

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: B2341 Strojírenství

Studijní zaměření: Konstrukce průmyslové techniky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Rozřezávání sviteků ocelových pístních kroužků

Autor: **Radek Jaňour**

Vedoucí práce: **Doc. Ing. Jan Hlaváč, Ph.D.**

Konzultant: **Ing. Tomáš Devera , Buzuluk a.s.**

Akademický rok 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Radek JAŇOUR**

Osobní číslo: **S15B0169K**

Studijní program: **B2341 Strojírenství**

Studijní obor: **Konstrukce průmyslové techniky**

Název tématu: **Rozřezávání svitků ocelových pístních kroužků**

Zadávací katedra: **Katedra konstruování strojů**

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

Základní požadavky:

Stroj je určen k rozřezávání svitků ocelových kroužků CBN nebo diamantovým kotoučem. Řezání bude probíhat pod chladicí kapalinou (řezná emulze). Průměr svitků bude od 50 mm do 140 mm. Délka svitku bude 70 mm. Axiální výška pásy bude od 0,8 mm do 2 mm. Radiální tloušťka bude od 1,8 mm do 5 mm. Stroj provede na svitku dva řezy. Tím vyřízne zámek kroužku. Upínací zařízení musí dovolit plynule měnit velikost vyříznutého materiálu. Výsledkem návrhu bude konstrukční dokumentace k samotnému upínacímu zařízení a dokumentace nezbytných přípravků pro stroj

Základní technické údaje:

Technické parametry jsou uvedeny v příloze zadání.

Osnova bakalářské práce:

1. Rešerše možností upnutí svitku kroužku
2. Volba upnutí svitku
3. Samotná konstrukce upínače a přípravků ve 3D
4. Schválení konstrukce
5. Tvorba 2D výkresové dokumentace

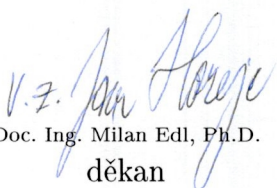
Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah kvalifikační práce: **30-40 stran A4**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

HOSNEDL, S., KRÁTKÝ, J. Příručka strojího inženýra: obecné strojní části, spoje, otočná uložení, hřídelové spojky, akumulátory mechanické energie /1. vyd. **Praha, 1999**

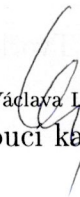
Podkladový materiál, výkresy, katalogy, apod. poskytnuté zadavatelem úkolu.

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Jan Hlaváč, Ph.D.**
Katedra konstruování strojů
Konzultant bakalářské práce: **Ing. Tomáš Devera**
BUZULUK a.s., Komárov

Datum zadání bakalářské práce: **21. září 2015**
Termín odevzdání bakalářské práce: **20. května 2016**


Doc. Ing. Milan Edl, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Václava Lašová, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 21. září 2015

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 pod vedením Ing. Tomáše Devery a s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu.

V Plzni dne: 16. května 2016

.....

podpis autora

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval mému vedoucímu a konzultantovi práce Doc.Ing. Janu Hlaváčovi , Ph.D. a Ing. Tomášovi Deverovi za jejich poskytnuté konzultace a pomoc, které mi věnovali při řešení této Bakalářské Práce.

ANOTAČNÍ LIST BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení: Jaňour	Jméno: Radek	
STUDIJNÍ OBOR	2341R001 „Konstrukce průmyslové techniky“		
VEDOUCÍ PRÁCE	Příjmení: Doc. Ing. Hlaváč, Ph.D.	Jméno: Jan	
PRACOVIŠTĚ	ZČU - FST - KKS		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Rozřezávání svitků ocelových pístních kroužků		

FAKULTA	Strojní	KATEDRA	KKS	ROK ODEVZDÁNÍ	2016
----------------	---------	----------------	-----	----------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	51	TEXTOVÁ ČÁST	41	GRAFICKÁ ČÁST	6
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

STRUČNÝ POPIS ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL, POZNATKY A PŘÍNOSY	Bakalářská práce obsahuje stručný popis upínacího mechanismu stroje pro rozřezávání svitku ocelových pístních kroužků, vztahy pro návrh a kontrolu a konstrukční návrh stroje
KLÍČOVÁ SLOVA	Rozřezávání svitků , upínání ocelových pístních kroužků

SUMMARY OF BACHELOR SHEET

AUTHOR	Surname: Jaňour	Name: Radek	
FIELD OF STUDY	2341R001 „Design of Manufacturing Machines and Equipment“		
SUPERVISOR	Surname: Doc. Ing. Hlaváč, Ph.D.	Name: Jan	
INSTITUTION	ZČU - FST - KKS		
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete hen not applicable
TITLE OF THE WORK	Cutting coils of steel piston rings		

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Machine Design	SUBMITTED IN	2016
----------------	------------------------	-------------------	----------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and aq. A4)

TOTALY	51	TEXT PART	41	GRAPHICAL PART	6
---------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	Bachelor thesis contains a brief description of the clamping mechanism for cutting coils of steel piston rings, relations for design and verification engineering design of the machine
KEY WORDS	cutting coils of steel piston rings, clamping of the steel piston rings

Obsah

Úvod.....	8
1 Cíle práce	9
1.1 Analýza současného stavu.....	9
1.2 Cílený stav.....	10
1.3 Plánovaný postup prací	10
2 Pístní kroužky	11
2.1 Funkce pístních kroužků	12
2.2 Důležité rozměry pístních kroužků	13
2.3 Rozdělení pístních kroužků	14
2.3.1 Těsnící kroužky	14
2.3.2 Stírací kroužky	15
2.4 Silové působení na pístní kroužky.....	15
2.5 Výpočet namáhání pístních kroužků	16
2.6 Materiály pístních kroužků.....	18
2.6.1 Povrchové úpravy.....	18
3 Vlastní konstrukce	19
3.1 Popis stávajícího zařízení	19
3.2 Požadavky na nové zařízení	21
3.3 Vývojové kroky zajištění ocelových svitků pístních kroužků.....	22
3.3.1 První varianta	22
3.3.2 Druhá varianta	22
3.3.3 Třetí varianta	23
3.4 Popis funkce jednotlivých dílů nového zařízení.....	24
3.4.1 Pouzdro a tvarová deska.....	27
3.4.2 Pevná nosná spodní deska upínače.....	27
3.4.3 Pohyblivá deska upínače	28
3.4.4 Pevná horní deska upínače	28
3.4.5 Tyč lineárního vedení.....	28
3.4.6 Lineární vedení.....	29
3.4.7 Pneumatický válec s adaptérem pohyblivé desky	29
3.4.8 Uložení natáčení upínacího mechanismu	30
3.4.9 Vymezení vůle šnekové převodovky elektromagnetickou brzdou.....	31
3.5 Upínací mechanismus pro rozřezávání ocelových svitků PK	32
4 Dimenzování upínacího mechanismu	34
4.1 Kontrola velikosti síly pneumatického válce	34

4.2	Pevnostní kontrola lineárních kluzných tyčí	35
4.3	Kontrola napětí a posutí metodou konečných prvků	36
4.3.1	Okrajové podmínky	36
4.3.2	Upínací mechanismus s hlavním rámem	38
4.3.3	Upínací mechanismus bez hlavního rámu	40
5	Návrh vhodného typu ložisek	41
5.1	Rozdělení ložisek	41
5.2	Vhodné typy ložisek	41
5.2.1	Kluzná pouzdra z masivního bronzu	41
5.2.2	Kluzná pouzdra ze svinutého bronzového pásu	42
5.2.3	Kluzná pouzdra z kompozitu POM	42
5.2.4	Kluzná pouzdra z kompozitu	43
5.2.5	Kuličková ložiska	43
5.2.6	Válečková ložiska	44
5.2.7	Jehličková ložiska	44
5.2.8	Soudečková ložiska	44
5.2.9	Kuželíková ložiska	45
5.2.10	Vyhodnocení vstupních parametrů na uložení	46
5.2.10.1	Kontrola dovoleného tlaku třecí podložky	48
	Závěr	49
	Bibliografie	50

Úvod

Zadavatel práce, Buzuluk a.s. se dělí na dvě divize: Gumárenské stroje a Pístní kroužky. Má bakalářská práce se zabývá návrhem části zařízení pro rozřezávání pístních kroužků.

Pístní kroužky se začaly vyrábět koncem roku 1931 v tehdejších Komárovských železárnách, protože konkurenční společnosti Opavská Železárna Branka a slévárna v Dýšině u Plzně přestávaly stačit jak výrobní kapacitou, tak technickou úrovní výroby pístních kroužků. Po zavedení výroby se nejprve zkoušely odlévat pístní kroužky jednotlivě, tímto bylo po kruhovém soustružení docíleno dostatečně velkého pnutí rozpínáním a termofixací. V průběhu následujícího roku bylo zkoušeno odlévání kroužků do stromečku, základ této metody se používá dodnes. Potřebný tvar vačky byl nahrazen profilem ze tří kruhových oblouků pro obrábění nekruhových odlitků.

Postupem času následovalo zlepšování mechanické úrovně výroby a výrazné zvýšení zájmu tehdejších tuzemských odběratelů, v roce 1934 bylo prodáno 185 tisíc kusů, po pěti letech prodej stoupl přes 500 tisíc kusů za rok. Až po zavedení povrchových úprav v padesátých letech jako je chromování a nástřiky, výroba vystoupala na neuvěřitelných 2,5 mil kusů/rok.

Vyrábění ocelových lamelových stíracích kroužků nastalo v 80 letech, používá se i v dnešní době, ale i tato metoda potřebuje při dnešních požadavcích na kapacitu a kvalitu vylepšit.

Hlavním úkolem pro zpracování mé bakalářské práce je navržení konstrukce upínacího mechanismu stroje ve firmě Buzuluk a.s. , který bude sloužit k rozřezávání svitků ocelových pístních kroužků rezným kotoučem probíhající pod chladicí kapalinou. Upínací zařízení musí dovolit plynule měnit velikost vyříznutého materiálu z vloženého svitku.

Tato nová metoda má nahradit stávající stroj, který dělí svitek za pomoci řezání kotouči bez chlazení. Starý stroj již bohužel nevyhovuje současným požadavkům na produktivitu a výslednou kvalitu.



Obrázek 2-Lití do stromečků [2]



8 Obrázek 1-Lití do stromečků [2]

1 Cíle práce

Cílem mé bakalářské práce je navržení konstrukce upínacího mechanismu stroje pro rozřezávání svitku ocelových pístních kroužků CBN nebo diamantovým kotoučem, které probíhá pod chladicí kapalinou.

Cíle práce:

- 1) Provést analýzu aktuálního stavu
- 2) Připravit variantní návrh
- 3) Vypracovat konstrukční řešení a provést jeho ověření

Upřesněné požadavky zadání:

- 1) Zvýšení tuhosti upínání
- 2) Snížení nákladů na výrobu
- 3) Volba upnutí svitku
- 4) Volba uložení upínání
- 5) Konstrukce upínače a přípravků ve 3D
- 6) Schválení konstrukce firmou Buzuluk a.s.
- 7) Tvorba výkresové dokumentace

1.1 Analýza současného stavu

Stávající stroj, dělí svitek v horizontální poloze za pomoci řezání dvěma kotouči umístěných za sebou. První z kotoučů je rezný a následující má za úkol odjehlení po předchozím řezu, ale z praktické zkušenosti musí pracovník toto odjehlení provádět ručně. To způsobuje nechtěné prodloužení vedlejších časů. Upínání do svěrného pouzdra probíhá ručním vložením a uzavřením, následným přitlačením pneumatickým válcem. U současné metody dochází k nežádoucí deformaci vlivem časté výměny pouzdra pro jiný průměr, protože každé konkrétní pouzdro je svěrně zajištěno. Tím pádem bohužel klesá přesnost pouzdra a výsledných kroužků.

Tento stav dělení neumožňuje vyříznutí většího zámku v kroužku za použití tenkého kotouče, bez toho aniž by došlo k tepelnému ovlivnění okolního materiálu, tzv. znehodnocení i při chlazení stlačeným vzduchem. V průběhu snahy zlepšení stávající technologie testováním v praxi, bylo zjištěno výrazné zlepšení kvality řezu i přesnosti vyříznutím zámku na dvakrát tenkým kotoučem chlazeným reznou kapalinou, tzv. provedením dvojitého řezu.

1.2 Cílený stav

Nový upínací mechanismus musí splňovat parametry zmíněné v této kapitole , navíc rychlou výměnu pouzdra a přítlačného elementu ideálně bez použití náradí , snadnou aplikaci nového, a vyjmutí rozděleného svitku.

1.3 Plánovaný postup prací

Postupně navrhnu všechny hlavní části a jejich rozměry i vzájemnou funkčnost. Všechny části mechanismu vytvořím za použití 3d softwaru PTC CREO 3.0. Volby velikostí a parametrů jednotlivých strojních součástí stroje budou přehledně zobrazeny ke každé kapitole zvlášť . Provedu rešerši volby upnutí svitku tzv. velikost upínací síly pro maximální tuhost při rozřezávání Zkonstruuji hlavní upínacího mechanismus včetně hlavního rámu ve, kterém je toto upínání uloženo.

Zvolím nejvhodnější typ uložení otočného upínacího mechanismu, který bude zajišťovat velikost vyříznutého zámku do pístního kroužku. Zajistím co nejpřesnější pohon pro pootočení pro daný rozsah úhlů podle průměru kroužku s co nejmenší výslednou vůlí .

Aby nedocházelo k rezonanci celého stroje řezáním , bude nutné vymezit vůli celého otočné uložení proti pootočení výběrem vhodného zajišťovacího elementu, který bude muset splňovat rychlé a jednoduché zajištění a odjištění otáčení s možností napojení na řízení stroje.

Po následném schválení konstrukce stroje ve firmě Buzuluk a.s. budu vytvářet konstrukční dokumentaci k výrobě celého mechanismu k dělení ocelových svitků pístních kroužků.

2 Pístní kroužky

[1]

Pístní kroužek je velmi důležitou součástí všech pístových strojů, především spalovacích motorů. Má rozhodující vliv na životnost celého motoru, na jeho výkon i ekonomický provoz.

Nikdo nedokáže přesně určit, kdy se poprvé objevil samo pružící pístní kroužek. James Watt používal v roce 1777 u svých parních strojů k utěsnění pístů kožené manžety, koudel a konopná lana. Už v roce 1797 začali užívat k těsnění kovové segmenty z litiny, aby prodloužili životnost těchto dílů. Angličan Grier popisuje již v roce 1838 ve trojdílném příručním slovníku způsob výroby samo pružících těsnících kroužků. Velmi jednoduchá forma kovového těsnění sestávající z litinového kroužku na jednom místě vyříznutém, který je vnější válcovou plochou přitlačován na stěnu válce. Tohoto elastického pružení se dosáhne tím, že se kroužek soustruží na větší průměr, než jaký odpovídá jmenovitému průměru válce. Potom se z jeho obvodu vyřízne odpovídající segment z kroužku tak, že jej po stlačení můžeme zavést do válce.

V roce 1855 přihlásil Angličan Ramsbotton patent na výrobu těsnících kroužků s konstantním přitlakem na stěnu válce po celém obvodu. Z toho tedy lze odvodit, že již před 150ti lety se v praxi zrodily výrobní způsoby, které ještě dnes využíváme. Tvarové soustružení pístních kroužků nebylo tehdy možné s ohledem na tehdejší stav techniky. Praxe hledala samozřejmě jednoduché soustružnické kruhové operace. Již jmenovaný Ramsbotton si nechal patentovat excentrický samo těsnící pístní kroužek, který je vně i uvnitř válcově soustružen, avšak na vnitřním průměru excentricky vůči vnějšímu. V nejslabším místě byla potom potřebná část kroužku vyříznuta.

Zde je jasné, že je velmi obtížné vyrobit takový pístní kroužek, který by měl všechny požadované vlastnosti. Pokud se snažíme zlepšit jednu jeho vlastnost, zhoršujeme mnohdy jiné jeho parametry.

Na pístním kroužku bude stále co zlepšovat. Vývoj spalovacích motorů není ukončen a na tento důležitý element budou kladeny stále nové požadavky.

Aby mohl konstruktér zdokonalovat pístní kroužek, musí znát vlastnosti materiálů, použitých při jeho výrobě i zvolený technologický postup. Technolog musí zlepšovat výrobní postupy nejen s cílem snižovat výrobní náklady, ale především s cílem zajistit požadované parametry kvality pístního kroužku.

Je proto důležité, aby všichni pracovníci, kteří se podílejí na výrobě pístních kroužků, měli nejen znalosti o technologii jejich výroby, ale také o jejich materiálu, konstrukci a požadavcích, které na ně kladou konstruktéři spalovacích motorů, pro které jsou určeny.

2.1 Funkce pístních kroužků

[2] [1]

Pístní kroužek plní obecně nejdůležitější funkci v celé soustavě spalovacího motoru jak utěsnění tak částečné stírání maziva ze stěn válce. Toto plní dolní, stírací kroužek, který dodává malé množství oleje z olejové vany pod motorem a dohromady s těsnicími kroužky je ve velmi tenké vrstvě rovnoměrně roztahuje po celé stěně válce. K dosažení nejlepší tvorby olejového filmu je nutné zaoblení pracovní strany kroužku, postupně se vytvoří při záběhu motoru, ale většinou bývá pracovní strana téměř u všech těsnicích kroužků na tento tvar přesně obrobena předem.

Pístní kroužky nemají jen za úkol těsnící vlastnosti ale i odvádění velkého množství tepla vzniklého při chodu motoru, pohlcovaného pístem do stěny válce, tzv. bloku motoru odkud se teplo přenáší pomocí chladicí kapaliny na chladič.

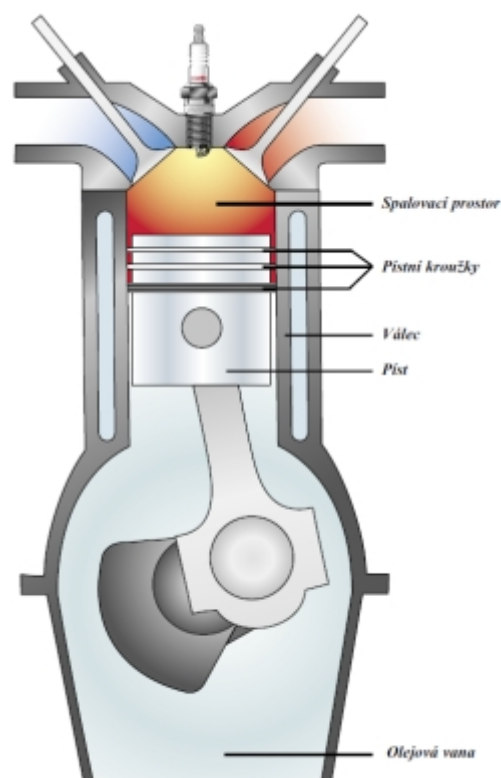
Kroužky pracují za velmi těžkých podmínek, které dosud zcela neznáme, a ovlivňují životnost celé pístové skupiny. Jsou na ně kladeny velmi vysoké požadavky jak mechanického tak chemického směru. Abychom dosáhli hlavní funkce těsnosti, musí být kroužky v permanentním kontaktu se stěnou válce. Tohoto stavu dosáhneme předpružením kroužku nebo pružinou a zároveň musí čelní plocha kroužku dosedat na čelní plochu drážky pístu.

V motoru vznikají ztráty způsobené třením a je snaha tyto ztráty eliminovat zejména použitím nových materiálů a oteruvzdorných povrchových úprav s nízkým koeficientem tření. Za použití těchto inovací je možné snížit počet osazených kroužků na pístu z nedávných pěti na dnešní maximální trojici.

Třením vzniká zároveň opotřebení pístních kroužků trojího druhu. Otěrem čelní plochy, koroze, vytlučení čelní plochy. Tyto opotřebení závisí na velikosti měrného tlaku na plochu tření, soudržnosti vrstvy oleje na povrchu válce, kvalitou paliva a vzduchu. Hlavní faktor rozhodující o velikosti opotřebení je povrchová úprava, která ovlivňuje i vznik koroze.

Funkce kroužků:

- 1) Krátká doba záběhu, přizpůsobení válci
- 2) Utěsnění kompresního prostoru za vysokých teplot
- 3) Odvádění tepla z pístu
- 4) Regulovat spotřebu oleje



Obrázek 3-Schéma funkce spalování [2]

- 5) Malé tření, malé opotřebení i při nedostatku oleje
- 6) Nejmenší hmotnost
- 7) Nejlepší poměr cena/vlastnosti

2.2 Důležité rozměry pístních kroužků

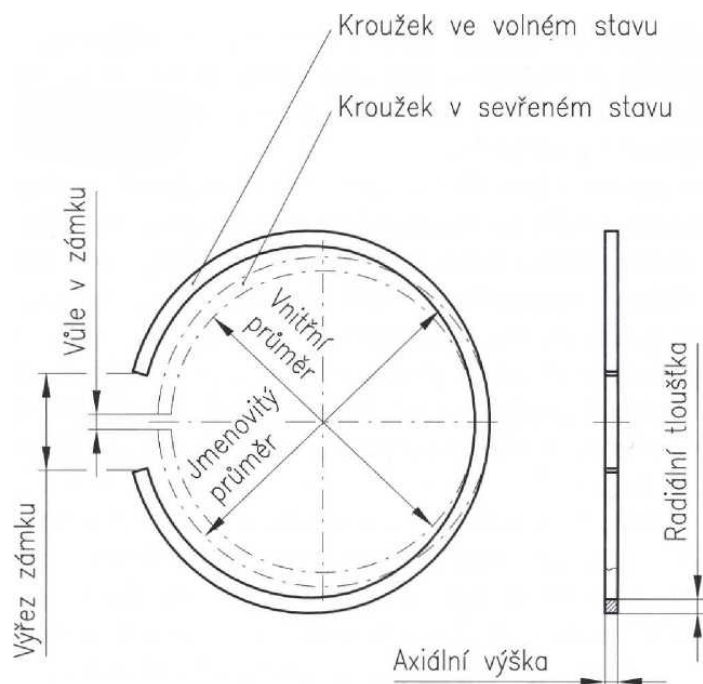
[2] [1]

Dnešní moderních automobily jsou náchylnější na změnu spotřeby oleje, ztrátu výkonu opotřebením jednotlivých dílů nebo válců, potom je potřebná generální oprava. Tyto již zmiňované parametry ovlivňují hlavní rozměry pístních kroužků.

Opotřebení válce je zjišťováno dle nárůstu jeho vnitřního průměru měřeného k hornímu kroužku v místě zpětného chodu.

Aby vše správně fungovalo je také hlavně důležitá ideální axiální vůle drážky horního pístního kroužku. Zvětšováním axiální šířky kroužku zlepšíme odvod tepla z pístu na válec ,ale zároveň bude docházet k větším třecím ztrátám. Snížení axiální šířky povede sice k menším ztrátám za daň ve formě zvýšení měrných tlaků na válec. V dnešních vznětových motorech jsou používány písty s nosiči pístních kroužků, a tak nedochází prakticky vůbec ke zvětšení axiální vůle horní drážky.

V zážehových motorech jsou používány písty z lehkých slitin, drážky pístu nemají výstelky, a proto u nich častěji objevuje zvětšení axiální vůle horního kroužku , a to samozřejmě vede ke stoupanutí spotřeby oleje.



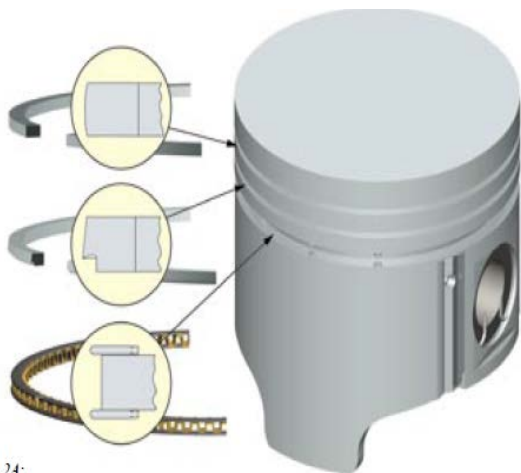
Obrázek 4-Hlavní rozměry kroužku [1]

2.3 Rozdělení pístních kroužků

[1] [3]

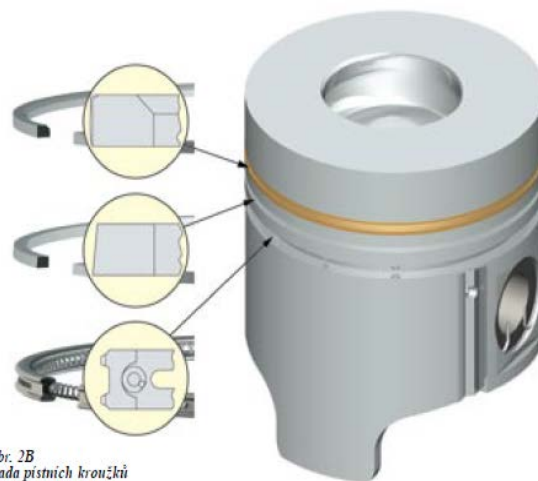
Na plně osazený píst dnešních motorů je zapotřebí od dvou až do pěti kroužků, kde je alespoň jeden těsnicí. Každý typ motoru vyžaduje jiný počet kroužků.

Kroužky rozdělujeme na těsnicí kroužky a stírací.



obr. 2A:

Obrázek 5-Ukázka osazení pístu zážehového motoru [2]

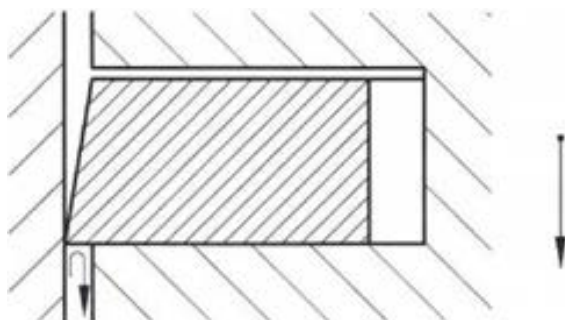


obr. 2B
Sada pístních kroužků
pro dieselový motor

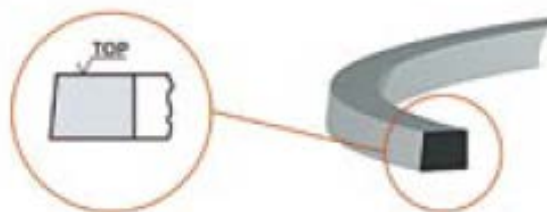
Obrázek 6-Ukázka osazení pístu vznětového motoru [2]

2.3.1 Těsnicí kroužky

Těsnicí kroužky mají za úkol těsnit ve spalovacím prostoru motoru tzv. zamezit poklesu tlaku ve spalovacím prostoru a proniknutí spalín do klikové skříně. Těsnicí kroužek musí mít vždy větší průměr než píst a zároveň musí být válcová plocha kolmo rovnoběžná s boční stranou kroužku maximálně s odchylkou do $\pm 3^\circ$.



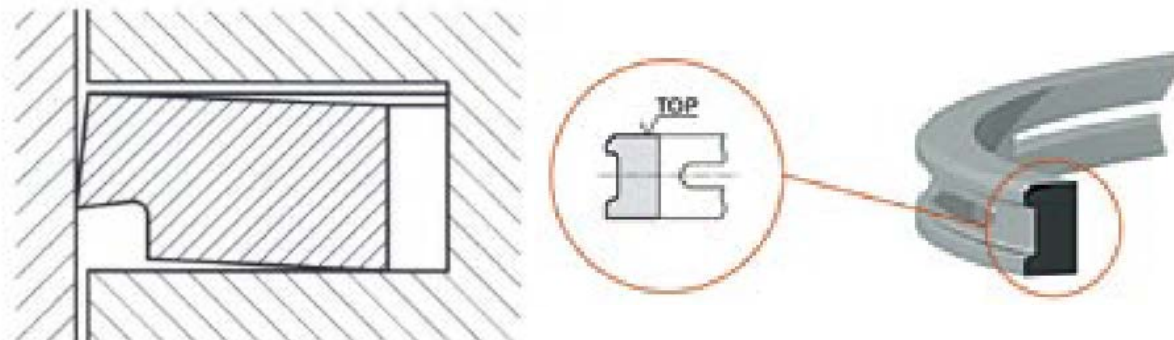
Obrázek 8-Správné usazení těsnícího kroužku [1]



Obrázek 7-Kompresní kroužek Goetze pro Dieselův motor [2]

2.3.2 Stírací kroužky

Stírací kroužky mají za úkol stírat tzv. regulovat mazivo tak ,aby vznikal správně tenký olejový film na stěně válce, tímto se docílí nízké spotřeby oleje. Film má dvojí úlohu , zamezení dotyku kov na kov válce a kroužku a zlepšení těsnících vlastností. Přebytek oleje stírací kroužek vrací do prostoru klikové skříně, protože by olej shořel ve spalování, ale i tak se tam dostane velmi malé množství.



