

Technická zpráva

Vřeteno

1. Zadání

Je dán minimální průměr hřídele pod řemenicí $d_{\min}$ (s ohledem na konstrukci může být zvolen větší, nutné zdůvodnit ve zprávě např. vzhledem k mohutnosti řemenic, vzhledem k volbě ložisek.....).

Dále je zadán typ řemenu (klínový/ozubený). Použitý typ řemenu je shodný na obou koncích předlokové hřídele. U ozubeného řemenu je zadán typ a šířka, u klínového je dán typ a počet řemenů.

Dále je zadán typ požadovaného axiálního zajištění. KM- KM matice+MB podložka, Šr- šroub, M- matice. Spoj musíte zajistit proti samovolnému uvolnění. Hřídel je uložena ve valivých ložiskách. V zadání je uvedeno jaký použijete typ ložiskových těles. U nakupovaných těles uveďte ve zprávě výrobce, typ a katalogový list. U obráběných, svařovaných a odlitých těles respektujte technologické požadavky dané varianty.

Malou řemenici uložte na válcový konec hřídele, velkou řemenici uložte na kuželový konec hřídele. Přenos kroutícího momentu realizujte pomocí per. Pro obě řemenice zvolte shodná pera.

1.1 Dané hodnoty

otáčky motoru

$$n_1=1500 \text{ ot/min}$$

požadované výstupní otáčky z převodovky

$$n_4=15 \text{ ot/min}$$

převodový poměr převodovky

$$i_{3,4}=25$$

oba řemenové převody zvolte stejné

$$i_{1,2}=i_{2,3}$$

u obou malých řemenic zvolte totožný průměr

$$d_{p1}=d_{p3}$$

1.2 Zadání 74

Minimální průměr hřídele: $d_{\min} = 45 \text{ mm}$

Typ řemenu: klínový

Klínový řemen: typ – A

počet – 3

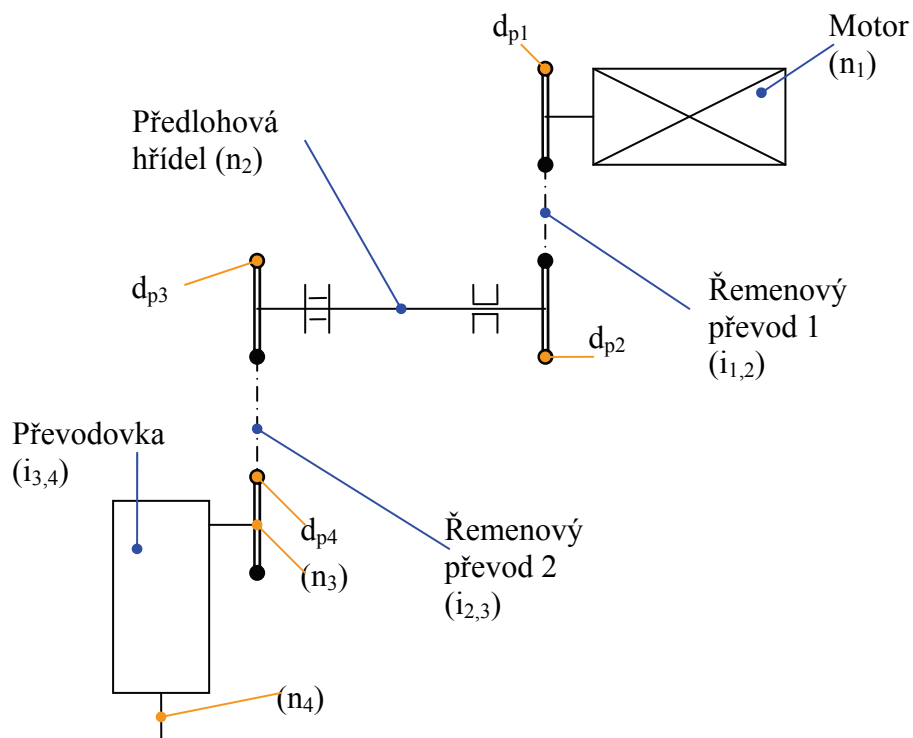
Axiální pojištění: šroubem

Domek: svařený

Parametr a : 67,5 mm

2. Výpočtová část

2.1 Výpočet převodových poměrů



$$n_1 = 1500 \text{ ot/min}$$

$$n_4 = 15 \text{ ot/min}$$

$$i_{1,2} = i_{2,3}$$

$$i_{3,4} = 25$$

$$d_{p1} = d_{p3}$$

$$n_2 = \frac{n_1}{i_{1,2}} = \frac{1500}{2} = \underline{\underline{750 \text{ ot / min}}}$$

$$n_3 = \frac{n_2}{i_{2,3}} = \frac{750}{2} = \underline{\underline{375 \text{ ot / min}}}$$

$$n_4 = \frac{n_1}{i_{1,4}} = \frac{1500}{100} = \underline{\underline{15 \text{ ot / min}}}$$

$$i_{1,2} = \sqrt{\frac{n_1}{n_4 \cdot i_{3,4}}} = \sqrt{\frac{1500}{15 \cdot 25}} = \underline{\underline{2}}$$

$$i_{1,2} = i_{2,3} \Rightarrow i_{2,3} = \underline{\underline{2}}$$

$$i_{1,4} = i_{1,2}^2 \cdot i_{3,4} = 2^2 \cdot 25 = \underline{\underline{100}}$$

