

**Csapágyazások (GEGET078-B)**  
Általános géptervező specializáció (BSc.)

**Ütemterv**

Tanulmányi hét	Előadás	Gyakorlat
1	Csapágyazásokról általánosan. Siklócsapágyak és gördülőcsapágyak általános tulajdonságai. Jellemző felhasználási területeik. Gördülőcsapágyak kialakulása, típusai, osztályozásuk, működésük, gyártásuk.	Korábbi tanulmányok felfrissítése. Csapágyat terhelő erők meghatározásának módja. Csapágy élettartam számítása, módosított élettartam meghatározása. Statikus teherbírás számítása. Balesetvédelmi oktatás. Csapágyszerelés és karbantartás eszközei és készülékei.
2	Gördülőcsapágyak károsodása. Károsodások jellemző képe, károsodás oka, megjelenésük okai.	Csapágyszerelési gyakorlat
3	Feszítőhüvelyes és lehúzó hüvelyes csapágyak beépítési és kiválasztási kérdései. Terhelő erők, élettartam, illesztések. Beépítési példák, példafeladatok.	Csapágyszerelési gyakorlat
4	Kúpgörgős csapágyak beépítési és kiválasztási kérdései. Terhelő erők, élettartam, illesztések. Beépítési példák, példafeladatok.	Csapágyszerelési gyakorlat
5	Olajnyomás felhasználása a csapágyszerelésben. Drive-up módszer használata. Beépítési példák, példafeladatok.	Csapágyszerelési gyakorlat
6	Melegítéssel szerelt csapágyak. Beépítési példák, példafeladatok.	Csapágyszerelési gyakorlat
7	Tengelybeállítás és szíj feszesség beállítása.	Tengelybeállítás és szíj feszesség beállítása, gyakorlat
8	zárthelyi dolgozat	Csapágyszerelési gyakorlat
9	pót zárthelyi dolgozat	Csapágyszerelési gyakorlat

jegyzetek a tárgyhoz

SKF főkatalógus, 6000HU, 2006, Svédország  
SKF Bearing Maintenance Handbook, ISBN 978-91-978966-4-1, 2011,  
Molnár László – Varga László: Gördülőcsapágyazások tervezése, ISBN 963-10-2073-8  
SCHAFFLER: Wälzlagerpraxis, ISBN 978-3-7830-0401-4, 2015, Vereinigte Fachverlage GmbH, Mainz.  
Wan Changsen: Analysis of Rolling Element Bearings, ISBN 0852987455, 1991, Mechanical Engineering Publications Ltd., London.

A tantárgy követelményei és a félévvégi aláírás feltételei:

A tantárgy előtanulmányi feltétele: GEGET004-B

A tárgy lezárásának módja: aláírás + vizsga.

Az aláírás megszerzésének feltételei:

- A gyakorlati órák folyamatos látogatása (legalább 70%-án való aktív részvétel),
- az előadás látogatása (legalább 60%-on való részvétel),
- az évközi zárthelyi legalább elégséges szintű megírása (elégséges 50% fölött).

A vizsga, írásban és szóban történik. Vizsgát tenni csak vizsgaidőszakban lehet.

A vizsgán való részvétel feltételei:

- Aláírás Csapágyazások (GEGET077-B) tárgyból.
- Az adott vizsgára való neptunon keresztül történt feljelentkezés.
- Személyazonosságot igazoló arcképes igazolvány.

A vizsgán használható segédeszközök: Toll, ceruza, vonalzó, körző, radír, egysoros számológép. Minden más eszköz használata esetén a vizsgázót elégtelen jeggyel elbocsátjuk a vizsgáról. A megszerzhető pontok 50%-ától jár elégséges osztályzat. A vizsgajegy kialakításánál, az évközi zárthelyi dolgozat osztályzatának értéke egyharmad súllyal beszámításra kerül.