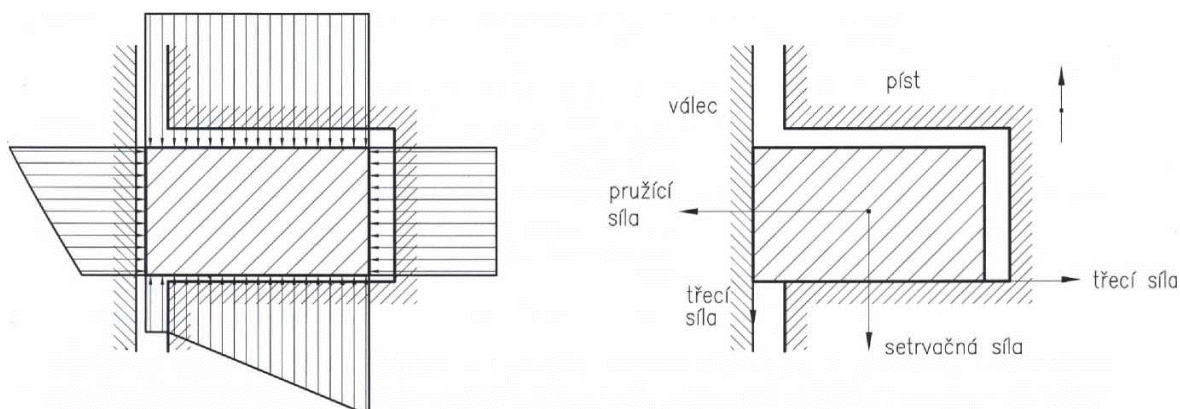
Obrázek 10-Stírací kroužek s nosíkem a kužel plochou [1]

Obrázek 9-Stírací kroužek s fasetkami různého tvaru [2]

2.4 Silové působení na pístní kroužky

[1]

Za běhu motoru působí na píst a pístní kroužky několik druhů sil , od tlaků plynů, pružící síly kroužku, setrvačné síly a třecí síly. K určení zatížení se předpokládá, rovnoměrné přilehnutí pístního kroužku po celém obvodu na stěnu válce , zároveň těsný kontakt spodní boční plochou na odpovídající plochu drážky pístu, jak je již vidět na obrázku níže.

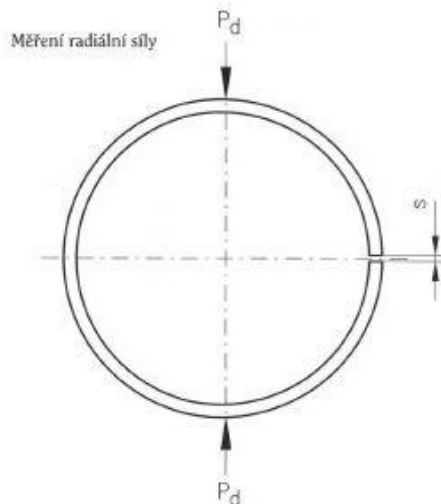


Síly a tlak plynů působících na pístní kroužek

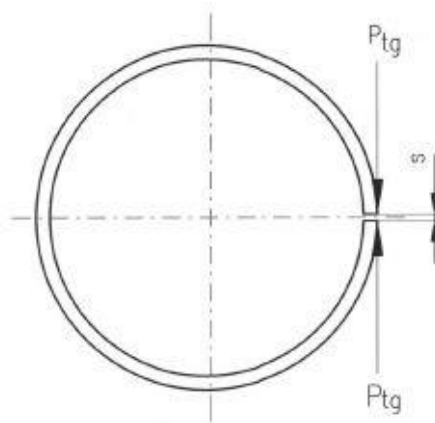
Obrázek 11-Vlevo tlak plynů na kroužek a vpravo síly působící na kroužek [1]

Z rozložení tlaku plynů na pístní kroužek vidíme, že jeho pružící síla se znásobuje tlakem plynů, které proniknou do vnitřního prostoru dna drážky. [1]

Tangenciální síla (P_{tg}) se zjišťuje z měrného tlaku, jelikož je velice složité měrný tlak změřit. Tangenciální síla znamená velikost síly odečtenou z váhy při svírání kroužku na danou vůli zámku, uloženého v tenké ohebné pásce.



Obrázek 12-Odečtení Radiální síly [1]



Obrázek 13- Měření Tangenciální síly [1]

Stejným způsobem probíhá odečtení Radiální síly (P_D).

2.5 Výpočet namáhání pístních kroužků

[1]

Před výpočtem se využívá měření Tangenciální síly před Radiální silou, jelikož při zjišťování Radiální síly vzniká velké ohybové napětí v pístním kroužku. V tomto případě by mohlo docházet k nevratné deformaci kroužku vlivem velké mezery v zámku.

Vztah mezi P_{tg} a P_D silou $P_{tg}=0,49 \cdot P_D$ pro Youngův modul méně než 150000 N/mm^2

Vztah mezi P_{tg} a P_D silou $P_{tg}=0,46 \cdot P_D$ pro Youngův modul více než 150000 N/mm^2

Vztah mezi Tangenciální silou a Středním měrným tlakem určuje následující rovnice:

$$p = \frac{2 \cdot P_{tg}}{D \cdot h} \text{ [MPa]}, \text{ kde } h \text{ je axiální výška a } D \text{ nominální průměr.}$$

Zde skutečný měrný tlak oproti měrnému pracuje s tlakem plynů působících na pístní kroužek, z toho je zřejmé, že je skutečný tlak větší než měrný.

Docílit potřebné tangenciální síly v závislosti na Youngovo modulu lze změnou průřezu pístního kroužku ve dvou variantách: Malý průřez-velký výřez zámku

Velký průřez-malý výřez zámku

Správná volba těchto rozměrů je tehdy, kdy nedojde k trvalé deformaci kroužku.

Tímto lze ovlivňovat velikost tangenciálního pnutí kroužku tzv. čím větší výřez tím větší pnutí.

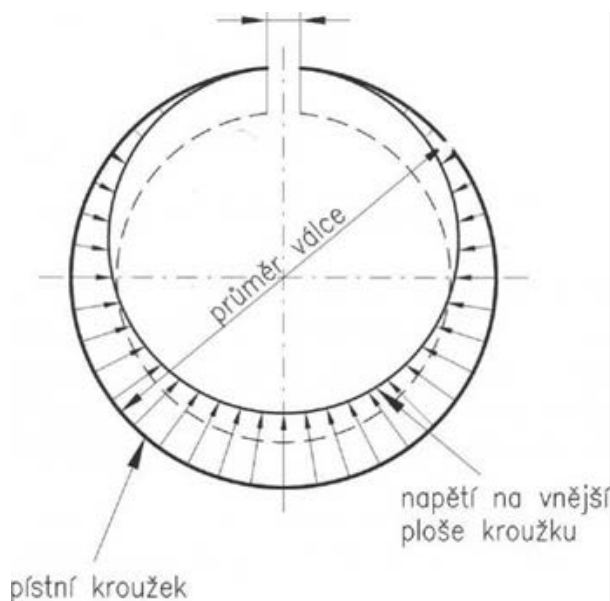
Napětí v ohybu v provozním stavu:

Maximální napětí vzniká v průřezu zámku, počítá se v pravouhlém průřezu u těsnícího kroužku.

$$\sigma_{bmax} = 0,424 * z * E * \frac{t}{(D-t)^2} \text{ [MPa]}$$

Pokud známe Tangenciální sílu, pak platí:

$$\sigma_{bmax} = 2 * k * \frac{t * E}{D-t} \text{ [MPa]}$$



Obrázek 14-Ukázka průběhu napětí v kroužku svíráním [1]

Kroužek je svírán na jmenovitý průměr, vůle v zámku je pro vyrovnání tepelného pnutí.

Napětí v ohybu při navlékání na píst:

Maximální napětí při montáži kroužku pomocí speciálních kleští na píst je dáno vztahem:

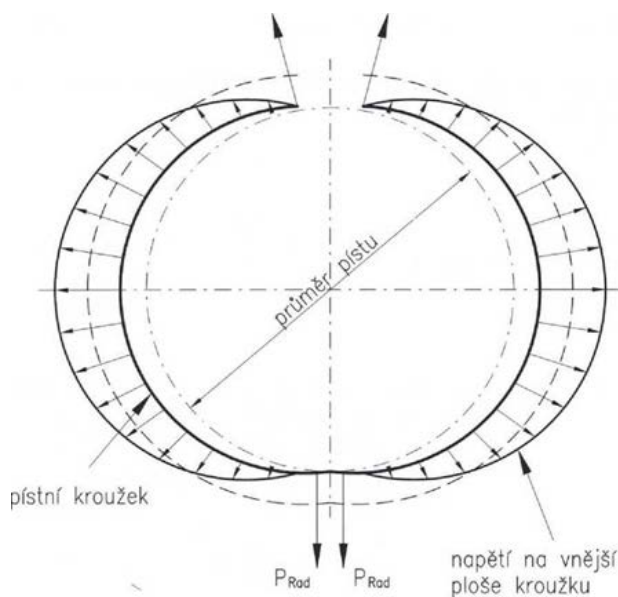
$$\sigma_{nmax} = 0,64 * \frac{4 * E}{(\frac{D}{t} - 1)^2} * \sigma_{bmax}$$

Pro navléknutí kroužku na píst se musí rozevřít vnitřní průměr kroužku minimálně na vnější průměr pístu.

Koeficient k znamená tzv. parametr kroužku a vyjadřuje ho rovnice:

$$k = \frac{2}{3 * \pi} * \frac{Z}{D-t}$$

Parametr Z vychází z koeficientu rozevření $\frac{Z}{D} = 0,10-0,18$



Obrázek 15-Ukázka průběhu napětí v kroužku při navlékání na píst [1]

2.6 Materiály pístních kroužků

[1]

Materiál pístního kroužku by měl splňovat několik hlavních parametrů:

- 1) dobrou odolnost proti opotřebení
- 2) odolnost při zhoršených mazacích podmínkách
- 3) nulovou drolivost při opotřebení
- 4) antikorozi vlastnosti
- 5) tepelnou stálost
- 6) malé výrobní náklady

Cílem je dosáhnout materiálu, který tyto požadavky splňuje, a proto se kroužky musí povrchově upravit. Výběr materiálu závisí na druhu pístního kroužku tzv. zda je stírací nebo těsnící, soudržnost povrchové vrstvy na materiálu. Vybrané vlastnosti dokáže splnit:

- 1) šedá litina
- 2) tvárná litina
- 3) ocel
- 4) spékaný práškový materiál

2.6.1 Povrchové úpravy

[3], [1]

Pístní kroužky jsou vyrobeny s maximální možnou přesností, ale nikdy po smontování nesedí zcela přesně. Zde je potřebný tzv. záběh motoru. Doba záběhu je závislá na použitém materiálu kroužku a hlavně na vhodné volbě povrchové úpravy pístního kroužku. Pro zrychlení a zlepšení tzv. „sedání motoru“ se používají měkčí povlakovací vrstvy.

1. Fosfátování
2. Chromování - porézní chrom
3. Chrom-keramika (BCr),
4. Chrom-diamant (BDG)
5. Nástřiky molybdenem
6. Nitridace
7. PVD (CrN, CrALN, DLC)



Obrázek 16-Ukázka povlaku kroužku Chrom-keramika (BCr) [3]

Povlakování kroužků také snižuje koeficient tření mezi pístem a stěnou válce, zvyšuje životnost samotného motoru na dvojnásobek až třínásobek, zabraňuje oxidaci povrchů.

3 Vlastní konstrukce

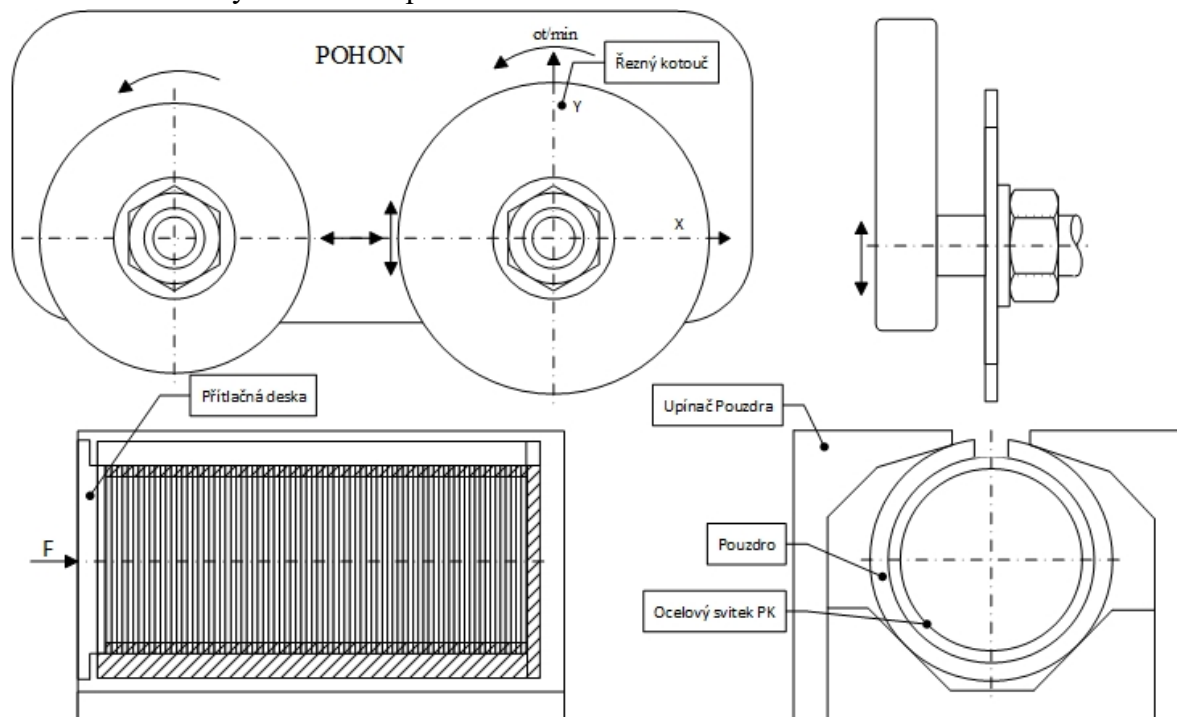
Cílem vlastní konstrukce je návrh nového systému upínání pístních kroužků, kde je nutné dodržení několika konstrukčních zásad, které jsou souvislé s konečnými parametry nového upínače. Hlavní zásadou je cílené zvýšení tuhosti ideálně bez zbytečného navýšení hmotnosti celku, a zároveň s tímto související zlepšení přesnosti řezu.

3.1 Popis stávajícího zařízení

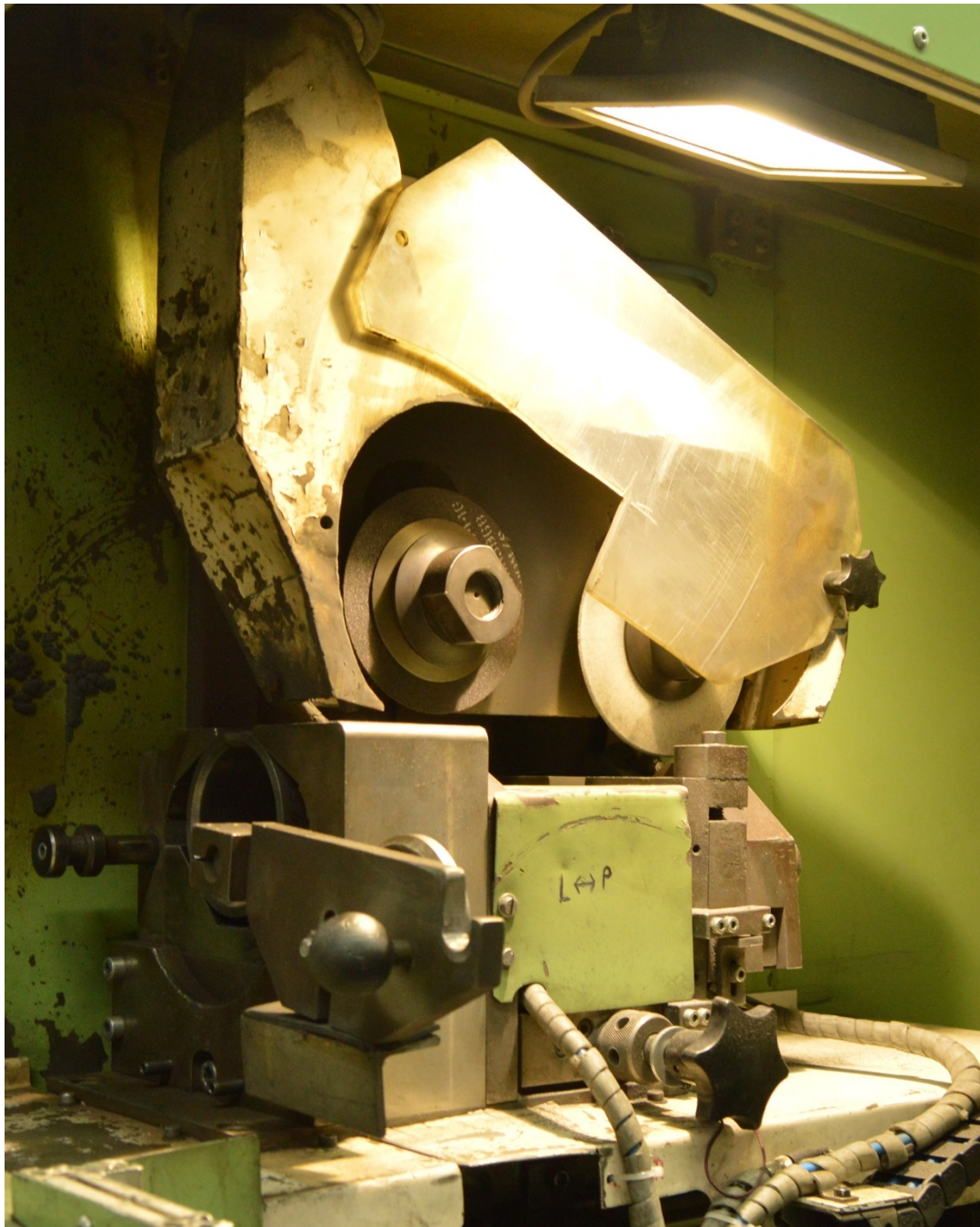
Stávající zařízení je konstruováno na dělení sviteků ocelových pístních kroužků různých průměrů o délce 70mm. Pouzdro je upínáno do svěrné stavitelné hlavy, u tohoto druhu upínání dochází k nežádoucí trvalé deformaci pouzdra a rostoucí nepřesnosti řezu vlivem již zmíněné změny tvaru.

Ocelový svitek je ručně vkládán do pouzdra, svitek je stlačován ocelovou kruhovou deskou ovládanou pneumatickým pohonem. Dělení zprostředkovávají dva kotouče, první je slabý a druhý silnější, aby docházelo požadovanému ojehlení. Z praktické zkušenosti musí pracovník toto odjehlení provádět ručně.

V průběhu doby vzniknul požadavek na větší výřez zámku, zde bylo nutné použití silnějšího řezného kotouče chlazeného pouze vzduchem. Následným odzkoušením silnějšího kotouče docházelo k tepelnému ovlivňování řezaného materiálu tzv. oblasti okolo zámku kroužku. Aby se do budoucna zabránilo destrukci „vyhřátím“ materiálu, bylo nutné zpětně aplikovat slabý kotouč, který ovšem neumožňoval větší výřez zámku, a tak se stávající zařízení stalo v tomto případě nepoužitelným. Praktickým testováním jsme zjistili výrazné zlepšení kvality řezu i přesnosti vyříznutím zámku tzv. provedením dvojitého řezu tenkým kotoučem chlazeným řeznou kapalinou.



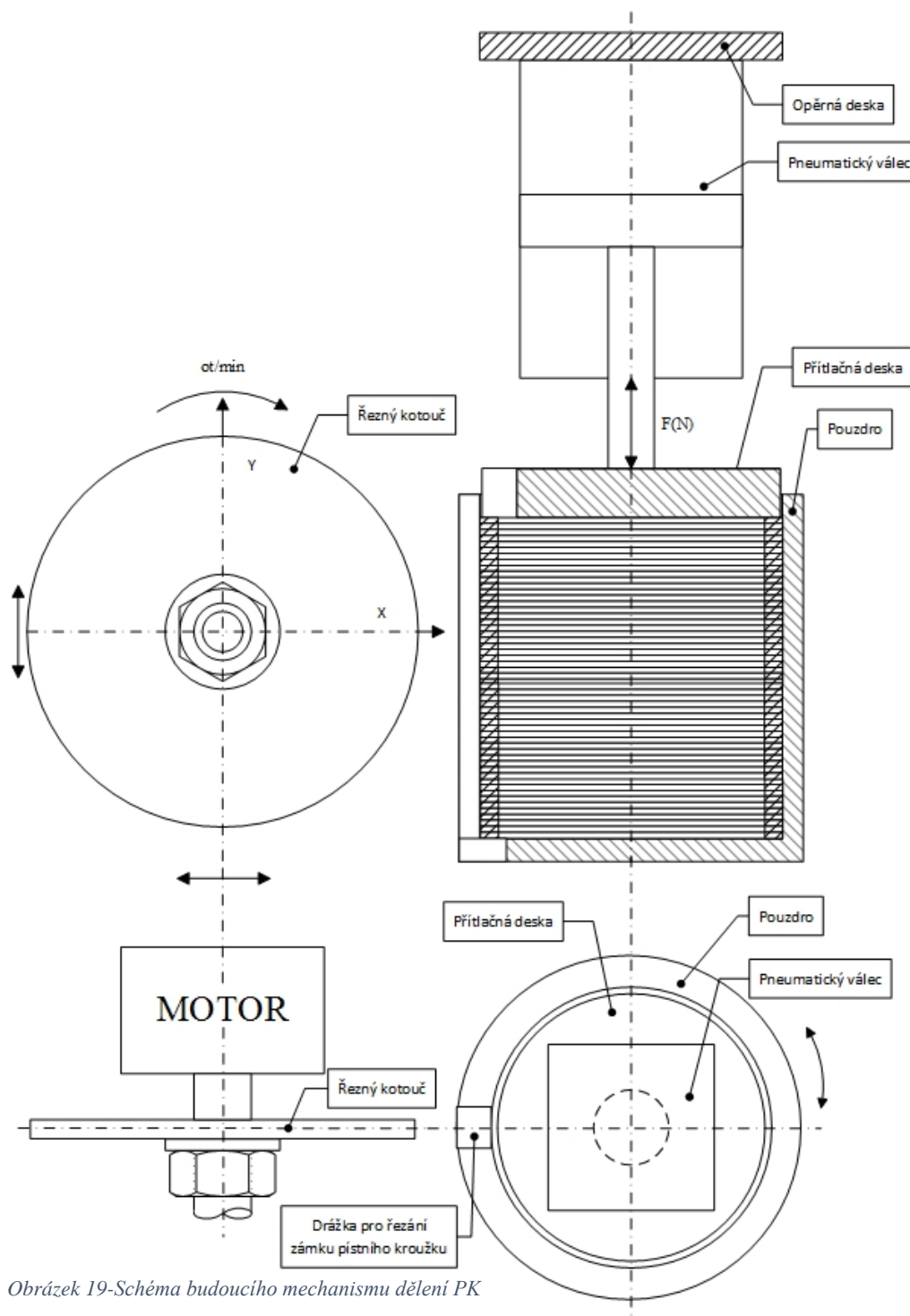
Obrázek 17-Schéma stávajícího stroje



Obrázek 18-Reálný pohled na stávající stroj

3.2 Požadavky na nové zařízení

Průměr rozřezávaného svitku je od 50 do 140 mm. Délka je 70 mm. Axiální výška je od 0,8 do 2 mm, radiální tloušťka je od 1,8 do 5 mm. Upínací zařízení musí dovolit plynule měnit velikost vyříznutého materiálu z vloženého svitku tzv. možnost otáčení kolem své osy. Zařízení musí splňovat větší tuhost řezu, možnost chlazení řezu pod kapalinou, tzv. dvojitý řez slabým kotoučem dle průměru pouzdra. Nutností je rychlá výměna pouzdra a přítlačného elementu ideálně bez použití náradí, snadná aplikace nového, a vyjmutí rozděleného svitku.



Obrázek 19-Schéma budoucího mechanismu dělení PK

3.3 Vývojové kroky zajištění ocelových svitků pístních kroužků

3.3.1 První varianta

První konstrukční varianta vychází z již jednoduchého pneumatického stlačování rovnou kruhovou deskou do pouzdra, které momentálně používá firma Buzuluk a.s. k rozřezávání lamel , ocelových pístních kroužků s rozdílem tvaru spodní části přitlačné desky.

Variantu jedna nelze uplatnit, protože by při zajištění ocelového svitku docházelo k nerovnoměrnému dotyku rovné plochy desky na spirálovitý tvar svitku, navíjený podobnou technikou výroby pružin.



Obrázek 20-První vývojová varianta

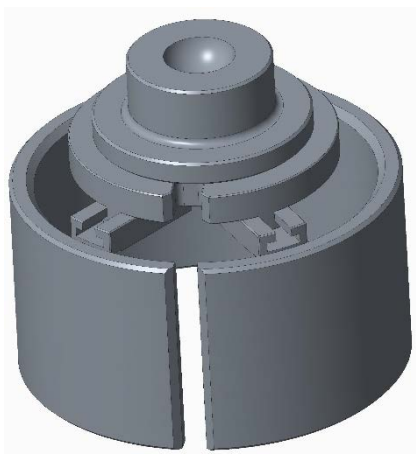
3.3.2 Druhá varianta

Druhá varianta eliminuje nerovnoměrný dotyk, který je zprostředkovan pomocí třech výměnných tvarových čelistí měnící upínací průměr dle velikosti pouzdra. Čelisti drží za vyfrézované T drážky, šrouby procházející dírou v čelistích slouží k zajištění proti nechtěnému vysunutí.

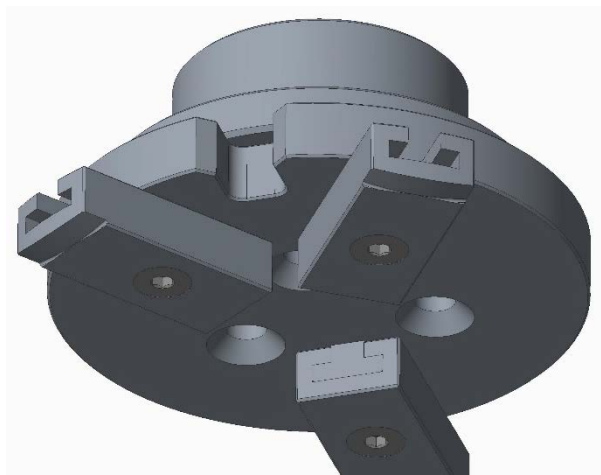
Celá spodní rovná kruhová deska je přišroubována do horního adaptéru s kulovou plochou tzv. miskou, která vyrovnává výškový rozdíl dosedací spirálové plochy ocelového svitku pístních kroužků.

Tento adaptér by byl spojen s pístnicí válce, kulovou hlavou s vnitřním závitem.

S dalším vývojovým stádiem vznikla snaha dosáhnout co největší stykové plochy , snížení tlaku na malou styčnou plochu svitku.



Obrázek 21-Druhá vývojová varianta



Obrázek 22-Hlava s výměnnými čelistmi

3.3.3 Třetí varianta

Předposlední vývojový stav vychází z požadavku předchozí verze tzv. největší dosedací plochy, proto byla kompletně změněna spodní přítlačná deska do tvaru spirály, která bude přesně kopírovat dosedací plochu závitu ocelového svitku.

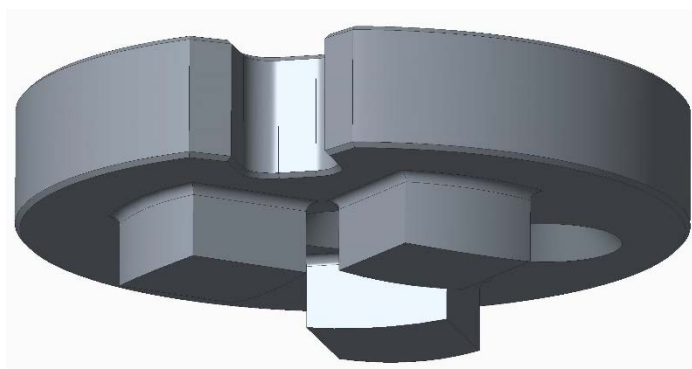
Tvar pouzdra nebyl prakticky změněn od stávajícího stroje, kromě většího výřezu pro řezný kotouč.

Přeppracováním horní desky do monolitického stavu, jsme dosáhli zkrácení doby výměny celé horní hlavy, ale zůstávají třibodové elementy.

Cílem největší stykové plochy je nutná změna tvaru horní desky na identický spodní desce, tato změna bude aplikována na konečnou vývojovou verzi hlavní části upínače.



