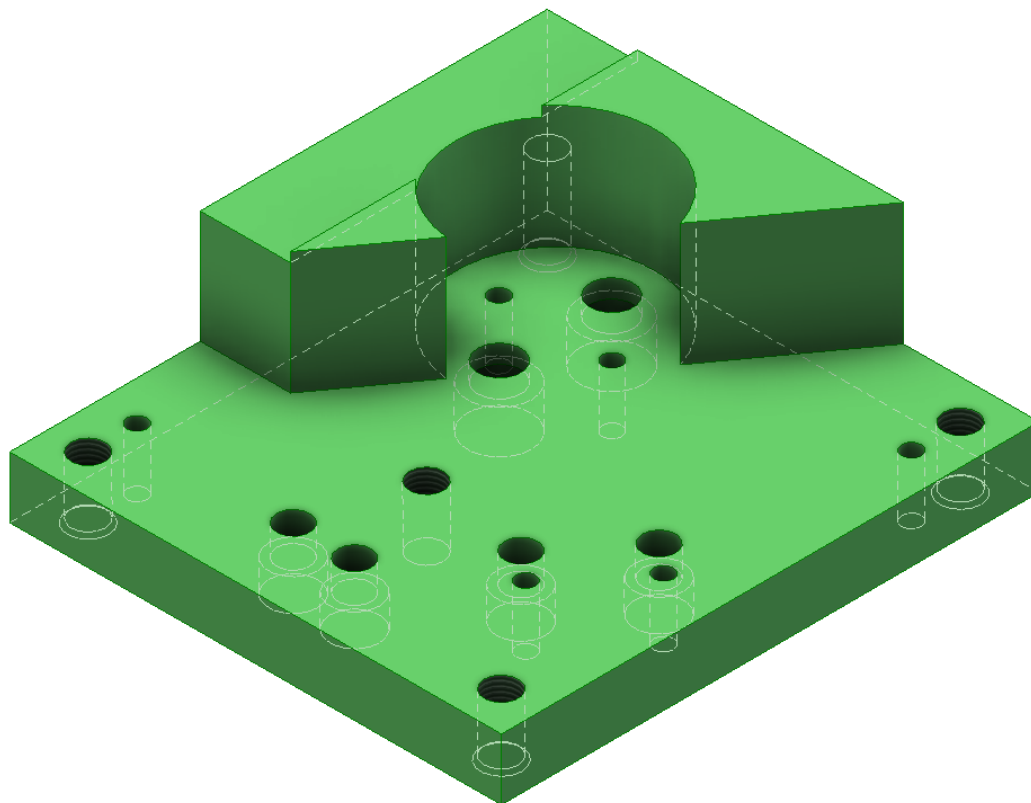


Obr. 21 Základní deska

11.2. Základna obrábění 36°

Tento díl tvoří základnu pro obrábění drážky, která je vůči součásti pod úhlem 36°. Jsou zde závitové díry pro spojení se základní deskou (včetně děr pro kolíky). Dále jsou zde průchozí díry pro zápusťné šrouby M12 a M16 ISO 4762 společně s dírami pro kolíky $\varnothing 8$ mm ISO 8735 pro připevnění opěrného válce a kostky pro šroub. Stojka je připevněna pouze šrouby, protože její polohu není nutné přesně dodržet. Dále je zde závitová díra pro závrtný šroub M16 DIN 938. Součást je tvarována tak, aby se o šikmé boky opřela obráběná čelist. Místo, kam přijde opěrný válec má tvar válcového vybrání. Výška součásti má funkci kontrolní plochy pro vyráběnou drážku.

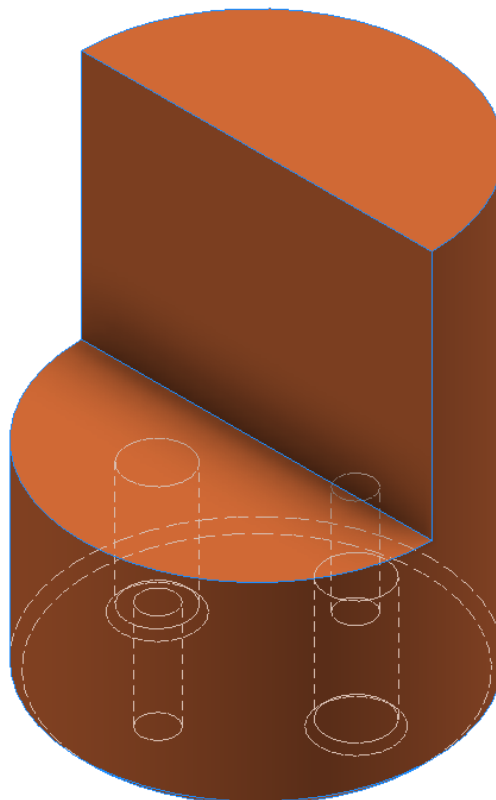
Tolerované jsou zde kromě polohy děr pro kolíky navíc funkční plochy. Jedna ze zkosených ploch je zde tolerována s minusovou odchylkou, aby se zajistilo opření součásti o opěrný válec. Válcové vybrání spolu s opěrným válcem tvoří uložení H8/h8. Výška součásti je také s minusovou odchylkou, aby nedošlo ke kolizi nástroje s přípravkem.



Obr. 22 Základna obrábění 36°

11.3. Opěrný válec

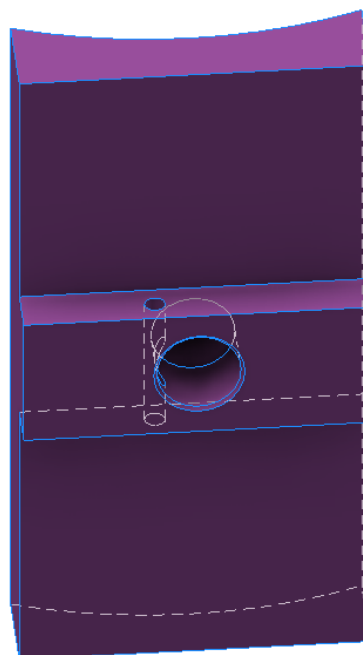
O tuto součást se opře vnitřní válcová plocha čelisti. Vnější válcová plocha opěrného válce má $\varnothing 81$ mm s tolerancí h8. Vybrání v horní části válce je pro frézu. Válec je se základnou spojen pomocí dvou zápusťných šroubů M16 ISO 4762 a dvou válcových kolíků s vnitřním závitem $\varnothing 8$ mm ISO 8735. Tyto díry budou vrtány společně se základnou.



Obr. 23 Opěrný válec

11.4. Tlačič

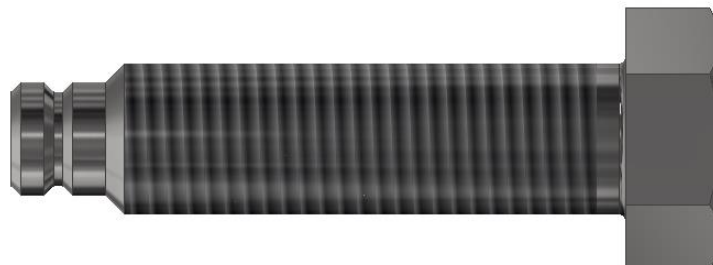
Tato součást přitlačuje čelist k opěrnému válci. Má proto na jedné straně tvar odpovídající vnějšímu průměru součásti ($\varnothing 138$ mm). Tlačič je tlačěn šroubem, který je na konci upraven tak, aby se dal zajistit. Tím se tlačič pohybuje dopředu i dozadu, což ulehčuje vkládání čelisti do přípravku.



Obr. 24 Tlačič

11.5. Tlačný šroub

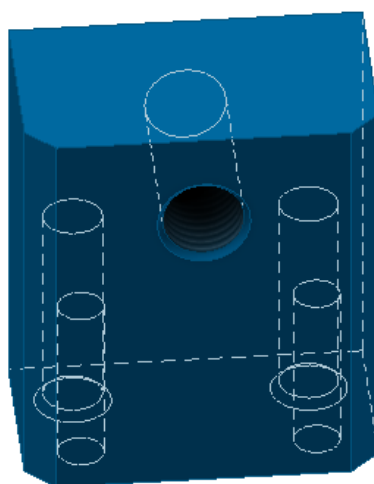
Tento šroub je našroubovaný do kostky pro šroub a tlačí na tlačíč. Konec je upraven tak, aby se dal zajistit kolíkem vůči tlačíči. Tato součást je vyrobena z normalizované součásti a sice šroubu se šestihrannou hlavou ČSN EN 24018 M16x65.



Obr. 25 Tlačný šroub

11.6. Kostka pro šroub

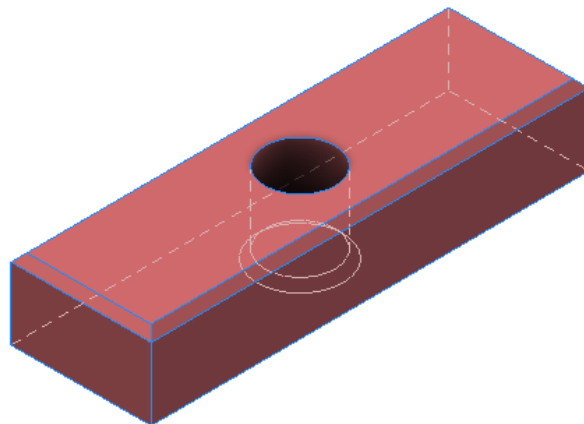
Kostka pro šroub je opatřena závitovou dírou M16 pro tlačný šroub. Se základnou je spojena dvěma zápusťnými šrouby M12 ISO 4762 a dvěma kolíky $\varnothing 8$ mm ISO 8735. Díry pro kolíky budou vrtány společně se základnou.



Obr. 26 Kostka pro šroub

11.7. Přítlačná upínka

Přítlačná upínka přitlačuje čelist shora. Přítlačná síla je vyvozena maticí s nákrůžkem M16 DIN 6331 na závrtném šroubu M16 DIN 938. Kvůli bezpečnosti jsou horní hrany zkoseny.

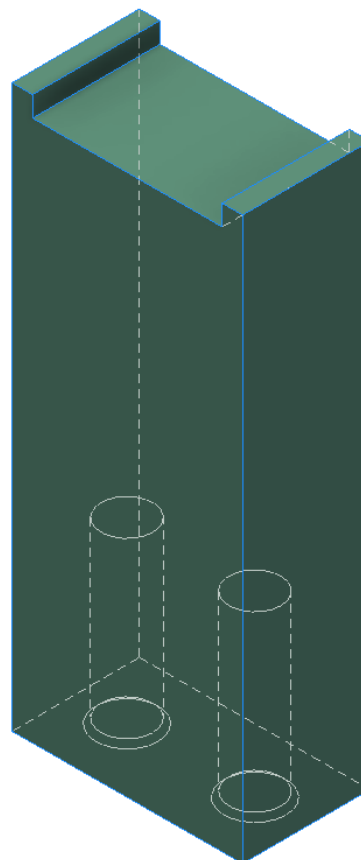


Obr. 27 Přítlačná upínka

11.8. Stojka

Stojka má dvě funkce. První funkcí je poskytování opěry přítlačné upínce. Druhá funkce je zajištění polohy horní upínky, aby nespadla při upínání čelisti.

Stojka je připevněna k základně pomocí dvou zápusťných šroubů M12 ISO 4762.



Obr. 28 Stojka

12. Závěr

Cílem práce bylo navrhnout nový přípravek pro frézování drážek brzdové čelisti odstředivého regulátoru pohonu PRO-M. Odstředivý regulátor slouží k usměrnění rychlosti posuvu regulační kazety v režimu havarijní ochrany reaktoru.

V první části práce byl uveden způsob regulace jaderných reaktorů pomocí regulačních orgánů včetně jejich hlavních částí a požadavků na ně. Dále byla představena společnost ŠKODA JS a v poslední teoretické části byly uvedeny základy teorie týkající se přípravků, jejich rozdělení a použití. K přípravkům byly uvedeny konstrukční zásady při jejich navrhování následované teorií o ustavení a upnutí obrobku, které je doplněno běžně používanými opěrnými a ustavovacími prvky.

V další části práce je představena vyráběná součást, tedy brzdová čelist pohonů PRO-M, výrobní stroj a stávající přípravek. Stávající přípravek je zhodnocen díky čemuž je možné definovat jeho nedostatky, které by měl nový přípravek vyřešit. Hlavním nedostatkem stávajícího přípravku byla nedostatečná přesnost výroby drážek a nutnost přípravku otočit mezi frézováním jednotlivých drážek.

V praktické části jsou popsány tři varianty nového přípravku. Z těchto tří variant byla zvolena první varianta, která dostatečně zajišťuje přesnost výroby drážek a zároveň umožňuje vyšší produktivitu a tvar přípravku kontroluje správnost výroby drážek.

V poslední části práce je uveden materiál, ze kterého se přípravek bude vyrábět. Vzhledem k materiálu čelisti, což je nerezová ocel, je nutné, aby části přípravku přicházející do kontaktu s obrobkem byli také z nerezové oceli. V neposlední řadě jsou popsány jednotlivé součásti tohoto přípravku s uvedenými tolerancemi, které zajišťují přesnost ustavení čelisti.

Součástí práce je také kompletní výkresová dokumentace včetně kusovníkem vyráběných součástí. Výkresová dokumentace sestává z 10 výrobních výkresů součástí přípravku, výrobních výkresů čelistí PRO-M a předchozí verze PRO, jednoho kusovníku s uvedenými materiály součástí a výkresu sestavy přípravku.

13. Zdroje

1. www.cez.cz. *JADERNÁ ENERGETIKA V ČESKÉ REPUBLICE*. [Online] [Citace: 5. 6. 2020.] <https://www.cez.cz/cs/o-cez/vyrobni-zdroje/jaderna-energetika/jaderna-energetika-v-ceske-republice>.
2. J. BEČVÁŘ A KOL. *Jaderné elektrárny*. Praha : STNL, 1981.
3. SHIGLEY, Joseph Edward, Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS, VLK, Miloš, ed. *Konstruování strojních součástí*. Brno : VUTIUM, 2010. ISBN 978-80-214-2629-0.
4. B. CHVÁLA, J. VOTAVA. *Přípravky*. Praha : SNTL, 1988.
5. O. ZEMČÍK, K. NOVOTNÝ. <http://ust.fme.vutbr.cz/>. *PŘÍPRAVKY A NÁSTROJE*. [Online] http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/img/opory/fpn_pripnavky_a_nastroje_novotny_zemcik.pdf.
6. Zdebor, Jan. *Pohony regulačních orgánů jaderných reaktorů VVER*. [Prezentace] Praha : Asociaci strojních inženýrů, 2020.
7. www.skoda-js.cz. *Pohony řídicích tyčí*. [Online] [Citace: 15. 3. 2020.] <https://www.skoda-js.cz/reference/pohony-ridicich-tyci/>.
8. www.Kipp.cz. *Opěrné, polohovací a dorazové prvky*. [Online] 2020. [Citace: 16. 5. 2020.] <https://www.kipp.cz/cz/cs/Produkty.html>.
9. Vliv chemického složení na strukturu a vlastnosti martenzitické oceli pro *www.hutnickelisty.cz*. [Online] 4 2018. [Citace: 16. 5. 2020.] https://www.hutnickelisty.cz/wp-content/uploads/2019/11/Balcar_HL4-2018.pdf. ISSN 0018-8069.
10. Technická dokumentace ŠKODA JS, poskytnutá odborným konzultantem.
11. www.fermatlipnik.cz. *Servis*. [Online] [Citace: 20. 5. 2020.] <http://www.fermatlipnik.cz/cs/nase-sluzby/servis>.
12. www.appmfg.com. *How to Prevent Galvanic Corrosion Between Carbon and Stainless Steel*. [Online] 2018. [Citace: 18. 5. 2020.] <https://www.appmfg.com/blog/how-to-prevent-galvanic-corrosion-between-carbon-and-stainless-steel>.
13. www.metalcor.de. *1.4541 Datasheet*. [Online] [Citace: 18. 5. 2020.] <http://www.metalcor.de/en/datenblatt/33/>.
14. Palát, Ing. Hynek. www.sspu-opava.cz. *Ustavení obrobků*. [Online] 2011/2012. [Citace: 16. 5. 2020.] https://www.sspu-opava.cz/static/UserFiles/File/_sablony/STT_IV/VY_52_INOVACE_I-04-02.pdf.
15. Geistová, M. www.spszengrova.cz. *Základy výroby*. [Online] [Citace: 24. 5. 2020.] <https://www.spszengrova.cz/texty/texty/ZAV/ZAV4-P%C5%99%C3%ADpravky-UT.pdf>.
16. MAREK.eu. *VÝKYVNÉ OPĚRKY PŘESTAVITELNÉ*. [Online] 2020. [Citace: 13. 5. 2020.] <https://www.marek.eu/norelem-normovane-dily/pruzny-system-normalizovanych-dilu/kyvadlove-podperky-nohy-upinaci-podlozky-operne-prvky/vykyvne-operky/24130/vykyvne-operky-prestavitelne.html#technicke-parametry>.
17. Hoffman Group. *Otočný soustružnický hrot s prodlouženým hrotem 60° / 30°*. [Online] 2020. [Citace: 15. 5. 2020.] <https://www.hoffmann-group.com/SK/cs/hos/>.