2.2 Specifikace rozměrů řemenic

$$i_{1,2} = i_{2,3}$$

$$i_{2,3} = \frac{d_{p4}}{d_{p3}}$$

$$d_{p2} = d_{p4}$$

$$i_{1,2} = \frac{d_{p2}}{d_{p1}}$$

$$\frac{d_{p2}}{d_{p1}} = \frac{d_{p4}}{d_{p3}}$$

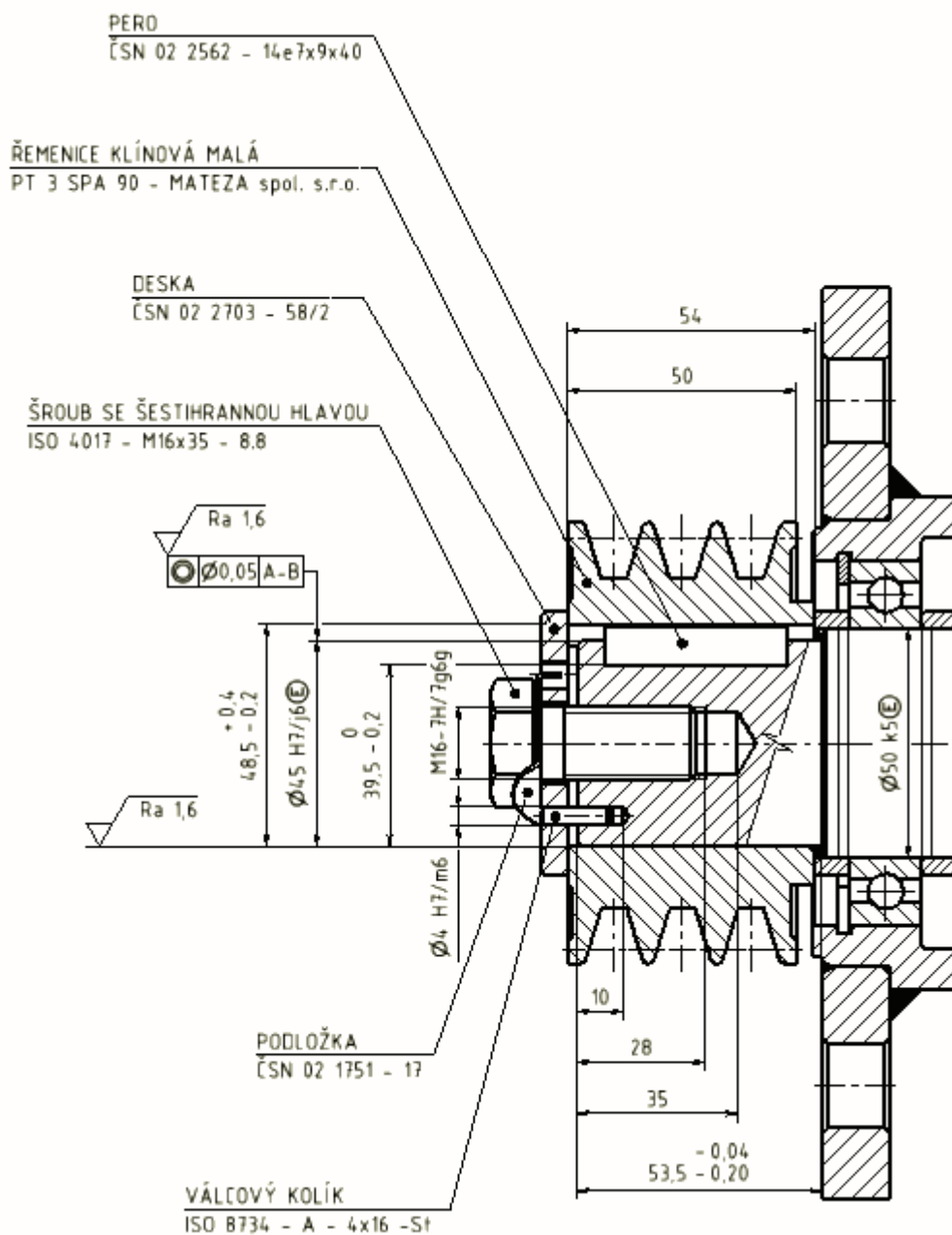
$$d_{p1} = d_{p3}$$

Za průměr dp_1 jsem zvolil minimální normalizovaný výpočtový průměr řemenice pro řemeny typu A $dp_1 = dp_3 = 90 \text{ mm}$

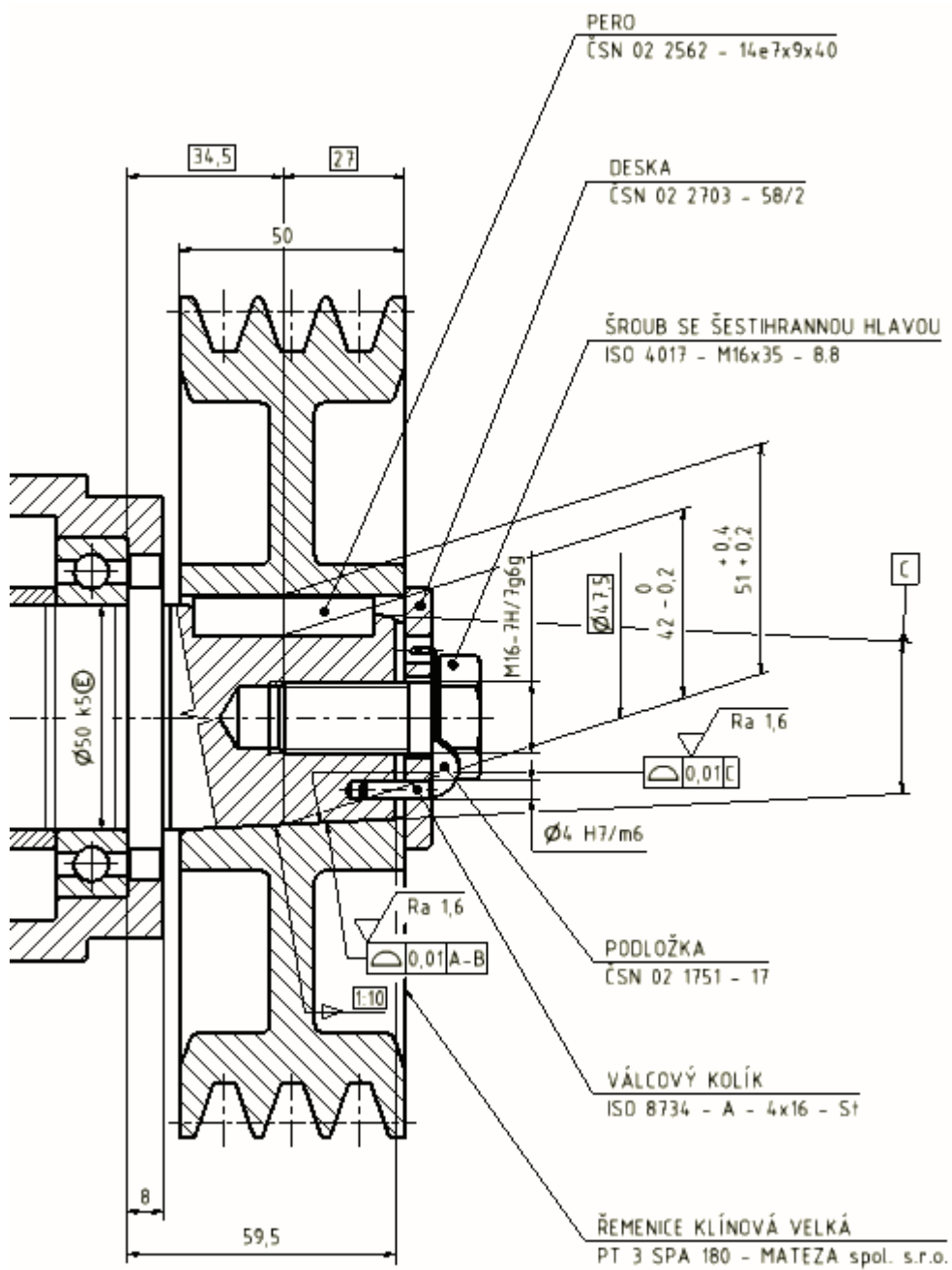
Dle převodového poměru pak vychází normalizovaný velký průměr $dp_2 = dp_4 = 180 \text{ mm}$