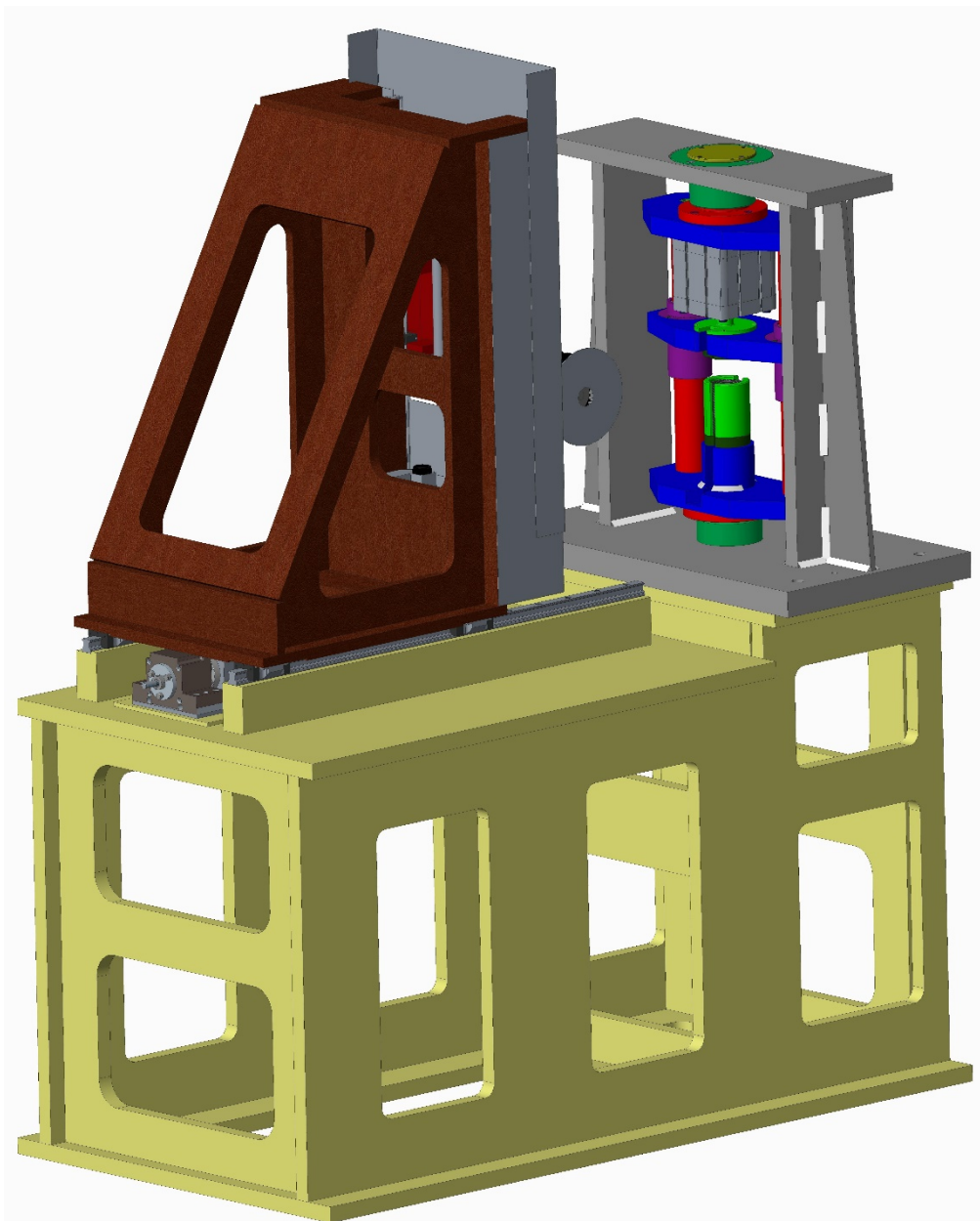
Obrázek 23-Pouzdro se spodní spirálovitou deskou



Obrázek 24-Monolitická přítlačná hlava

3.4 Popis funkce jednotlivých dílů nového zařízení

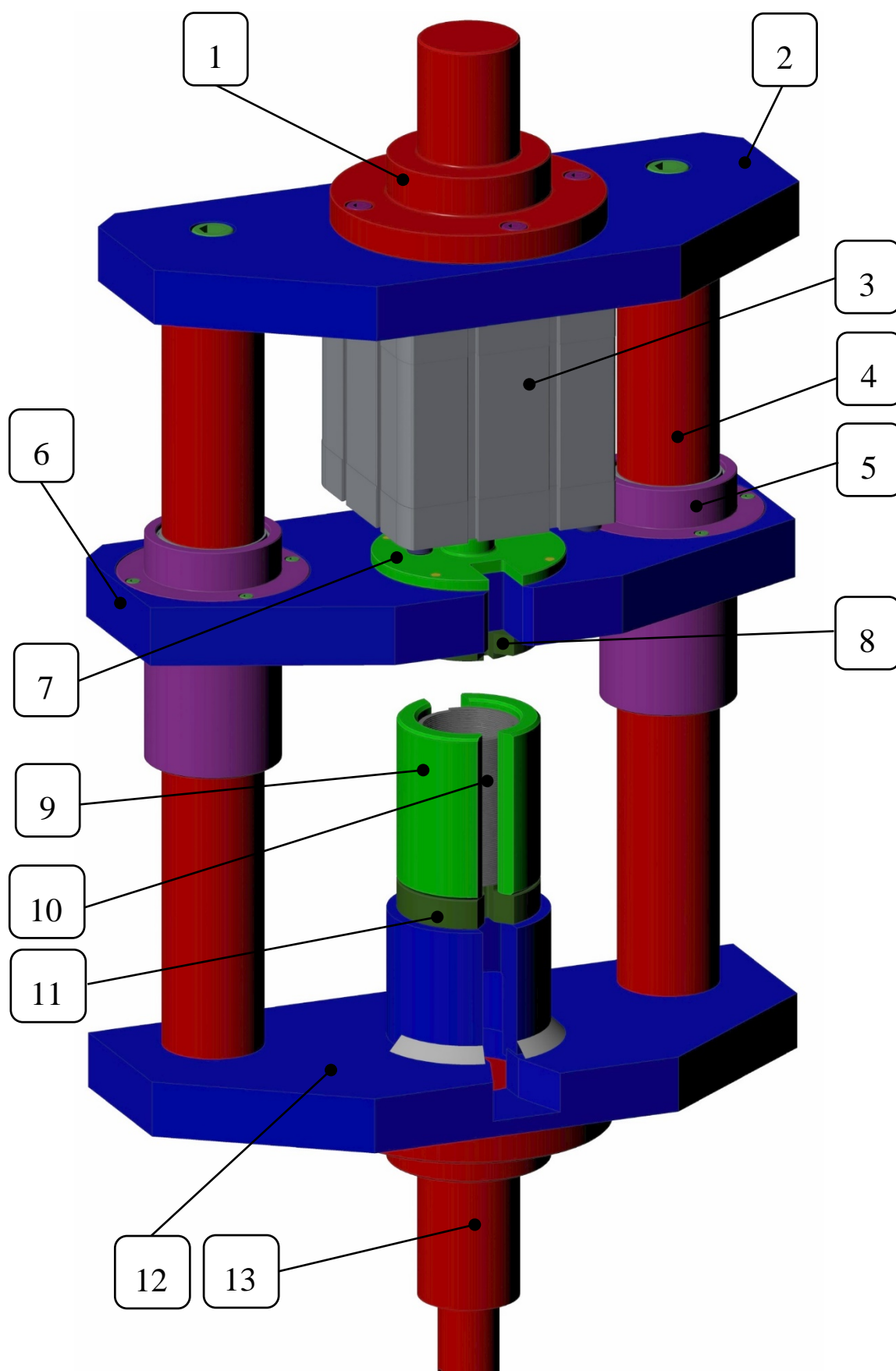
Finální upínací mechanismus je upevněn v otočném uložení hlavního svařeného rámu, následně uchycen k nosnému celku stroje, který není v rozsahu mé bakalářské práce.



Obrázek 25-Celý stroj-probíhající vývoj, finální stav upínače

Horní pohyblivá hlava s motorem a kotoučem umožňující pohyb ve dvou osách a spodní nosný rám je stále ve vývojovém stádiu a bude dokončen v průběhu následujících měsíců.

Po dokončení celku stroje dojde k dodatečnému návrhu bezpečnostního zakrytování proti neoprávněnému vstupu, zamezení úniku třísky, rezných kapalin.



Obrázek 26-Upínací mechanismus bez hlavního rámu

Popis jednotlivých komponentů:

- 1) Horní otočný čep
- 2) Horní pevná deska upínače
- 3) Pneumatický válec FESTO ADN \varnothing 100mm, zdvih 50mm
- 4) Tyč lineárního vedení, IGUS
- 5) Lineární vedení
- 6) Pohyblivá deska upínače
- 7) Adaptér pneumatického válce
- 8) Horní přítlačná tvarová deska
- 9) Pouzdro pro ocelový svitek pístních kroužků
- 10) Svitek ocelových pístních kroužků
- 11) Spodní tvarová deska
- 12) Pevná nosná deska upínače
- 13) Spodní otočný čep

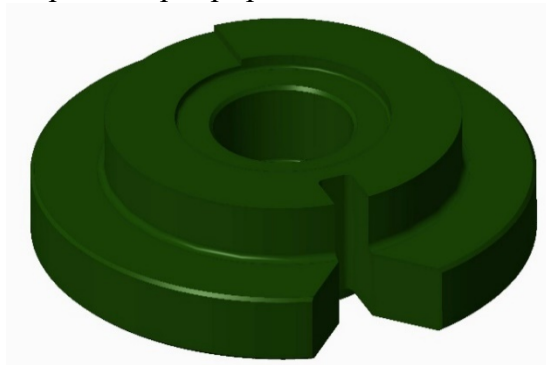
3.4.1 Pouzdro a tvarová deska

Upínání ocelového svitku písních kroužků probíhá mezi dvě tvarové desky s dosedací plochou ve tvaru spirály. Tento tvar vychází z posledního profilu svitku kroužků, který se podobá ukončení pružiny.

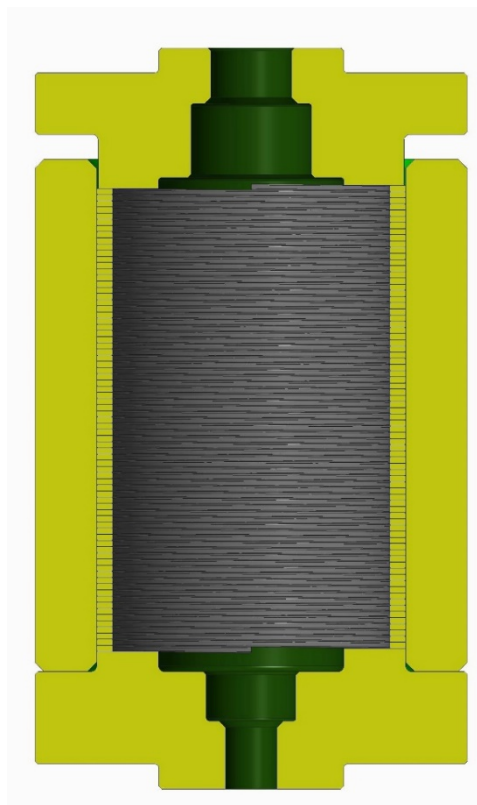
Po vložení svitku do pouzdra musí být zajištěna správná poloha konce závitu svitku oproti konci závitu tvarové plochy desky.

Pokud svitek přesahuje závit přítlačné desky, je nutné konec svitku zastříhnout tak, aby zámek správně zapadnul do dosedací části.

Tento problém je vyřešen vyfrézovanou drážkou pouzdra pro případné zakrácení.



Obrázek 28-Upínací tvarová deska

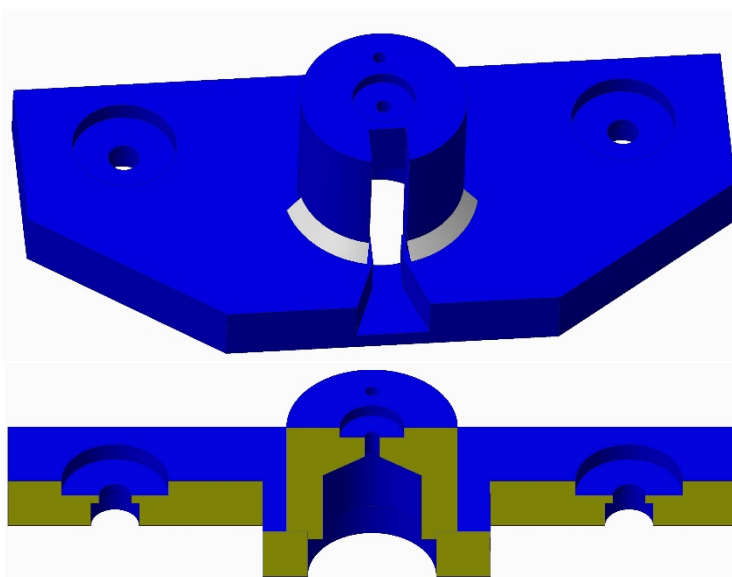


Obrázek 27-Upnutí svitku do pouzdra

3.4.2 Pevná nosná spodní deska upínače

Pevná spodní deska přenáší zatížení od pneumatického válce přes kluzné vedení na horní desku. Tvarová deska je zde středěná na přivařený válcový držák s vnitřním průměrem a závitem pro šroub držící vše pohromadě.

Dvojice válcových otvorů zapuštěných s dírou pro šroub zajišťují stažení a správnou polohu lineárních tyčí.

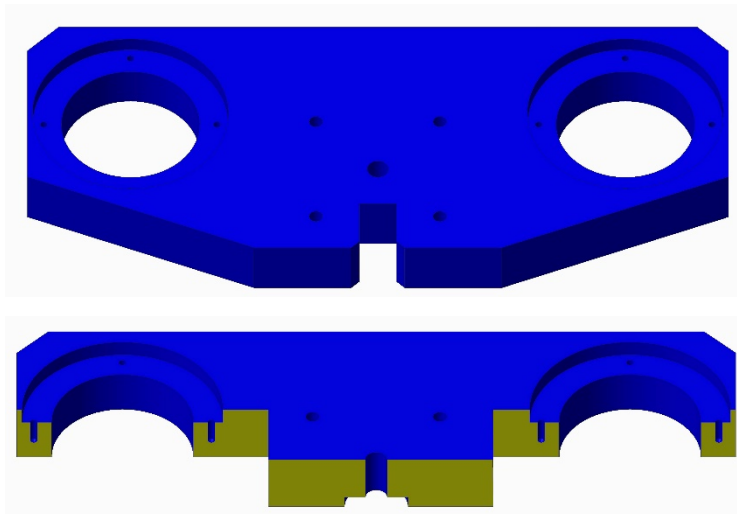


Obrázek 29-Spodní nosná deska, pohled a řez

3.4.3 Pohyblivá deska upínače

Pohyblivá deska zprostředkovává přenos síly z pneumatického válce na svitek pístních kroužků pomocí adaptéru válce a horní přitlačné tvarové desky šroubované na spodní stranu pohybové desky.

Přesné válcové díry o průměru H7 a zapuštění s vnitřními závity M4 po 90° určují přesnou pozici lineárního vedení.

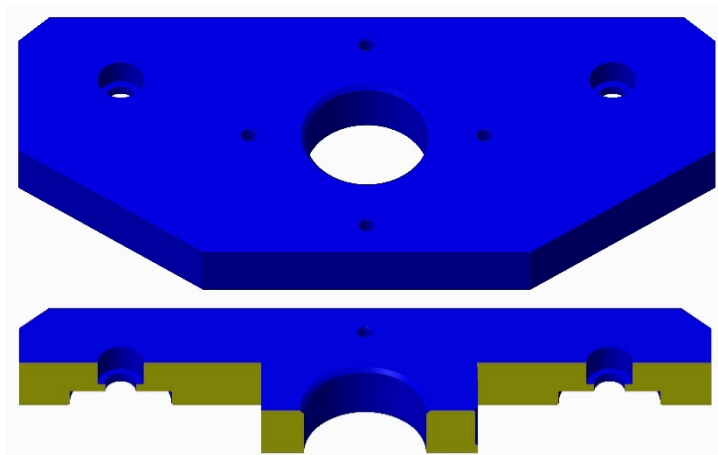


Obrázek 30-Pohyblivá deska, nosič lineárních pouzder

3.4.4 Pevná horní deska upínače

Pevná horní deska je konstrukčně identická jako spodní deska upínače s absencí válcového držáku tvarové přitlačné desky, výřezu pro řezný kotouč a několika vnitřních závitů.

Oběma deskami prochází hlavní osou středící díry H7 otočných čepů.



Obrázek 31-Horní pevná deska

3.4.5 Tyč lineárního vedení

Lineární tyč vedení musí umožňovat volný chod lineárních pouzder IGUS Drylin, proto je nutná cementace, kalení následované přebroušením celé plochy nejhůře na drsnost Ra 0,8.

Stažení mezi horní a spodní desku upínače zaručují dva protilehlé vnitřní závity M14 s použitím šroubů M14 pevnostní třídy 12.9.



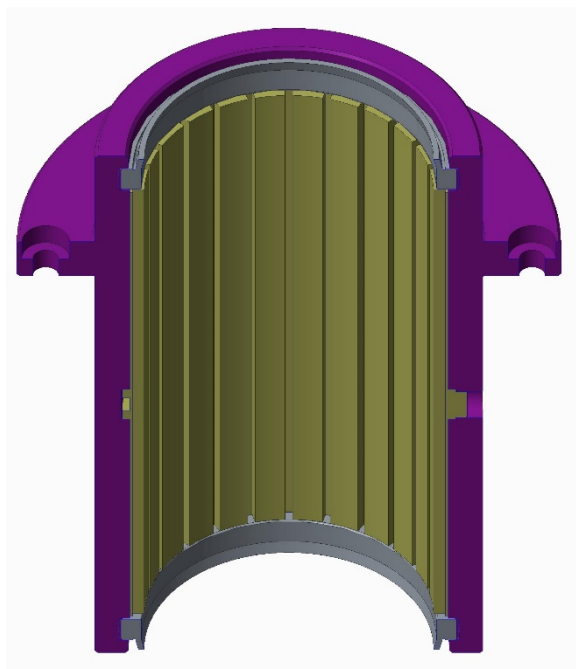
Obrázek 32-Tyč lineárního vedení

3.4.6 Lineární vedení

Tělo lineárního vedení bude vyrobeno z oceli s přesnou vnitřní dírou pro vložení vnitřního děleného pouzdra IGUS Drylin splňující bez údržbového a plynulý provoz.

Ochranu proti stříkající řezné kapalině plní dva stírací kroužky Hennlich A38. Pokud dojde k rozřezávání nitridovaných lamel, plní tyto stírací kroužky ochranu proti vniknutí drobné tvrdé třísky do děleného pouzdra a následnému vydření.

Takto připravené vedení je možné namontovat do pohyblivé desky s použitím šroubů M4.



Obrázek 33-Lineární vedení s vložkou IGUS Drylin

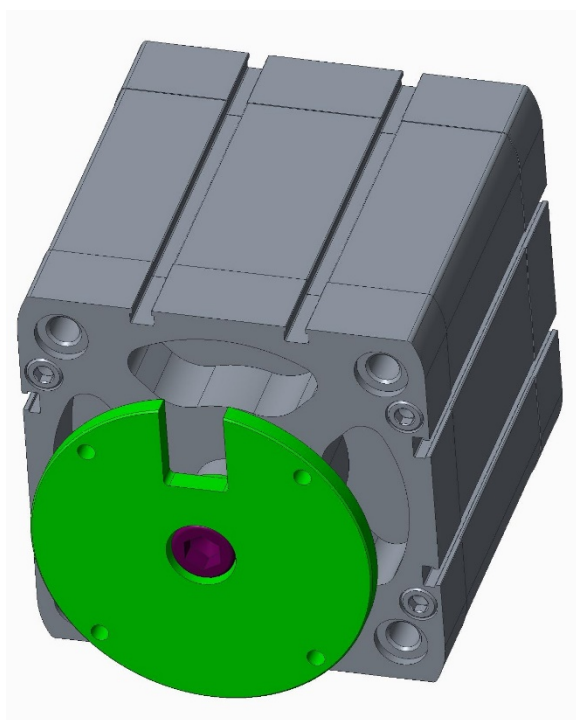
3.4.7 Pneumatický válec s adaptérem pohyblivé desky

Velikost pneumatického válce je zohledněna s ohledem na zástavbové rozměry. Maximální průměr válce je 100mm.

Celá jednotka je přitažena skrz válec ocelovými šrouby M8 do horní desky upínače.

Po spojení válce a jeho adaptéru šroubem M12 8.8 může být celá jednotka válce spojena čtyřmi šrouby.

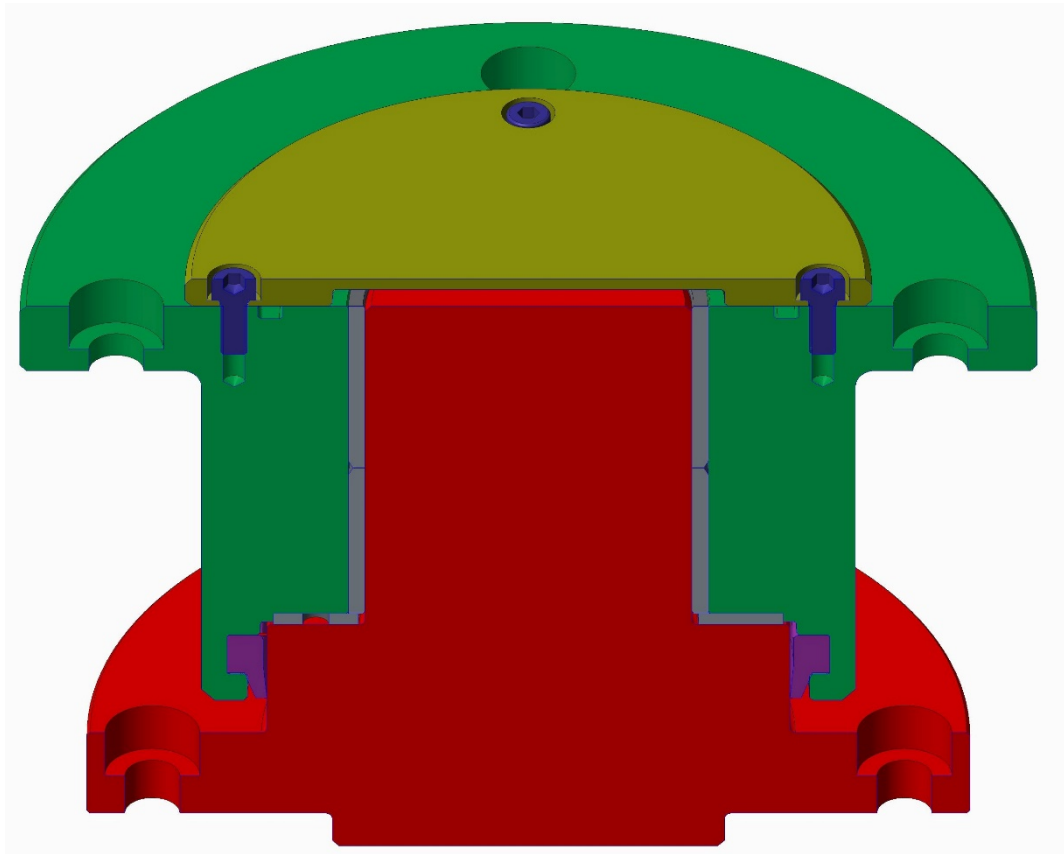
Výřez na adaptéru slouží jako volný prostor řeznému kotouči.



Obrázek 34-Jednotka válce s adaptérem

3.4.8 Uložení natáčení upínacího mechanismu

Uložení je složeno z příruby, dvou kluzných pouzder IGUS a jedné podložky také od společnosti IGUS. Celé uložení chrání těsnění v horní části spolu s ocelovou krytkou proti možným nečistotám. Stírací kroužek Hennlich A38 spodní části zabránuje vniknutí rezné kapaliny a třísky do uložení.



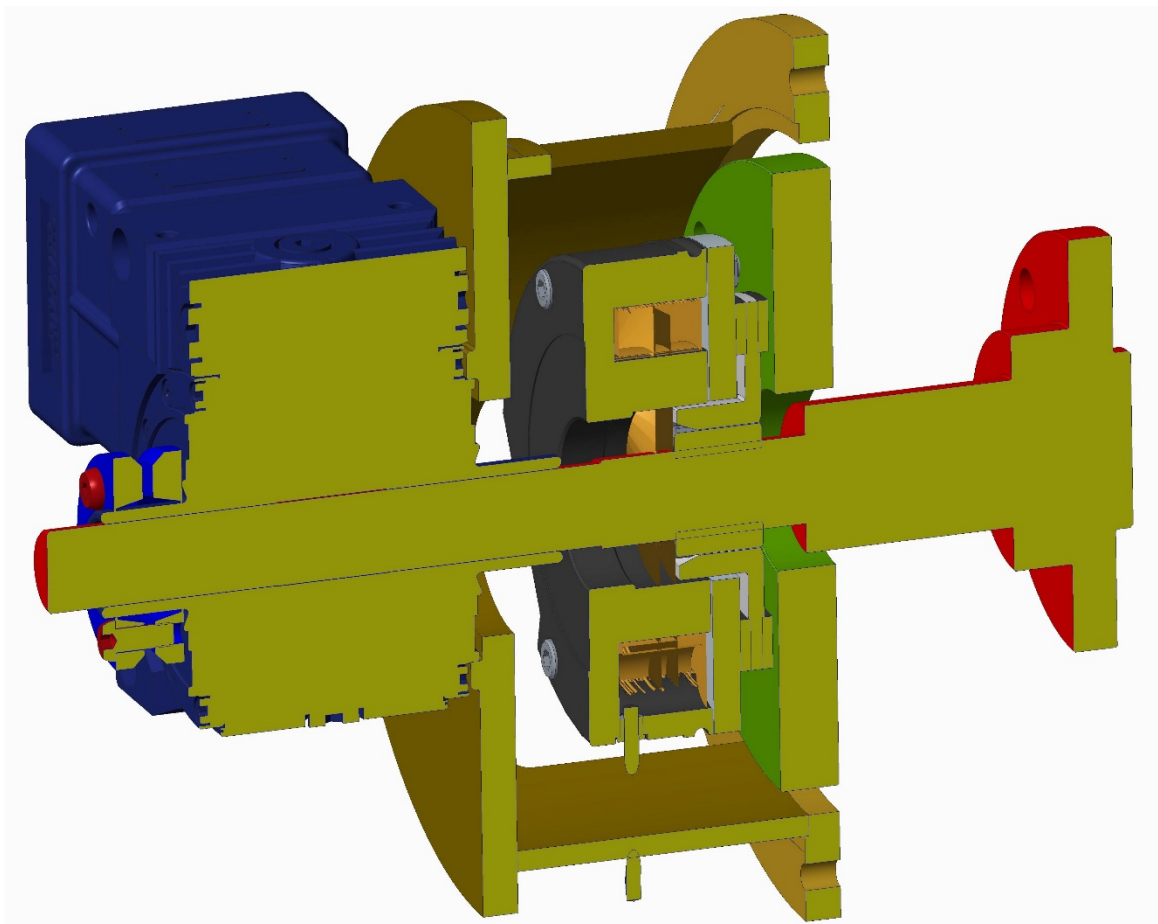
Obrázek 35-Otočné uložení s utěsněním

Obě válcová kluzná pouzdra musí být zalisována do příruby s otvorem H7. Kluzná podložka nebude lisována, ale přijde vložit do příslušného osazení v ocelové přírubě s zajištěním proti pootočení kolíkem. Otočný čep a příruba bude vyráběna nejhůře z oceli třídy 12 dle ČSN.

Otáčení celého upínacího mechanismu bude zajišťovat šneková převodovka Atlanta řady High torque s maximální vůlí jeden úhlový stupeň na otáčku. Převodovku je možné řídit krokovým motorem nebo servomotorem.

3.4.9 Vymezení vůle šnekové převodovky elektromagnetickou brzdou

Použitím šnekové převodovky a servomotoru zajistíme plynulé natáčení uložení pro libovolný výřez zámku pístních kroužků. Převodovka Atlanta High-Torque (HT) vykazuje dle výrobce vůli 1 úhlovou minutu na 1 otáčku. Vůli lze vymezit použitím elektromagnetické brzdy TELECO FRENI FMPR 165 s maximálním statickým zádržným momentem 75 N.m.