Katedra energetických strojů a zařízení

Václav Kazda

18. Expertsmind.com. [Online] 2020. [Citace: 13. 5. 2020.]

<http://www.expertsmind.com/questions/explain-degree-of-freedom-jig-and-fixture-30174078.aspx>.

14. Seznam obrázků

Obr. 1 Regulační orgán reaktoru elektrárny A-1 [6]	13
Obr. 2 Řídící tyč v reaktoru VVER 440 [6].....	15
Obr. 3 Modernizovaný pohon regulačního orgánu PRO-M [7]	16
Obr. 4 Základní plochy obrobku [14].....	19
Obr. 5 Stupně volnosti tělesa v prostoru [18].....	20
Obr. 6 Přestavitelné čepy [16]	21
Obr. 7 Opěrné čepy [8].....	21
Obr. 8 Opěrné lišty [8].....	22
Obr. 9 Prizmatické opěry [15]	22
Obr. 10 Otočný soustružnický hrot [17].....	23
Obr. 11 Středící čepy [8]	23
Obr. 12 Obráběná součást s vyznačenými drážkami k obrábění [10]	24
Obr. 13 Řez regulačního orgánu s vyznačenou polohou čelisti [7].....	24
Obr. 14 Obráběcí stroj FGS 63 NCP od STROJTOS LIPNÍK [10]	25
Obr. 15 Stávající přípravek [10].....	26
Obr. 16 3D model varianty 1	27
Obr. 17 Poloha těžiště varianty 1.....	28
Obr. 18 3D model varianty 2	29
Obr. 19 3D model varianty 3	30
Obr. 20 Poloha těžiště varianty 3.....	31
Obr. 21 Základní deska.....	33
Obr. 22 Základna obrábění 36°.....	34
Obr. 23 Opěrný válec.....	35
Obr. 24 Tlačič	35
Obr. 25 Tlačný šroub	36
Obr. 26 Kostka pro šroub.....	36
Obr. 27 Přítlačná upínka	37
Obr. 28 Stojka.....	37

15. Seznam tabulek

Tabulka 1 Chemické složení oceli (9)	25
Tabulka 2 Chemické složení nerezové oceli 1.4541 (13).....	32
Tabulka 3 Vybrané mechanické a fyzikální vlastnosti nerezové oceli 1.4541 (13).....	32

16. Seznam příloh

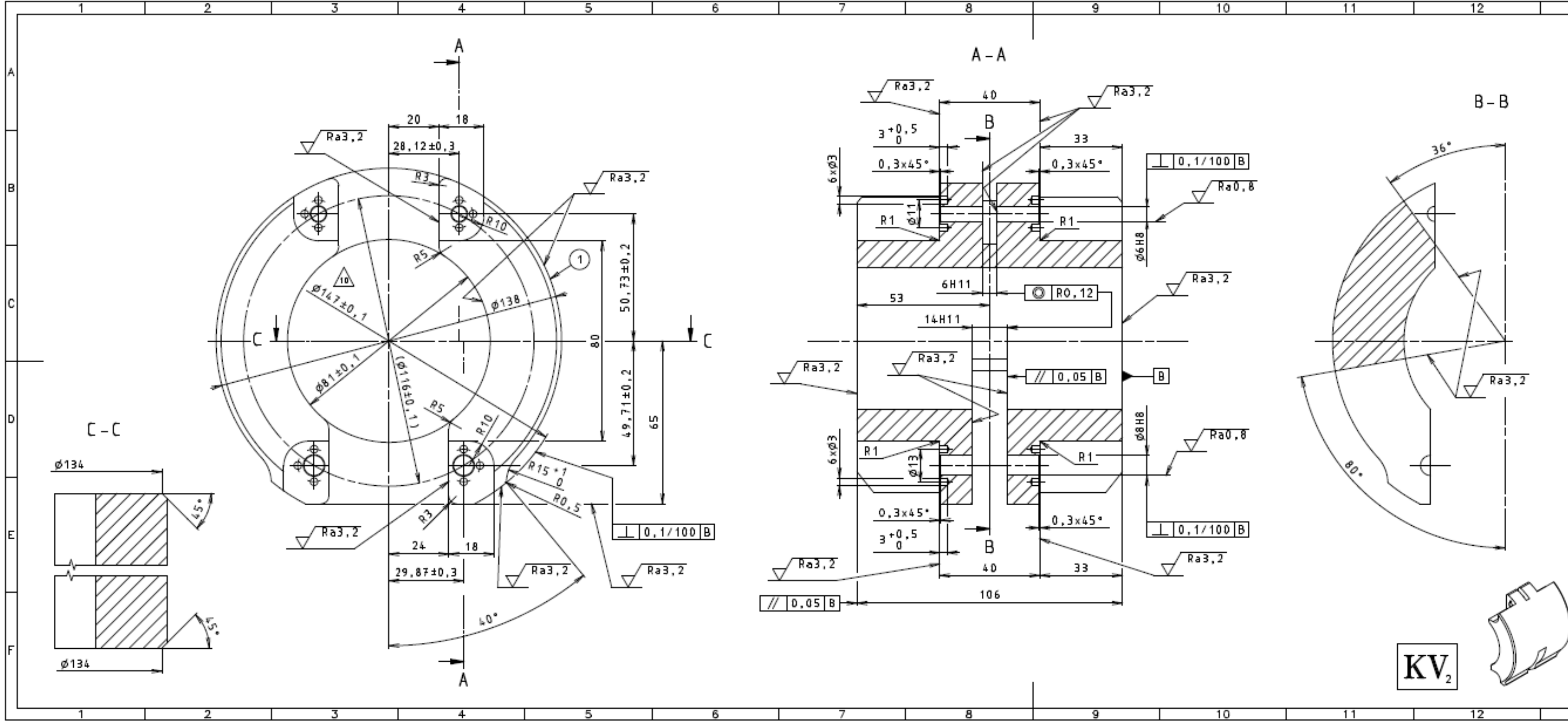
Příloha 1: Výrobní výkresy brzdových čelistí PRO a PRO-M

Příloha 2: Kusovník varianty 1

Příloha 3: Výkresová dokumentace varianty 1

Příloha č.1

Výrobní výkresy brzdových čelistí PRO a PRO-M



$\sqrt{Ra6,3}$ (✓)

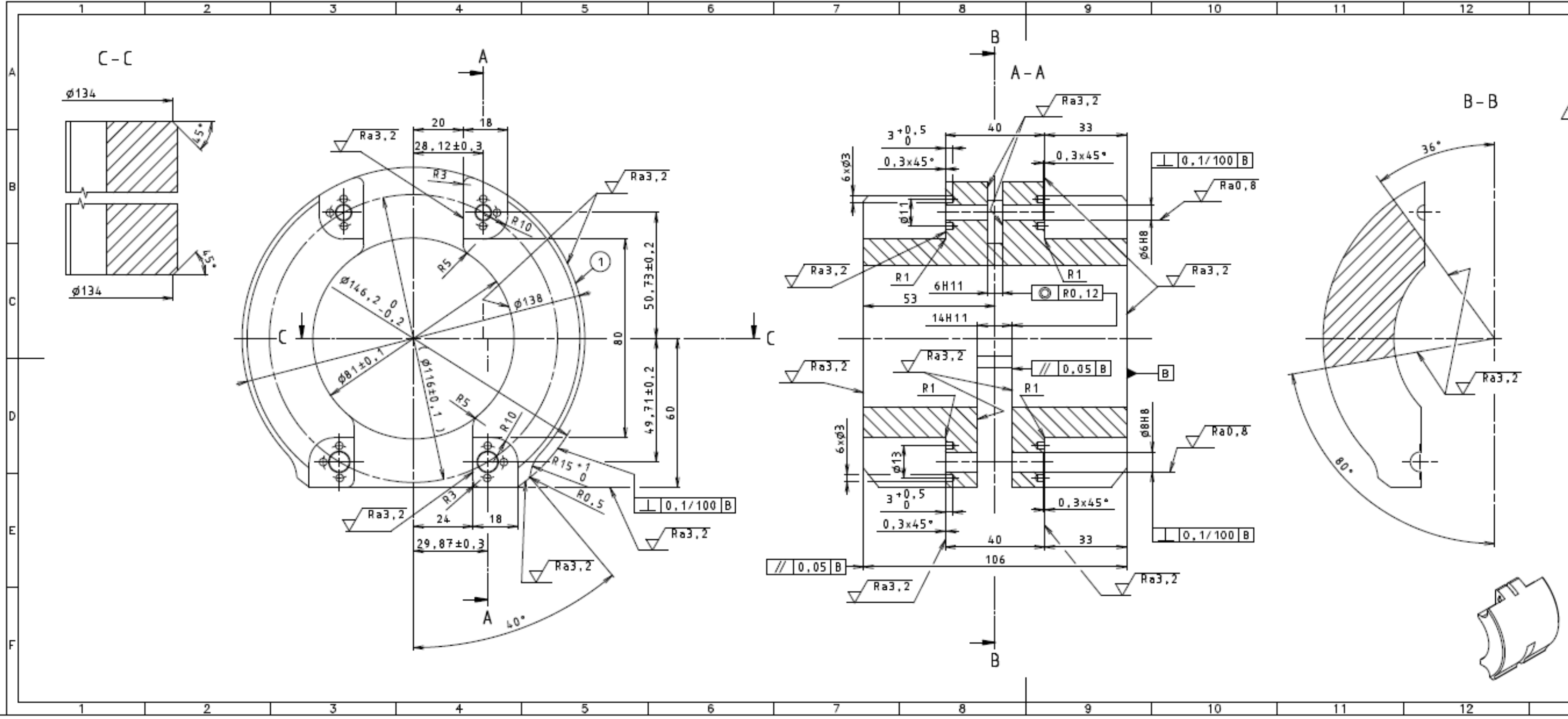
- ZNACIT RAZENIM: CISLO TAVBY, CISLO VYKRESU/PORADOVE CISLO, ZNACKU MATERIALU, ZN. TK. VYSKA PISMA 3mm.
- DHRUBOVANY POLOTOVAR KR 152/KR 80 ZUSLECHTIT NA PEVNOST $R_m = \min. 1079 \text{ MPa}$, TVRDOST HB 321+432. REZIM TZ PRO KAZDOU POUZITOU TAVBU DLE OVERY NI NA REFERENCNIM KUSU c.7 Ae 365490.
- МАРКИРОВАТЬ: № ПЛАВКИ, № ЧЕРТЕЖА/ПОРЯДКОВЫЙ №, МАРКУ СТАЛИ, ЗНАК ТК. ВЫСОТА ШРИФТА 3мм.
- ОБРАБОТАННУЮ ЗАГОТОВКУ KR 152/KR 80 ТЕРМООБРАБОТАТЬ НА ПРОЧНОСТЬ $R_m = \min. 1079 \text{ МПа}$, ТВЕРДОСТЬ HB 321+432. РЕЖИМ ТЕРМООБРАБОТКИ ДЛЯ КАЖДОЙ ПРИМЕНЕННОЙ ПЛАВКИ СООТВЕТСТВУЕТ РЕЖИМУ ПРОВЕРЕННОМУ НА КОНТРОЛЬНОЙ ПРОбЕ № 7 Ae 365490.

TECHNISCHE PODMINKY/TECHNISCHEESKIE USLOVIA TRE 10-40/1476/75
 STARY VYKRES/STARYY CHERTEZH 1137.17.03.212

10	2x	ZR3006/2012		HERMAN	SYKORA	KRATOCHVIL
9	9x	ZR3473/2011	28.11.2011	HERMAN	SYKORA	KRATOCHVIL
h	1x	HLASENI ZHENY c. 542/86	2.10.1986	SIMKA	---	---
g	4x	SRAZENI 0,5 BA 0,3x45°	3.6.1986	SIMKA	---	---
f	1x	HLASENI ZHENY c. 410/4733/85	30.7.1985	JIROUT	---	---
e	2x	HLASENI ZHENY c. 598	24.4.1981	KLAIL	---	---
d	1x	HLASENI ZHENY c. 1118	23.7.1980	KLAIL	---	---
c	4x	ZH. TP. RYT Ø680 A Ø800 NA SOUDARLIC	12.2.1979	KLAIL	---	---
b	1x	ZHENY PRIL. PRO ZKOROSEU	24.3.1978	GIEBEL	---	---
a	7x	OPRAC. 6,3 NA 3,2	20.5.1977	GIEBEL	---	---
0	-x	Prvni vydaní bezpece zobrazeno	5.8.1976	KLAIL	PANOS	ANDRLIK

№. listu	Číslo změny	Číslo výkresu	Číslo listu	Pracovník	Pracovník	Pracovník
1	0	106	1	HERMAN	SYKORA	KRATOCHVIL
Pro kontrolu: Ae 5065/Dok: 002,004,103, 232, 301,331,401,411,441						
Materiál: 14CH17N2/1 4X17N2 Polotovary: KR 160-113 (+45 pro 2ks)		1:1 mm A3.1				
Stav: 106 Projekt: PPD Datum: 17.03.2012		106 Ae 214-102 4 2,18				
BRZDOVÁ ČELIST ТОРМОЗНАЯ КОЛОДКА		Ae 328908 10				
CAD Id: V_PRO		brzdova_celist				

√ Ra6,3 (✓)



- ZNACIT RAZENIM: CISLO TAVBY, CISLO VYKRESU/PORADOVE CISLO, ZNACKU MATERIALU, ZN. TK.
- VYSKA PISMA 3 mm.
DHRUBOVANY POLOTOVAR KR 152/KR 80 ZUSLECHTIT NA PEVNDST Rm = min. 1079 MPa, TVRDOT HB 321+432.
REZIM TZ PRO KAZDOU POUZITOU TAVBU DLE OVERYENI NA REFERENCNIH KUSU c.7 Ae 365490.

KV₂

TECHNICKE PODMINKY TPE Ae 2303/93
STARY VYKRES Ae 328908

Nr. index	Change	Justification	Date of Issue	Drawn by	Checked by	Approved by
7	3x	ZR 5981/2017		HERMAN	SYKORA	KRATOCHVIL
6	3x	ZR 4945/2014	7.10.2014	BASAKOVA	SYKORA H.	KRATOCHVIL
5	3x	ZR 2598/2010	21.6.2010	HERMAN	SYKORA	KRATOCHVIL
4	1x	ZR 1864/2009	30.1.2009	POLEDNA	---	SYKORA
3	3x	ZR 1545/2008	13.6.2008	SYKORA	---	HERMAN
2	1x	ZR 835/2005	1.11.2005	HERMAN	---	SYKORA
1	1x	ZRUSENI POZH.	14.2.2005	HERMAN	---	SYKORA
0	-x	First Issue	12.3.2004	DIVIS	BURESOVA	PEDAL

Inspection plan	Inspection plan	Inspection plan	Inspection plan	Inspection plan	Inspection plan
Plan typ: Ae 5065/Dok: 002, 004, 103, 232, 301, 331, 401, 411	Plan typ: Ae 5065/Dok: 002, 004, 103, 232, 301, 331, 401, 411	Plan typ: Ae 5065/Dok: 002, 004, 103, 232, 301, 331, 401, 411	Plan typ: Ae 5065/Dok: 002, 004, 103, 232, 301, 331, 401, 411	Plan typ: Ae 5065/Dok: 002, 004, 103, 232, 301, 331, 401, 411	Plan typ: Ae 5065/Dok: 002, 004, 103, 232, 301, 331, 401, 411

Material: 14CH17N2
 Polotovaz: KR 160-113 (+45; polotovaz pro 2 ks)

Scale: 1:1
 Project: PRD-M
 Drawing No.: Ae 225411
 Sheet No.: 4
 Date: 2.18

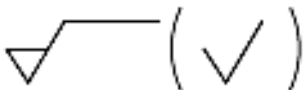
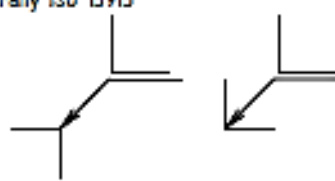

BRZDOVA ČELIST
 Ae 360374
 7


Project: V_PPO
 Drawing: PRD-M
 Drawing: brzdova_celist
 Drawing: brzdova_celist_vz_red