2.3 Skici dílčích uzlů

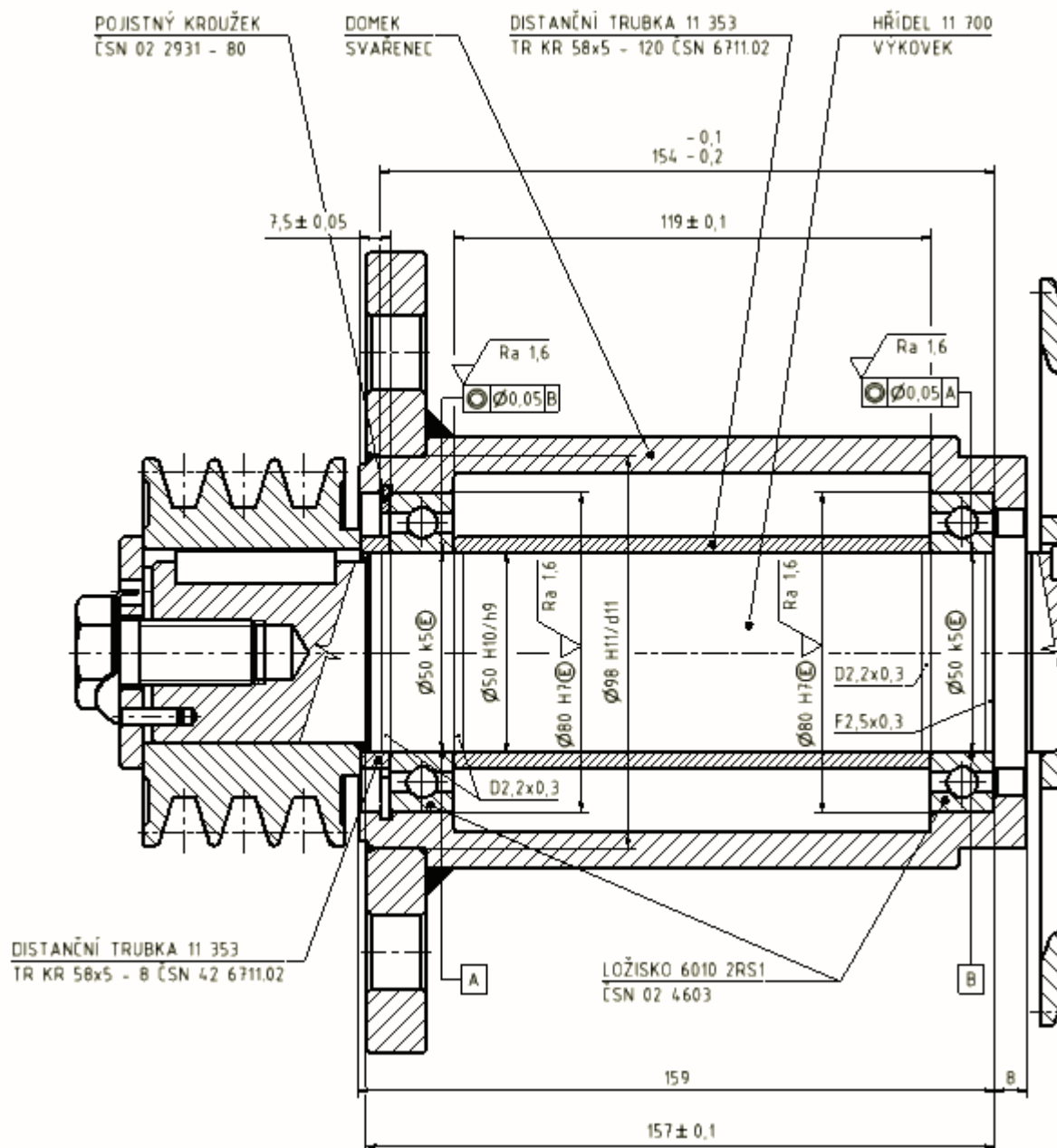
2.3.1 Malá řemenice



2.3.2 Velká řemenice



2.3.3 Hřídel



2.4 Návrh požadovaných uložení

2.4.1 Řemenice:

Shodné uložení s malou vůlí nebo malým přesahem. Součásti lze spojit nebo rozebrat bez použití velké síly pryžovou palicí. Ø 50 H7/j6

Použití - Demontovatelná uložení nábojů ozubených kol a řemenic, ruční kola, spojky, brzdové kotouče.

$$v_{\max} = 30 \text{ } \mu\text{m}$$

$$p_{\max} = 11 \text{ } \mu\text{m}$$

2.4.2 Pojistný kroužek:

Předepsané uložení pro pojistné kroužky podle normy ČSN 02 2931. **Ø 83,5 H12**

Pojistný kroužek dle výrobce: **Ø 85,5 +1,3/ -0,54**

2.4.3 Ložisko – ložisko/hřídel:

Doporučené uložení výrobcem (s přesahem): **Ø 50 k5**

Ložisko 50 +0 / -0,012

$$p_{\min} = 2 \text{ } \mu\text{m}$$

$$p_{\max} = 25 \text{ } \mu\text{m}$$

2.4.4 Ložisko – ložisko/domek:

Doporučené uložení výrobcem (s vůlí): **Ø 80 H7**

Ložisko 50 +0 / -0,013

$$v_{\min} = 0 \text{ } \mu\text{m}$$

$$v_{\max} = 43 \text{ } \mu\text{m}$$

2.4.5 Distanční trubka:

Smykové uložení u součástí s velkými tolerancemi. Součásti se dají do sebe lehce zasunout a pootáčet. **Ø 50 H10/h9**