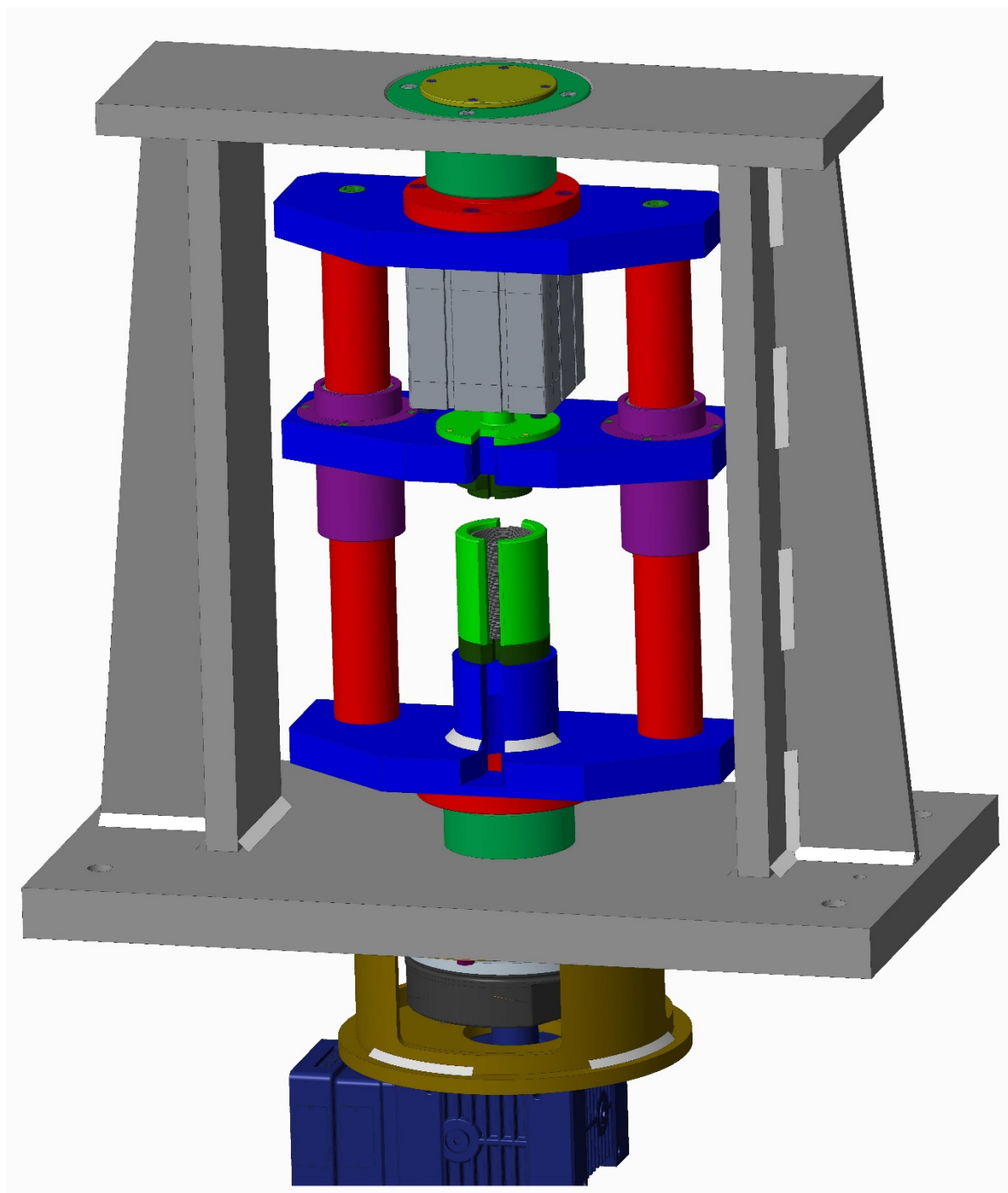


Obrázek 36-Zajištění natáčení šnekovou převodovkou, vymezení vůle převodovky brzdou

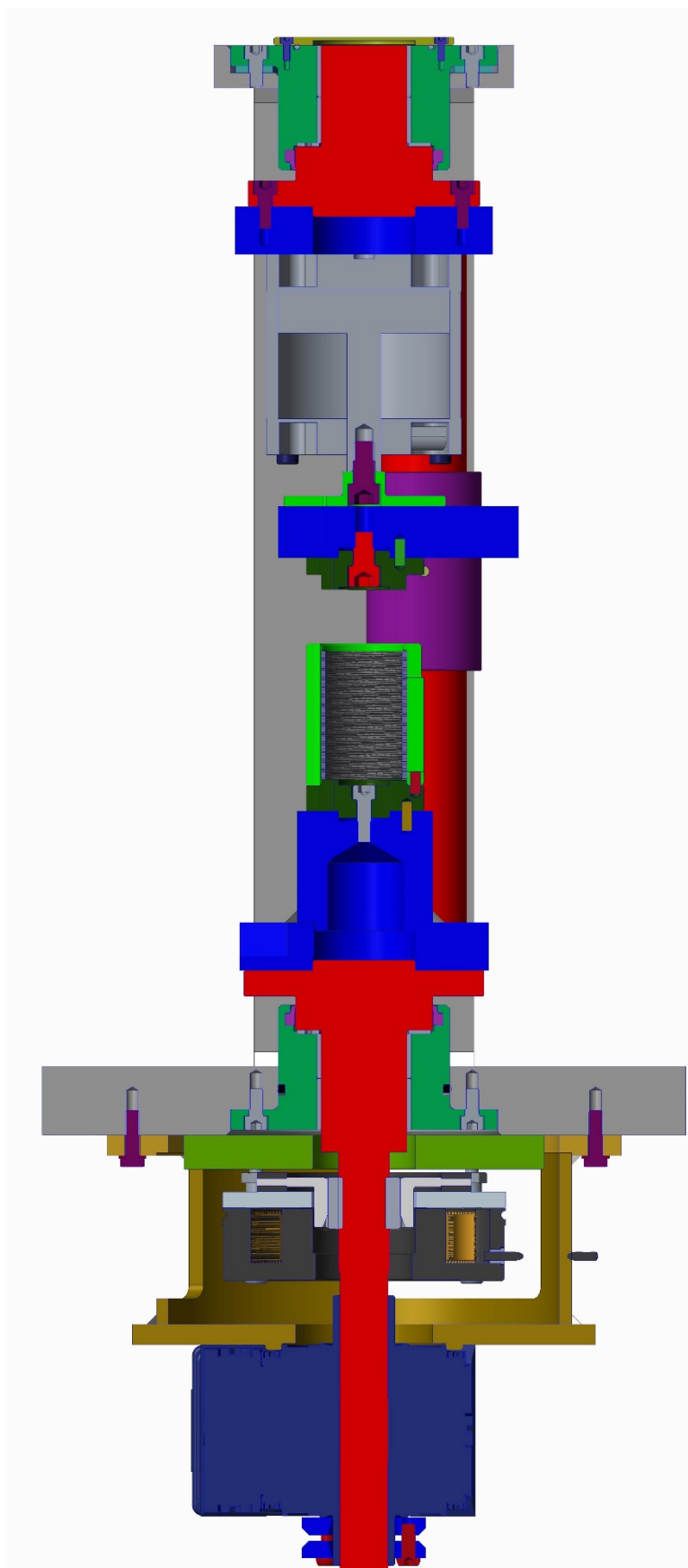
Zachycovaný moment je přenášen z převodovky přes čep na brzdu spojením pomocí pera a vnitřní vložky s ozubením.

Převodovka musí být namontována na specifický držák, brzdu nelze na převodovku uchytit. Svěrné spojení na konci převodovky přenáší požadovaný moment na čep tzv. celý upínač.

3.5 Upínací mechanismus pro rozřezávání ocelových sviteků PK



Obrázek 37-Celková sestava upínače s hlavním rámem



Obrázek 38-Řez celkové sestavy upínače a hlavního rámu

4 Dimenzování upínacího mechanismu

4.1 Kontrola velikosti síly pneumatického válce

Pro stlačení svitku pístních kroužků je nejvhodnější pneumatický válec dle zástavbových rozměrů do maximálního průměru 100mm. Rozměry a maximální sílu splňuje válec FESTO ADN-100-40-I-PPS-A, který dovoluje použití maximálního tlaku od 1 až do 10bar. V místním rozvodu je k dispozici maximálně 6bar. Válec disponuje samočinně nastavitelným pneumatickým tlumením koncových poloh.

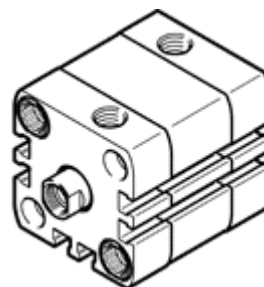
Sílu pneumatického válce lze regulovat velikostí vstupního tlaku z rozvodového vzduchu. Abychom ověřili konkrétní sílu pro lokální tlak je nutný přepočít.

F_p	Osová síla od válce	N
p	Maximální vstupní tlak z rozvodu	0,6 MPa
S	Plocha válce	mm^2
$\varnothing d$	Maximální průměr válce	100mm

$$S = \frac{\pi * d^2}{4} = \frac{\pi * 100^2}{4} = 7853,981 \text{ mm}^2$$

$$p = \frac{F_p}{S} \rightarrow F_p = p * S = 0,6 * 7853,981$$

$$F_p = 4712 \text{ N}$$



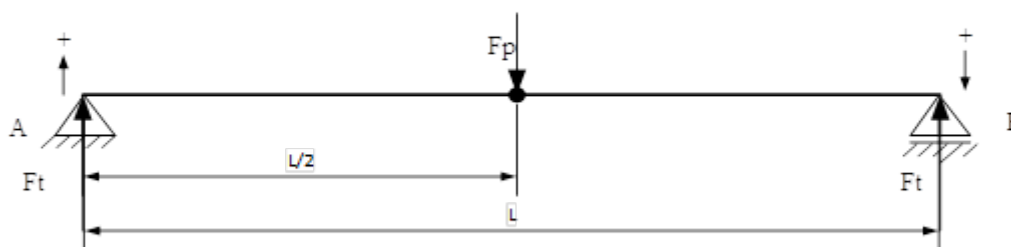
Obrázek 39-Kompaktní válec [23]

Osová síla pneumatického válce je rovna 4712N

4.2 Pevnostní kontrola lineárních kluzných tyčí

Vedení je namáháno osovou silou od válce, která vyvoluje tahové namáhání v průřezu. Lineární tyč bude vyrobena z materiálu 12 051, dle Německé normy W.Nr.1.1213, norma uvádí mez pevnosti od 570 do 780 MPa. Obě vodící tyče jsou symetricky umístěny k rovině pneumatického válce a ta lze využít výpočtové zjednodušení.

F_p	Osová síla od válce	4712N
F_t	Osová síla lin.tyče od válce	N
σ_{td}	Dovolené napětí v tahu lin.tyče	570-780 MPa
σ_t	Tahové napětí lin.tyče	MPa
S_t	Plocha lineární tyče	mm ²
$\varnothing d$	Průměr lin.tyče	50mm



Obrázek 40-Symetrický nosník zatížený silou uprostřed

Velikost síly F_t působící na lineární tyč od osově síly válce F_p si lze představit jako jednoduše zatížený symetrický nosník silou uprostřed. Z obrázku je zřejmé, že námi hledaná velikost je rovna poloviční osově síle válce.

$$\text{Součet všech sil v ose kolmé na nosník : } F_t - F_p + F_t = 0$$

$$\text{Momentová podmínka k bodu B: } F_t \cdot l - F_p \cdot l/2 = 0$$

$$\text{Z momentové podmínky k B plyne : } F_t = F_p/2$$

$$F_t = F_p/2 = 4712/2 \quad \rightarrow \quad F_t = 2356 \text{ N}$$

$$S_t = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 50^2}{4} \quad \rightarrow \quad S_t = 1963,495 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_t = \frac{F_t}{S_t} = \frac{2356}{1963,49} \quad \rightarrow \quad \sigma_t = 1,19 \text{ MPa}$$

$$\text{Podmínka } \sigma_t < \sigma_{td}$$

Vypočtené napětí v tahu je menší než dovolené napětí

Lineární vedení splňuje podmínku

4.3 Kontrola napětí a posutí metodou konečných prvků

Metoda konečných prvků umožňuje předvídat, jakým způsobem se výrobek v různých situacích bude reagovat na zatížení, aniž bychom museli přistoupit k výrobě prototypu. [4]

Před samotnou výpočtovou analýzou je nutné odstranění přebytečných prvků součástí, které nemají zásadní vliv na výsledek tzv. prodlužují dobu samotného výpočtu.

V tomto případě zpracuji výsledky v aplikaci PTC Creo 3.0 Simulate Lite používanou firmou Buzuluk a.s..

4.3.1 Okrajové podmínky

[4]

Výběr okrajových podmínek je nejpodstatnější a nejnáročnější část výpočtové statické analýzy. Okrajové podmínky používáme na geometrii, tzv. na objemy, plochy, hrany, body anebo na sítě konečných prvků.

Zatížení působí v hlavní ose procházející oběma čepy od pneumatického válce, který vyvine maximální sílu 4712 N při tlaku 0,6 kPa.

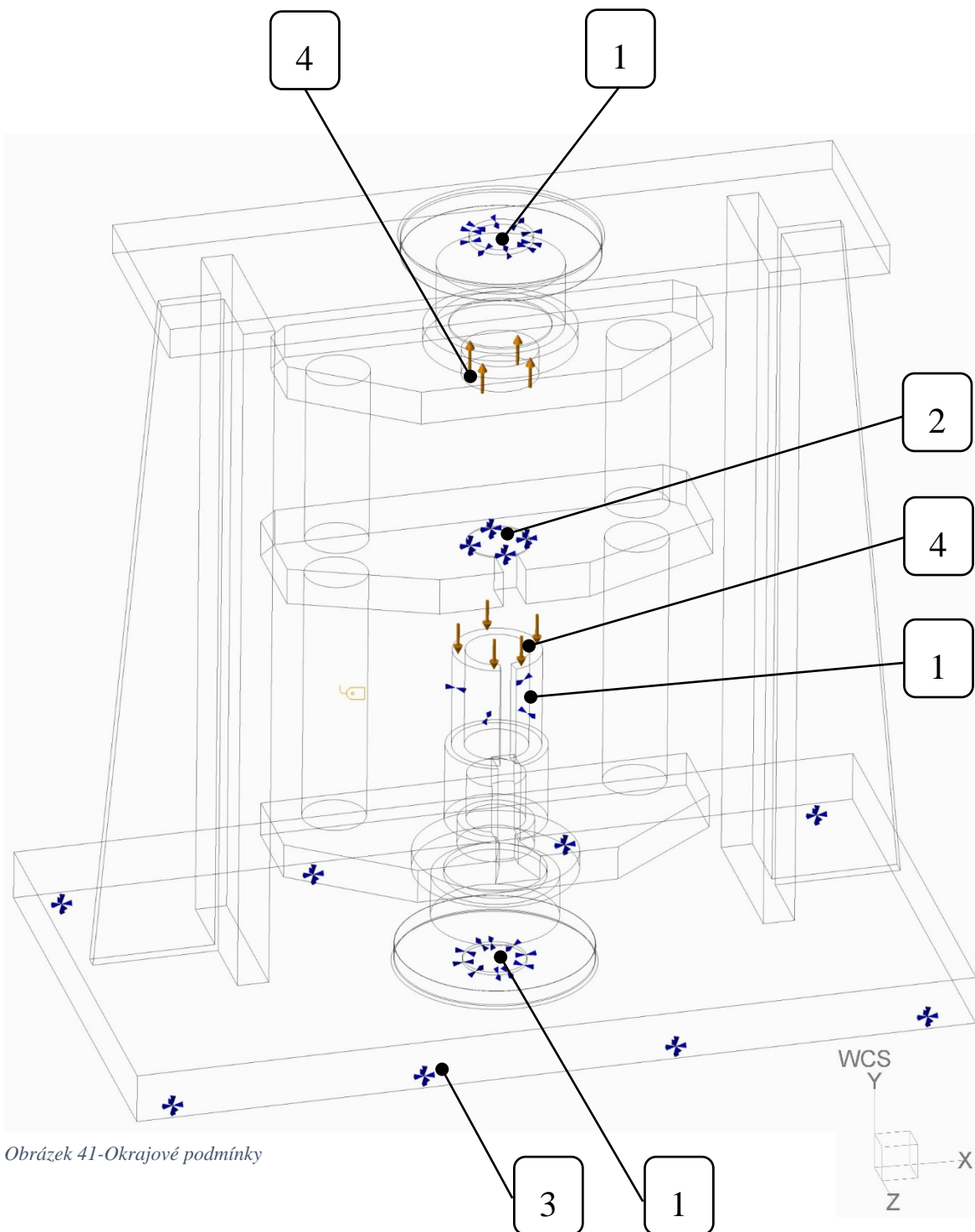
Průhyb horní a spodní desky způsobuje již zmíněná síla od válce, desky spojují tyče lineárního vedení namáhané na tah. Spojení dobou desek nese šroubové spojení, kde je možná úvaha předepnutého spoje, které by snižovalo výsledné napětí i posunutí. Aplikace předepnutí do MKP výpočtu nebude možná, použitím omezené firemní verze Simulate Lite podporující omezenou simulaci včetně absence kontaktních vazeb, nahrazení 1d geometrií atd.

Od zmíněného omezení bude nutný převod modelu na tzv. single body, kde se model chová jako jeden celek materiálu.

Hlavní rám pevně drží k celému stroji za spodní desku rámu, uvažujeme pevný bod bez volných stupňů volnosti.

Otočným čepům přiřadíme rotaci okolo své osy a posuv. Síla působí v bodech, kde se válec opírá tzv. část plochy horní desky a plochy svitku, ten je pro výpočet zanedbán, pak využijeme horní plochu pouzdra.

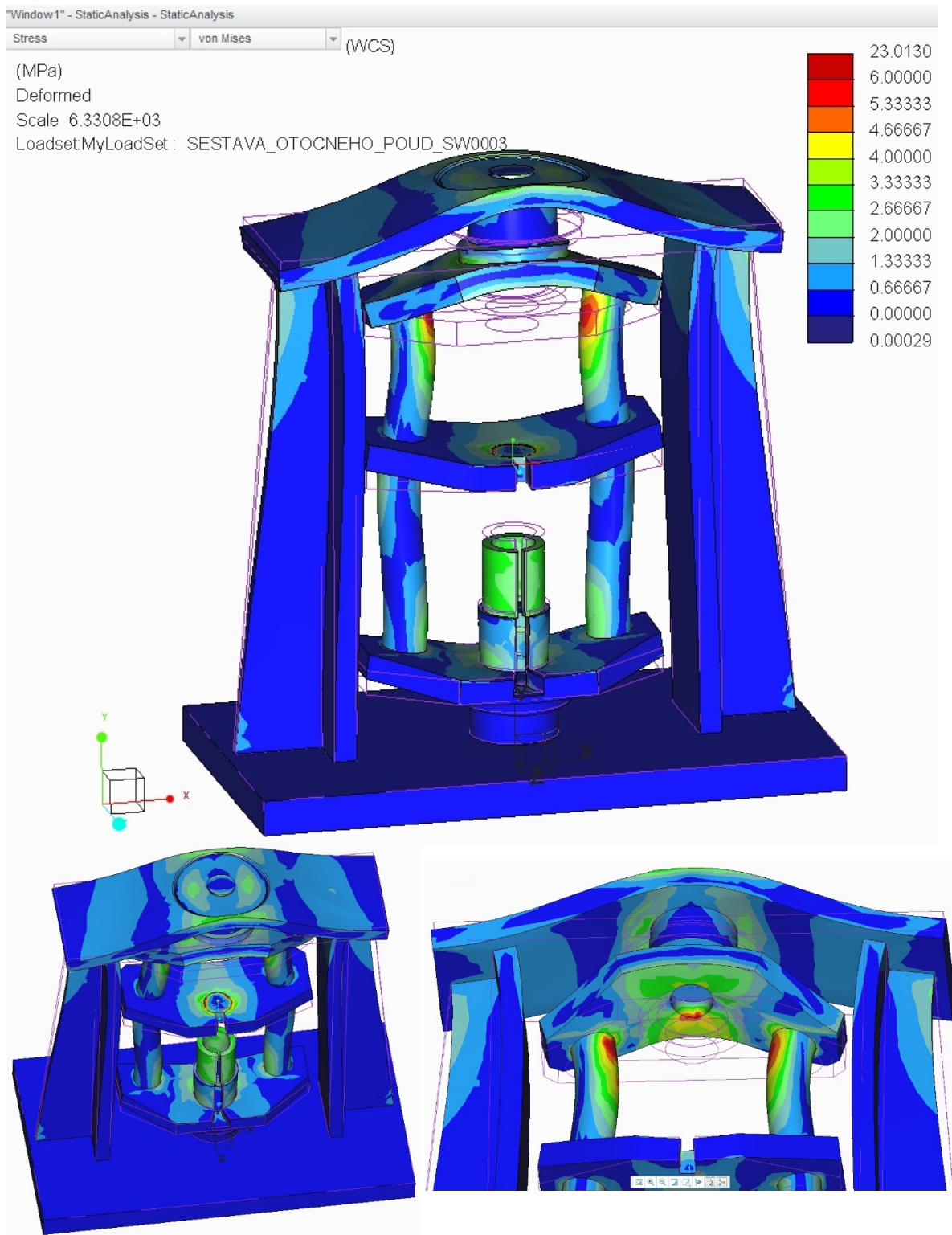
- 1) Povolena rotace v ose Y , posuv v ose Y
- 2) Zakázán posuv v osách X, Y, Z povolena rotace v osách X, Y, Z
- 3) Spodní plocha desky, zakázán posuv v osách X, Y, Z zakázána rotace v osách X, Y, Z
- 4) Síla od válce 4712 N působící v ose Y



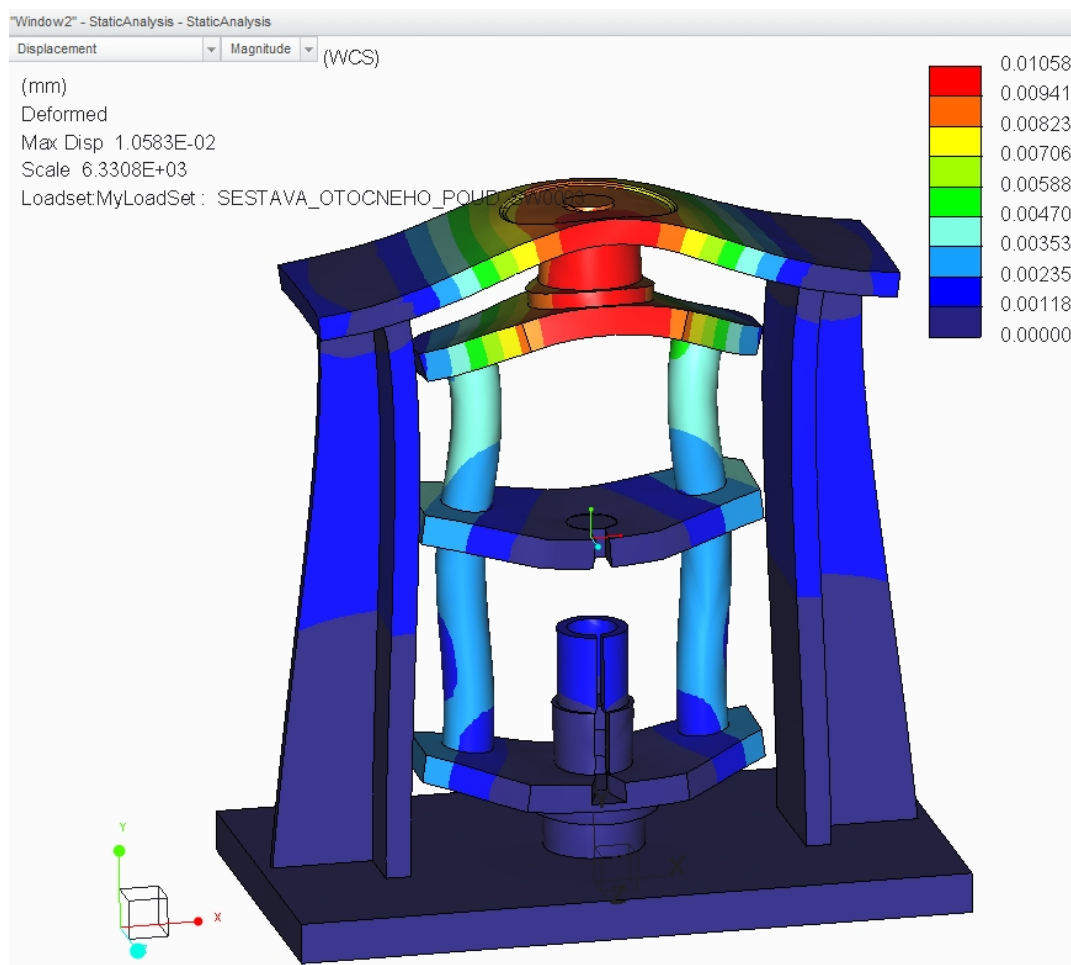
Obrázek 41-Okrajové podmínky

4.3.2 Upínací mechanismus s hlavním rámem

Maximální redukované napětí dosahují konce tyčí lineárního vedení do hodnoty 6 MPa. Výsledky také ukazují extrémní napětí cca 25 MPa, které vznikly okolo hran ploch aplikovaných zatížení, tyto extrémy můžeme zanedbat tzv. považovat za chybu výpočtu.



Obrázek 42-Redukované napětí

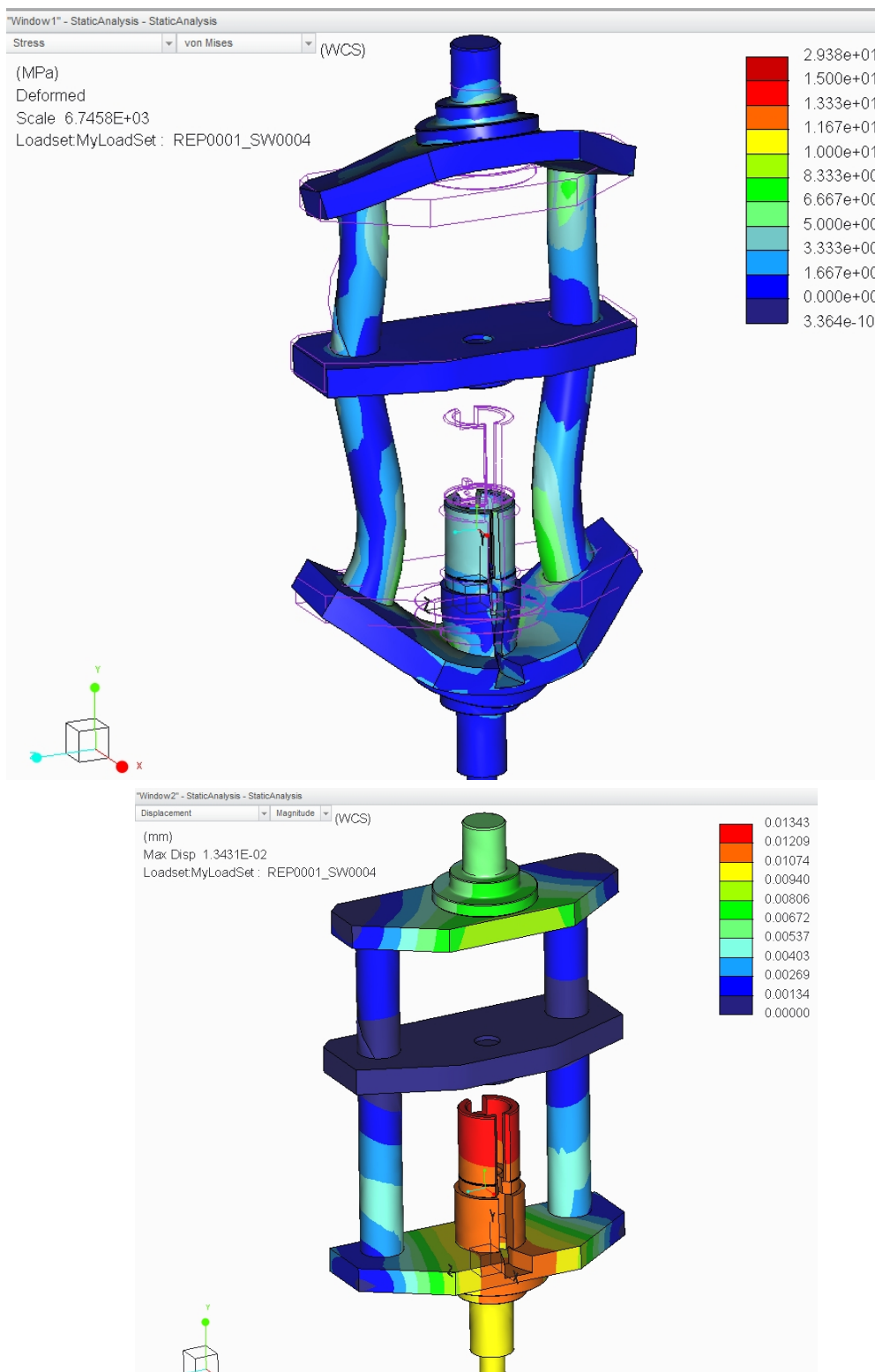


Obrázek 43-Posunutí od zatížení

Vzniklé posunutí od síly válce dosahuje maximální hodnoty okolo 0,0100 mm v ose Y. Takto vzniklé posunutí vyhovuje pro požadovanou přesnost stroje. Deformaci lze omezit přidáním výztuhy do horní části desky, která je nejslabším článkem sestavy.

4.3.3 Upínací mechanismus bez hlavního rámu

Kontrola samotného upínače je zde jen pro ukázkou chování bez hlavního rámu, provoz není bez hlavního rámu možný. Upínač bez rámu vykazuje zvýšení v obou pevných deskách na průměrnou hodnotu 15 MPa. Deformace dosahuje maxima v ose Y 0,015 mm.