Příloha č.2

Kusovník varianty 1

POL	KS	ČÍSLO SOUČÁSTI	MATERIÁL	HMOTNOST
1	1	BP-V0-0001	1.4541 (X6CrNiTi18-10)	33.536 kg
2	2	BP-V0-0101	1.4541 (X6CrNiTi18-10)	2.935 kg
3	1	BP-V0-0102	1.4541 (X6CrNiTi18-10)	10.639 kg
4	2	BP-V0-0103	1.4541 (X6CrNiTi18-10)	0.561 kg
5	2	BP-V0-0104	1.4541 (X6CrNiTi18-10)	1.025 kg
6	2	BP-V0-0105	Ocel 10.9 (ISO 4017)	0.133 kg
7	1	BP-V0-0106	1.4541 (X6CrNiTi18-10)	0.455 kg
8	1	BP-V0-0201	1.4541 (X6CrNiTi18-10)	11.302 kg
9	1	BP-V0-0202	1.4541 (X6CrNiTi18-10)	0.897 kg
10	1	BP-V0-0203	1.4541 (X6CrNiTi18-10)	0.458 kg
11	2	ČSN 243595 b=22	Ocel	0.007 kg
12	1	DIN 938 - M16 x 55	Ocel 8.8	0.110 kg
13	1	DIN 938 - M16 x 160	Ocel 8.8	0.276 kg
14	2	DIN 6331 - M 16	Ocel 10	0.075 kg
15	2	ISO 2338 - 3 h8 x 20	Nerezová ocel A1	0.001 kg
16	2	ISO 4762 - M6 x 16	Nerezová ocel A2-70	0.007 kg
17	6	ISO 4762 - M12 x 35	Nerezová ocel A2-70	0.049 kg
18	4	ISO 4762 - M16 x 25	Nerezová ocel A2-70	0.082 kg
19	3	ISO 4762 - M16 x 40	Nerezová ocel A2-70	0.105 kg
20	5	ISO 4762 - M16 x 50	Nerezová ocel A2-70	0.016 kg
21	4	ISO 8735 - 8 x 45 - B	Ocel	0.016 kg
22	4	ISO 8735 - 8 x 50 - B	Ocel	0.018 kg
23	4	ISO 8735 - 8 x 60 - A	Ocel	0.022 kg
24	4	M12 ISO 3266	Ocel C15 A2F	0.177 kg

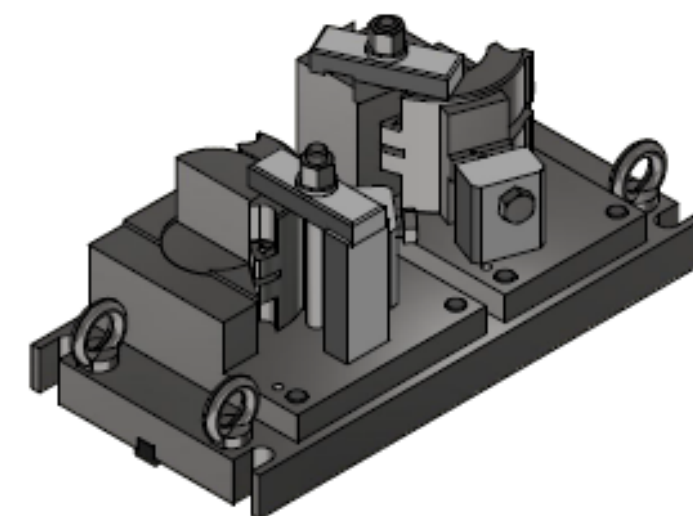
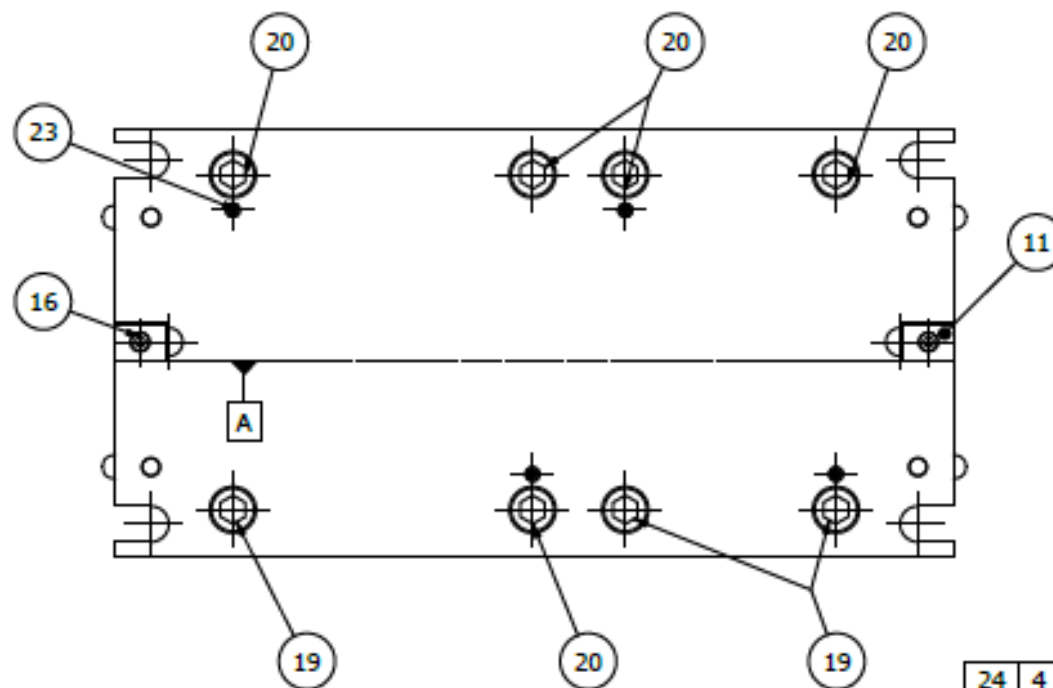
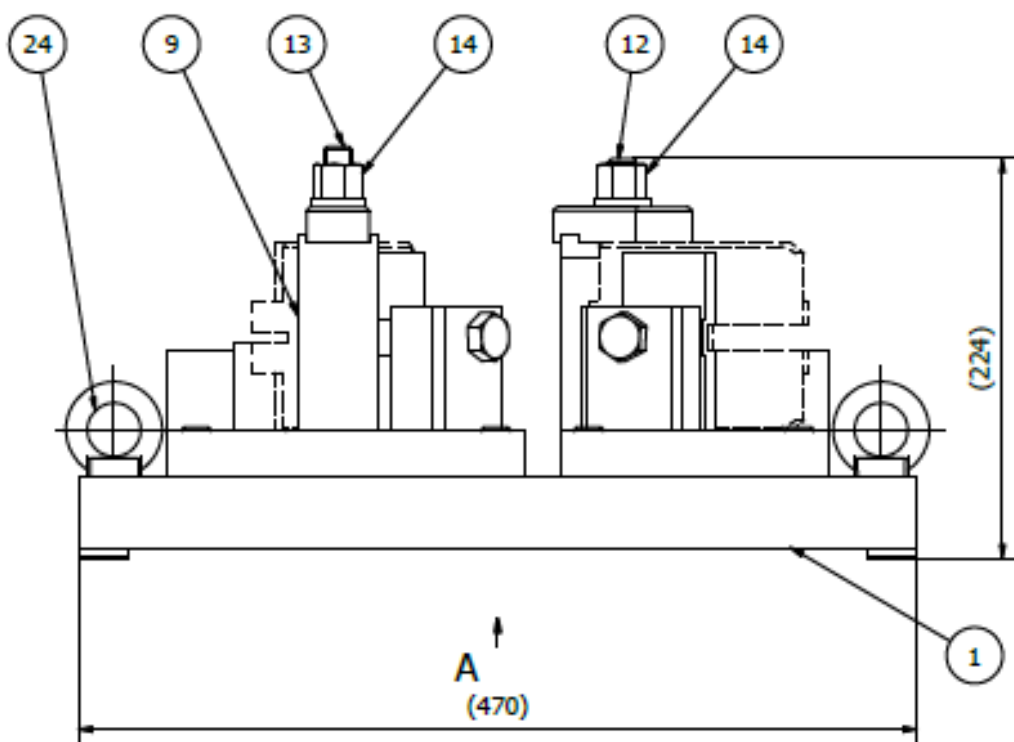
Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Hřítko Hmotnost (kg)	Přesnost Tolerování Průmítání 
Materiál - Polotovar		Formát A4	

 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil Václav Kazda Datum 24.10.2019	Název KUSOVNÍK
	Schválil Datum Druh dokumentu KUSOVNÍK	Číslo dokumentu BP-V0-KUSOVNÍK
KKE KATEDRA ENERGETICKÝCH STROJŮ A ZAŘÍZENÍ	List 1 Listu 1	

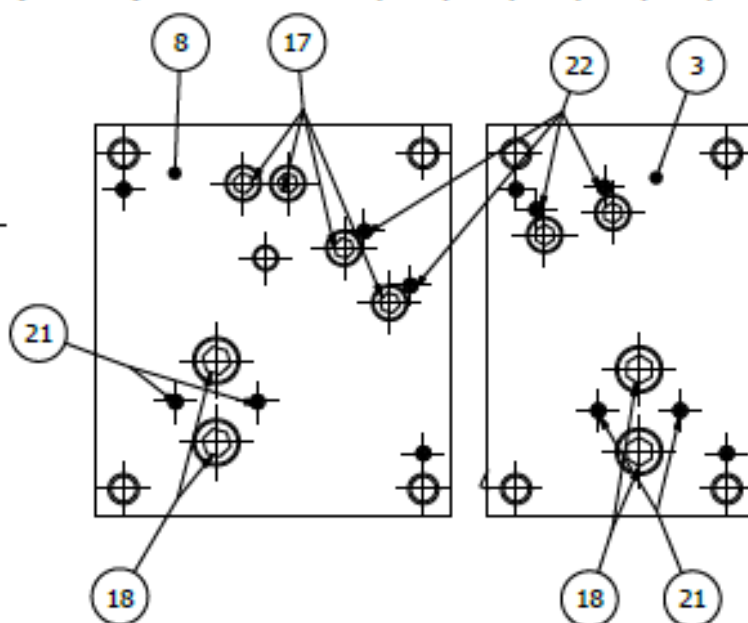
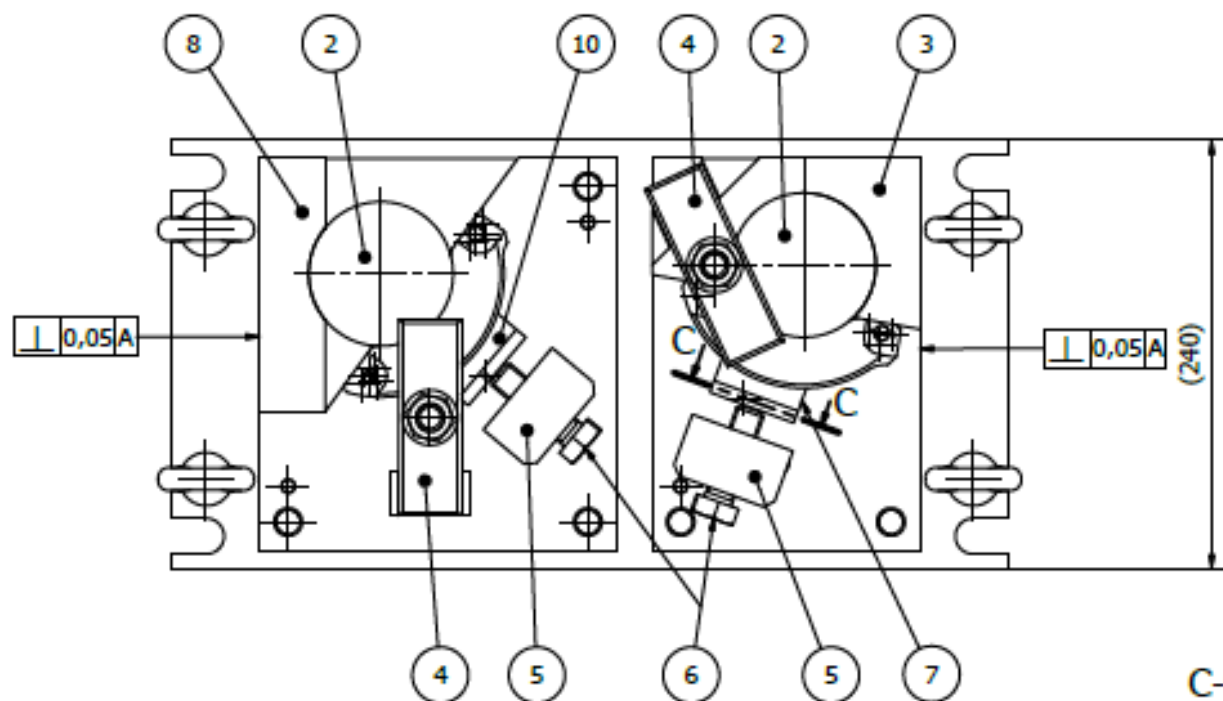
Příloha č.3

Výkresová dokumentace varianty 1

A (1:3)