Použití - Snadno demontovatelné díly, rozpěrné kroužky, součásti strojů upevněné na hřídele kolíky, šrouby, nýtováním nebo svarem.

$$v_{\min} = 0 \text{ } \mu\text{m}$$

$$v_{\max} = 162 \text{ } \mu\text{m}$$

2.4.6 Příruba – příruba/domek

Uložení s velkou vůlí u součástí s velkými tolerancemi. **Ø 98 H11/d11**

Použití - Otočné čepy, západky, uložení součástí určených ke svaření, uložení vystavená účinkům koroze, znečištění prachem a tepelným nebo mechanickým deformacím.

$$v_{\min} = 120 \mu\text{m}$$

$$v_{\max} = 560 \mu\text{m}$$

2.4.7 Šroub M16

Uložení s vůlí

Pro šroub M16x35 odpovídá délka zašroubování 26mm – délka dlouhá L

Doporučené uložení podle tabulek **7H / 7g6g**

2.4.8 Válcový kolík

Uložení přechodné **Ø 4 H7/m6**

$$v_{\max} = 8 \mu\text{m}$$

$$p_{\max} = 12 \mu\text{m}$$

2.5 Specifikace normalizovaných prvků

- 1 x ŘEMENICE KLÍNOVÁ MALÁ PT 3 SPA 90 – MATEZA spol. s.r.o. - viz příloha A
- 1 x ŘEMENICE KLÍNOVÁ VELKÁ PT 3 SPA 180 – MATEZA spol. s.r.o. - viz příloha A
- 2 x ŠROUB SE ŠESTIHRANNOU HLAVOU ISO 4017 M16x35 - 8.8
- 2 x PODLOŽKA ČSN 02 1751 - 17
- 2 x DESKA ČSN 02 2703 – 58/2
- 2 x VÁLCOVÝ KOLÍK ISO 8734 – A - 4x16 - St
- 2 x PERO 14e7x9x40 ČSN 02 2562
- 2 x LOŽISKO 6010 2RS1 ČSN 02 4630 – výrobce MATEZA spol. s.r.o. - viz příloha B
- 1 x POJISTNÝ KROUŽEK ČSN 02 2931 – 80

2.6 Rozměrové obvody

2.6.1 A – velká řemenice

$$A\Delta = 2 \pm 0,5$$

$$T_{A\Delta} = 1$$

$$A1 = 34,5$$

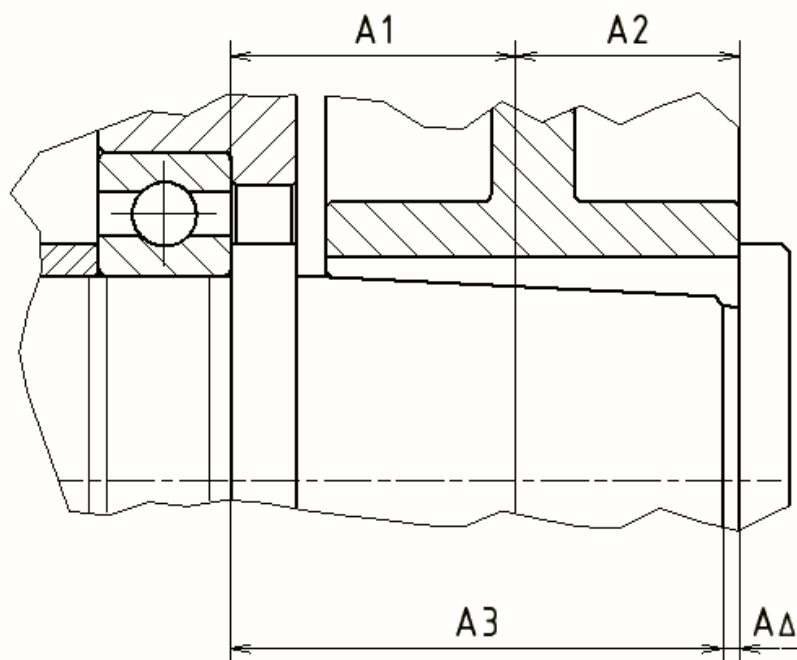
$$T_{A1} = ?$$

$$A2 = 27$$

$$T_{A2} = ?$$

$$A3 = 59,5 \pm 0,3 \text{ (podle ISO 2768-mK)}$$

$$T_{A3} = 0,6$$



Podmínka realizovatelnosti

$$T_{A\Delta} = T_{A1} + T_{A2} + T_{A3}$$

$$T_{A1} + T_{A2} = T_{A\Delta} - T_{A3}$$

$$T_{A1} + T_{A2} = 1 - 0,6 = 0,4 (> 0 > \text{OK})$$

$$A\Delta_{\max} = \sum A_{i \max} - \sum A_{j \min}$$

$$A\Delta_{\max} = A1_{\max} + A2_{\max} - A3_{\min}$$

$$A1_{\max} + A2_{\max} = A\Delta_{\max} - A3_{\min}$$

$$A1_{\max} + A2_{\max} = 2,5 + 59,2 = 61,7$$

$$A\Delta_{\min} = \sum A_{i \min} - \sum A_{j \max}$$

$$A\Delta_{\min} = A1_{\min} + A2_{\min} - A3_{\max}$$

$$A1_{\min} + A2_{\min} = A\Delta_{\min} - A3_{\max}$$

$$A1_{\min} + A2_{\min} = 1,5 + 59,8 = 61,3$$

$$T_{A1} + T_{A2} = 0,4$$

$$T_{A1} = T_{A2} = 0,2$$

$$\delta = \frac{T}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \qquad T = \delta \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \qquad \operatorname{tg}(\alpha) = \frac{0,5}{k} = 0,05$$