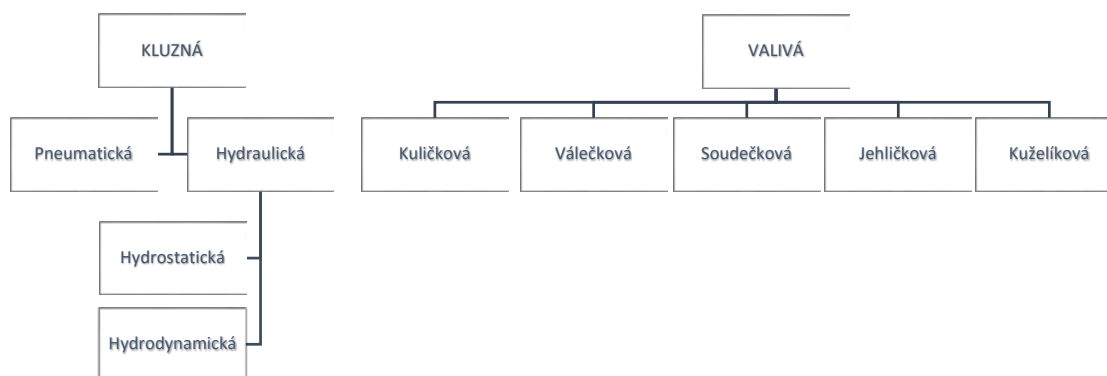
Obrázek 44-Napětí a posunutí bez rámu

5 Návrh vhodného typu ložisek

[5]

Vhodný typ ložiska bude použit pro otáčení celého upínače tzv. kolem své osy, několik málo stupňů na každou stranu. Uložení musí splňovat minimální požadavky na údržbu a odolnost řezným kapalinám, nízké opotřebení vlivem abrasivních částic.

5.1 Rozdělení ložisek



Obrázek 45-Rozdělení Ložisek

5.2 Vhodné typy ložisek

5.2.1 Kluzná pouzdra z masivního bronzu

[6]

Žádné jiné kluzné pouzdro se nemůže pochlubit tak všestrannými možnostmi využití jako kluzné pouzdro z masivního bronzu. Tento materiál je předurčuje k aplikaci v náročných uloženíh a nepříznivých provozních podmínkách.

Kluzná pouzdra SKF vyrobená z masivního bronzu poskytují řadu předností, např.

- odolávají nečistotám, při nízkých rychlostech vzdorují rázovému zatížení i vibracím
- umožňují použití hřídelí s hrubě opracovaným povrchem
- nepodléhají korozi



Obrázek 46-Pouzdra z masivního bronzu [6]

5.2.2 Kluzná pouzdra ze svinutého bronzového pásu

[6]

Jsou to ložiska pro tzv. použití v terénu , které mají mazací drážky po celém vnitřním povrchu , kde ulpívá mazivo.

Válcová kluzná pouzdra řady SKF svinutý bronzový pás se vyrábějí z bronzu. Zvláště se hodí do uložení, která pracují v prostředí plném nečistot a tudíž se musejí často domazávat.

Kluzná pouzdra SKF Svinutý bronzový pás se vyznačují mnoha výhodnými vlastnostmi:

- *odolávají vlivu nečistot*
- *při nízkých kluzných rychlostech vzdorují rázovému zatížení i vibracím*
- *jsou odolné vůči korozi*



Obrázek 47-Pouzdra ze slinutého bronzu [6]

5.2.3 Kluzná pouzdra z kompozitu POM

[6]

Kluzná pouzdra SKF kompozit POM se běžně označují jako předmazaná, protože i nepatrná stopa maziva je zárukou, že ložisko bude po dlouhou dobu podávat uspokojivý výkon. Speciální kluzný materiál vyžaduje domazávání jen velmi zřídka.

Kluzná pouzdra SKF Kompozit POM mají řadu předností:

- *provoz bez údržby*
- *velmi nízké tření*
- *vysoká únosnost*
- *vysoká kluzná rychlost*
- *malá provozní vůle*



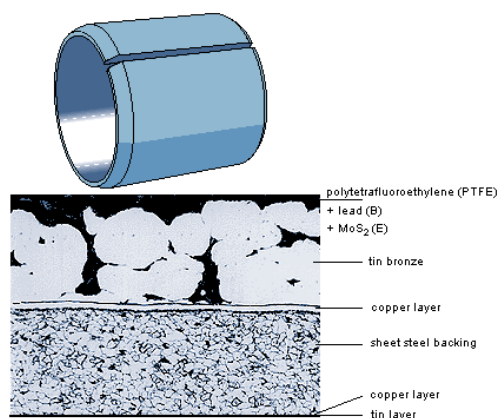
Obrázek 48-POM pouzdra [6]

5.2.4 Kluzná pouzdra z kompozitu

Kluzná pouzdra jsou suchá kluzná hřídelová ložiska určená pro přenos radiálního zatížení. V radiálním směru vyžadují minimální prostor a umožňují kývavý a rotační pohyb. Používají se tam, kde jiné materiály nedokáží zaručit dostatečnou životnost, je nejlepším řešením suché kluzné ložisko s teflonovou kluznou vrstvou. [7]

Pouzdra PTFE pracují bez maziva a výborně se osvědčila v uloženích, která jsou při vysokých kluzných rychlostech vystavena velkému zatížení. [7]

U Tvářecích strojů obvykle používáme kluzné pánve z kovaných bronzů (např. olověný), které jsou mazané tukem – nuceně (automaticky).

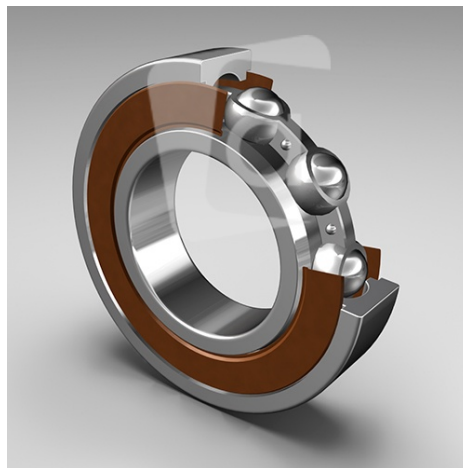


Obrázek 49-Kluzné Pouzdro [21]

5.2.5 Kuličková ložiska

Jednořadá kuličková ložiska jsou velmi univerzální ložiska. Mají jednoduchou konstrukci, jsou nerozebíratelná, mohou pracovat s vysokými a velmi vysokými otáčkami, jsou neobyčejně odolná a vyžadují zanedbatelnou údržbu. [8]

Ložiska se vyznačují hlubokými oběžnými drahami a vysokým stupněm přimknutí mezi oběžnými drahami a kuličkami, což umožňuje přenášet kromě radiálního zatížení i axiální zatížení v obou směrech, a to i při vysokých otáčkách. Jednořadá kuličková ložiska představují nejpoužívanější typ ložisek. [8]



Obrázek 50-Kuličkové ložisko [18]

5.2.6 Válečková ložiska

Ložiska s klecí přenášejí vysoká radiální zatížení a mohou pracovat při vysokých otáčkách. Ložiska s plným počtem valivých těles jsou vhodná pro velmi vysoká zatížení a středně vysoké otáčky. [9]

Nejdůležitějším dílem válečkových ložisek jsou válečky. Geometrie dotyku, tzv. logaritmický profil (čárový styk), zajišťuje v ložisku optimální rozložení tlaku v místě dotyku. Jejich kvalita povrchu přispívá k vytvoření souvislého mazivového filmu a optimálnímu odvalování válečků, navíc jsou méně citlivá na nesouosost. [9]



Obrázek 51-Válečkové ložisko [20]

5.2.7 Jehličková ložiska

Jehlová ložiska jsou válečková ložiska se štíhlými a v poměru k jejich průměru dlouhými válečky. Podle ISO musí být délka válečku nejméně 2,5-násobkem jeho průměru. [5] [10]

Tyto válečky se označují jako jehly. Navzdory nízkému průřezu mají tato ložiska velkou únosnost a jsou tedy neobyčejně vhodná pro uložení, kde je prostor radiálně omezený. [5] [10]



Obrázek 52-Jehličkové ložisko [10]

5.2.8 Soudečková ložiska

Soudečková ložiska jsou z konstrukčního hlediska naklápěcí a vysoce odolná. Dvě řady valivých těles umožňují přenášet vysoká zatížení. Soudečková ložiska mají dvě řady soudečků a společnou kulovou oběžnou dráhu vnějšího kroužku. Dvě oběžné dráhy na vnitřním kroužku svírají určitý úhel s osou ložiska. [11]

Ložiska mohou tedy vyrovnávat nesouosost hřídele vzhledem k tělesu či průhyb hřídele. Vzhledem k těmto konstrukčním vlastnostem je v podstatě nelze nahradit v mnoha uloženích jinými typy ložisek. Soudečková ložiska mohou přenášet kromě radiálního zatížení i vysoká axiální zatížení v obou směrech. [12]

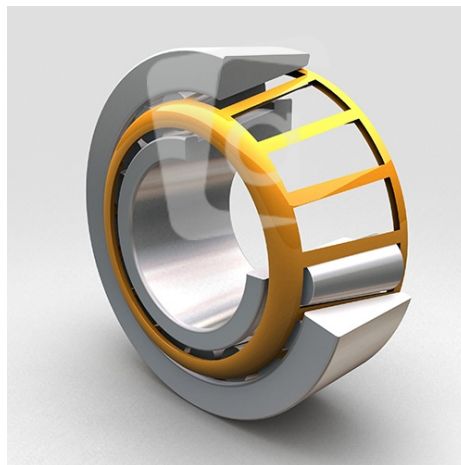


Obrázek 53-Soudečkové ložisko [22]

5.2.9 Kuželíková ložiska

Kuželíková ložiska se vyrábí v různých provedeních a velikostech, jež odpovídají jejich všestrannému použití [13]

Kuželíková ložiska mají kuželové oběžné dráhy na vnitřních a vnějších kroužcích, mezi nimiž jsou umístěny kuželíky. Prodloužené povrchy oběžných drah se protínají v jediném bodě na ose ložiska. [13]



Obrázek 54-Kuželíkové ložisko [19]

Konstrukce kuželíkových ložisek je zvláště vhodná pro přenášení kombinovaného (radiálního a axiálního) zatížení. [13]

Axiální únosnost ložisek závisí především na stykovém úhlu; čím je úhel větší, tím větší je axiální únosnost. Velikost úhlu je vyjádřena výpočtovým součinitelem e . Čím je hodnota e větší, tím větší je stykový úhel a tím je ložisko vhodnější pro přenášení axiálních zatížení. [13]

Kuželíková ložiska jsou většinou rozebíratelná, tzn. vnitřní polo celek, který tvoří vnitřní kroužek s klecí a kuželíky, se může montovat zvlášť, stejně jako vnější kroužek. [13]

Kuželíková ložiska se vyznačují logaritmickým stykovým profilem, který zajišťuje optimální rozložení napětí v místě styků kuželíku a oběžné dráhy. Zvláštní konstrukce povrchu kluzných ploch vodící příruby a velkého čela kuželíku podporuje vytváření mazivového filmu v místě styků čel kuželíku a vodící příruby. Toto konstrukční zlepšení přispělo ke zvýšení provozní spolehlivosti a omezilo negativní vlivy nesouososti. [13]

5.2.10 Vyhodnocení vstupních parametrů na uložení

V průběhu zvážení všech parametrů dostupných valivých ložisek je zbytečné jejich použití, jelikož nedochází k plnému rotačnímu pohybu, ale pouze k symetrickému natáčení o malý úhel okolo osy upínače, tím pádem by nedocházelo k dostatečnému promazávání a rovnoměrnému opotřebením stykové plochy ložiska, ale k snížení životnosti a následné nutnosti servisu. Zde působí pouze axiální složka síly tzv. síla kolmá na plochu podložky, radiální složku můžeme zanedbat, jelikož je ložisko v ose působíště síly.

Požadované parametry kluzného pouzdra:

- 1) Minimální statický tlak 50 MPa
- 2) Pracovní teplota 20-40 °C
- 3) Samomazné schopnosti
- 4) Bez nutnosti údržby
- 5) Odolnost řezným kapalinám a korozi
- 6) Odolnost vibracím
- 7) Nízký koeficient tření
- 8) Tolerance uložení E10/50h7

Parametry kluzných pouzder	Pevnostní bronz	Sintrovaná bronz	Drážkovaná bronz	Běžná ložiska
Maximální statický tlak Mpa	45	20	120	-----
Maximální dlouhodobá teplota °C	250	90	150	200
Minimální teplota °C	-40	-10	-40	-40
Samomazné schopnosti	Nedostupné	Dobře	Nedostupné	Nedostupné
Bezúdržbovatelnost	Nedostupné	Dobře	Dostupná	Dobře
Korozivzdornost	Dobře	Nedostupné	Dobře	Dobře
Odolnost vibracím	Dobře	Dostupný	Dobře	Nedostatečně
Koeficient nízkého tření f(-)	0,08-0,15	0,05-0,1	0,08-0,15	-----
Odolnost řezným kapalinám	Dobře	Nedostupné	Nedostupné	Dobře
Tolerance pro čep	e7-e8	f7-f8	e7-f8	-----
Označení výrobce	SKF-PBM	SKF-PSM	SKF-PRM	SKF
Vhodnost použití	56%	61%	70%	40%
	PTFE kompozit	POM kompozit	PTFE polyamid	Iglidur® G
Maximální statický tlak Mpa	250	250	80	80
Maximální dlouhodobá teplota °C	250	110	110	130
Minimální teplota °C	-200	-40	-30	-40
Samomazné schopnosti	Výborně	Dobře	Výborně	Výborně
Bezúdržbovatelnost	Výborně	Dobře	Nedostupné	Výborně
Korozivzdornost	Dostupný	Dostupný	Výborně	Výborně
Odolnost vibracím	Dostupný	Dostupný	Nedostupné	Výborně
Koeficient nízkého tření f(-)	0,03-0,25	0,02-0,20	0,06-0,15	0,04-15
Odolnost řezným kapalinám	Výborně	Výborně	Dostupné	Vysoká
Tolerance pro čep	f7-h8	h7-h8	h8-h9	h9 a lepší
Označení výrobce	SKF-PCM-E	SKF-PCM-M	SKF-PPM	IGUS-Iglidur G
Vhodnost použití	90%	80%	75%	100%

Obrázek 55-Vyhodnocení parametrů kluzných pouzder [21], [25]

Systém hodnocení výsledků tabulky:

- 1-Výborně , Vysoká
- 2-Chvalitebně
- 3-Dobře , Dostupné
- 4-Dostatečně
- 5-Nedostatečně, Nedostupné

V uložení ze silnostěnné příruby budou zalisována dvě kluzná pouzdra o vnitřním průměru 50mm a třecí podložka o vnějším průměru 78mm.



Obrázek 56-Kluzná podložka IGUS-iglidur G

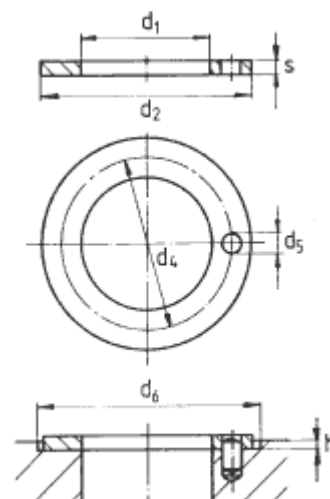


Obrázek 57--Kluzné pouzdro IGUS-iglidur G

Ložiska iglidur® G splňují nejrozsáhlejší různé požadavky. Proto je tento materiál po právu považován za univerzální. Doporučené jsou aplikace se středním až vysokým zatížením, středními obvodovými rychlostmi a průměrnou teplotou. [14]

5.2.10.1 Kontrola dovoleného tlaku třecí podložky

Třecí podložku IGUS Igligur G prochází středovou osou válce a tak zde působí plná síla o již zmíněné velikosti.



Obrázek 58-Podložka iglidur G [14]

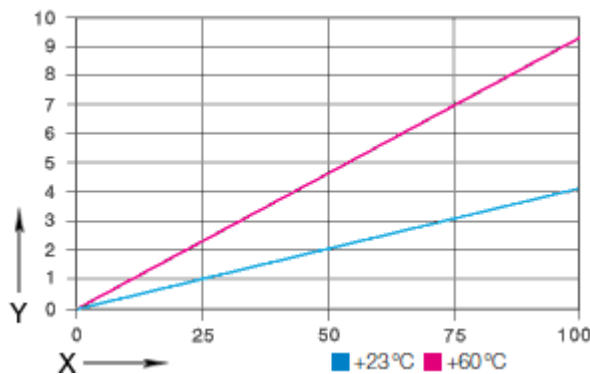
F_p	Osová síla od válce	4712 N
F_m	Osová síla od hmotnosti upínače	N
m	Hmotnost upínače	61,31 Kg
g	Gravitační zrychlení (9,81)	$10m/s^{-2}$
p	Reálný tlak na podložku	MPa
p_d	Dovolený tlak na podložku 20°C	80 MPa
S_p	Plocha podložky	mm^2
$\varnothing d_1$	Vnitřní průměr	52mm
$\varnothing d_2$	Vnější průměr	78mm
Y	Deformace	%
X	Tlak	MPa

$$S_p = \frac{\pi \cdot (d_2^2 - d_1^2)}{4} = \frac{\pi \cdot (78^2 - 52^2)}{4}$$

$$S_p = 2654,645 \text{ mm}^2$$

$$F_m = m \cdot g = 61,31 \cdot 10 \rightarrow F_m = 5325,1 \text{ N}$$

$$p = \frac{F_p + F_m}{S_p} = \frac{4712 + 613,1}{2654,645} \rightarrow p = 2,005 \text{ MPa}$$



Obrázek 59-Graf závislosti teploty na dovoleném tlaku [24]

Podmínka $p < p_d$

Vypočtené napětí v tlaku je menší než dovolené napětí

Třecí podložka splňuje podmínku v závislosti na maximální teplotě 40°C

Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo navržení konstrukce upínacího mechanismu stroje pro rozřezávání svitku ocelových písních kroužků CBN nebo diamantovým kotoučem, které probíhá pod chladicí kapalinou.

Nový stroj nahradí stávající, který dělí svitek za pomoci řezání kotouči bez chlazení, kde docházelo k tepelnému ovlivnění okolního materiálu, tzv. znehodnocení i při chlazení stlačeným vzduchem.

Postupně jsem navrhnul všechny hlavní části a jejich rozměry i vzájemnou funkčnost. Všechny části mechanismu byly vytvořeny za použití 3d softwaru PTC CREO 3.0. Volby velikostí a parametrů jednotlivých strojních součástí stroje jsem přehledně zobrazil ke každé kapitole zvlášť. Provedl jsem rešerši volby upnutí svitku tzv. velikost upínací síly pro maximální tuhost při rozřezávání. Zkonstruoval jsem hlavní upínacího mechanismus včetně hlavního rámu ve, kterém je toto upínání uloženo.

Zvolil jsem nejvhodnější typ uložení otočného upínacího mechanismu, který zajišťuje velikost vyřiznutého zámku do písního kroužku. Vybral jsem přesnou šnekovou převodovku Atlanta High torque pro pootočení pro daný rozsah úhlů podle průměru kroužku s co nejmenší výslednou vůlí 1 minutu na otáčku.

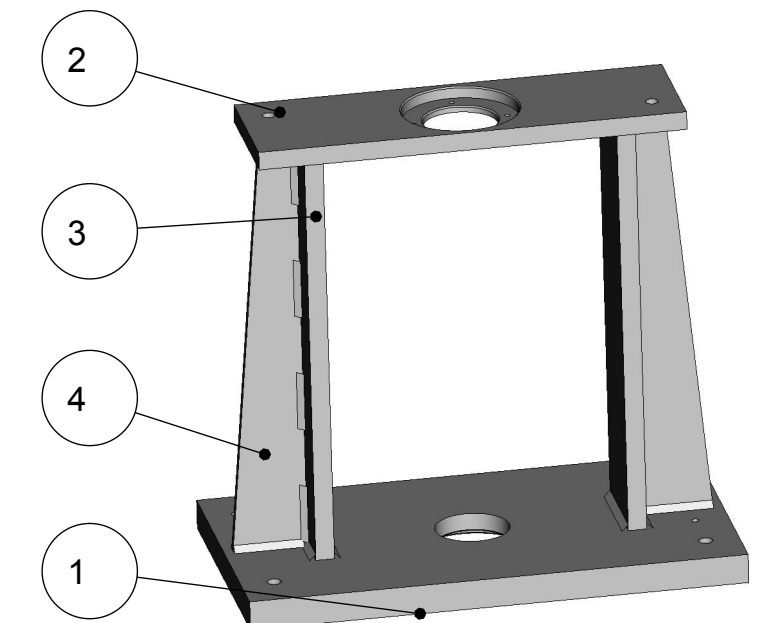
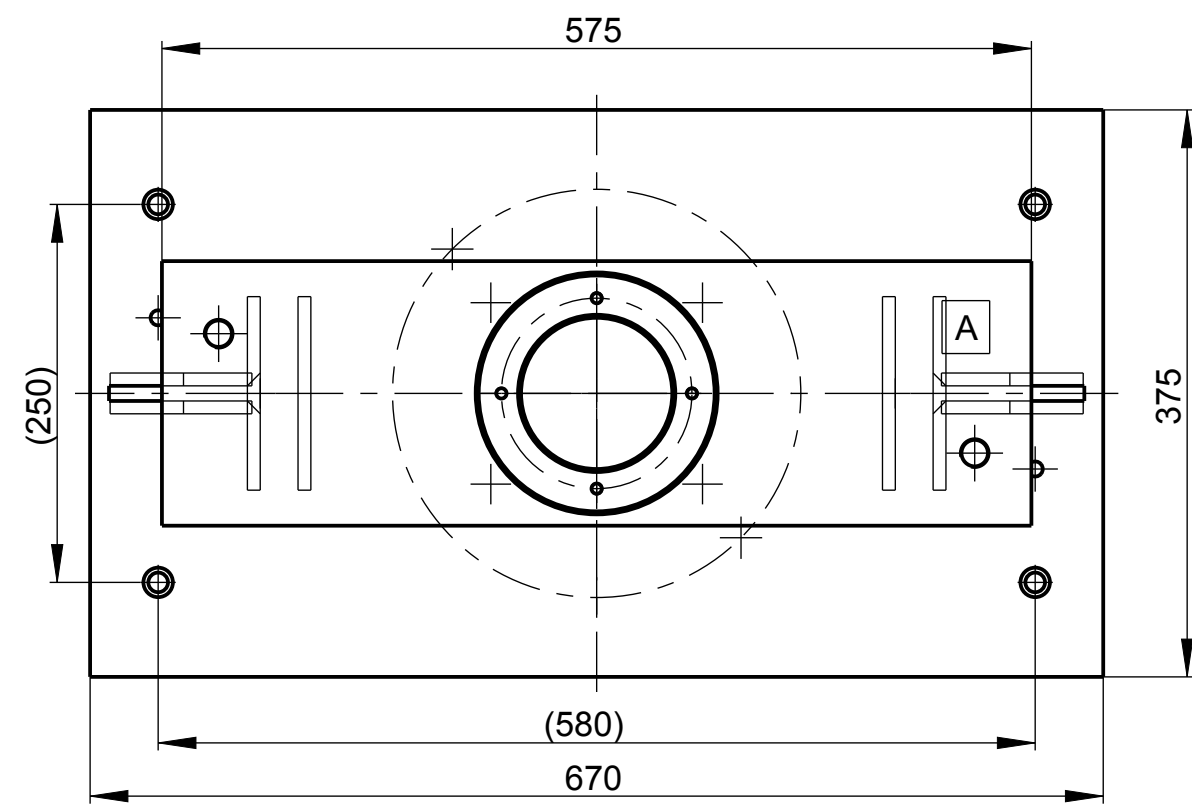
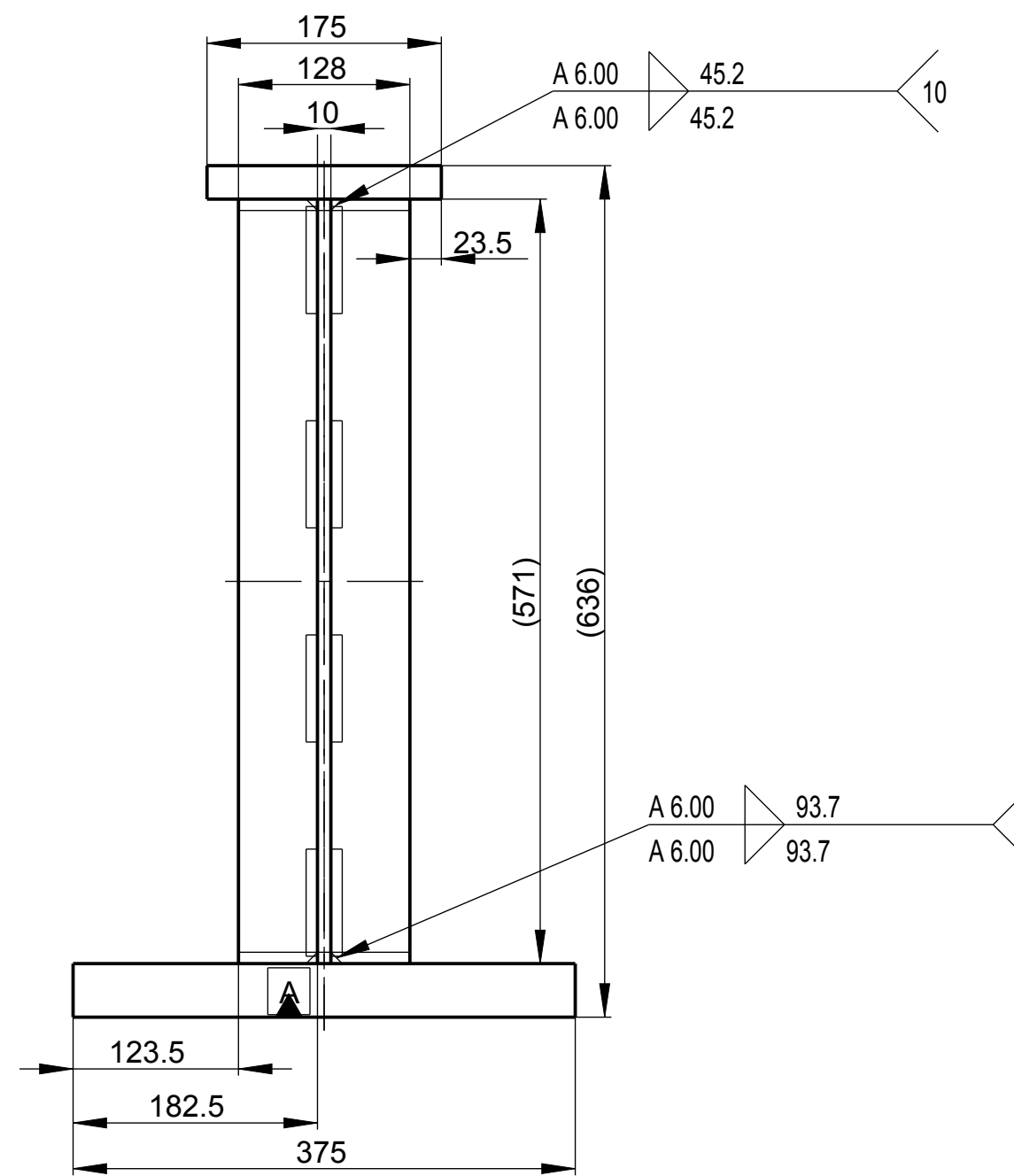
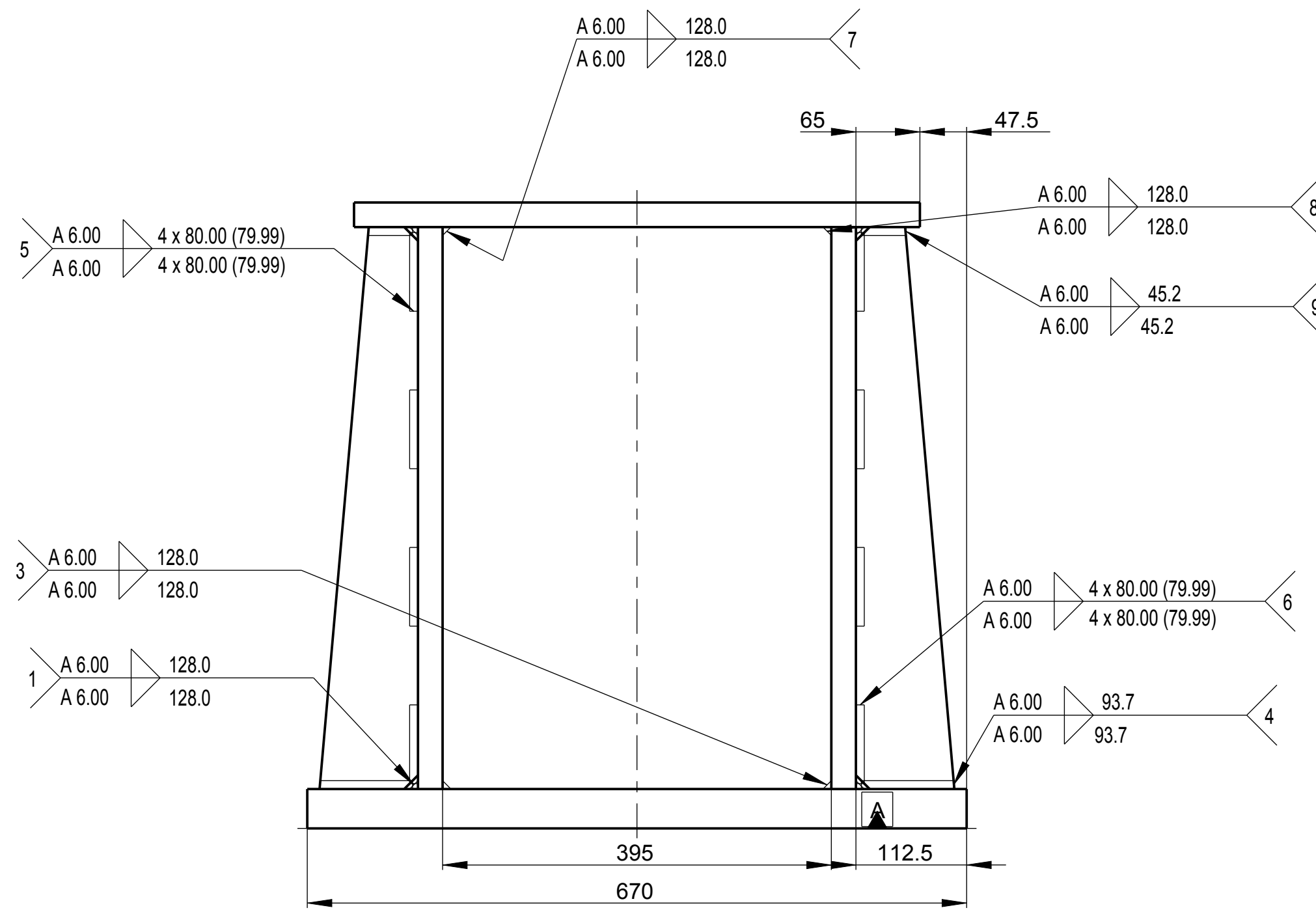
Proti riziku rezonance celého stroje od řezání, došlo k vymezení vůle celého otočné uložení proti pootočení výběrem elektromagnetické brzdy Teleco Freni, která splňuje rychlé a jednoduché zajištění a odjištění otáčení s možností napojení na řízení stroje.