A (1:3) BEZ POZIC 1, 11, 16, 19, 20, 23, 24



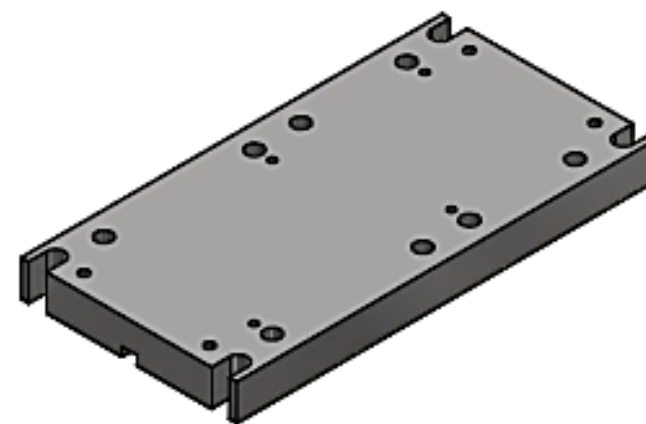
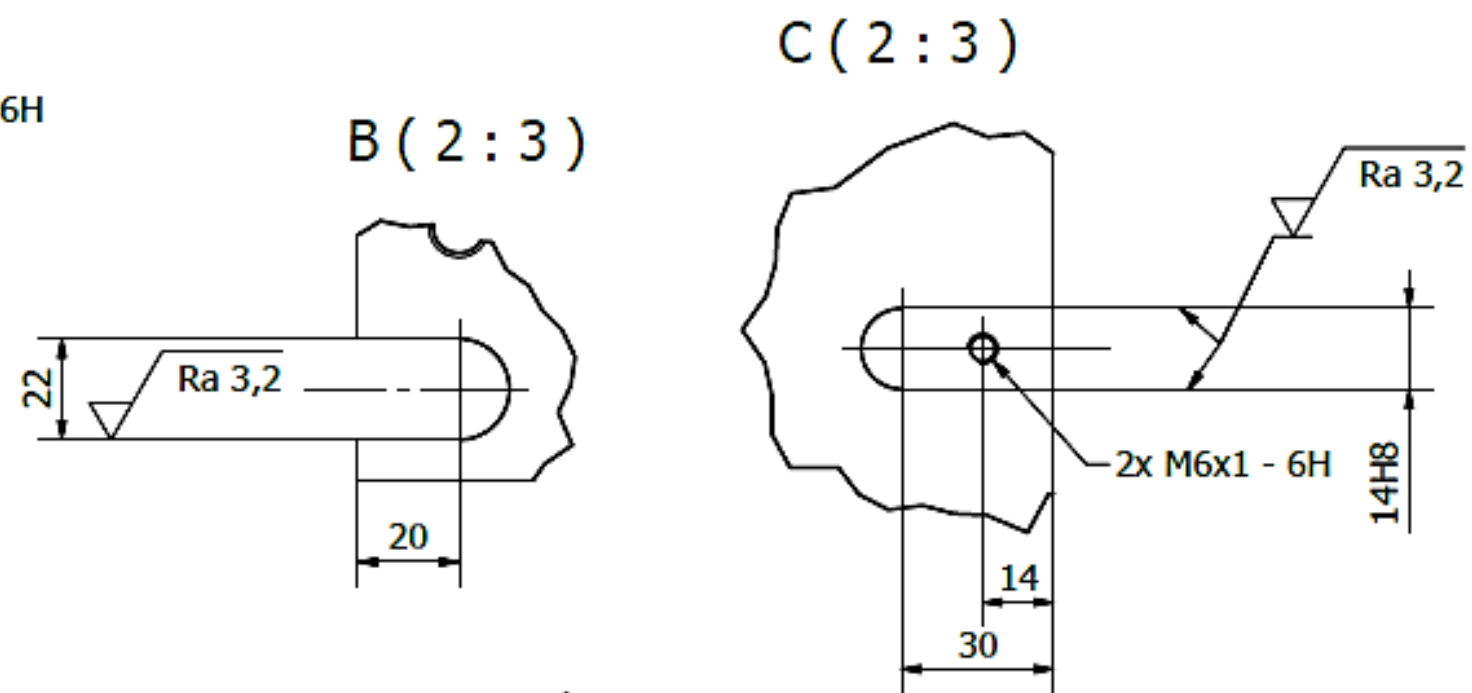
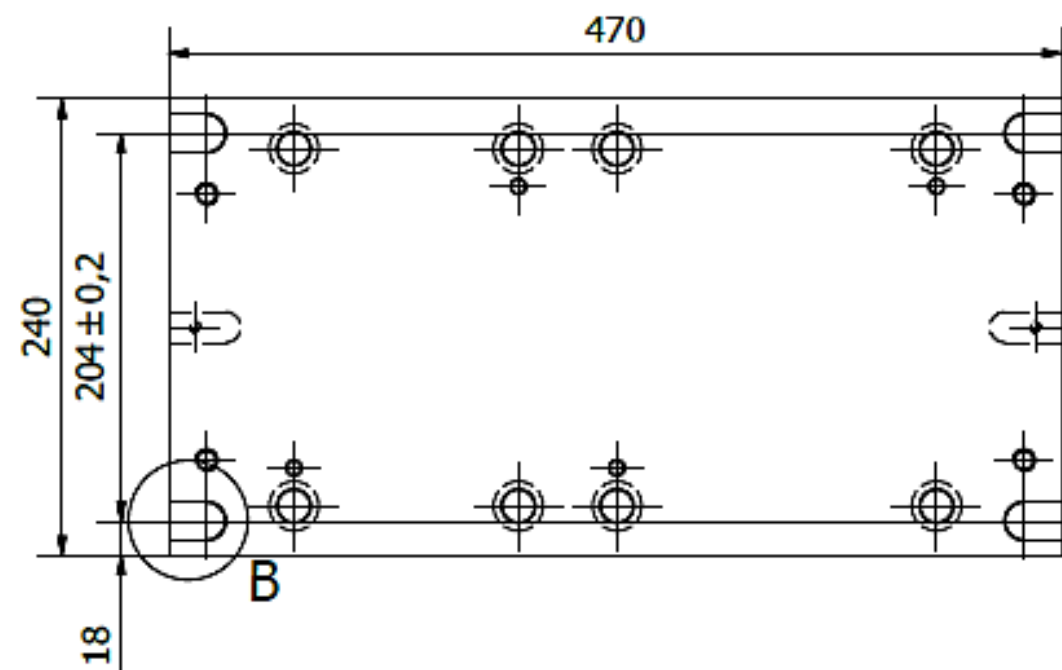
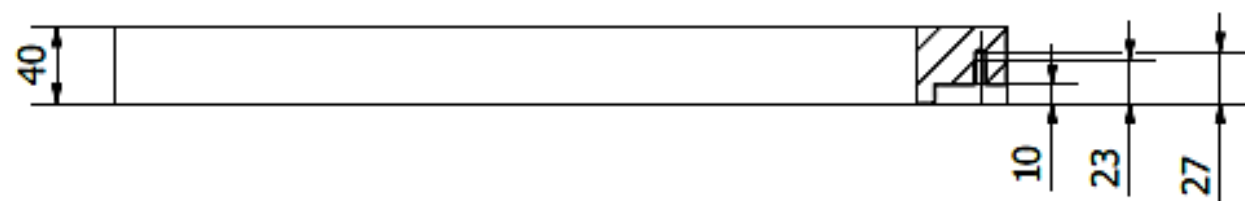
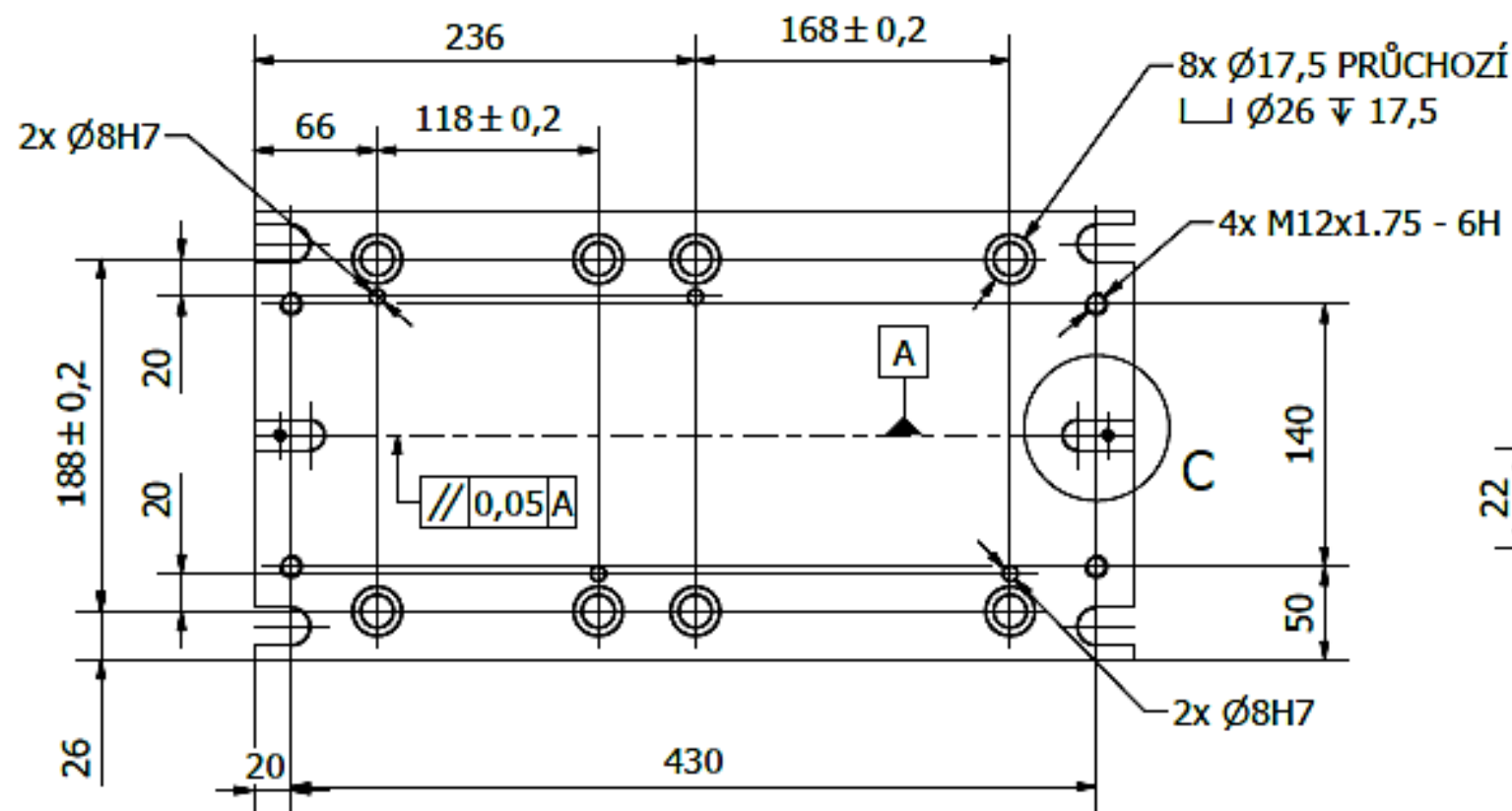
C-C (1:3) 160°



24	4	M12 ISO 3266	Šrouby se závěsným okem – metrický závit ISO
23	4	ISO 8735 - 8 x 60 - A	Kolík s vnitřním závitem z kalené oceli a martenzitické nerez oceli
22	4	ISO 8735 - 8 x 50 - B	Válcový kolík s vnitřním závitem, povrchově zpevněná ocel
21	4	ISO 8735 - 8 x 45 - B	Válcový kolík s vnitřním závitem, povrchově zpevněná ocel
20	5	ISO 4762 - M16 x 50	Šroub s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem
19	3	ISO 4762 - M16 x 40	Šroub s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem
18	4	ISO 4762 - M16 x 25	Šroub s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem
17	6	ISO 4762 - M12 x 35	Šroub s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem
16	2	ISO 4762 - M6 x 16	Šroub s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem
15	2	ISO 2338 - 3 h8 x 20	Rovnoběžný kolík
14	2	DIN 6331 - M 16	Šestihranná matice
13	1	DIN 938 - M16 x 160	Závrtné šrouby s ocelovým koncem 1d
12	1	DIN 938 - M16 x 55	Závrtné šrouby s ocelovým koncem 1d
11	2	ČSN 243595	Vodící vložka b=22
10	1	BP-V0-0203	Tlačič 36°
9	1	BP-V0-0202	Stojka
8	1	BP-V0-0201	Základna obrábění 36°
7	1	BP-V0-0106	Tlačič 10°
6	2	BP-V0-0105	Tlačný šroub
5	2	BP-V0-0104	Kostka pro šroub
4	2	BP-V0-0103	Přítlačná upínka
3	1	BP-V0-0102	Základna - obrábění 10°
2	2	BP-V0-0101	Opěrný válec
1	1	BP-V0-0001	Základní deska

POL	KS	ČÍSLO SOUČÁSTI	POPIS
			Texture povrchu
			Tržny ISO 13718
			Měřítko 1:3
			Přesnost ISO 2768 - mK
			Tolerování ISO 8015
			hmotnost (kg) 74.73 kg
			Prostředí
			Formát A3

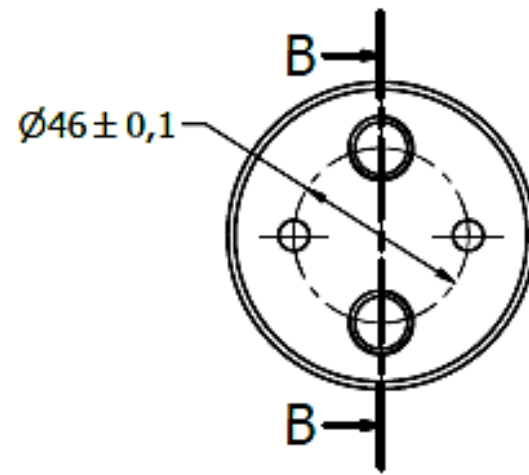
	Kreslil Václav Kazda	Název SESTAVA PŘÍPRAVKU
	Datum 24.10.2019	
KATEDRA ENERGETICKÝCH STROJŮ A ZAŘÍZENÍ KKE	Schválil	Číslo dokumentu BP-V0-0000.iam
	Datum	
	Druh dokumentu SESTAVA	List 1 z 1



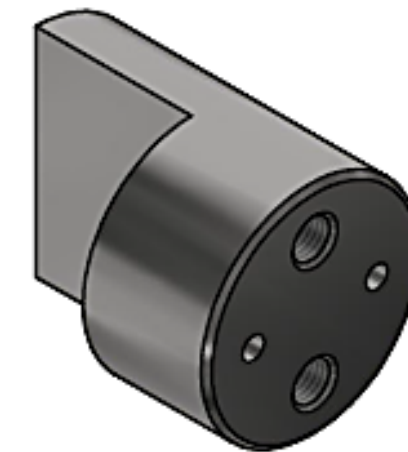
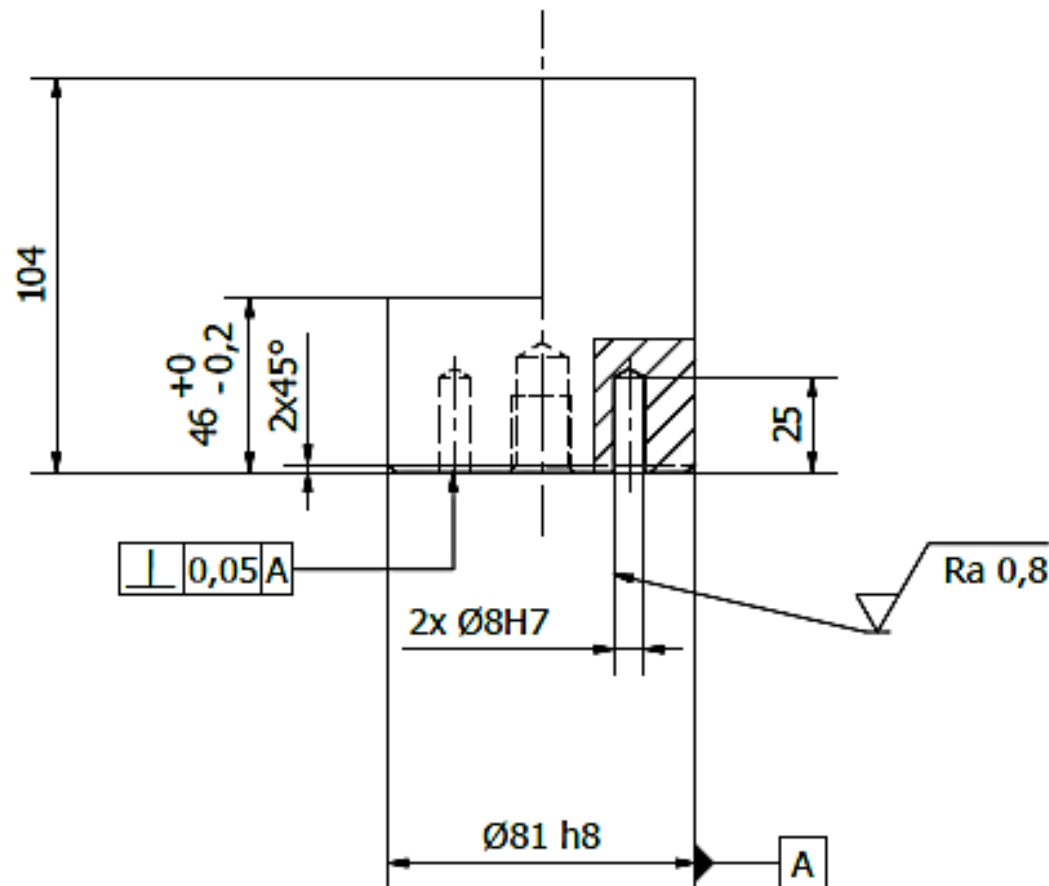
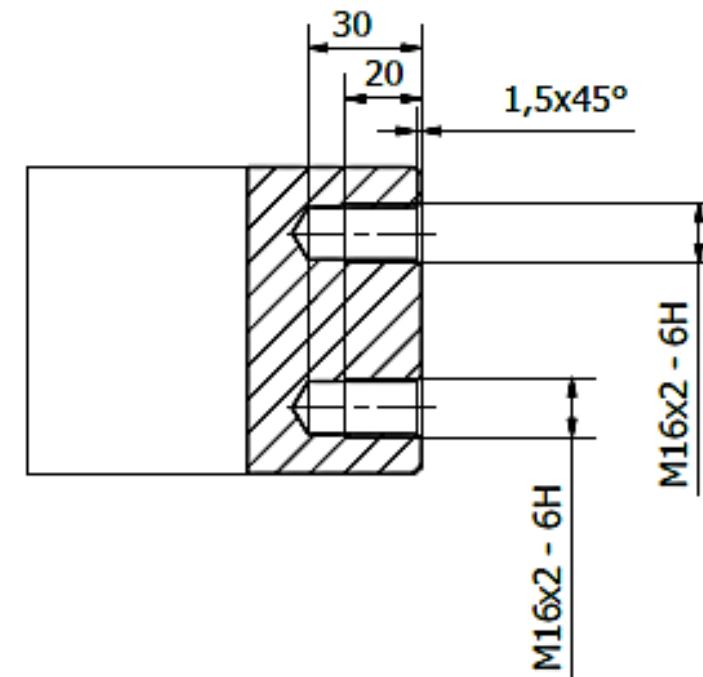
DÍRY PRO KOLÍKY VRTAT SPOLEČNĚ SE SOUČÁSTMI BP-V0-0102 A BP-V0-0201

DRSNOST DĚR PRO KOLÍKY JE ▽ Ra 0,8

Textura povrchu ▽ Ra 6,3 (✓)	Hrany ISO 13715 -0.4 +0.4	Měřítko	Přesnost
		1 : 4	ISO 2768 - mK
Materiál - Polotovar		Hmotnost (kg)	Tolerování
1.4541 (X6CrNiTi18-10)		33.536 kg	ISO 8015
		Promítání	
		Formát	
		A3	
Kreslil Václav Kazda Datum 24.10.2019	Název		ZÁKLADNÍ DESKA
	Schválil		
KATEDRA ENERGETICKÝCH STROJŮ A ZAŘÍZENÍ KKE	Číslo dokumentu		BP-V0-0001.ipt
	Druh dokumentu		
VÝROBNÍ VÝKRES		List 1 Listu 1	