$$\alpha = 2,862^\circ$$

$$T = 0,2 \cdot \sin(2,862) = 0,009986 > \mathbf{T = 0,01}$$

$$\mathbf{T_{A1} = 0,2}$$

$$\mathbf{T_{A2} = 0,2}$$

2.6.2 B – pojistný kroužek

$$B_{\Delta} = 0,5 \pm 0,3$$

$$T_{B_{\Delta}} = 0,6$$

$$B_1 = ?$$

$$T_{B_1} = ?$$

$$B_2 = 16 + 0 / -0,12$$

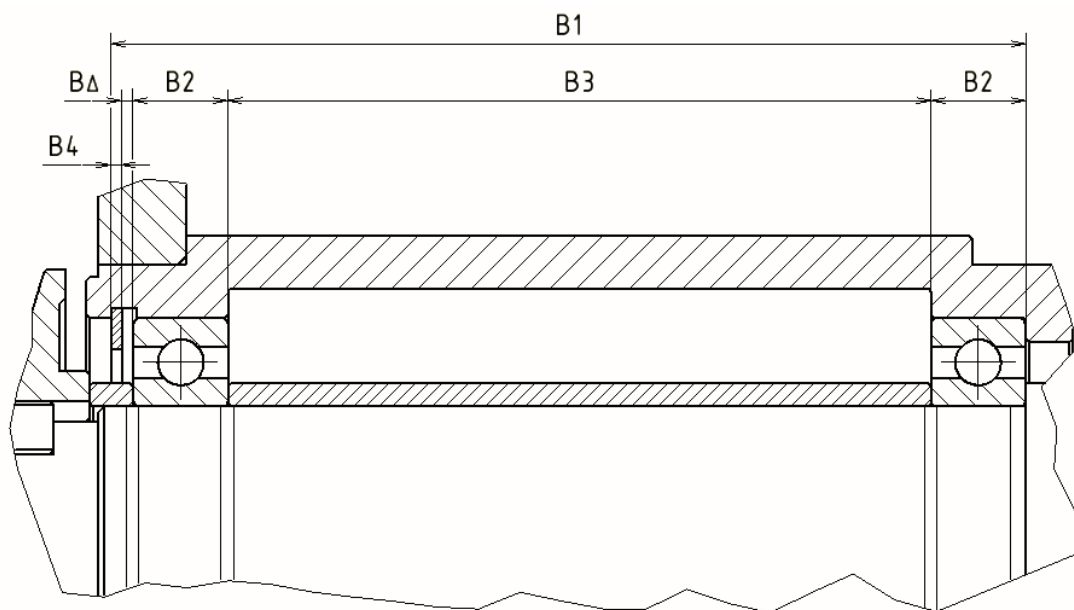
$$T_{B_2} = 0,12$$

$$B_3 = 119 \pm 0,1$$

$$T_{B_3} = 0,2$$

$$B_4 = 2,5 \text{ h11} = 2,5 + 0 / -0,06$$

$$T_{B_4} = 0,06$$



Podmínka realizovatelnosti

$$T_{B_{\Delta}} = T_{B_1} + T_{B_2} + T_{B_2} + T_{B_3} + T_{B_4}$$

$$T_{B_1} = T_{B_{\Delta}} - T_{B_2} - T_{B_2} - T_{B_3} - T_{B_4}$$

$$T_{B_1} = 0,6 - 0,12 - 0,12 - 0,2 - 0,06 = 0,1 > 0 > \text{OK}$$

$$B_{\Delta_{\max}} = B_{1_{\max}} - B_{2_{\min}} - B_{2_{\min}} - B_{3_{\min}} - B_{4_{\min}}$$

$$B_{1_{\max}} = B_{\Delta_{\max}} + B_{2_{\min}} + B_{2_{\min}} + B_{3_{\min}} + B_{4_{\min}}$$

$$B_{1_{\max}} = 0,8 + 15,88 + 15,88 + 118,9 + 2,44 = 153,9$$

$$B_{\Delta_{\min}} = B_{1_{\min}} - B_{2_{\max}} - B_{2_{\max}} - B_{3_{\max}} - B_{4_{\max}}$$

$$B_{1_{\min}} = B_{\Delta_{\min}} + B_{2_{\max}} + B_{2_{\max}} + B_{3_{\max}} + B_{4_{\max}}$$