Konstrukce stroje byla schválena ve firmě Buzuluk a.s., kde jsem vytvořil konstrukční dokumentaci k výrobě celého mechanismu k dělení ocelových svitků písních kroužků.

Bibliografie

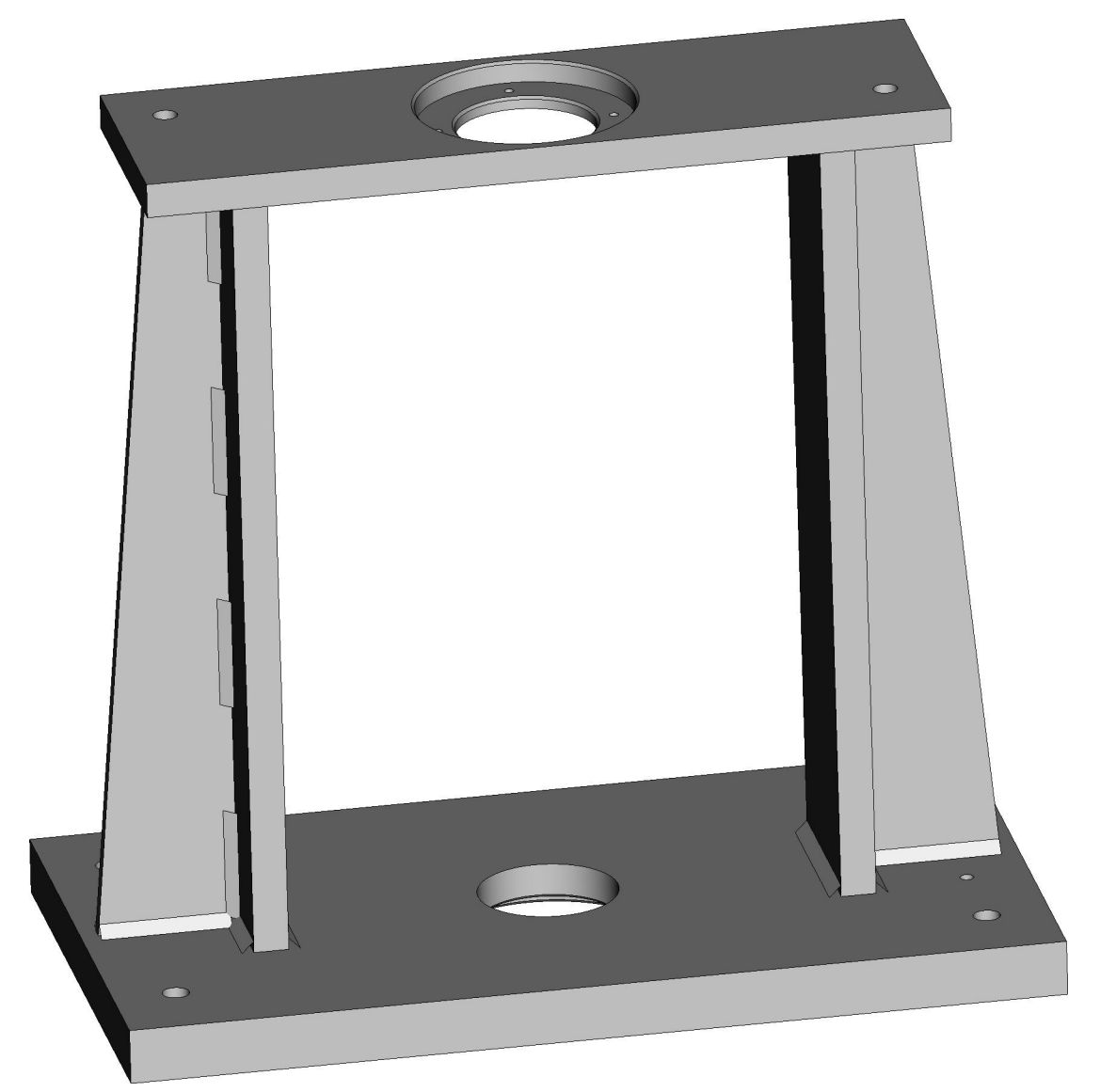
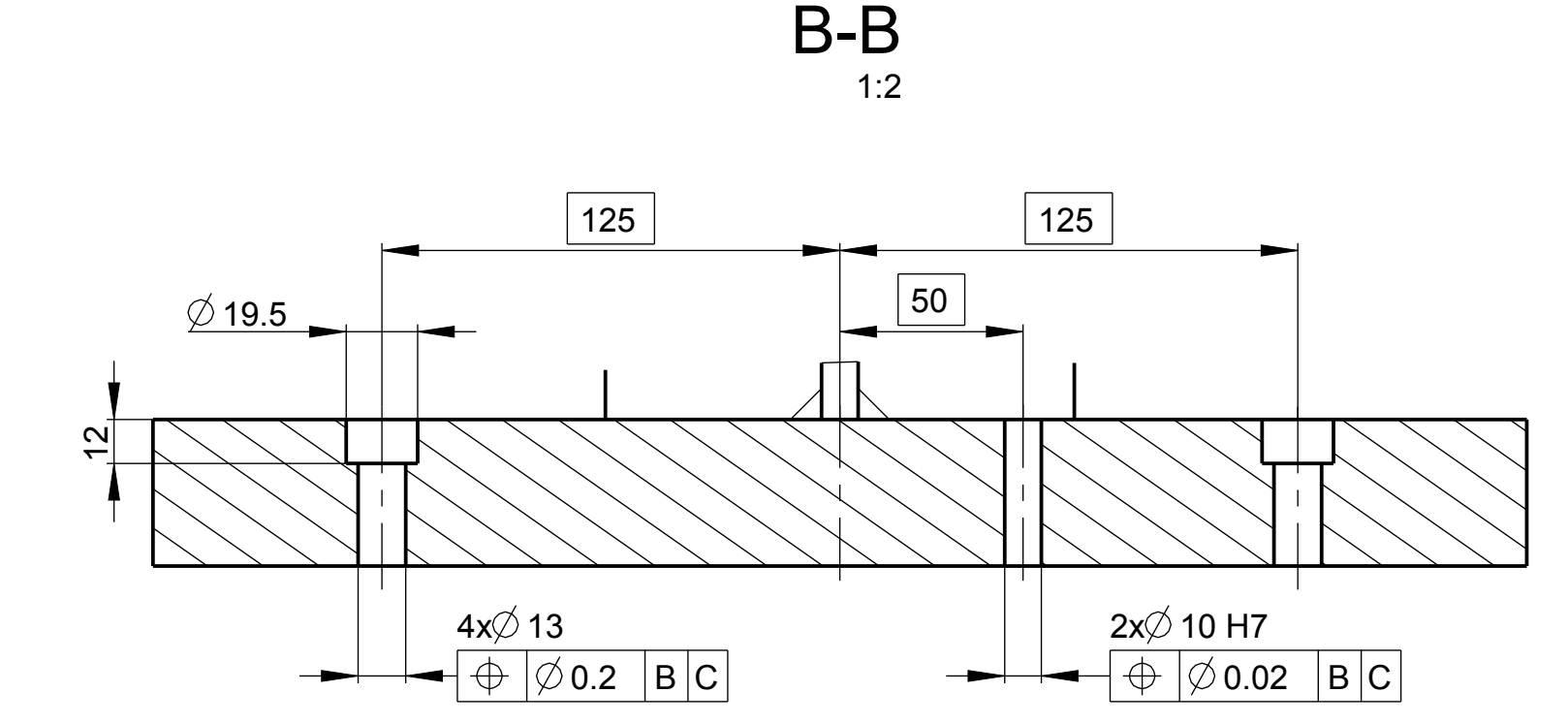
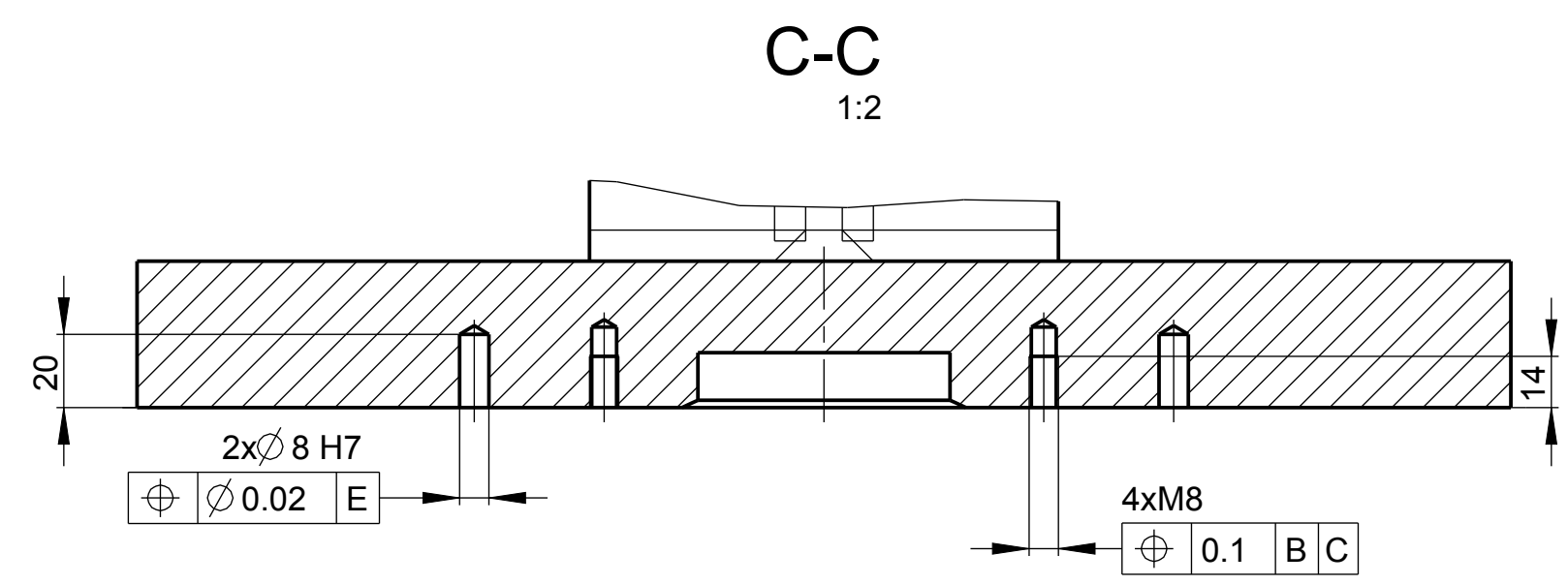
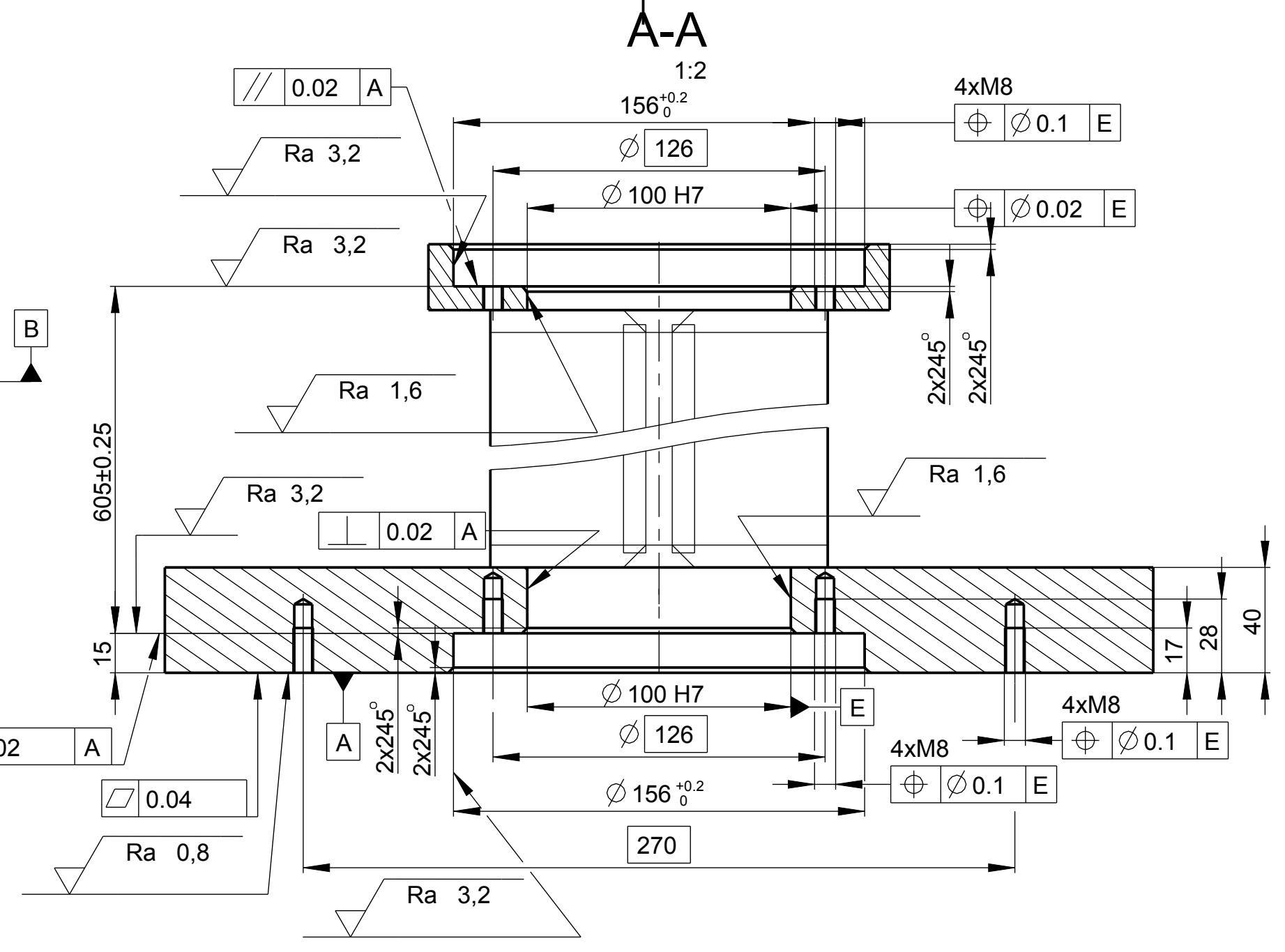
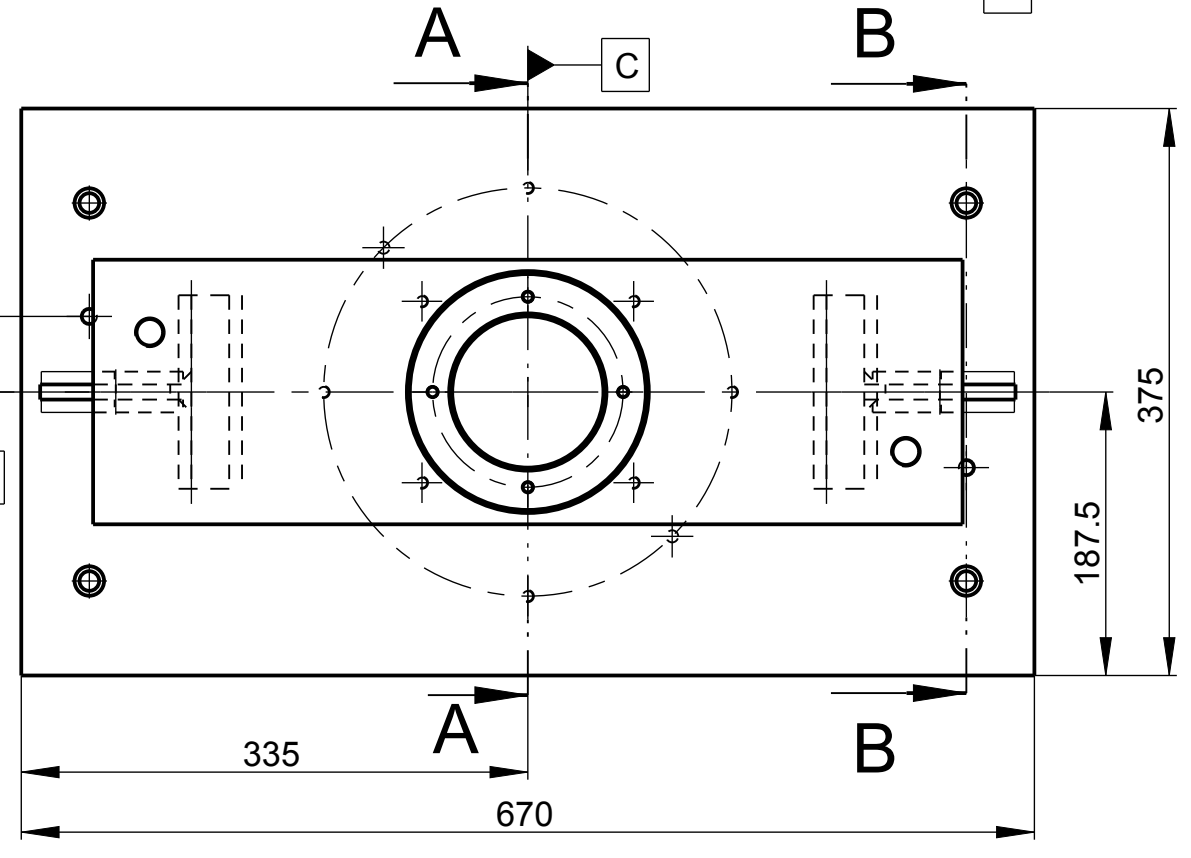
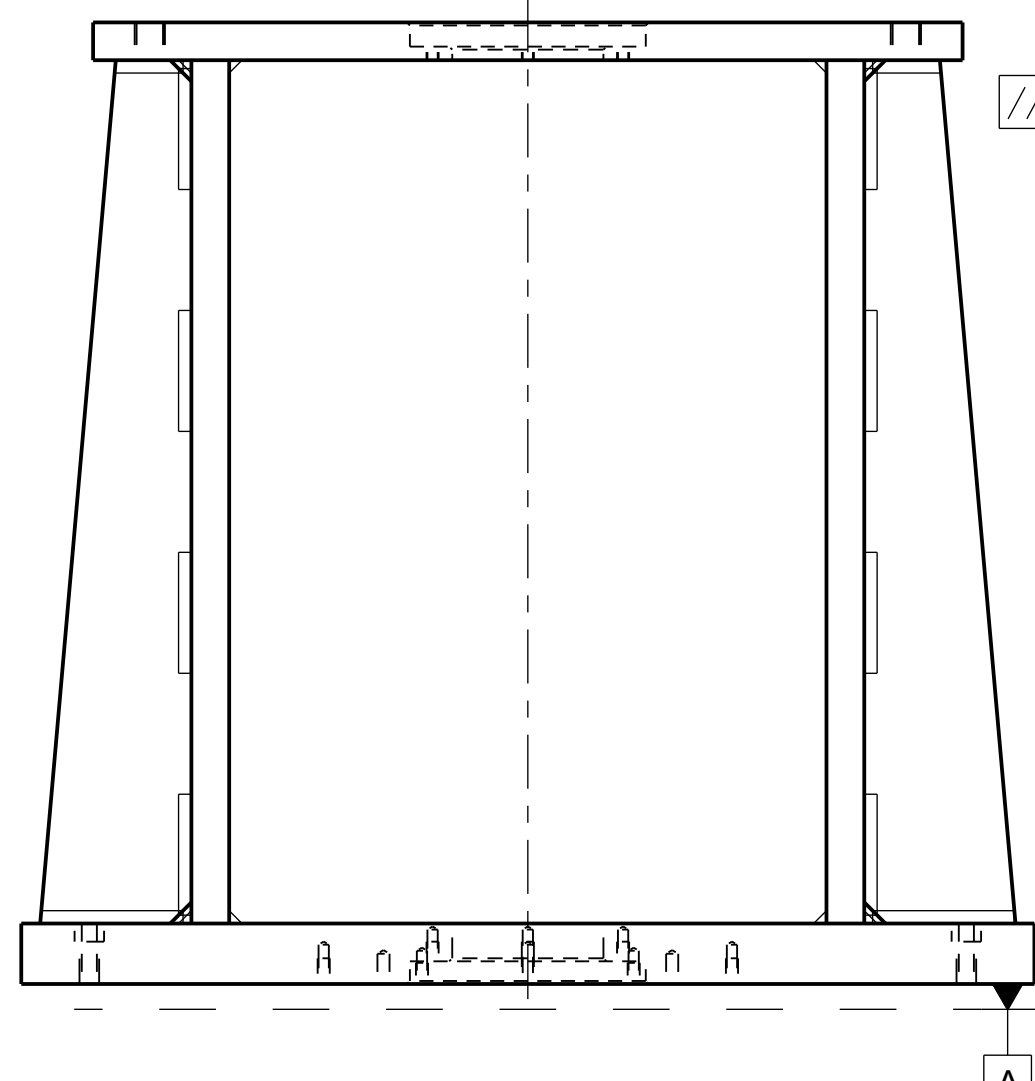
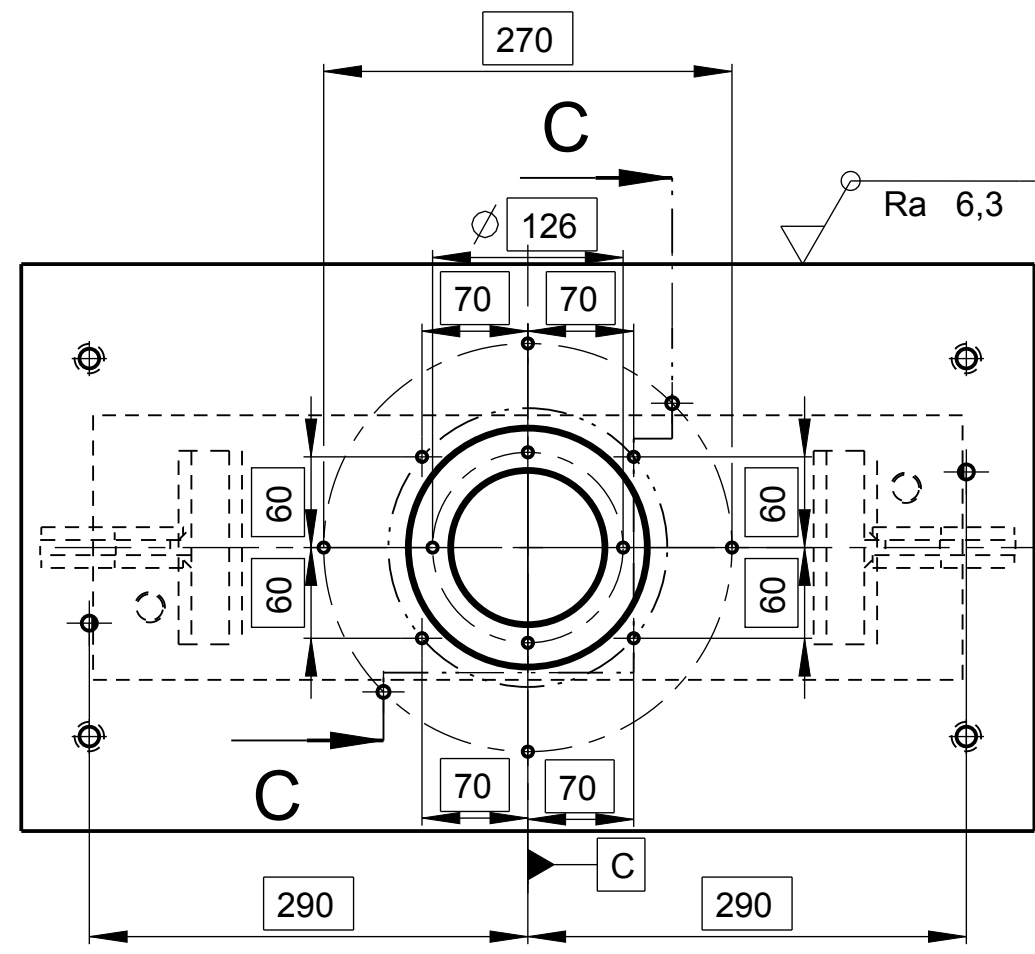
1. **HRABÁK, V. a kolektiv;** *Pístní kroužky, Konstrukce, výroba, provoz.* Buzuluk Komárov, a.s. : Charlie Hořovice, 2000.
2. **GOETZE.** Praktický průvodce ,Pístní kroužky pro aftermarket. *Česomot s.r.o.* [Online] 13. únor 2016. [Citace: 13. únor 2016.] http://www.cesomot.cz/doc_cz/GOETZE-pistni-krouzky.pdf.
3. **Buzuluk a.s. VÝROBNÍ PROGRAM - PÍSTNÍ KROUŽKY.** [Online] Buzuluk a.s. [Citace: 25. březen 2016.] <http://www.buzuluk.com/cz/divize-pistni-krouzky/vyrobni-program/pistni-krouzky>.
4. **Ing.Šrámek, Tomáš.** VOŠ a SPŠ Žďár nad Sázavou. *Průručka pro výuku FEM technologií.* [Online] <http://www.spszr.cz/projekty.html>.
5. **SKF.** SKF ložiska. [Online] 2013. http://www.skf.com/portal/skf_cz/home/products?contentId=260028&lang=cs.
6. **EXVALOS- ložiska a příslušenství.** [Online] Ložiska - EXVALOS s.r.o. [Citace: 16. duben 2016.] <http://www.exvalos.cz/kluzna-loziska---pouzdra/kluzna-loziska---pouzdra-skf-/>.
7. Kluzná pouzdra SKF. [Online] TRIO ložiska s.r.o., 2013. <http://www.triooziska.cz/fotky29559/Kluzn-pouzdra.pdf>.
8. Kuličková ložiska. [Online] 2014. http://www.triooziska.cz/fotky29559/6000_CS_01_Kulickova-loziska.pdf.
9. **SKF-LOŽISKA.** Ložiska - EXVALOS s.r.o. [Online] SKF. [Citace: 11. červen 2015.] http://www.exvalos.cz/soubory/File/Hlavni_katalog_SKF/6000_CS_04_Valeckova%20loziska.pdf.
10. *Jehlová ložiska.* [Online] 2014. <http://zbozi.arkov.cz/i/64113-na-4822-lozisko-jehlove-jednorade-s-vnitrim-krouzkem-skf.html>.
11. TRIO ložiska-Obchodní skupina. *Soudečková ložiska.* [Online] TRIO ložiska s.r.o, 2014. <http://www.triooziska.cz/loziska/5-Nas-sortiment-zbozi/29-Soudeckova-loziska>.
12. **SKF-Ložiska.** Soudečková ložiska. [Online] SKF, 2015. [Citace: 11. červen 2015.] http://www.exvalos.cz/soubory/File/Hlavni_katalog_SKF/6000_CS_06_Soudeckova%20loziska.pdf.
13. TRIO ložiska-Obchodní skupina. *Kuželíková ložiska.* [Online] TRIO ložiska s.r.o, 2014. <http://www.triooziska.cz/loziska/5-Nas-sortiment-zbozi/28-Kuzelikova-loziska>.
14. **IGUS.** Ložiska iglidur® G. [Online] IGUS. [Citace: 4. duben 2016.] http://www.igus.cz/iPro/iPro_02_0001_0000_CZes.htm?c=CZ&l=cs.
15. **Řasa, Jaroslav a Švercl, Josef.** *Strojnické tabulky 2 -pro školu a praxi-MATERIÁLY, POLOTOVARY, TECHNOLOGIE, UPÍNÁNÍ, MĚŘENÍ.* místo neznámé : Scientia, 2007. ISBN 80-86960-20-3.
16. —. *Strojnické tabulky 1-pro školu a praxi.* místo neznámé : Scientia, 2006. ISBN 80-7183-312-6.