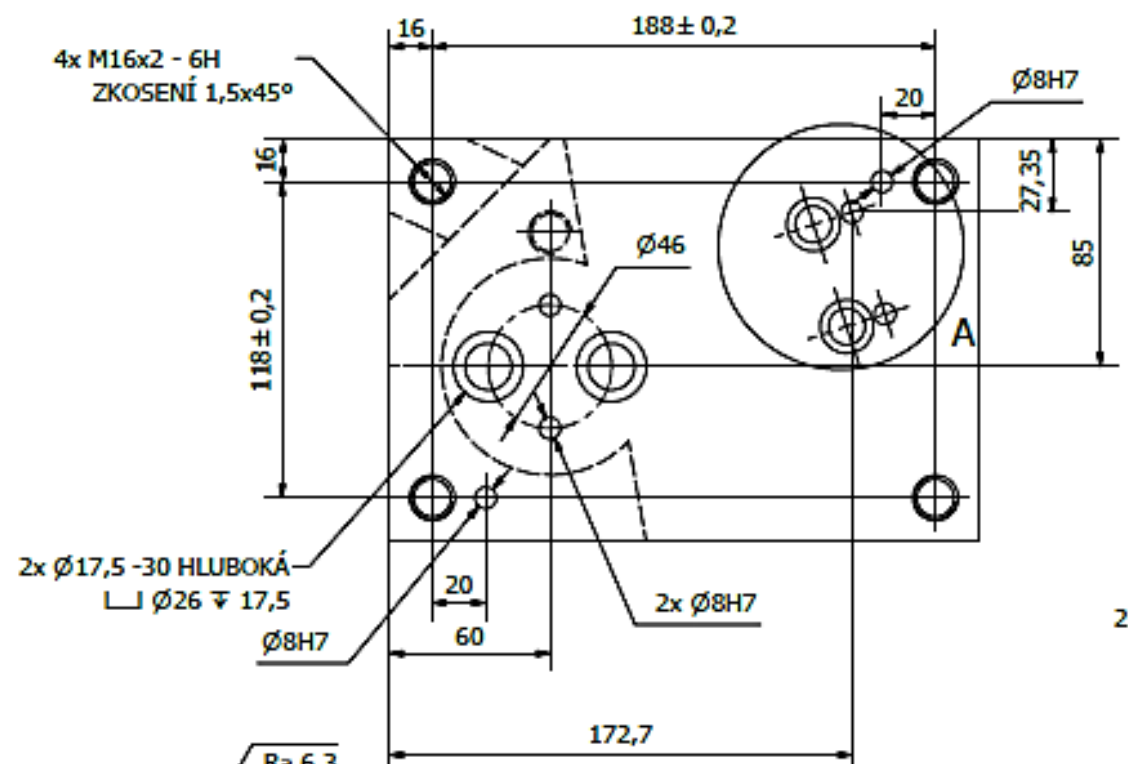
B-B (1 : 2)



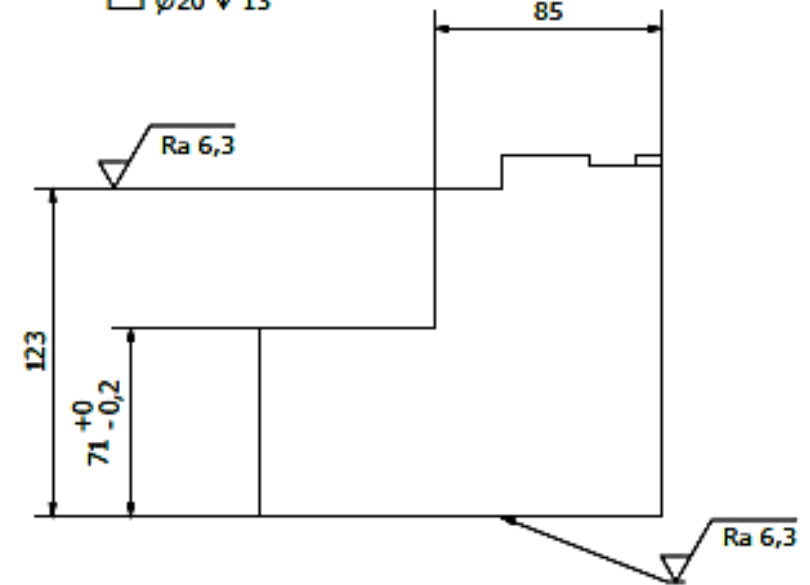
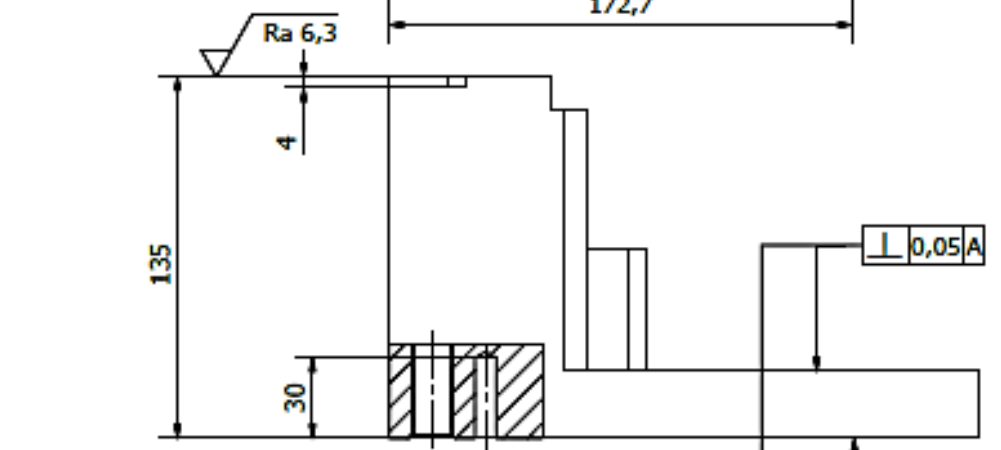
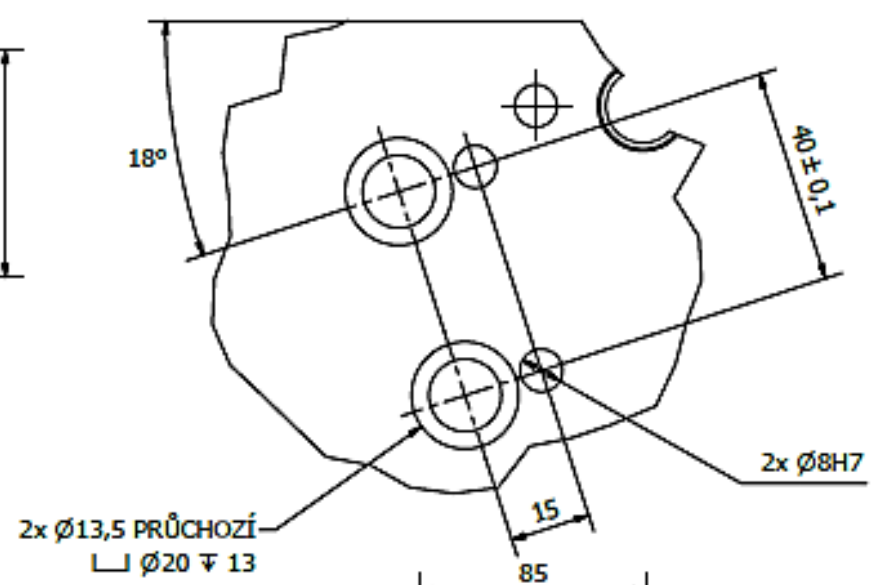
DÍRY PRO KOLÍKY VRTAT SPOLEČNĚ S BP-V0-0102 A BP-V0-0201

Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko	Přesnost
		1 : 2	ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg)	Tolerování
		2.935 kg	ISO 8015
			Promítání
Materiál - Polotovar 1.4541(X6CrNiTi18-10) KR 85-110			Formát
			A3

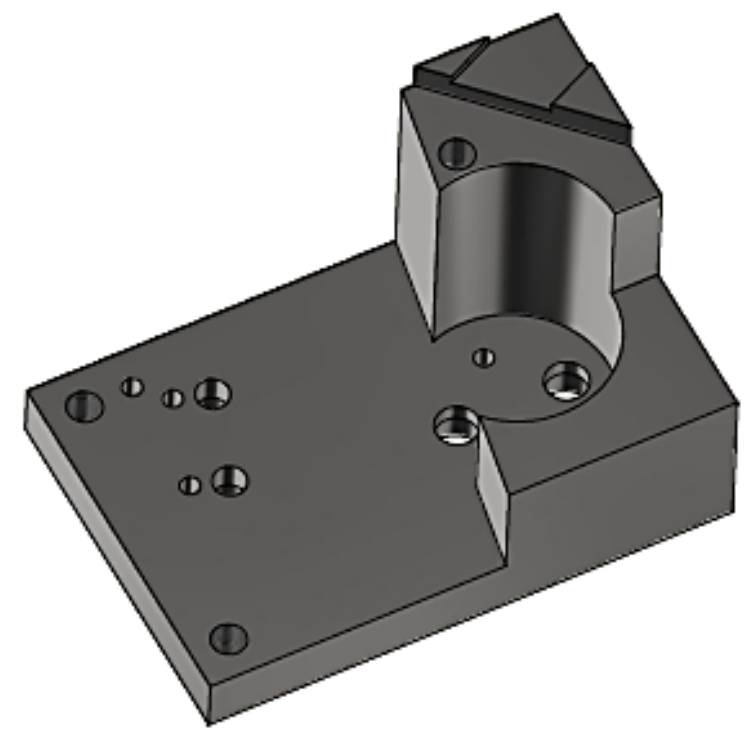
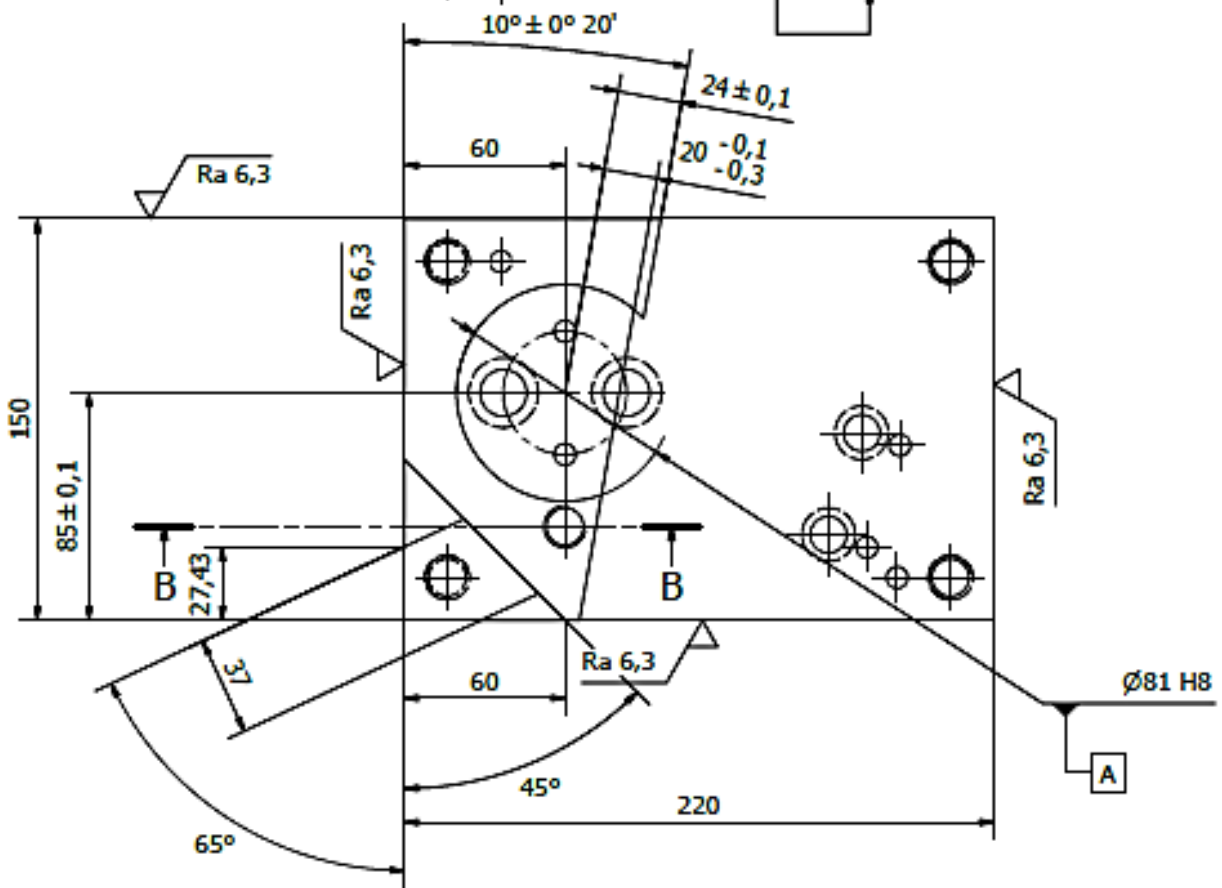
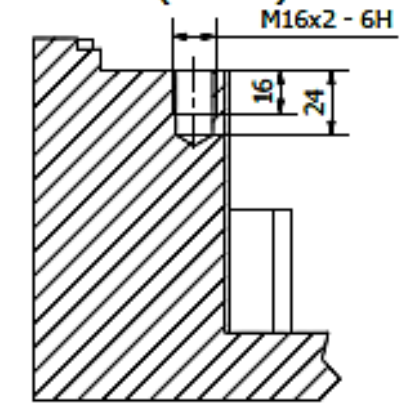
	Kreslil	Václav Kazda	Název OPĚRNÝ VÁLEC
	Datum	24.10.2019	
KATEDRA ENERGETICKÝCH STROJŮ A ZAŘÍZENÍ KKE	Schválil		Číslo dokumentu BP-V0-0101.ipt
	Datum		
		Druh dokumentu	
		VÝROBNÍ VÝKRES	



A (1:1)