$$B_{1_{\min}} = 0,2 + 16 + 16 + 119,1 + 2,5 = 153,8$$

$$T_{B_1} = 0,1$$

$$B_1 = 154 - 0,1 / -0,2$$

2.6.3 C – osazení hřídele

$$C_{\Delta} = ?$$

$$T_{C_{\Delta}} = ?$$

$$C_1 = 157 \pm 0,1$$

$$T_{C_1} = 0,2$$

$$C_2 = 7,5 \pm 0,05$$

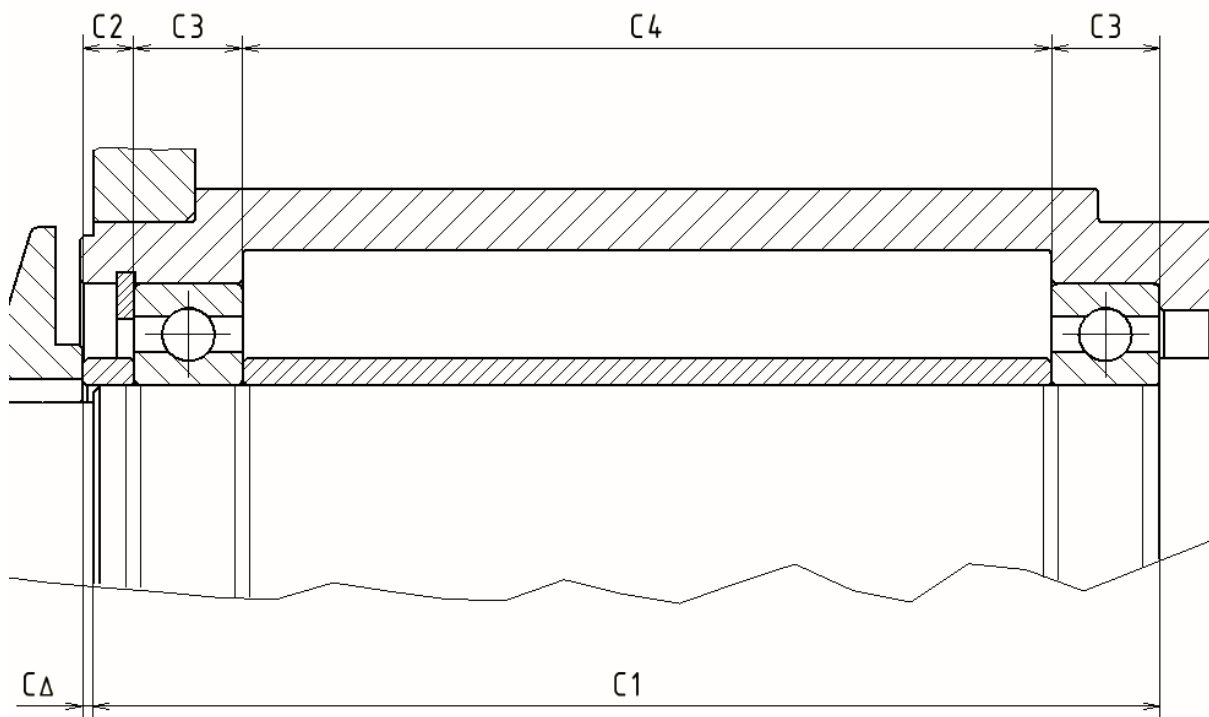
$$T_{C_2} = 0,1$$

$$C_3 = 16 +0 / -0,12$$

$$T_{C_3} = 0,12$$

$$C_4 = 119 \pm 0,1$$

$$T_{C_4} = 0,2$$



Podmínka realizovatelnosti

$$T_{C_{\Delta}} = T_{C_1} + T_{C_2} + T_{C_3} + T_{C_3} + T_{C_4}$$

$$T_{C_{\Delta}} = 0,2 + 0,1 + 0,12 + 0,12 + 0,2 = 0,74$$

$$C_{\Delta_{\max}} = C_{2_{\max}} + C_{3_{\max}} + C_{3_{\max}} + C_{4_{\max}} - C_{1_{\min}}$$

$$C_{\Delta_{\max}} = 7,55 + 16 + 16 + 119,1 - 156,9 = 1,75$$

$$C_{\Delta_{\min}} = C_{2_{\min}} + C_{3_{\min}} + C_{3_{\min}} + C_{4_{\min}} - C_{1_{\max}}$$

$$C_{\Delta_{\min}} = 7,45 + 15,88 + 15,88 + 118,9 - 157,1 = 1,01$$

$$T_{C_{\Delta}} = 0,74$$

$$C_{\Delta} = 1,38 \pm 0,37 > \text{OK}$$

2.6.4 D – malá řemenice

$$D\Delta = 2 \pm 0,75$$

$$T_{D\Delta} = 1,5$$

$$D1 = 157 \pm 0,1$$

$$T_{D1} = 0,2$$

$$D2 = 7,5 \pm 0,05$$

$$T_{D2} = 0,1$$

$$D3 = 16 +0 / -0,12$$

$$T_{D3} = 0,12$$

$$D4 = 119 \pm 0,1$$

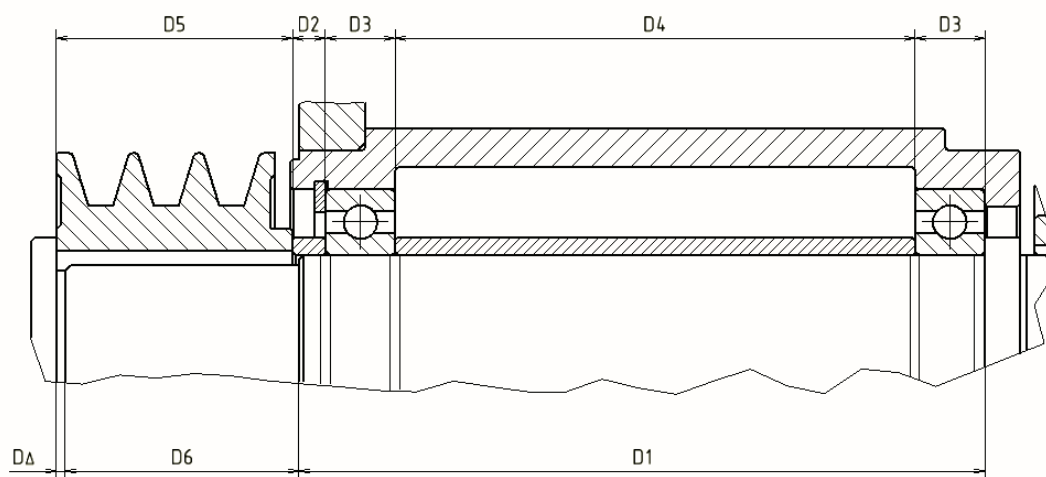
$$T_{D4} = 0,2$$

$$D5 = 54 \pm 0,3 \text{ (podle ISO 2768-mK)}$$

$$T_{D5} = 0,6$$

$$D6 = ?$$

$$T_{D6} = ?$$



Podmínka realizovatelnosti

$$T_{D\Delta} = T_{D1} + T_{D2} + T_{D3} + T_{D3} + T_{D4} + T_{D5} + T_{D6}$$

$$T_{D6} = T_{D\Delta} - T_{D1} - T_{D2} - T_{D3} - T_{D3} - T_{D4} - T_{D5}$$

$$T_{D6} = 1,5 - 0,2 - 0,1 - 0,12 - 0,12 - 0,2 - 0,6 = 0,16 > 0 > \text{OK}$$

$$D\Delta_{\max} = D2_{\max} + D3_{\max} + D3_{\max} + D4_{\max} + D5_{\max} - D1_{\min} - D6_{\min}$$

$$D6_{\min} = D2_{\max} + D3_{\max} + D3_{\max} + D4_{\max} + D5_{\max} - D\Delta_{\max} - D1_{\min}$$

$$D6_{\min} = 7,55 + 16 + 16 + 119,1 + 54,3 - 2,75 - 156,9 = 53,3$$

$$D\Delta_{\min} = D2_{\min} + D3_{\min} + D3_{\min} + D4_{\min} + D5_{\min} - D1_{\max} - D6_{\max}$$

$$D6_{\max} = D2_{\min} + D3_{\min} + D3_{\min} + D4_{\min} + D5_{\min} - D\Delta_{\min} - D1_{\max}$$