17. **Hosnedl, Stanislav, Krátký, Jaroslav.** *Příručka strojního inženýra: obecné strojní části, spoje, otočná uložení, hřídelové spojky, akumulátory mechanické.* Praha : 1. vyd. Praha: 1999. ISBN 80-7226-055-3..
18. Zboží Arkov. [Online] 2014. http://zbozi.arkov.cz/pictures/wm/9575/9575_6000-2RS.jpg.
19. Zboží Arkov. [Online] 2014. http://zbozi.arkov.cz/pictures/wm/9625/9625_30204-30324_kuzelikove_metricke_SKF.jpg.
20. Válečkové ložisko. [Online] 2014. http://zbozi.arkov.cz/pictures/wm/9634/9634_NJ_valeckove_jednorade.jpg.
21. SKF_Ložiska. *Kluzná pouzdra.* [Online] SKF, 2015. [Citace: 11. červen 2015.] <http://www.skf.com/cz/products/bearings-units-housings/spherical-plain-bearings-bushings-rod-ends/composite-dry-sliding-bearings-fw-bushings/general/bearing-data-general/materials/index.html>.
22. Zboží arkov soudečková ložiska. [Online] Zboží arkov. [Citace: 11. červen 2015.] <http://zbozi.arkov.cz/i/11254-20224-mb-lozisko-soudeckove-jednorade-skf.html>.
23. **FESTO.** [Online] FESTO. [Citace: 4. duben 2016.] https://www.festo.com/cat/cs_cz/products_ADN_AEN_1.
24. **IGUS.** Kluzná pouzdra IGLIDUR-Technické parametry. [Online] IGUS. [Citace: 7. duben 2016.] http://www.igus.co.uk/wpck/1859/iglidur_G_Werkstoffdaten?C=gb&L=en.
25. —. Vyhledávač produktů iglidur® pro správné kulové ložisko. [Online] IGUS. [Citace: 7. duben 2016.] <http://www.igus.cz/wpck/5182/iglidurProductfinder>.



2	VYSTUHA_RAMU	P10-566x100 CSN425310.11-V ypalek	11523.1	---	---	3.346	---	---	4
2	BOCNI_DESKA_RAMU	P25-566x128CSN 425310.11-Vypa lek	11375.1	---	---	14.344	---	---	3
1	SPODNI_DESKA_RAMU	P25-505x175CSN 425310.11-Vypa lek	11375.1	---	---	16.675	---	---	2
1	HORNI_DESKA_RAMU	P45-600x365 CSN425310.11	11375.1	---	---	74.712	---	---	1

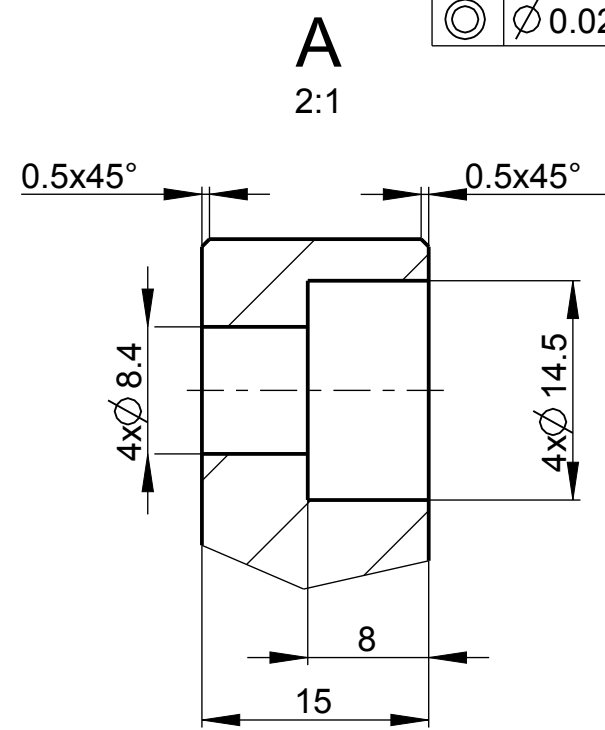
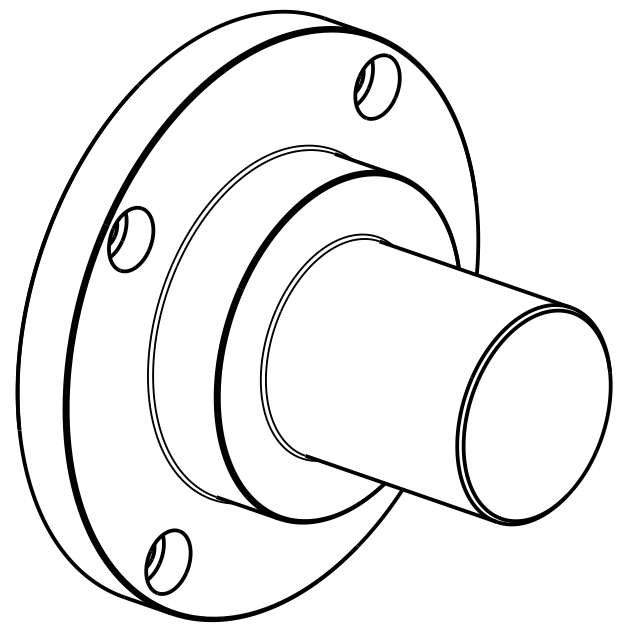
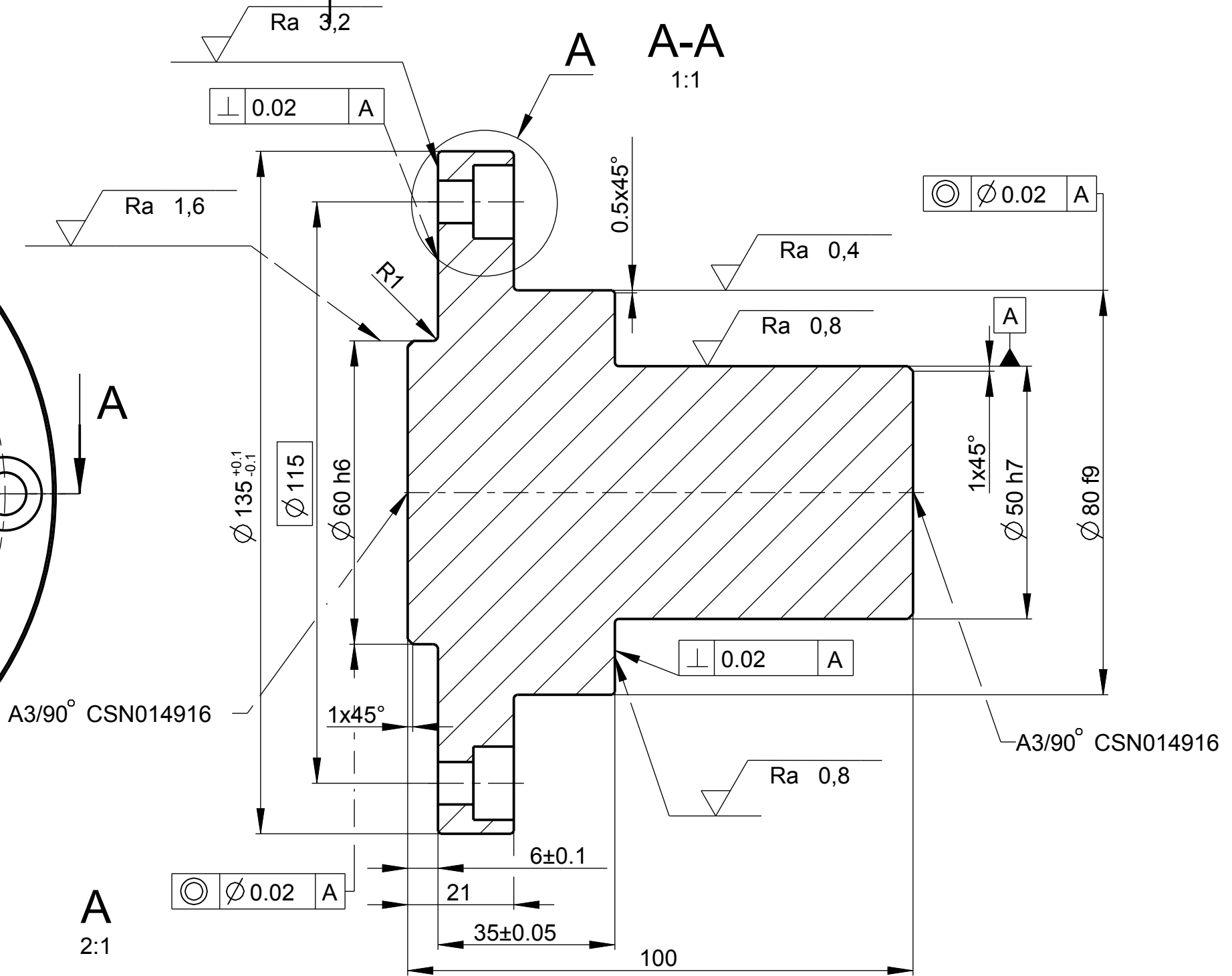
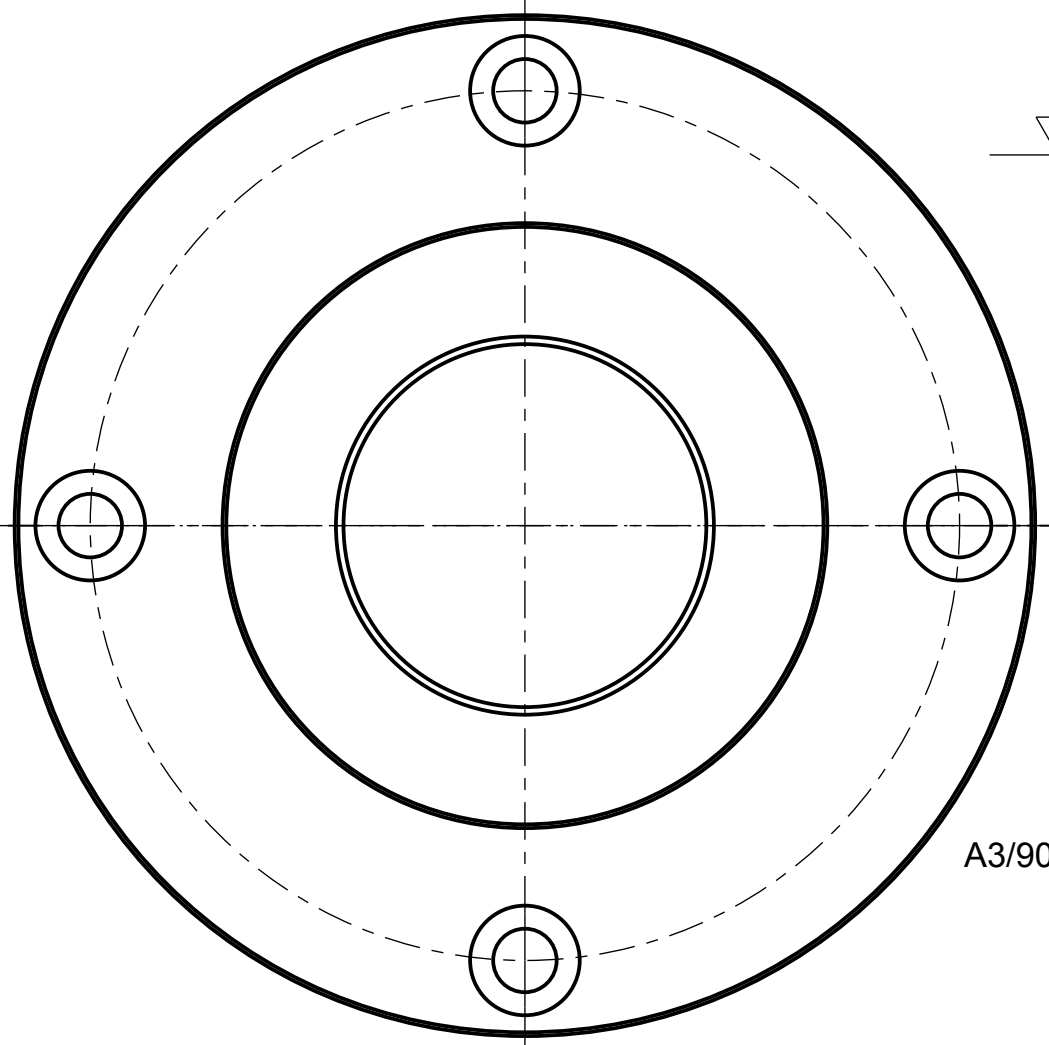
Počet kusů	Název - rozměr	Polotovary	Mat. konečný	Mat. výchozí	T.odp.	Č. hmot.	Tř. idění	Č. islo výkresu	Poz.
Změna				Datum	Index	Podpis	PROMÍTÁNÍ		
Měřítko	Poznámka	Navrhl	Kreslil	JANOUR	Název		RAM_ULOZENI_POUZDRA		
Č. seznamu		Technolog	Typ		Buzuluk a.s.				
Č. sestavy		Normalizace	Čís. výkresu		126.766 kg				
Starý výkres		Schválil	List 1/2						
Nový výkres		Datum	04.03.2016						



PLOCHY RA 0,8 BROUSIT

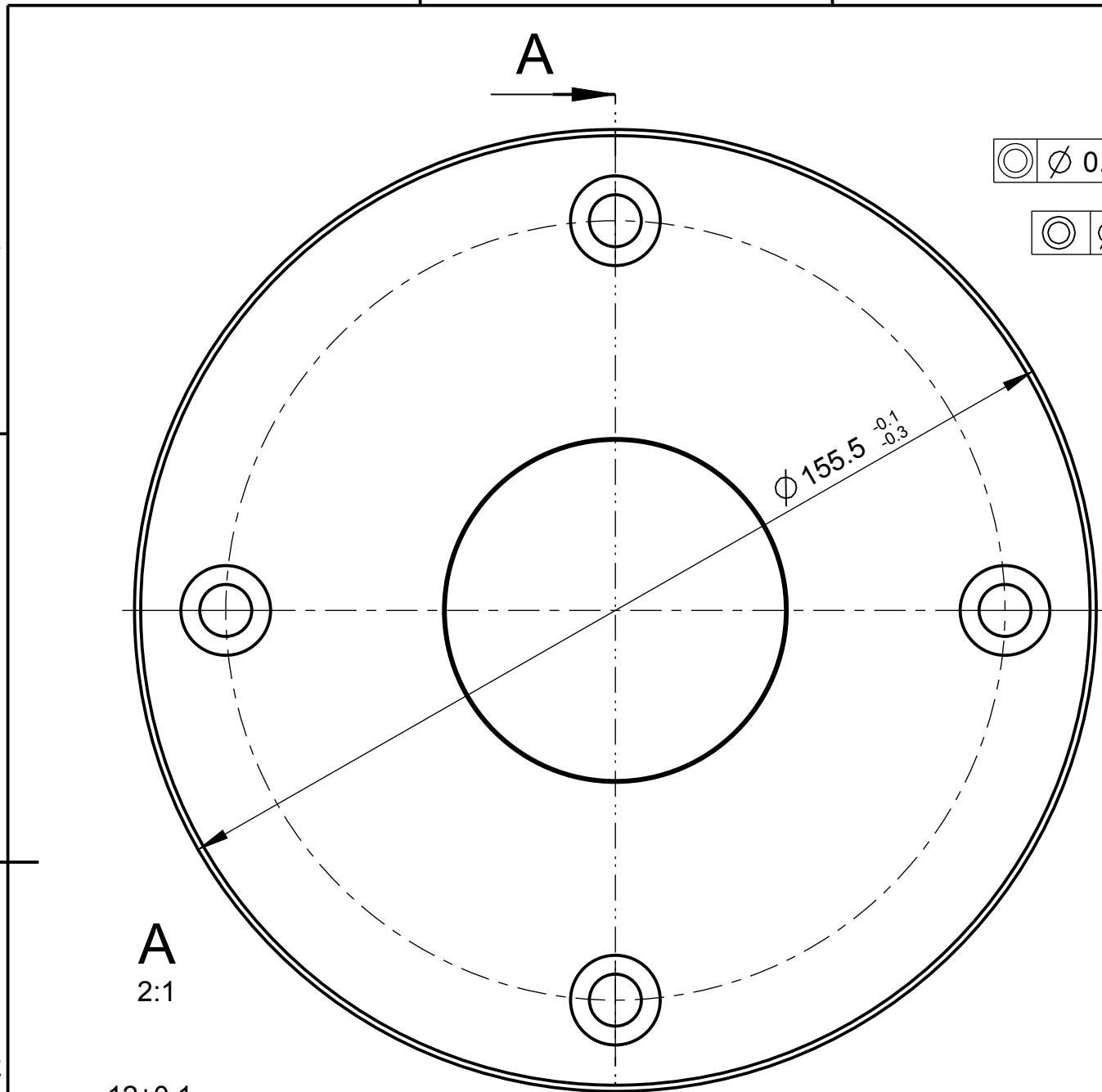
	Ra 0,8	Ra 1,6	Ra 3,2	Ra 6,3					
2	VYSTUHA_RAMU	P10-566x100 CSN425310.11-V ypalek	11523.1	---	---	3.346	---	---	4
2	BOCNI_DESKA_RAMU	P25-566x128CSN 425310.11-Vypa lek	11375.1	---	---	14.344	---	---	3
1	SPODNI_DESKA_RAMU	P25-505x175CSN 425310.11-Vypa lek	11375.1	---	---	16.675	---	---	2
1	HORNI_DESKA_RAMU	P45-600x365 CSN425310.11	11375.1	---	---	74.712	---	---	1
Poč et kusů	Název - rozměr	Polotovár	Mat. koněný	Mat. výchozí	T.odp.	Č.hmot.	Tř. idě ní	Č. íslo výkresu	Poz.

		d)	PROMÍTÁNÍ		Materiál	
		c)			Polotovár	
		b)			Čistá hmotnost 126.766 kg	
		a)				
Změna	Datum	Index	Podpis			
Měřítko	Poznámka	Navrhl	Kreslil JANOUR			
Č. seznamu		Přezkoušel	Název RAM_ULOZENI_POUZDRA			
Č. sestavy		Technolog	Typ			
Starý výkres		Normalizace	Číslo výkresu ---			
Nový výkres		Schválil				
		Datum	25.02.2016			

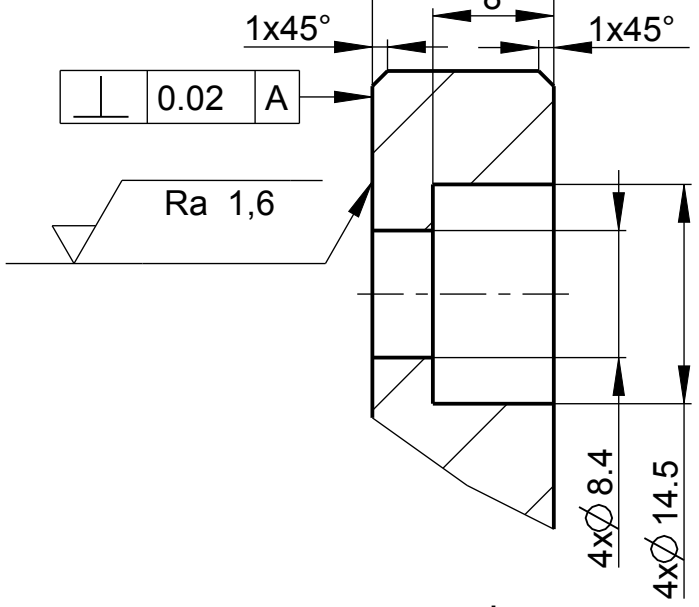
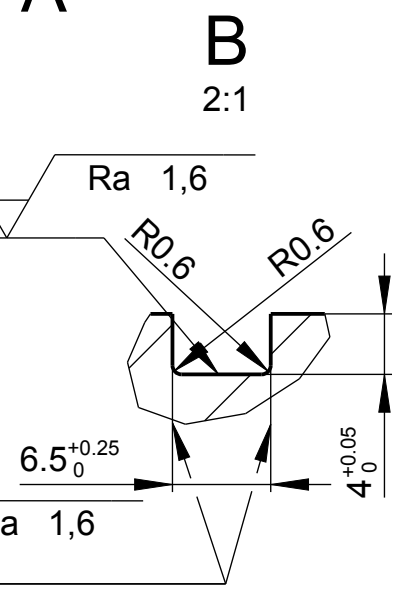
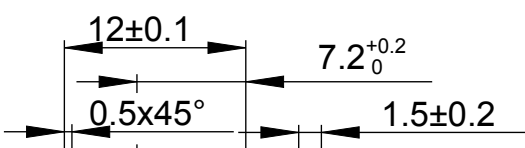
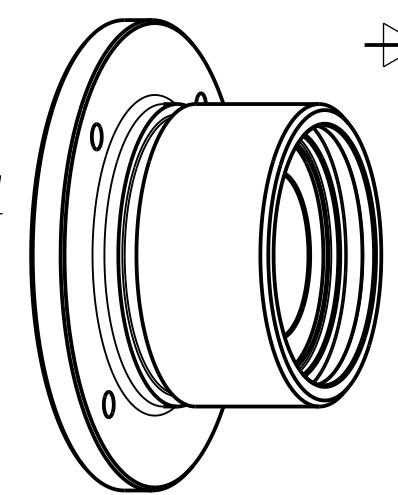
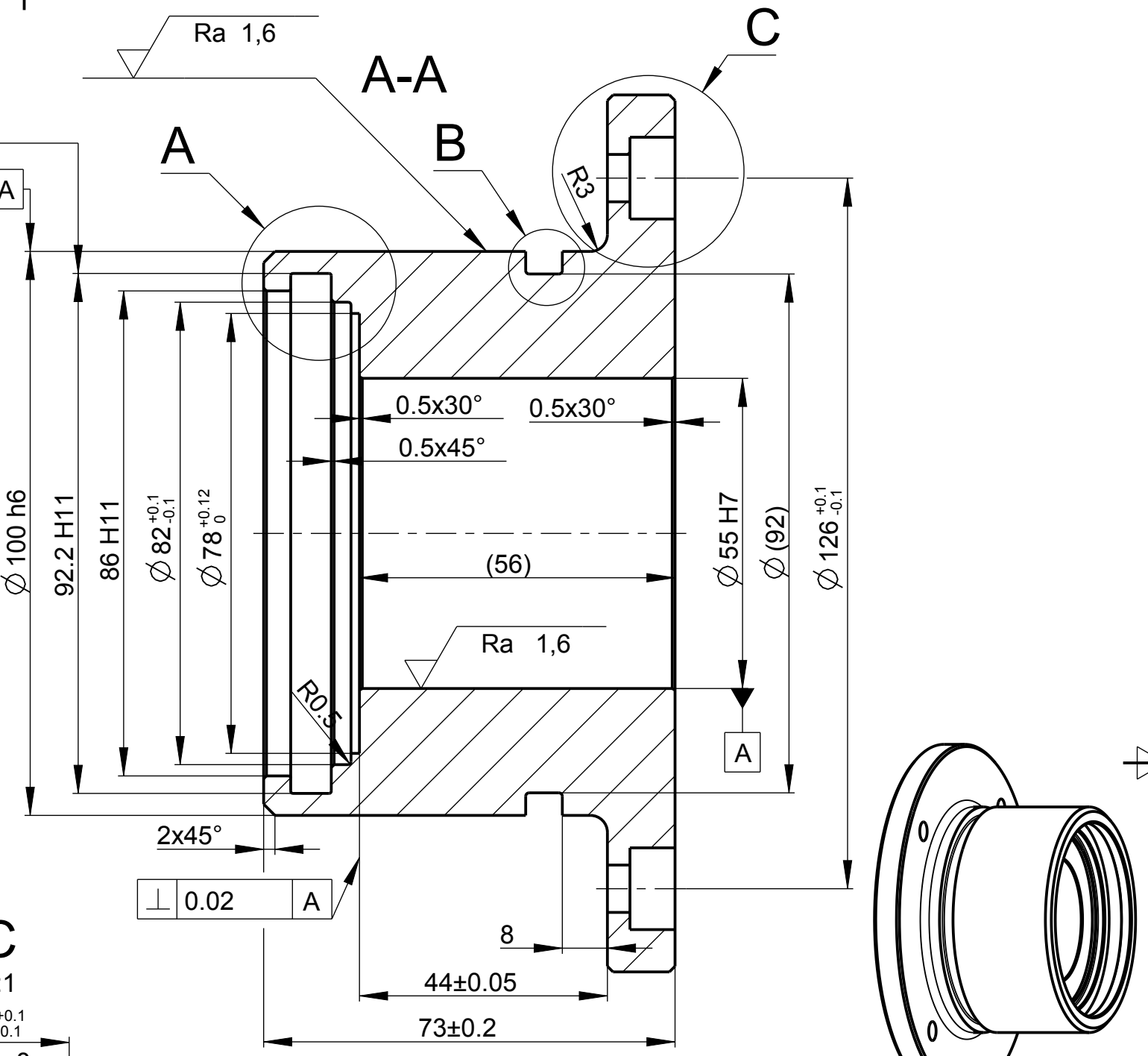


PLOCHY RA 0,8 SOUSTRUZIT, ZUSLECHTIT NA 900-1000 MPa

		d)		PROMÍTÁNÍ 	Materiál	12050.1
		c)			Polotovar	KR 140-110
		b)			Čistá hmotnost	3.462 kg
		a)				
Změ na		Datum	Index	Podpis	Buzuluk a.s. CEP_NATOCENI_HORNI Typ Čís. výkresu -----	
Měřítko	Poznámka	Navrhl				
1:1		Kreslil	JANOUR			
Č. seznamu		Přezkoušel				
Č. sestavy		Technolog				
Starý výkres		Normalizace				
Nový výkres		Schválil				
		Datum	22.03.2016			