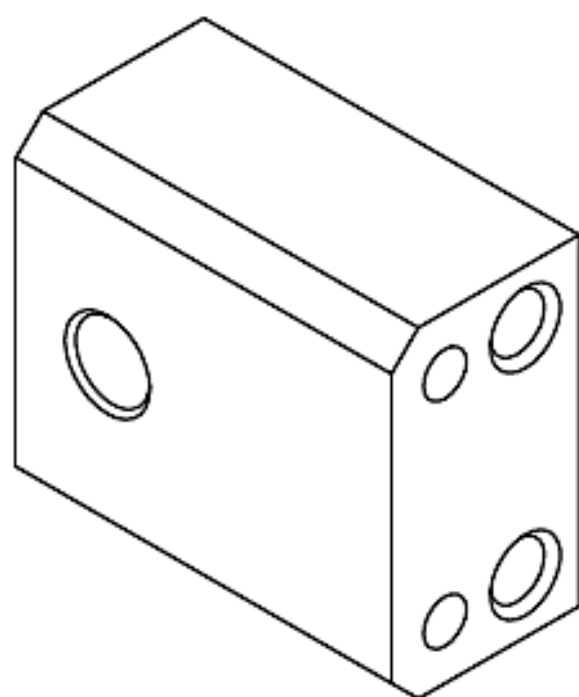
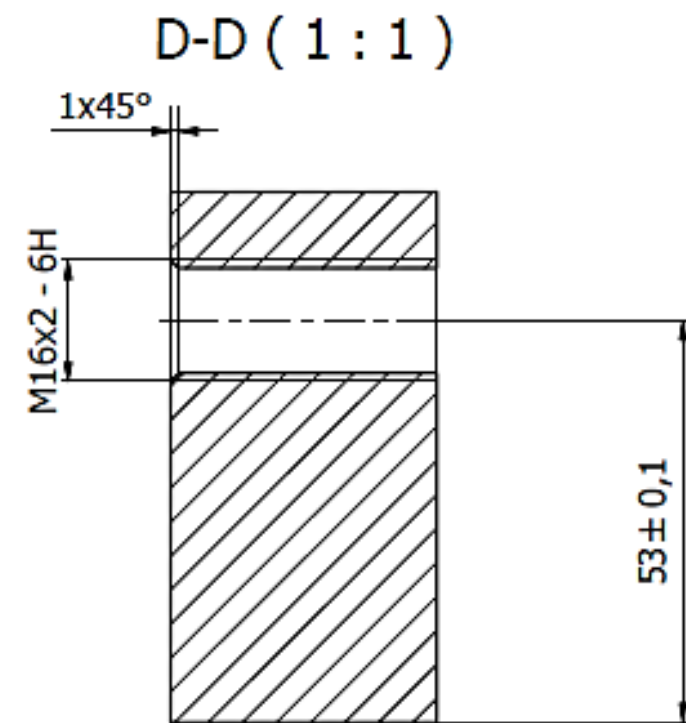
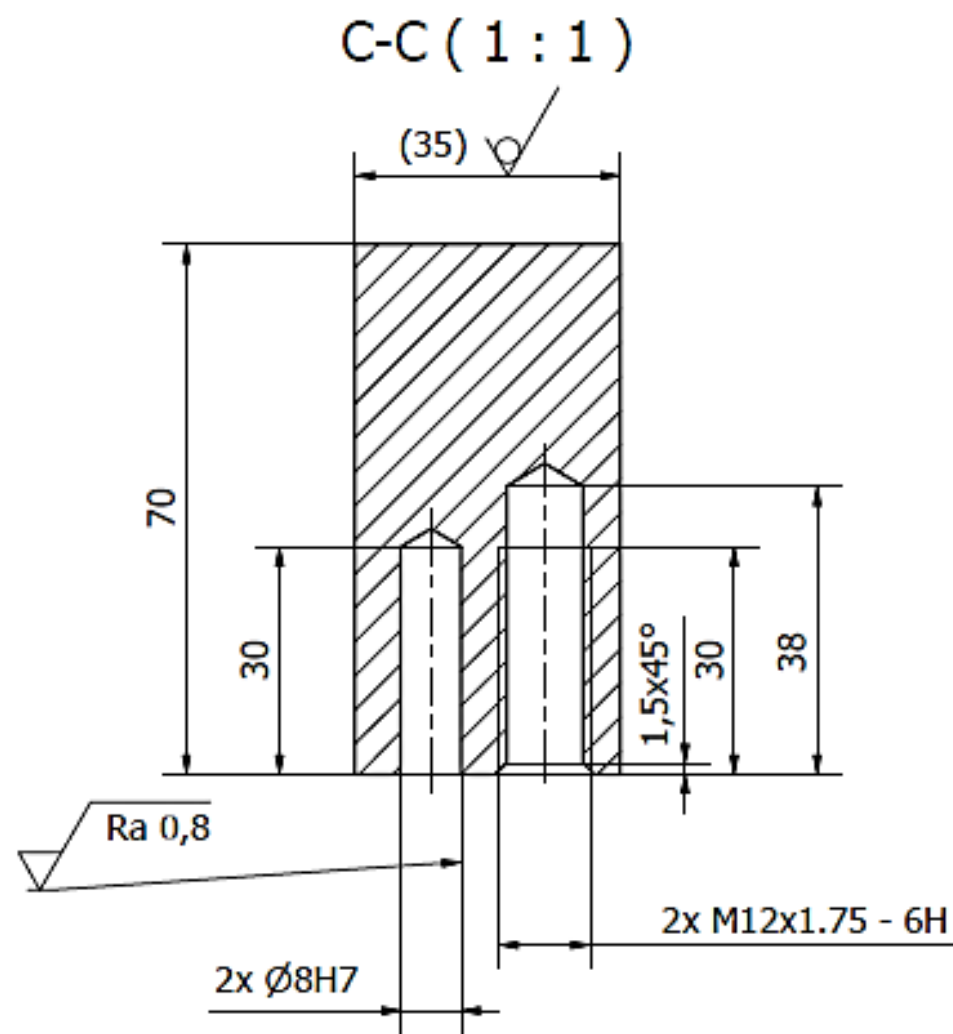
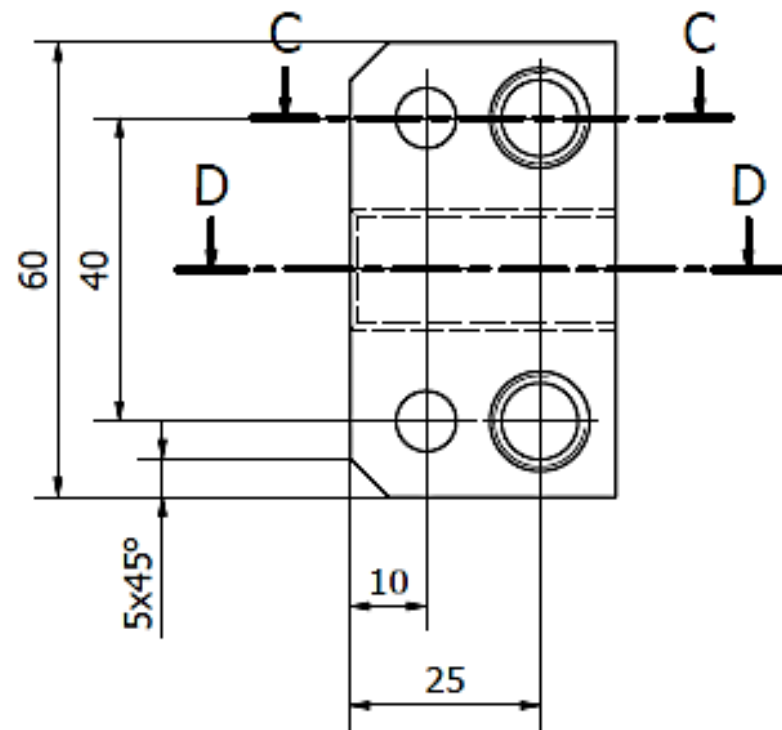
B-B (1:2)



DÍRY PRO KOLÍKY VRTAT SPOLEČNĚ S PŘÍSLUŠNÝMI SOUČÁSTMI

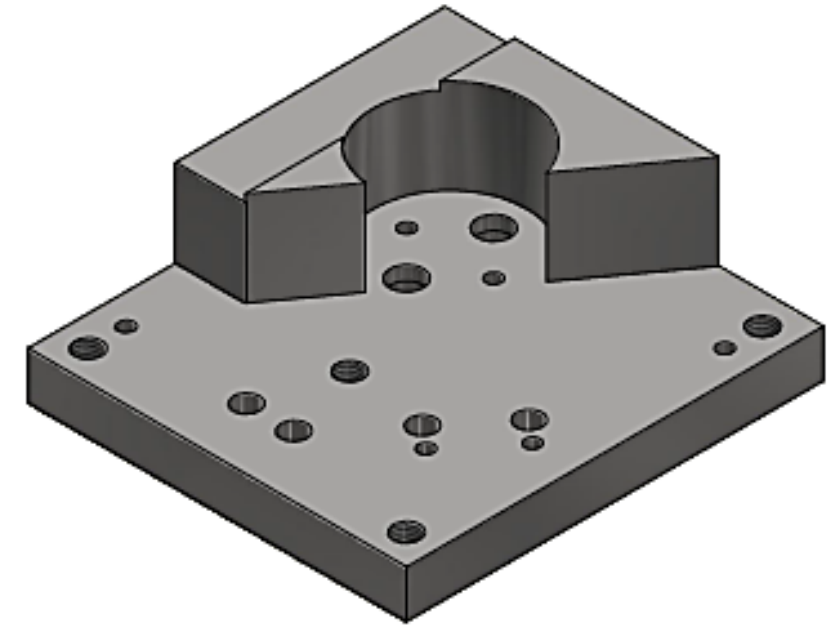
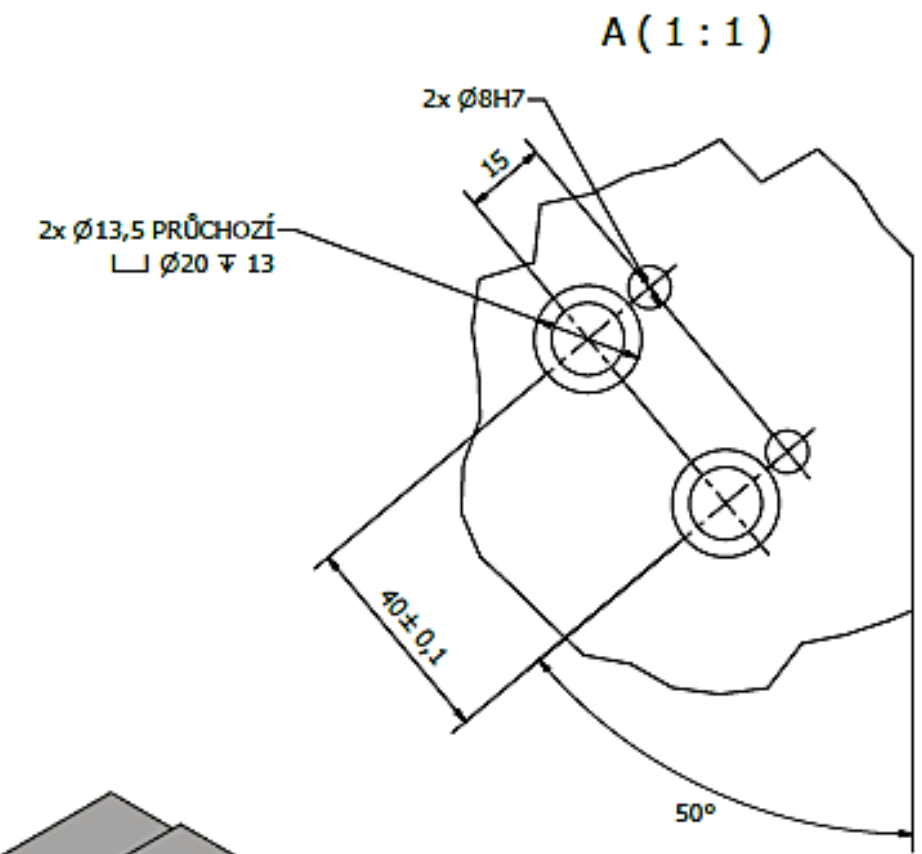
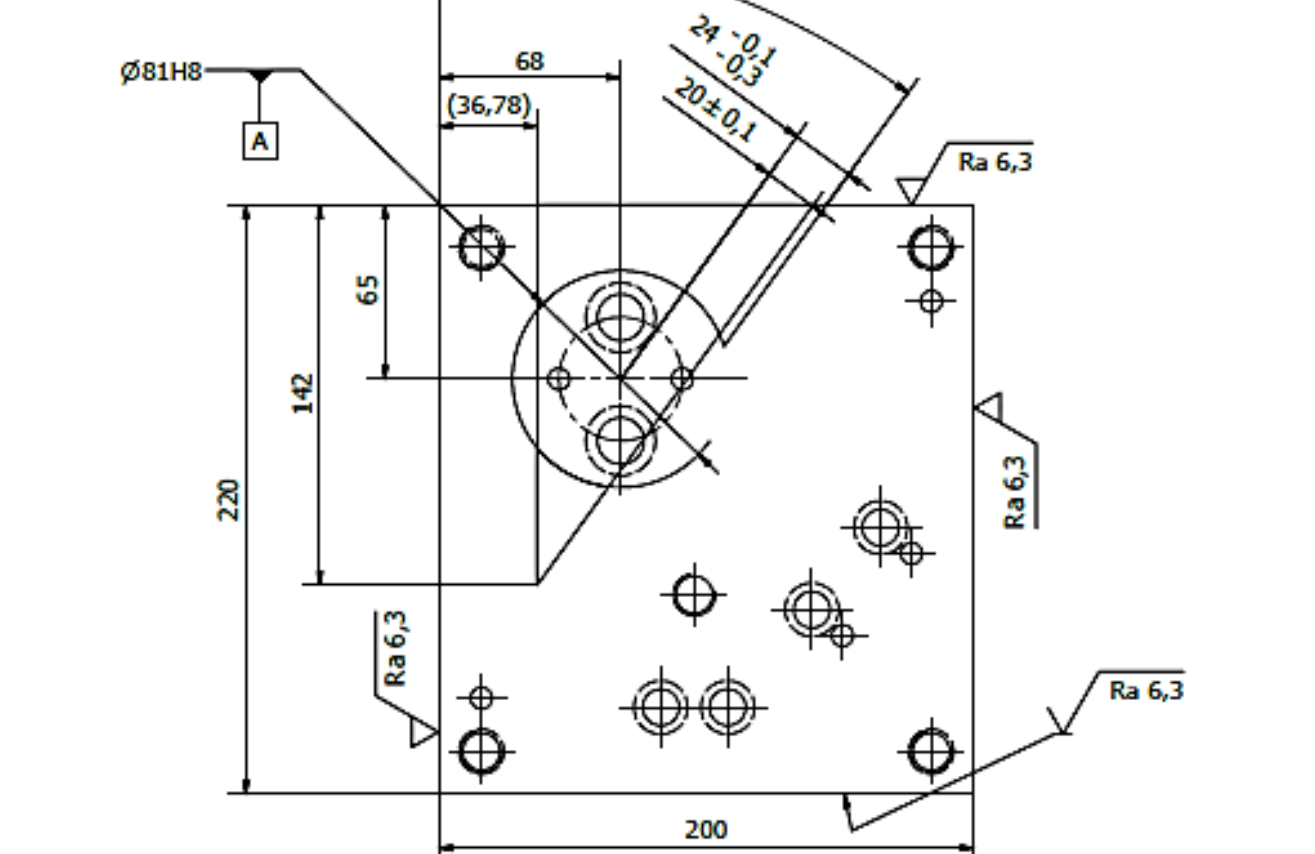
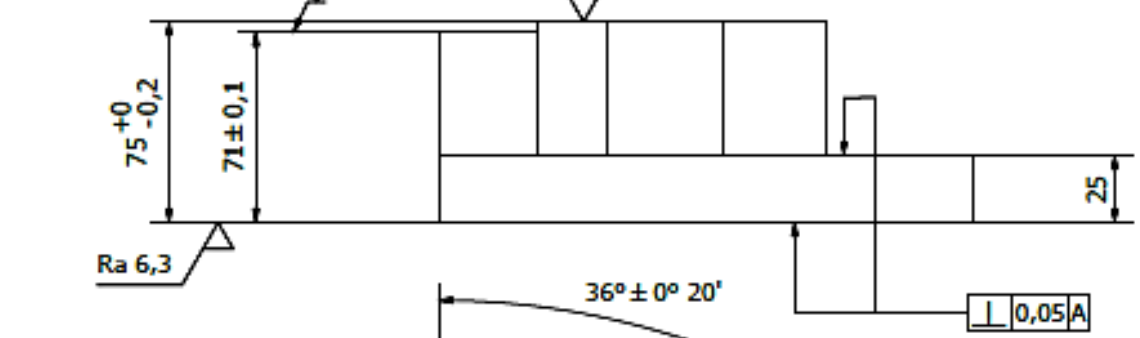
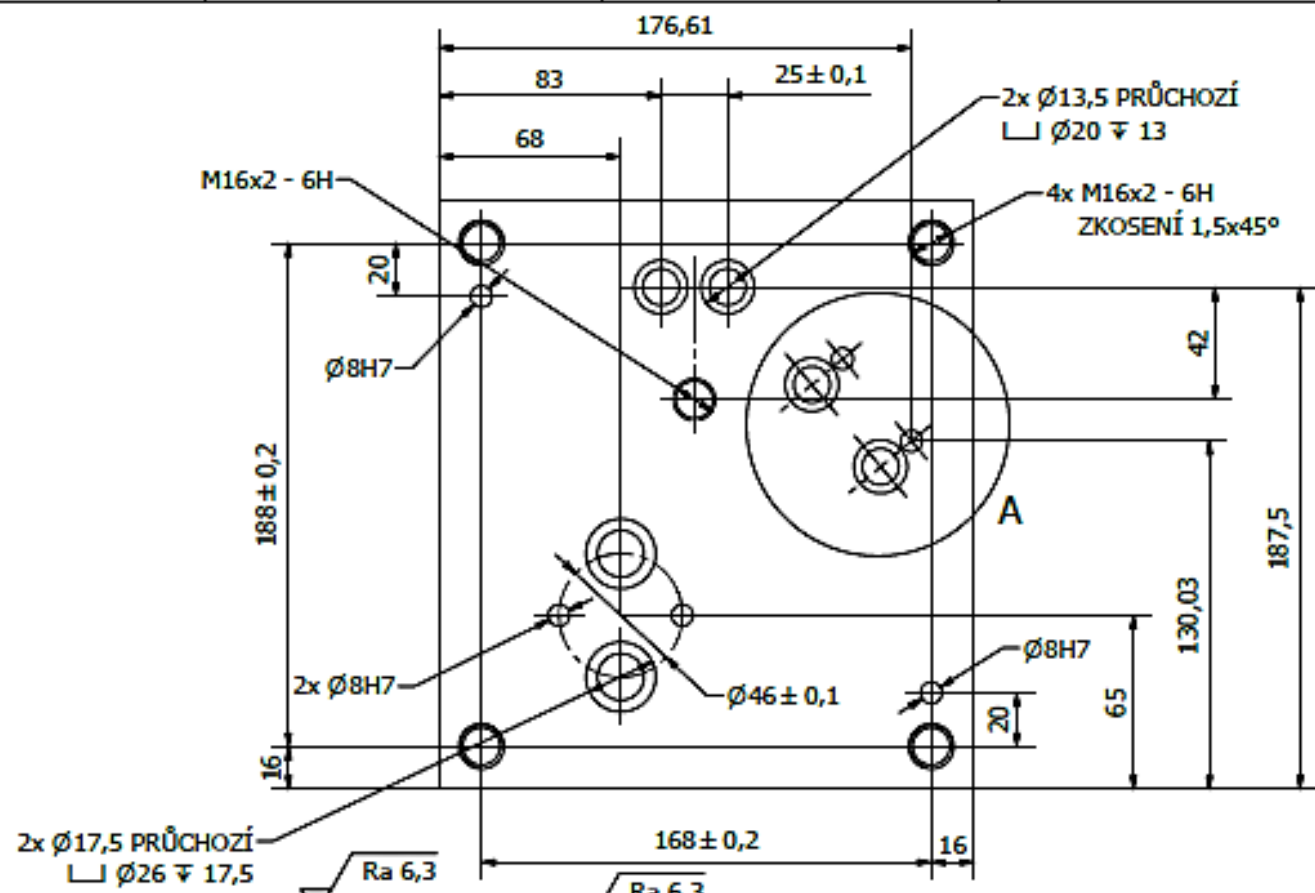
DRSNOST DĚR PRO KOLÍKY JE $\sqrt{Ra 0,8}$