$$D6_{\max} = 7,45 + 15,88 + 15,88 + 118,9 + 53,7 - 1,25 - 157,1 = 53,46$$

$$T_{D6} = 0,16$$

$$D6 = 53,5 -0,04 / -0,2$$

2.6.5 E – malá řemenice/domek

$$E_{\Delta} = ?$$

$$T_{E_{\Delta}} = ?$$

$$E1 = 159 \pm 0,5 \text{ (podle ISO 2768-mK)}$$

$$T_{E1} = 1$$

$$E2 = 50 \pm 0,3 \text{ (podle ISO 2768-mK)}$$

$$T_{E2} = 0,6$$

$$E3 = 2 \pm 0,75$$

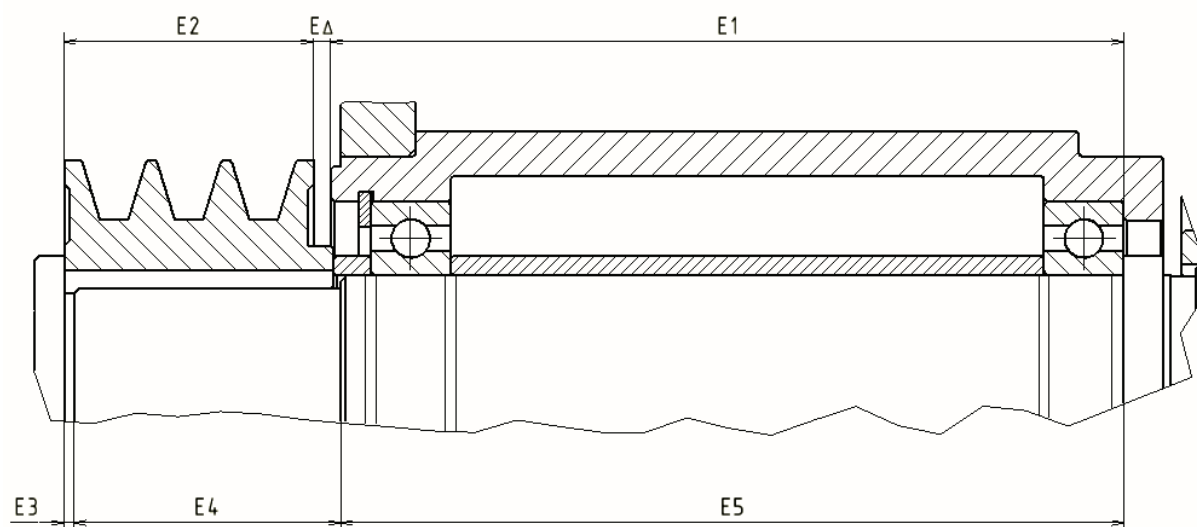
$$T_{E3} = 1,5$$

$$E4 = 53,5 -0,04 / -0,2$$

$$T_{E4} = 0,16$$

$$E5 = 157 \pm 0,1$$

$$T_{E5} = 0,2$$



Podmínka realizovatelnosti

$$T_{E_{\Delta}} = T_{E1} + T_{E2} + T_{E3} + T_{E4} + T_{E5}$$

$$T_{E_{\Delta}} = 1 + 0,6 + 1,5 + 0,16 + 0,2 = 3,46$$

$$E_{\Delta_{\max}} = \sum E_{i \max} - \sum E_{j \min}$$

$$E_{\Delta_{\max}} = E3_{\max} + E4_{\max} + E5_{\max} - E1_{\min} - E2_{\min}$$

$$E_{\Delta_{\max}} = 2,75 + 53,46 + 157,1 - 158,5 - 49,7 = 5,11$$

$$E_{\Delta_{\min}} = \sum E_{i \min} - \sum E_{j \max}$$

$$E_{\Delta_{\min}} = E3_{\min} + E4_{\min} + E5_{\min} - E1_{\max} - E2_{\max}$$