$\text{⊙ } \varnothing 0.1 \text{ A}$
 $\text{⊙ } \varnothing 0.02 \text{ A}$



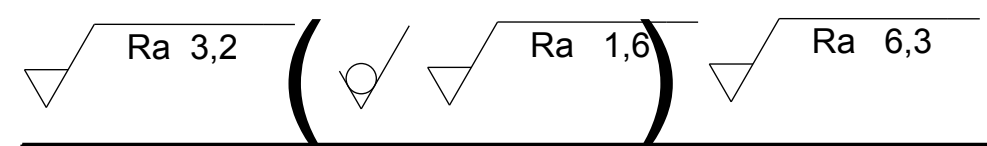
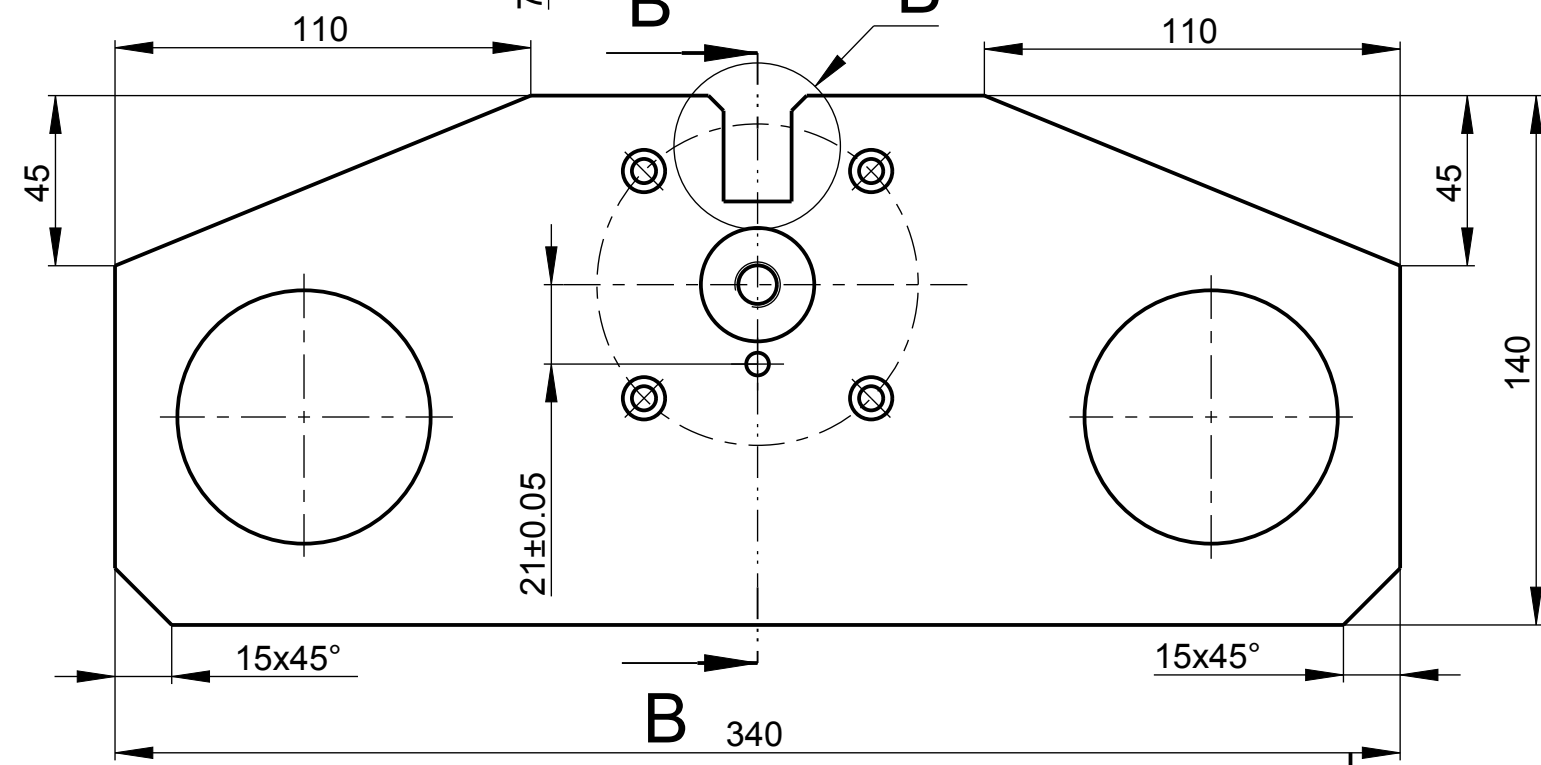
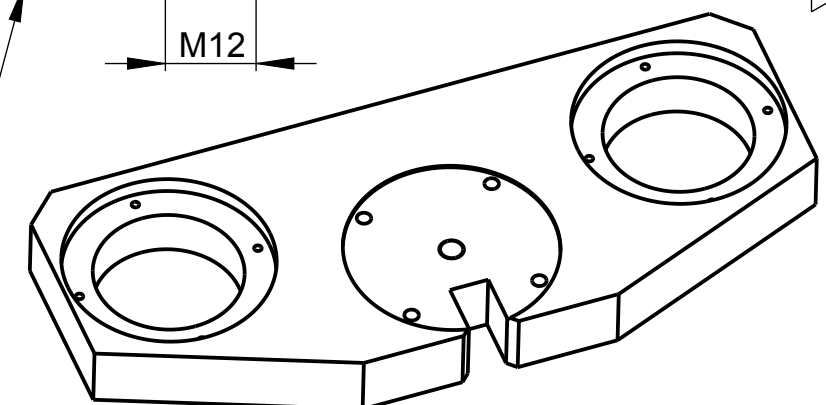
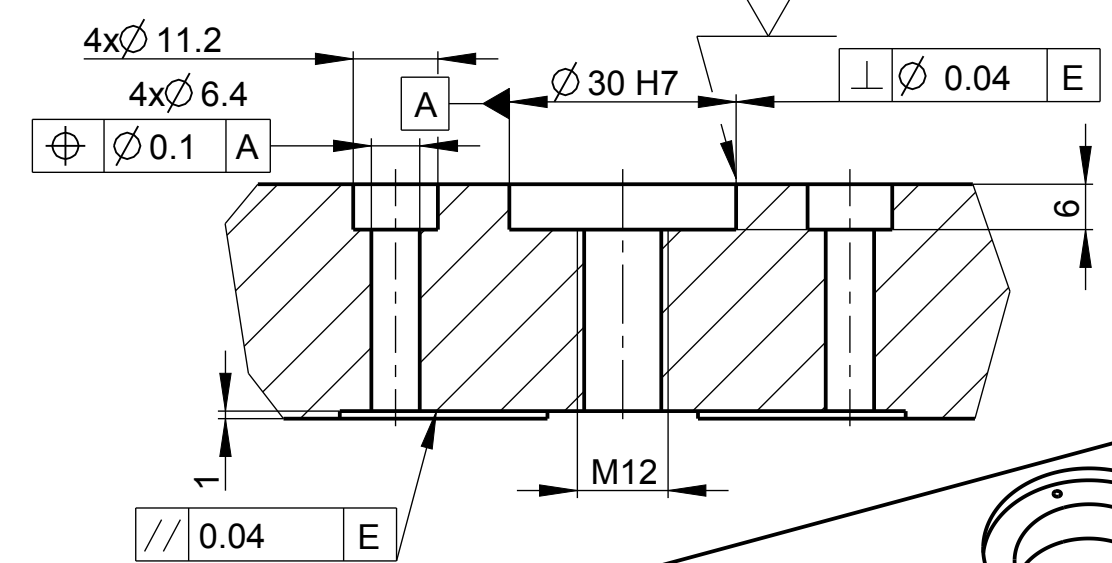
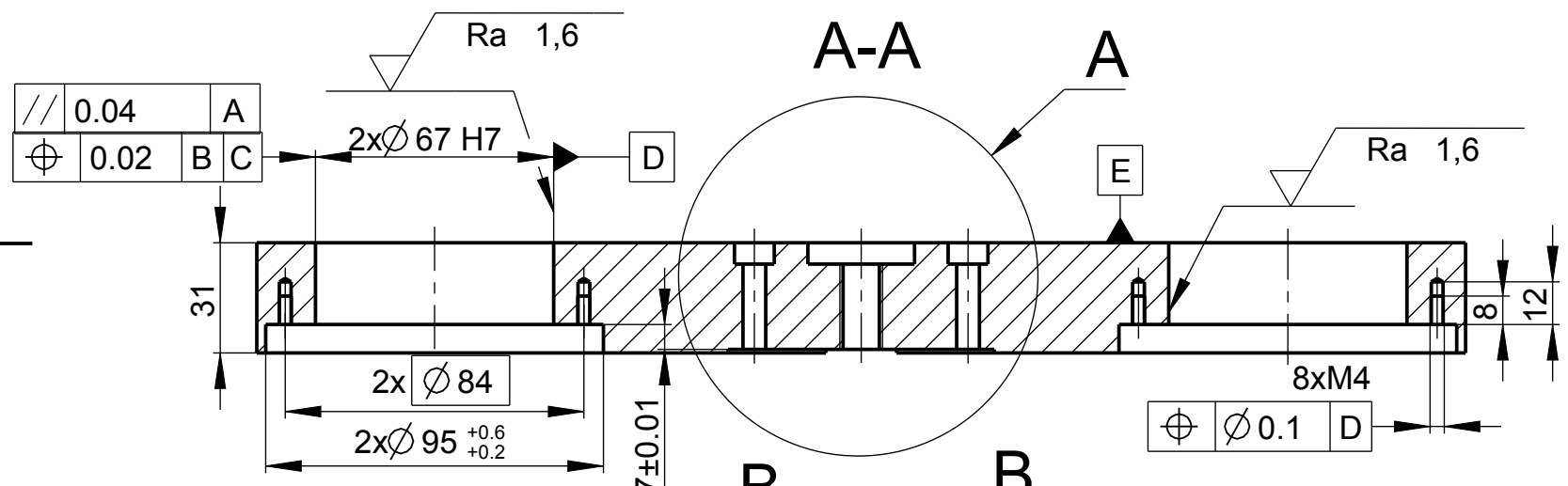
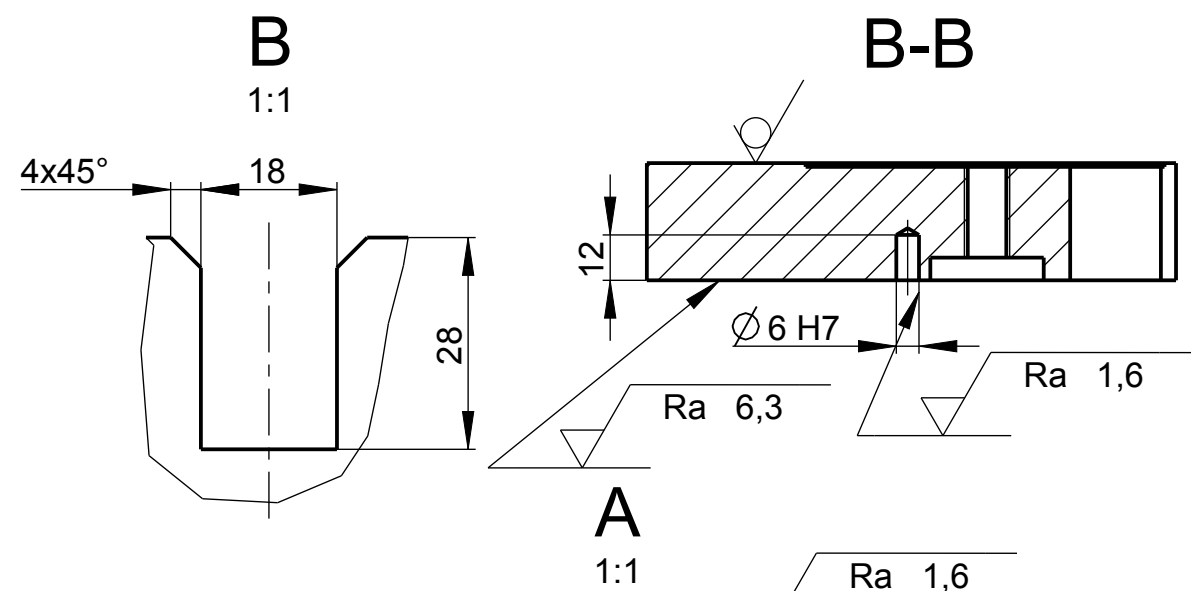
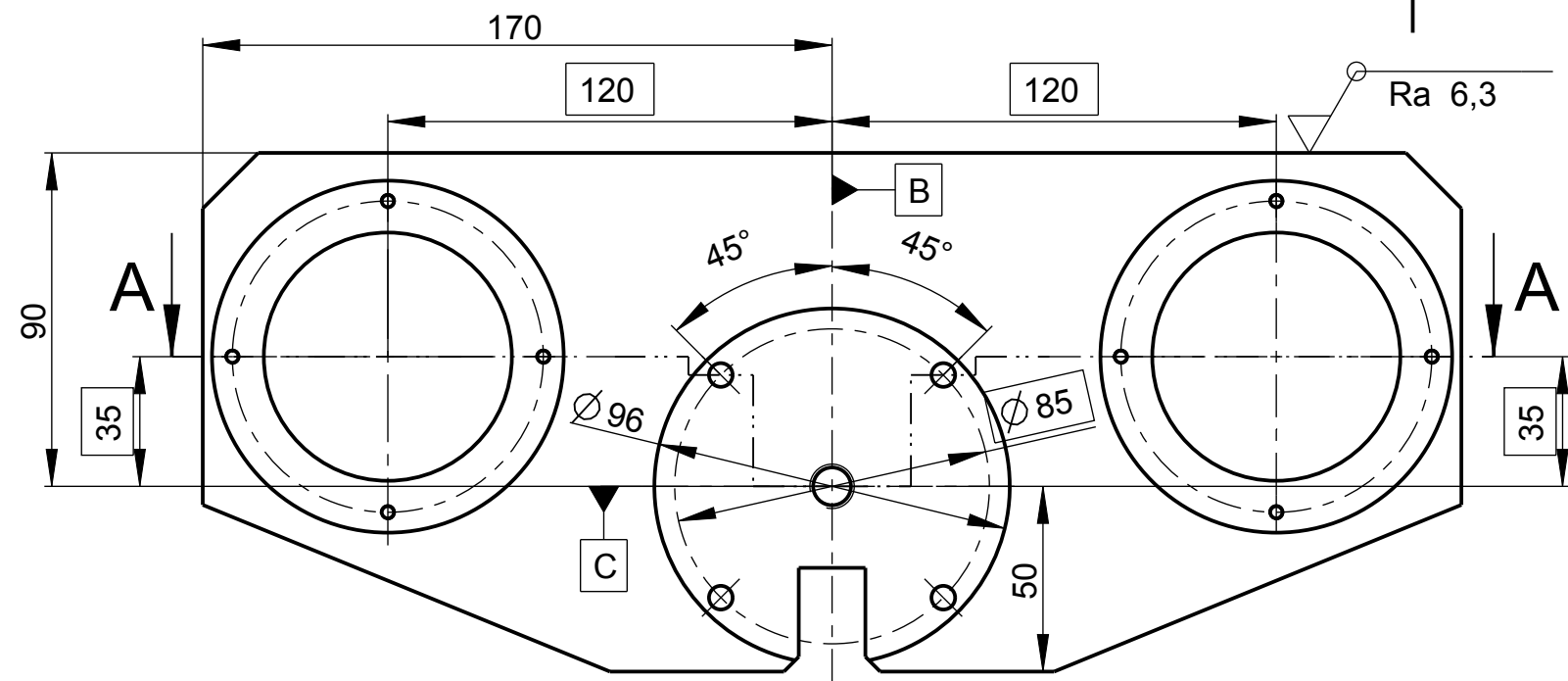
ZUSLECHTIT NA 900-1000 MPa

$\text{Ra } 6,3$ $\text{Ra } 1,6$ $\text{Ra } 3,2$

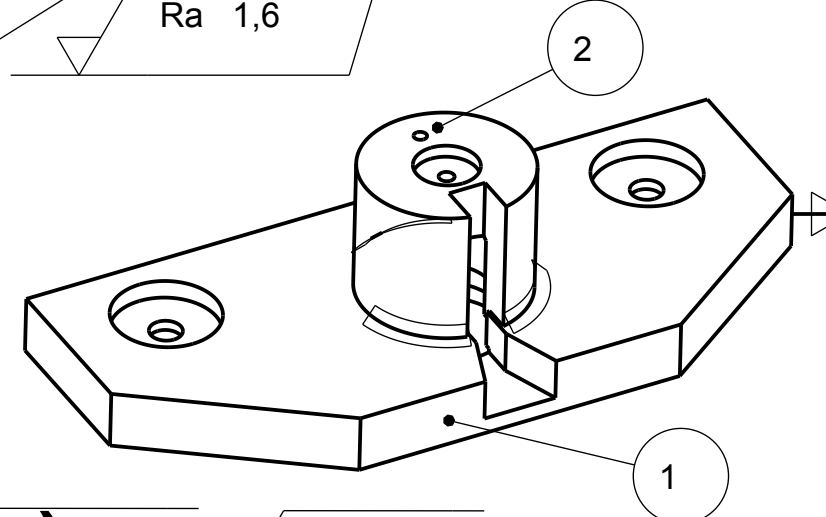
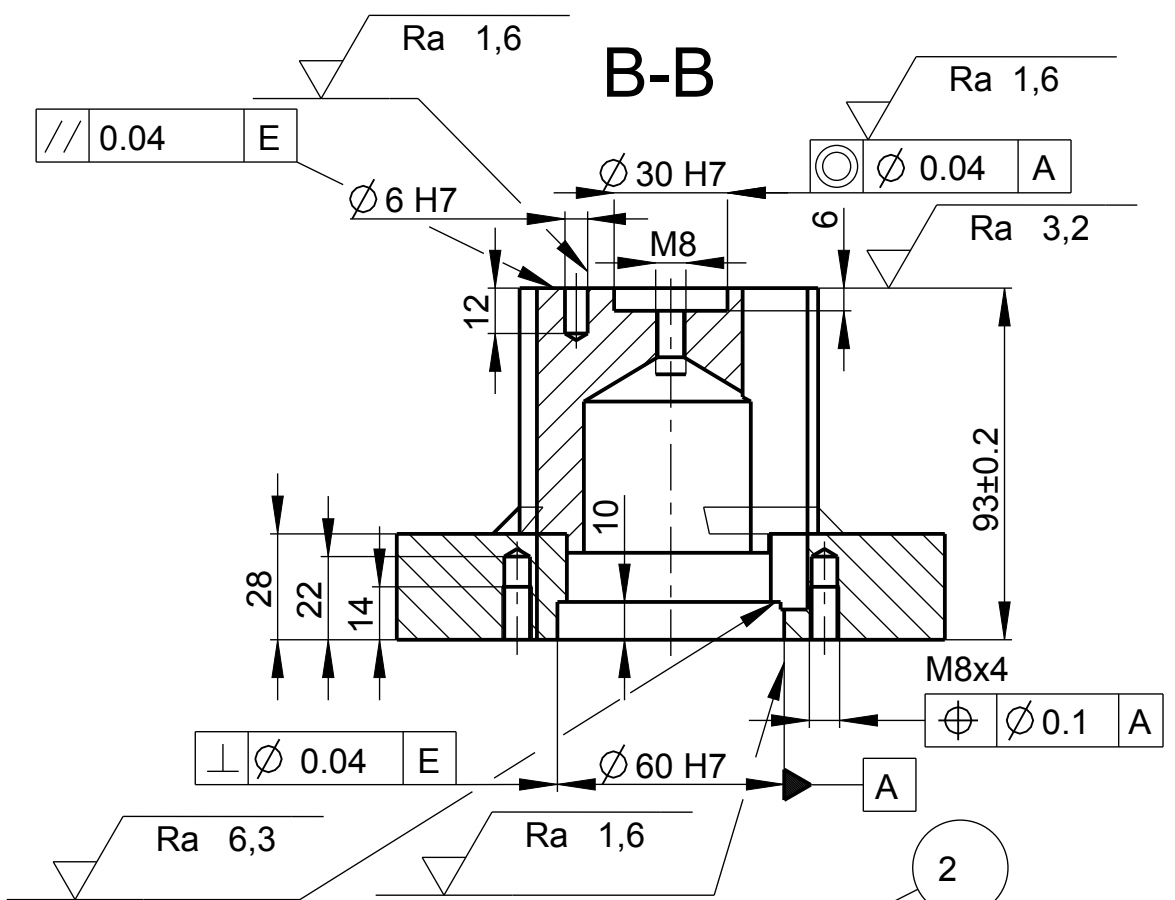
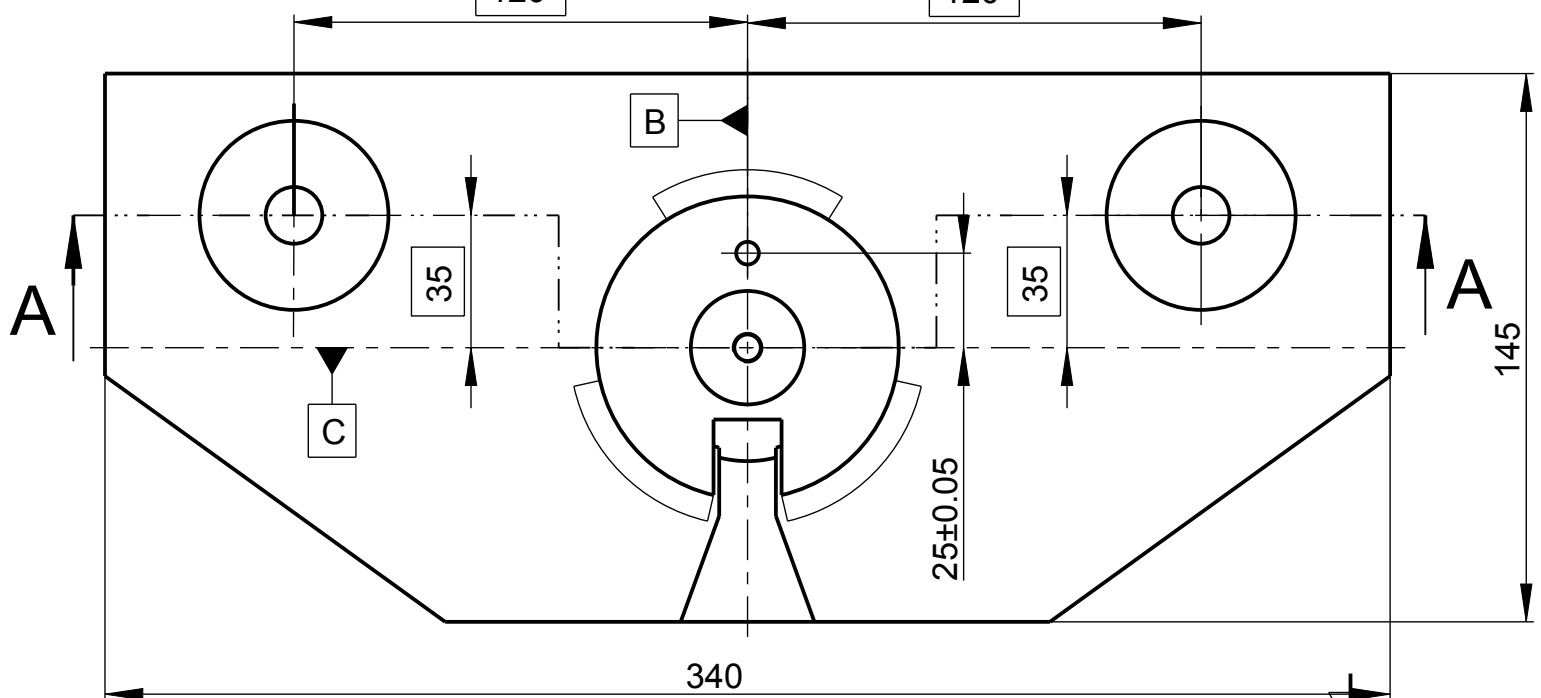
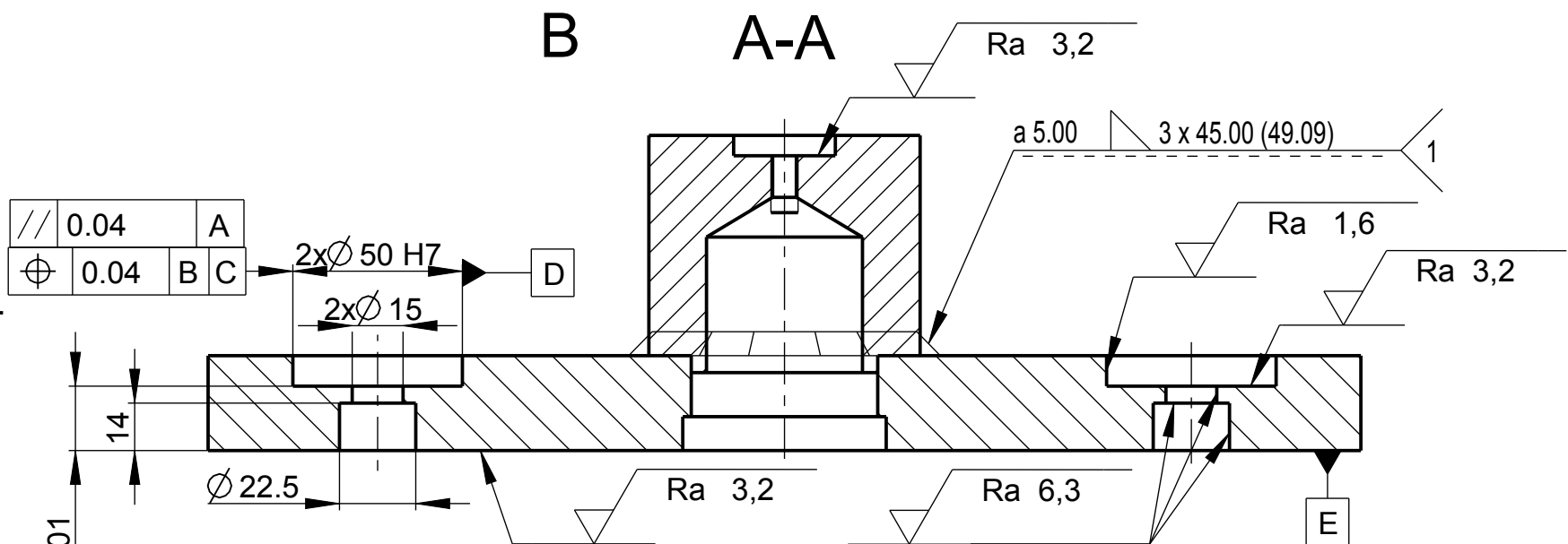
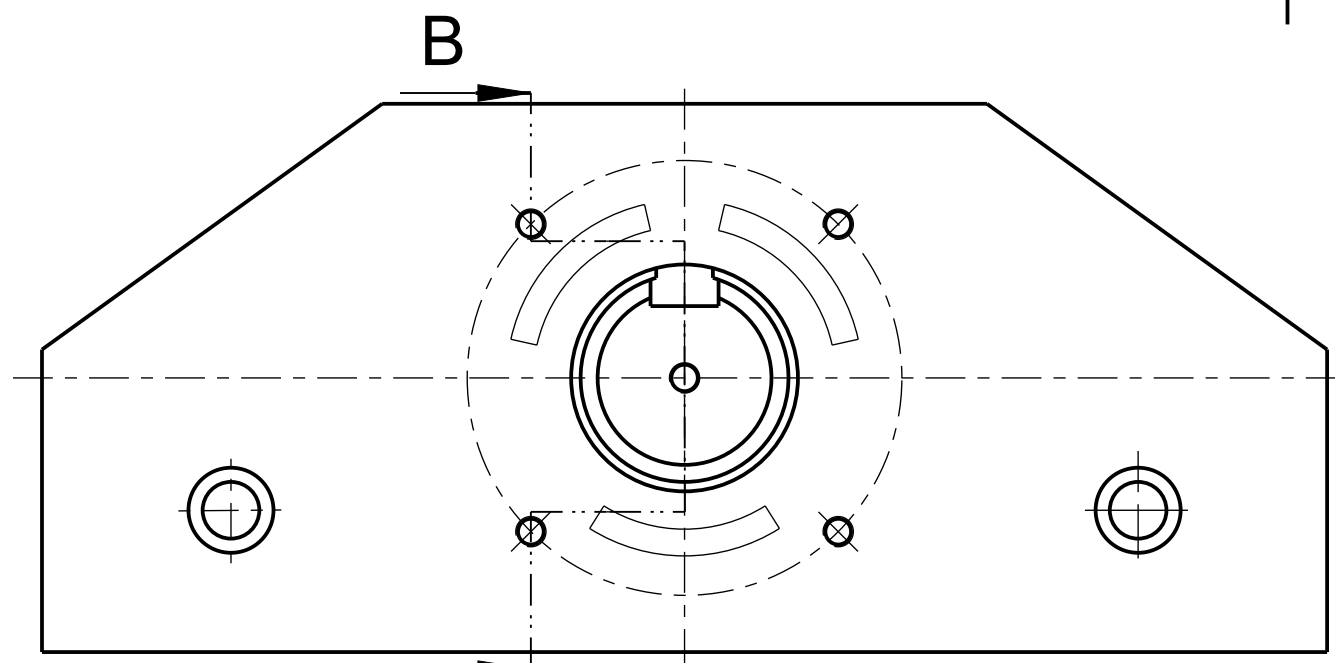
Měřítko	1:1
Č. seznamu	
Č. sestavy	
Starý výkres	
Nový výkres	
Navrhl	JANOUR
Kreslil	
Přezkoušel	
Technolog	
Normalizace	
Schválil	
Datum	31.03.2016

PROMÍTÁNÍ	
Materiál	12050.1
Polotovár	KR 160-75
Čistá hmotnost	3.594 kg

Buzuluk a.s.	
Název	PRIRUBA_NAKLAPENI_SPODNI
Typ	
Čís. výkresu	----
List 1/1	



		d)			PROMÍTÁNÍ		Materiál	11523
		c)					Polotovar	P35-345x150
		b)					Čistá hmotnost	7.880 kg
		a)			Buzuluk a.s.			
Změna	Datum	Index	Podpis		Typ			
Měřítko	Poznámka	Navrhl			Čís. výkresu			
1:2		Kreslil	JANOUR		-----			
Č. seznamu		Přezkoušel						
Č. sestavy		Technolog						
Starý výkres		Normalizace						
Nový výkres		Schválil						
		Datum	15.04.2016		List 1/1			



Počet kusů	Název - rozměr	Polotovary	Mat. konečný	Mat. výchozí	T.odp.	Č.hmot.	Třída	Číslo výkresu	Poz.
1	ADAPTER	KR85-80	11523	---	---	1.861	---	---	2
1	DESKA_STOLU	P30-150x345	11523	---	---	8.437	---	---	1

Změna	Datum	Index	Podpis
Měřítka	1:2		
Č. seznamu			
Č. sestavy			
Starý výkres			
Nový výkres			

PROMÍTÁNÍ		Materiál
		Polotovary
		Čistá hmotnost
		10.298 kg

Změní na		Datum		Index		Podpis	
Navrhl		Kreslil		Přezkoušel		Technolog	
Normalizace		Schválil		Datum		18.04.2016	

Buzuluk a.s.	
DESKA_SVAR	
Typ	
Čís. výkresu	