Texture povrchu $\sqrt{Ra 3,2}$ (✓)	Trny ISO 13718 -0,4 +0,4	Hřítko 1:2	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost kg 10.639	Toleranci ISO 8015
Materiál - Polotovár 1.4541(X6CrNiTi 18-10) P140-155x225			Formát A3
KKE KATEDRA ENERGETICKÝCH STROJŮ A ZAŘÍZENÍ	Kreslí Václav Kazda	Název ZÁKLADNA - OBRÁBĚNÍ 10°	
	Dejte 24.10.2019	Číslo dokumentu BP-V0-0102.ipt	
	Dejte	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	
		List 1 List 1	



DÍRY PRO KOLÍKY VRTAT SOUČESTNĚ SE SOUČÁSTMI BP-V0-0102 A BP-V0-0201

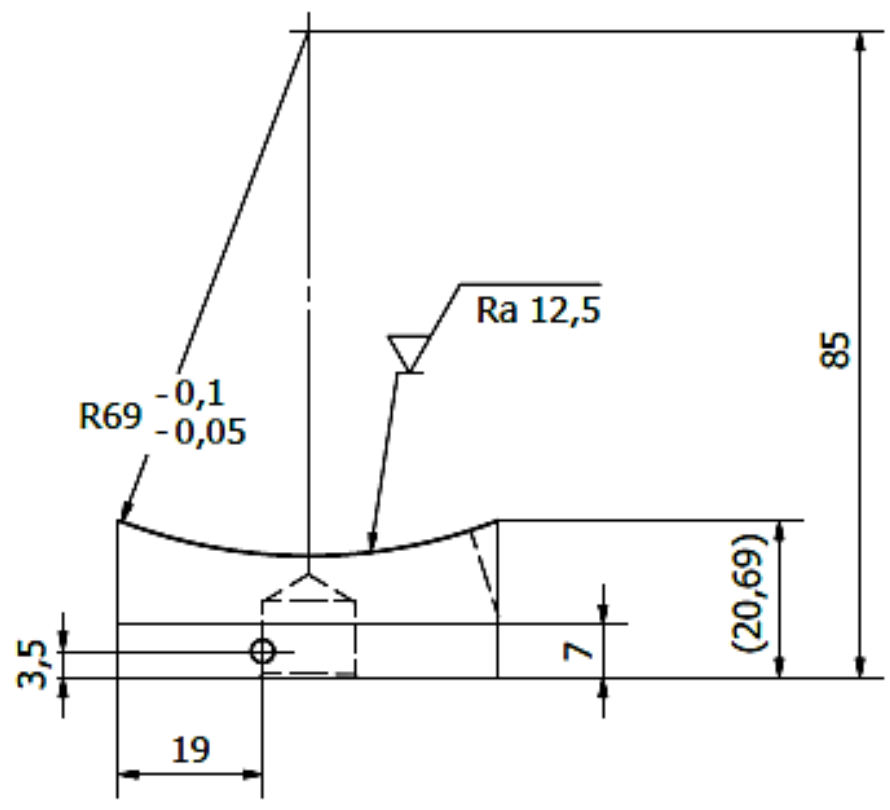
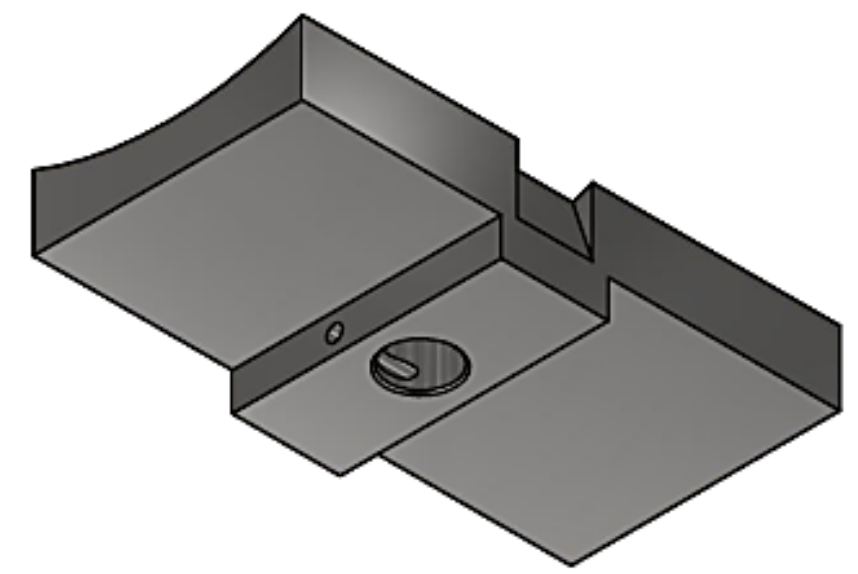
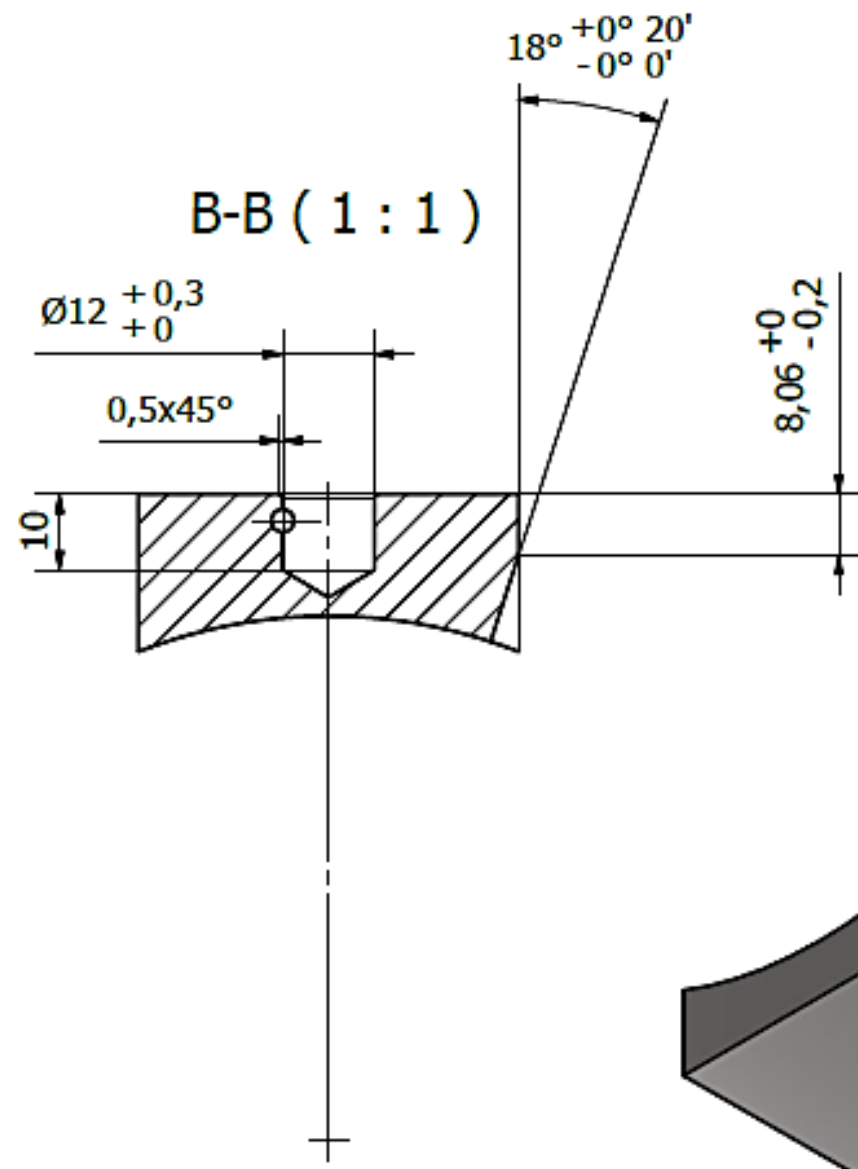
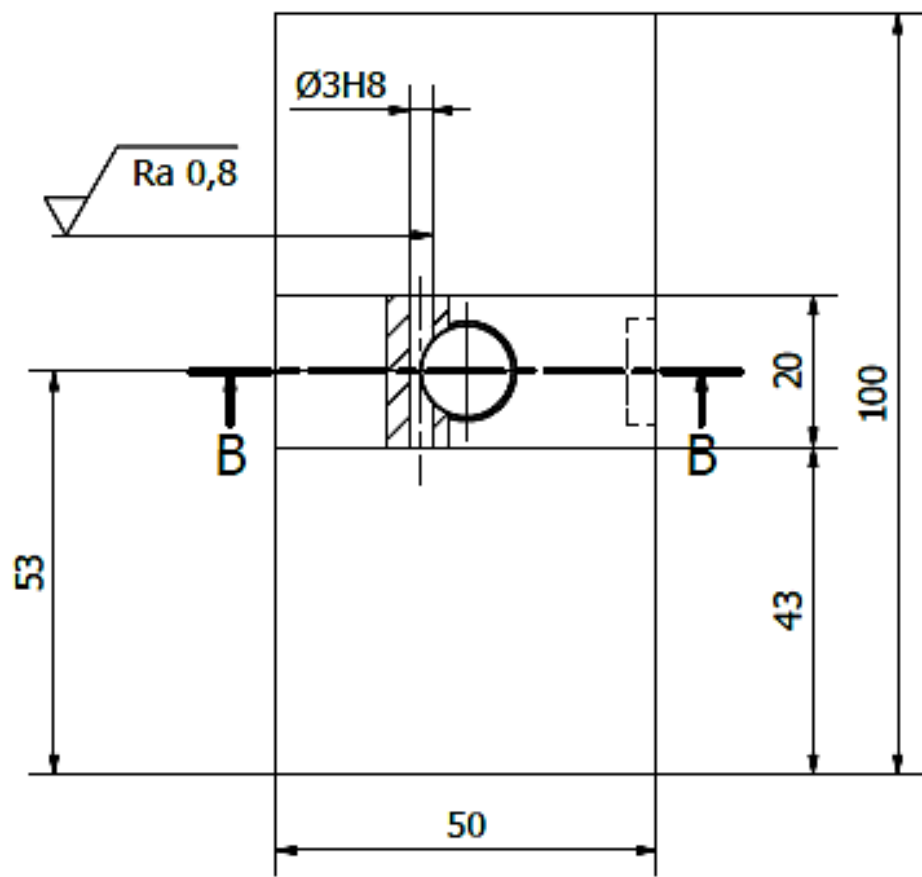
Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko	Přesnost
		1 : 1	ISO 2768 - mK
Materiál - Polotovar 1.4541 (X6CrNiTi18-10) P35 - 65 x 75		Hmotnost (kg)	Tolerování
		1.025 kg	ISO 8015
			Primitání
		Formát	A3
	Kreslil	Václav Kazda	
	Definováno	24.10.2019	
KATEDRA ENERGETICKÝCH STROJŮ A ZAŘÍZENÍ KKE	Schválil	Název	
	Definováno	KOSTKA PRO ŠROUB	
Druh dokumentu		Číslo dokumentu	
VÝROBNÍ VÝKRES		BP-V0-0104.ipt	