**Erre a nyomtatott lapra NE írjon!**

1. Határozza meg a 6208-as egysoros mélyhornyú golyóscsapágy élettartamát ( $L_h$ ) üzemórákban, ha a csapágy terhelése  $F_{\min}=1000$  N és  $F_{\max}=3000$  N között változik lineárisan. A csapágyat terhelő radiális erő nem változik,  $F_{ax}=700$  N. A tengely fordulatszáma 1440 1/min.  $C=22400$  N,  $C_0=15700$  N.  $e=0,253$ ,  $X=0,56$ ,  $Y=1,76$ . Üzemtényező=1,2. Forgástényező  $v=1$ , ha a belső gyűrű forog,  $v=1,2$  ha a külső gyűrű forog. (10 pont)
2. Mit jelent a gördülőcsapágyak radiális és axiális hézaga? Milyen további hézagokat ismer? Milyen viszony van az egyes hézagok között. Mivel mérték gyakorlaton a radiális csapágyhézagot? (10 pont)
3. Ábra segítségével adja meg mit jelent a gördülőcsapágyak dinamikus alapterhelése! (10pont)
4. Ábra segítségével adja meg milyen helyzet és alaktűréseket kell betartani a csapágyfészek (ház) tervezése során (értékek nem kellenek)? (5 pont)
5. Rajzoljon példát csapágyrögzítésre lehúzóhüvely alkalmazásával. A csapágy axiális pozíciója pontosan meghatározott legyen! (10 pont)
6. Milyen szerelési módszert választana egy egysoros mélyhornyú golyóscsapágy beszerelésére, ha a belső- és külső gyűrűk szilárdan illesztettek? (1 mondat). (5 pont)
7. Milyen módszerrel szerelhetők a tengelyre azok a nagyméretű, hengeres furatú csapágyak, melyek szilárdan illesztettek? (1 mondat). (5 pont)
8. Milyen csapágyat választana egy olyan tengely vezetésére, melynél a csapágyazási helyeken 1 fok nagyságú szögelfordulással számolhatunk? (1 mondat) (5 pont)

Értékelés

- 0-29: elégtelen.  
30-41: elégséges.  
42-47: elégséges.  
48-53: jó.  
54-60:jeles.

Vizsga VO1

① 6208 csapágy

$$F_{rmin} = 1000N, F_{rmax} = 3000N, F_{ax} = 700N,$$

$$n = 1440 \frac{1}{min} \quad C = 22400N, C_0 = 15700N,$$

$$e = 0,253 \quad x = 0,56 \quad Y = 1,76,$$

$d_u = 1,2$  forgástérső  $v = 1$



$$F_m = \frac{2F_{max} + F_{min}}{3} = \frac{2 \cdot 3000N + 1000N}{3} = \underline{\underline{2333,3N}}$$

2p

$$\frac{F_a}{C_0} = \frac{700N}{15700N} = 0,045 \Rightarrow \frac{F_a}{F_m} = \frac{700N}{2333,3N} = 0,3 > e$$

2p

$$P = d_u \cdot (v \cdot x \cdot F_m + Y \cdot F_a) = 1,2 \cdot (1 \cdot 0,56 \cdot 2333N + 1,76 \cdot 700N) =$$

$$P = \underline{\underline{3046,2N}}$$

2p

$$L = \left( \frac{C}{P} \right)^3 = \left( \frac{22400N}{3046,2N} \right)^3 = \underline{\underline{397,6 \text{ mbf}}}$$

2p

$$L_h = \frac{10^6 \cdot 397,6 \text{ mbf}}{60 \cdot 1440 \frac{1}{min}} = \underline{\underline{4601,85 \text{ h}}}$$

2p

vizsga v01

② Hézagok

radiális :



3p

axiális :