$$E_{\Delta_{\min}} = 1,25 + 53,3 + 156,9 - 159,5 - 50,3 = 1,65$$

$$T_{E_{\Delta}} = 3,46$$

$$E_{\Delta} = 3,5 + 1,61 / -1,85 > \text{OK}$$

2.6.6 F – velká řemenice/domek

$$F_{\Delta} = ?$$

$$T_{F_{\Delta}} = ?$$

$$F_1 = 59,5 \pm 0,3 \text{ (podle ISO 2768-mK)}$$

$$T_{F_1} = 0,6$$

$$F_2 = 2 \pm 0,5$$

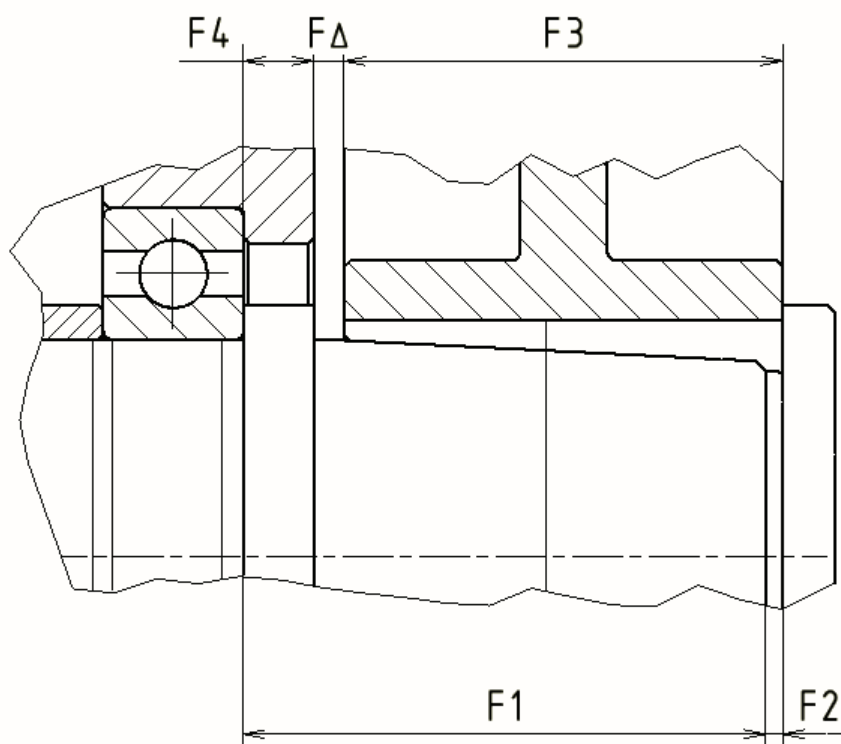
$$T_{F_2} = 1$$

$$F_3 = 50 \pm 0,3 \text{ (podle ISO 2768-mK)}$$

$$T_{F_3} = 0,6$$

$$F_4 = 8 \pm 0,2 \text{ (podle ISO 2768-mK)}$$

$$T_{F_4} = 0,4$$



Podmínka realizovatelnosti

$$T_{F_{\Delta}} = T_{F_1} + T_{F_2} + T_{F_3} + T_{F_4}$$

$$T_{F_{\Delta}} = 0,6 + 1 + 0,6 + 0,4 = 2,6$$

$$F_{\Delta_{\max}} = F_{1_{\max}} + F_{2_{\max}} - F_{3_{\min}} - F_{4_{\min}}$$

$$F_{\Delta_{\max}} = 59,8 + 2,5 - 49,7 - 7,8 = 4,8$$

$$F_{\Delta_{\min}} = F_{1_{\min}} + F_{2_{\min}} - F_{3_{\max}} - F_{4_{\max}}$$

$$F_{\Delta_{\min}} = 59,2 + 1,5 - 50,3 - 8,2 = 2,2$$

$$T_{F_{\Delta}} = 2,6$$

$$F_{\Delta} = 3,5 \pm 1,3 > \text{OK}$$

3. Postup montáže

Montáž zahájíme tím, že na hřídel nasadíme první ložisko až k osazení. Za ložisko se vsadí delší distanční trubka. Za trubku následuje druhé ložisko. Takto připravený celek se vsadí, kuželovým koncem hřídele napřed, do domku až po koncový doraz. Poté se zajistí proti axiálnímu posuvu pojistným kroužkem. Přes válcový konec hřídele se nasadí kratší distanční kroužek až k ložisku. Na válcový konec hřídele umístíme pero a nasadíme malou řemenici. Tu zajistíme proti axiálnímu posuvu pojistnou deskou utaženou šroubem. Proti samovolnému uvolnění spoje vsadíme do desky válcový kolík a šroub pojistíme správným umístěním jazýčku podložky v desce a zahnutím jejího okraje. Stejný postup opakujeme pro kuželový konec hřídele a velkou řemenici.

4. Závěrečné zhodnocení

Pro malou řemenici jsem zvolil nejmenší doporučený normalizovaný průměr 90mm. Pro velkou řemenici vychází z vypočteného převodového poměru průměr 180mm, taktéž normalizovaný. Obě řemenice lze zakoupit u firmy MATEZA spol. s.r.o. V rámci snižování nákladů se lze s výrobcem domluvit na obrobení potřebných otvorů pro hřídel a drážek pro pero, proto není potřeba dalších dodatečných prací na řemenicích.

Hodnotu doporučeného parametru a pro umístění ložisek jsem neměnil. Obě ložiska jsou jednořadá kuličková kupovaná opět u firmy MATEZA ve specifikaci 2RS1, tedy s těsněním na obou stranách. Protože jsou ložiska utěsněná, není nutné řešit samostatné těsnění na domku a případné prašné prostředí by nemělo mít vliv na jejich životnost. Proti axiálnímu posuvu ložisek a tedy celé hřídele slouží na jedné straně osazení domku a na druhé pojistný kroužek. Tato konstrukce umožňuje, po odmontování řemenic, případné vyjmutí celé hřídele i s ložisky a tedy snazší manipulaci při výměně komponent.

Přenos točivého momentu je na obou koncích zajištěn pery vybranými s ohledem na průměr hřídele. Axiální posuv řemenic zajišťují pojistná deska utažená šroubem. Proti samovolnému povolení šroubů slouží válcový kolík v desce a podložka s noselem zajišťující šroub. Toto pojištění je velmi spolehlivé a zároveň poměrně snadné na montáž.

Domek je svařovaný. Tvoří ho normalizovaná trubka TR KR 108x20 – 170, u které se musí nejprve obrobit osazení pro nasazení příruby. Po svaření příruby a trubky se musí obrobit vnitřek trubky a čelní plocha příruby sloužící ke smontování domku s vyšším celkem.

5. Obsah

1. ZADÁNÍ	2
1.1 DANÉ HODNOTY	2
1.2 ZADÁNÍ 74	3
2. VÝPOČTOVÁ ČÁST	3
2.1 VÝPOČET PŘEVODOVÝCH POMĚRŮ	3
2.2 SPECIFIKACE ROZMĚRŮ ŘEMENIC	4
2.3 SKICI DÍLČÍCH UZLŮ	5
2.4 NÁVRH POŽADOVANÝCH ULOŽENÍ	7
2.5 SPECIFIKACE NORMALIZOVANÝCH PRVKŮ	9
2.6 ROZMĚROVÉ OBVODY	10
3. POSTUP MONTÁŽE	17
4. ZÁVĚREČNÉ ZHODNOCENÍ	17
5. OBSAH	18
6. POUŽITÁ LITERATURA	19
7. PŘÍLOHY	19

6. Použitá literatura

- [1] DRASTÍK, F. a kolektiv: Strojnické tabulky pro konstrukci i dílnu. Montanex, 1999
- [2] LEINVEBER, J., VÁVRA, P.: Strojnické tabulky. Albra, Úvaly 2006
- [3] POSPÍCHAL, J.: Skripta Technické kreslení. Vydavatelství ČVUT Praha, 2008
- [4] SLANEC, K.: Geometrická přesnost výrobků, Praha, Nakladatelství ČVUT 2006
- [5] MATEZA spol. s.r.o., www.mateza.cz (12.4.2010)

7. Přílohy

- [1] PŘÍLOHA A: **Řemenice pro klínové řemeny SPA, A** – katalog fy MATEZA spol. s.r.o.,
<http://www.mateza.cz/pdf/023102.pdf> (27.4.2010)
- [2] PŘÍLOHA B: **Ložiska kuličková jednořadá** – katalog firmy MATEZA spol. s.r.o.,
<http://www.mateza.cz/pdf/010101.pdf> (27.4.2010)