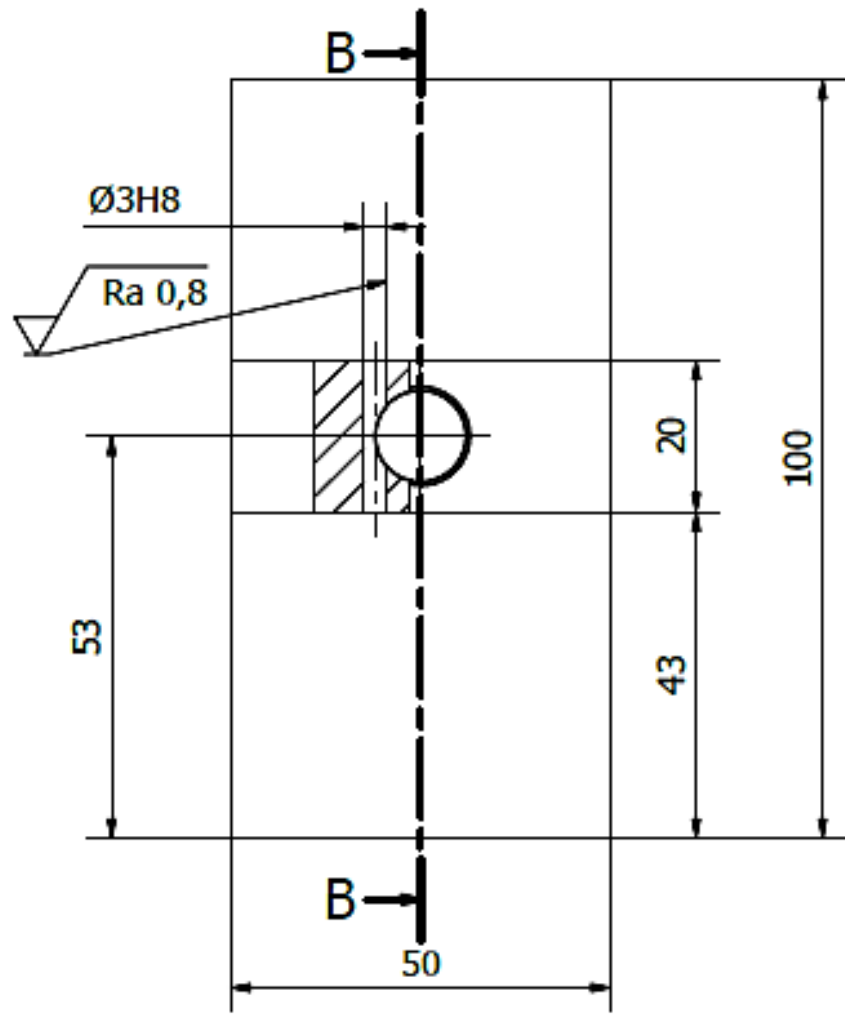
DÍRY PRO KOLÍKY VRTAT SPOLEČNĚ S PŘÍSLUŠNÝMI SOUČÁSTMI

DRSNOST DĚR PRO KOLÍKY JE $\sqrt{Ra\ 0,8}$

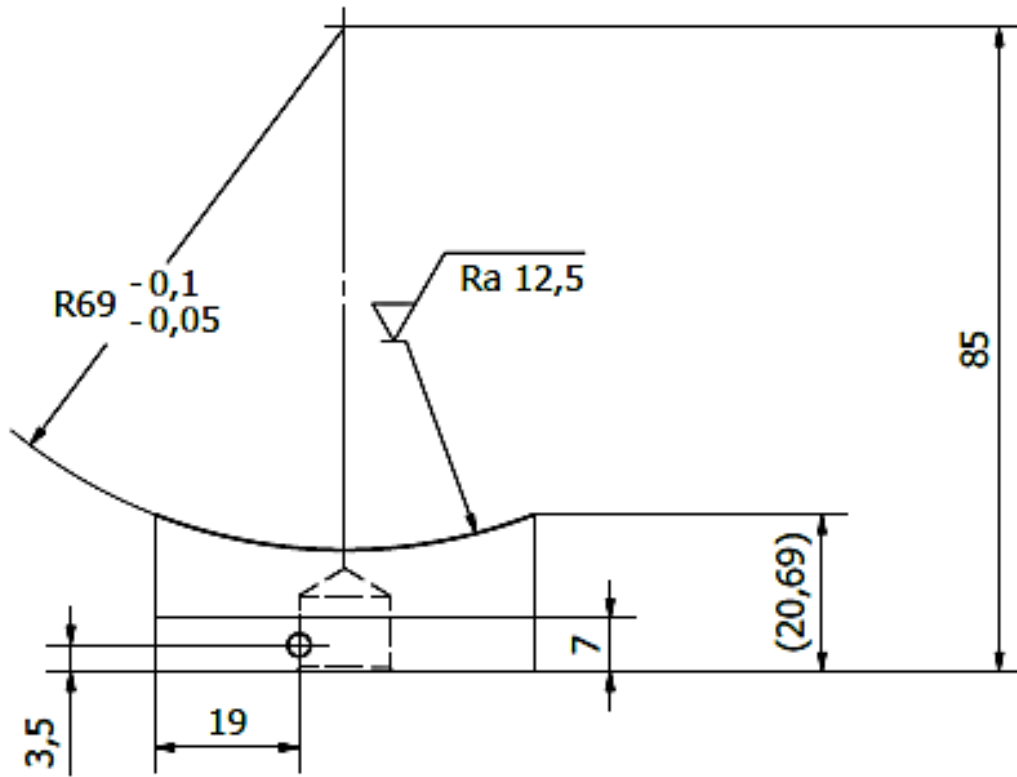
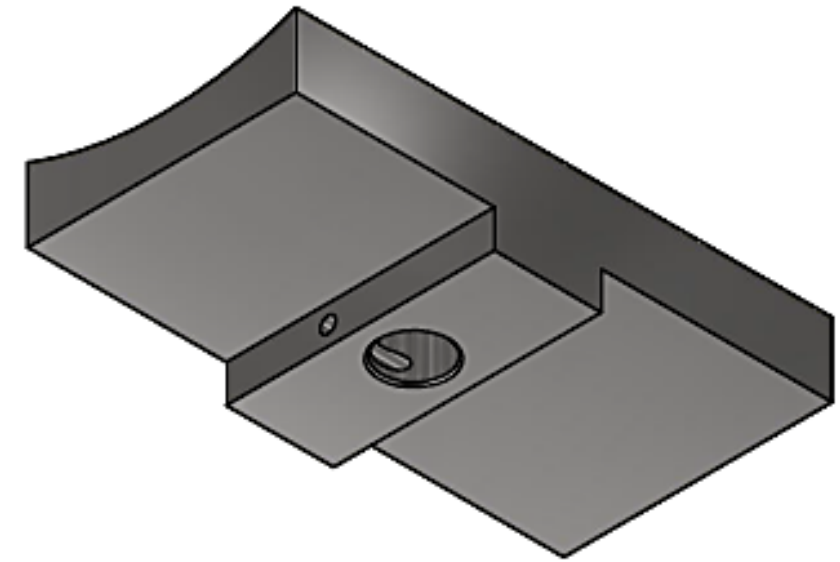
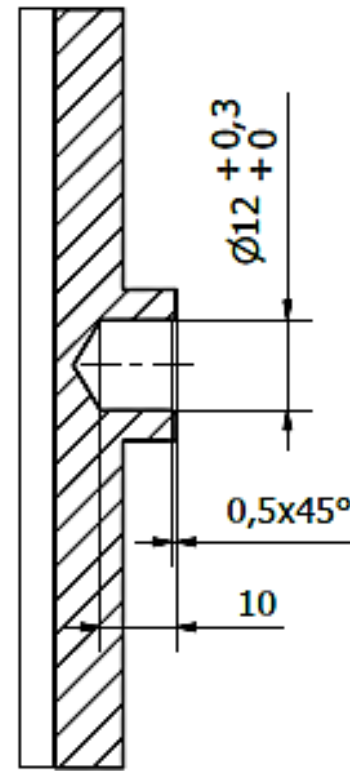
Textura povrchu $\sqrt{Ra\ 3,2}$ (✓)	Tržny ISO 13718 -0,4 / +0,4	Hĺbkosť 1 : 2	Právnosť ISO 2768 - mK
		Hmotnosť (kg) 11.302 kg	Tolerancia ISO 8015
Materiál - Pôvodník 1.4541 (X6CrNiTi18-10) P80 - 205 x 225			Pracovník A3
 KATEŘINA ENERGETICKÝCH STROJŮ A ZAŘÍZENÍ	Kreslil Václav Kazda	Název ZÁKLADNA - OBRÁBĚNÍ 36°	
	Datum 24.10.2019	Číslo dokumentu BP-VD-0201.ipt	
	Schválil		
	Datum		
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	List 1 z 1	



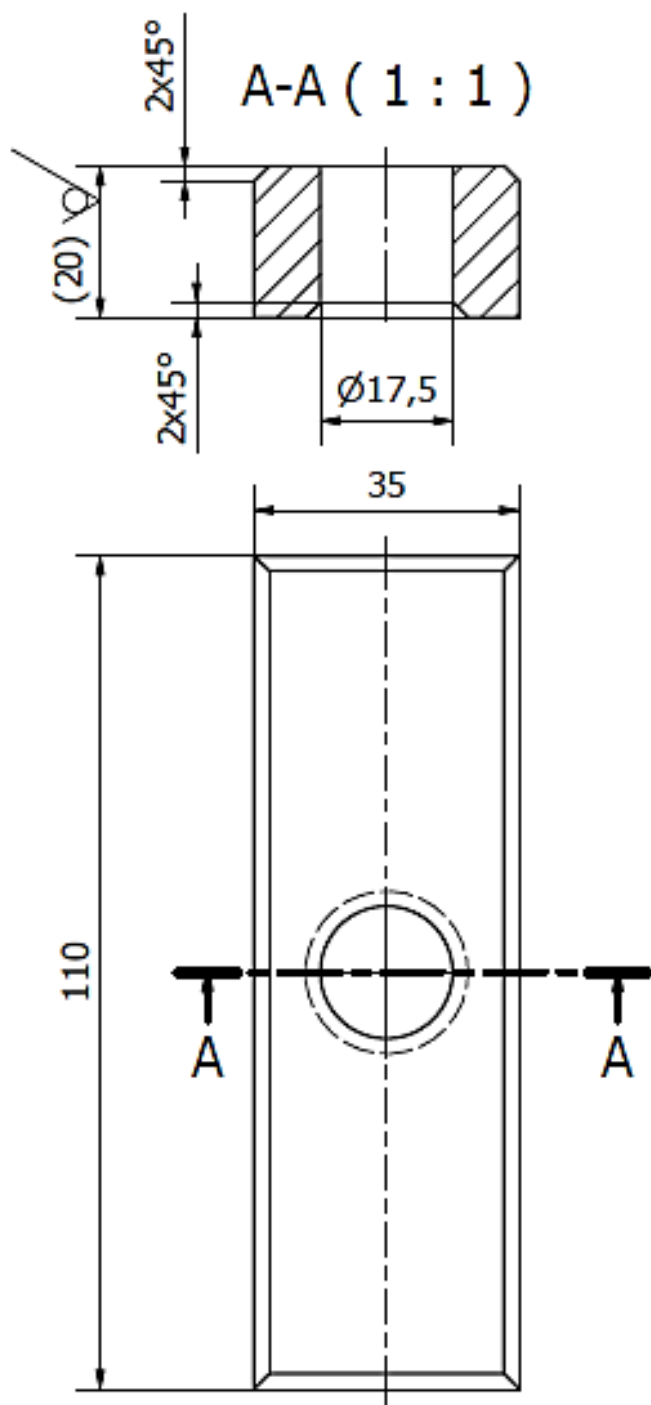
Texture povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko	Přesnost
		1 : 1	ISO 2768 - mK
Materiál - Polotovar		Hmotnost (kg)	Tolerování
1.4541 (X6CrNiTi18-10) P25 - 55 x 105		0.455 kg	ISO 8015
		Formát	Promitání
		A3	
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil	Název	
	Václav Kazda	TLAČIČ 10°	
KATEDRA ENERGETICKÝCH STROJŮ A ZAŘÍZENÍ	Defin	Číslo dokumentu	
	24.10.2019	BP-V0-0106.ipt	
	Druh dokumentu		
	VÝROBNÍ VÝKRES		



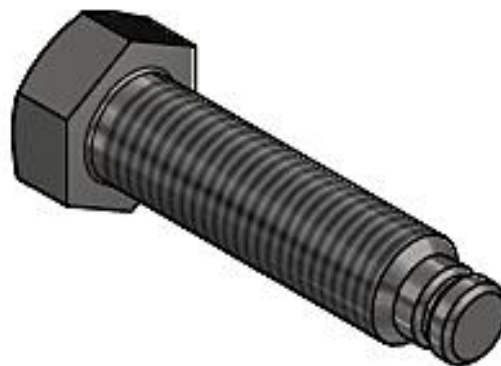
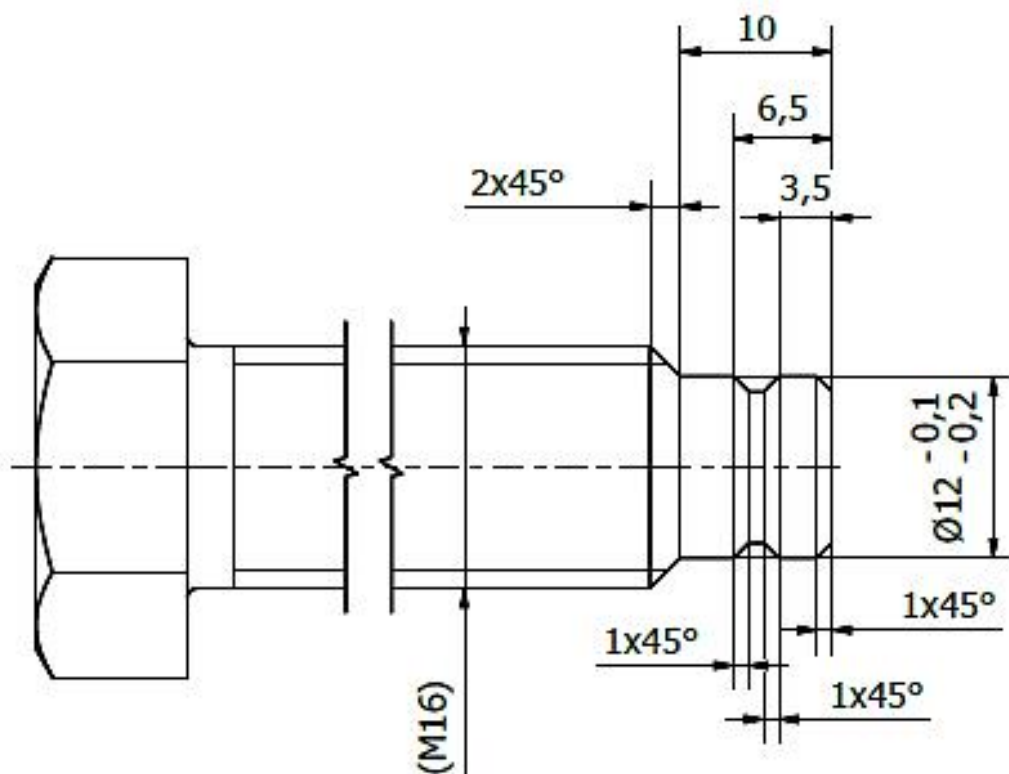
B-B (1 : 1)



Texture povrchu $Ra\ 6,3$ (✓)	Hrany ISO 13715 -0.4 +0.4	Měřítko 1 : 1	Přesnost ISO 2768 - mK
Materiál - Polotovár 1.4541 (X6CrNiTi18-10) P25 - 55 x 105		Hmotnost (kg) 0.458 kg	Tolerování ISO 8015
			Promítání
			Formát A3
 FAKULTA STROJNÍ ZÁPADČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI KKE KATEDRA ENERGETICKÝCH STROJŮ A ZAŘÍZENÍ	Kreslil Václav Kazda	Název TLAČIČ 36°	
	Datum 24.10.2019	Číslo dokumentu BP-V0-0203.ipt	
	Schválil		
	Datum		
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES		

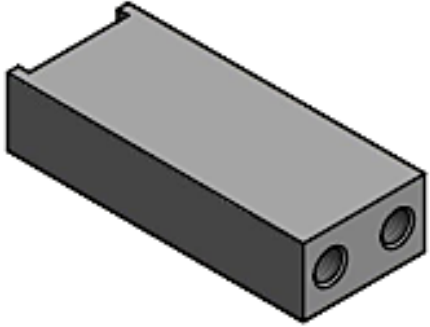
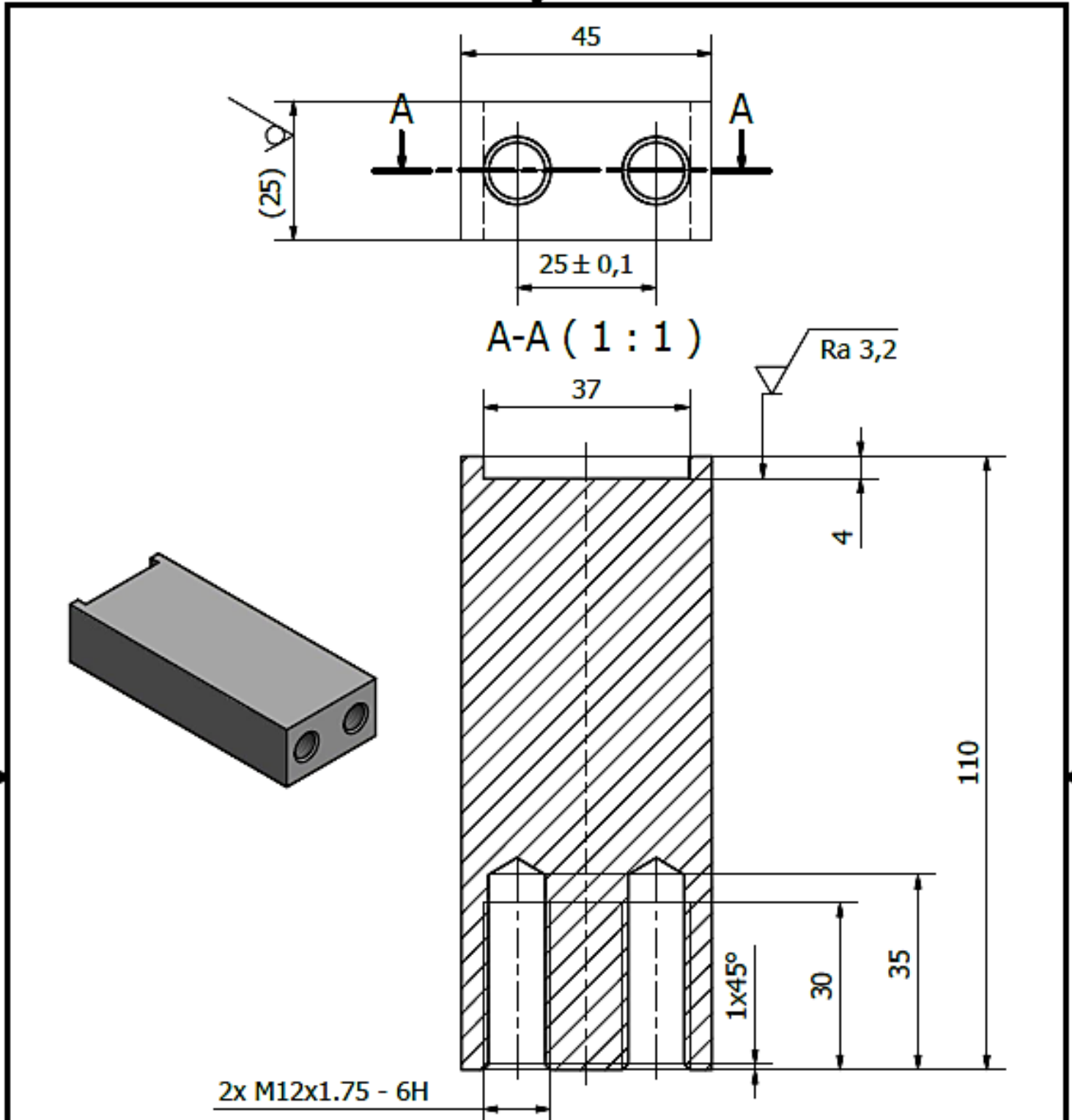


Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 1 : 1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 0.561 kg	Tolerování ISO 8015
Materiál - Polotovar 1.4541 (X6CrNiTi18-10) P20 - 40 x 120		Formát A4	
FAKULTA STROJNÍ ZÁPADČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil Václav Kazda	Název PŘÍTLAČNÁ UPÍNKA	
	Datum 24.10.2019		
KKE KATEDRA ENERGETICKÝCH STROJŮ A ZAŘÍZENÍ	Schválil Datum Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	List 1 Listu 1	



Texture povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 2 : 1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 0.133 kg	Tolerování ISO 8015
Materiál - Polotovár ČSN EN 24018 M16x65			Promítání
			Formát A4

FAKULTA STROJNÍ ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY V PLZNI	Kreslil Václav Kazda	Název TLAČNÝ ŠROUB
	Datum 24.10.2019	
KKE KATEDRA ENERGETICKÝCH STROJŮ A ZAŘÍZENÍ	Schválil Datum	Číslo dokumentu BP-V0-0105.ipt
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	List 1 Listu 1



2x M12x1.75 - 6H

Textura povrchu 	Hrany ISO 13715 	Měřítko 1 : 1	Přesnost ISO 2768 - mK
		Hmotnost (kg) 0.897 kg	Tolerování ISO 8015
			Promítání

Materiál - Polotovár 1.4541 (X6CrNiTi18-10) P25 - 45 x 115 Formát A4

	Kreslil Václav Kazda	Název STOJKA
	Defun 24.10.2019	
KATEDRA ENERGETICKÝCH STROJŮ A ZAŘÍZENÍ KKE	Schválil Defun	Číslo dokumentu BP-V0-0202.ipt
	Druh dokumentu VÝROBNÍ VÝKRES	List 1 Listu 1