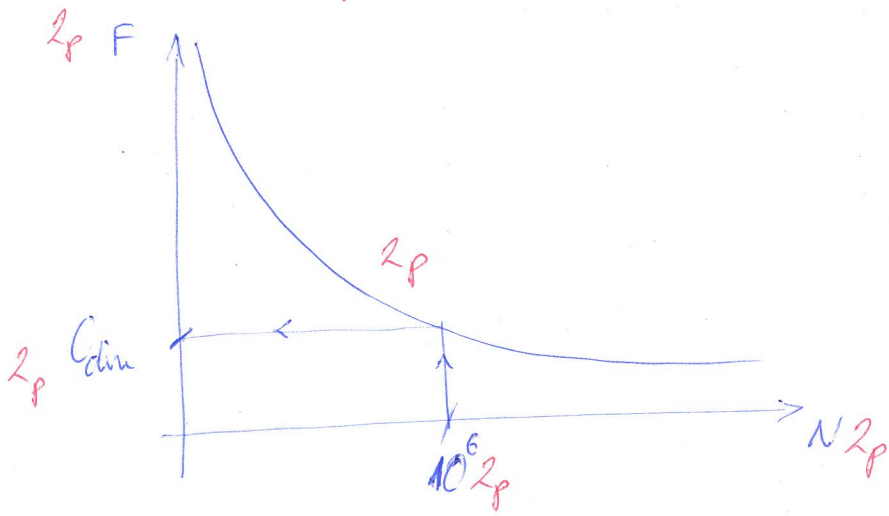
3p

gyártási h. > szerelési h. > üzemi h. 3p

mérés: hézagmérővel 3ponton 1p

3

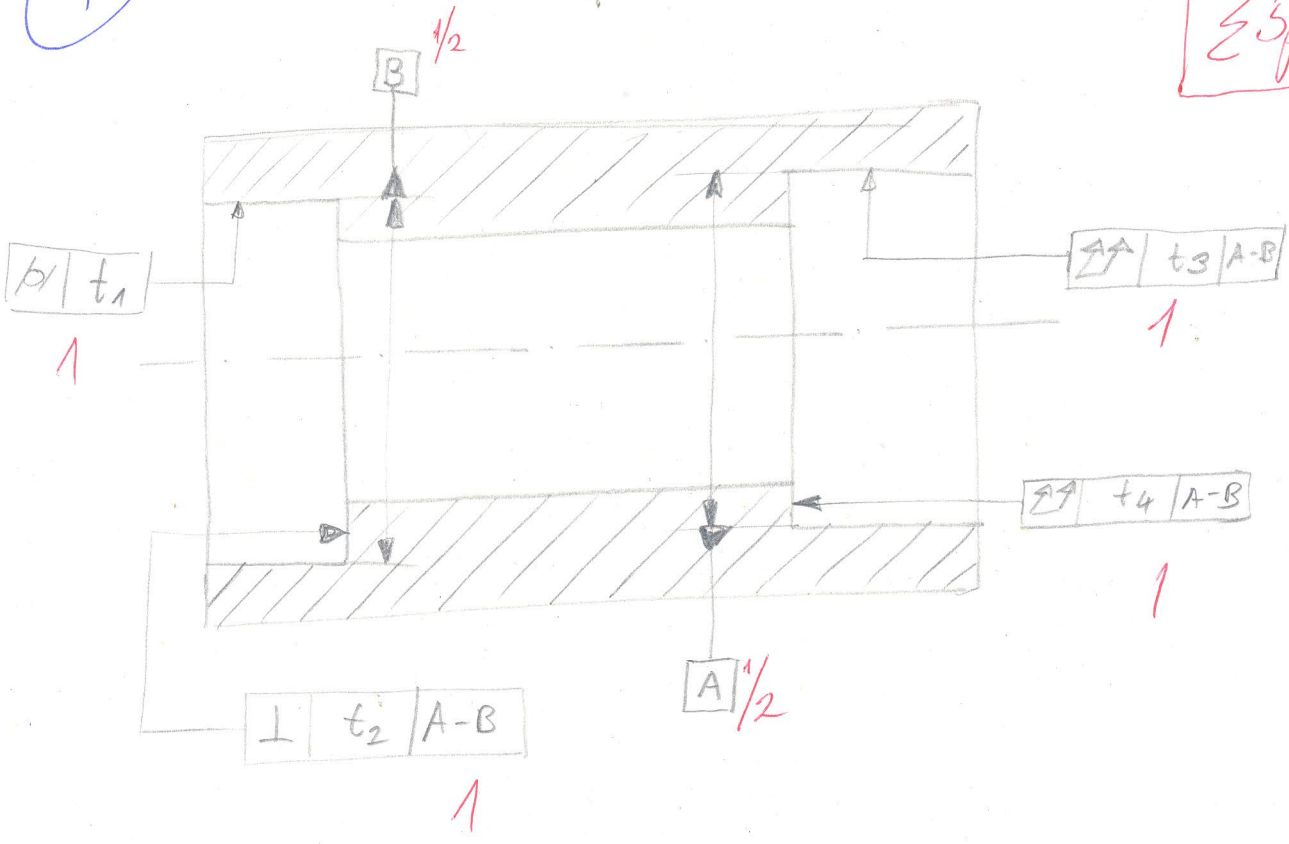
Vizsga 01



$\Sigma 10p$

4

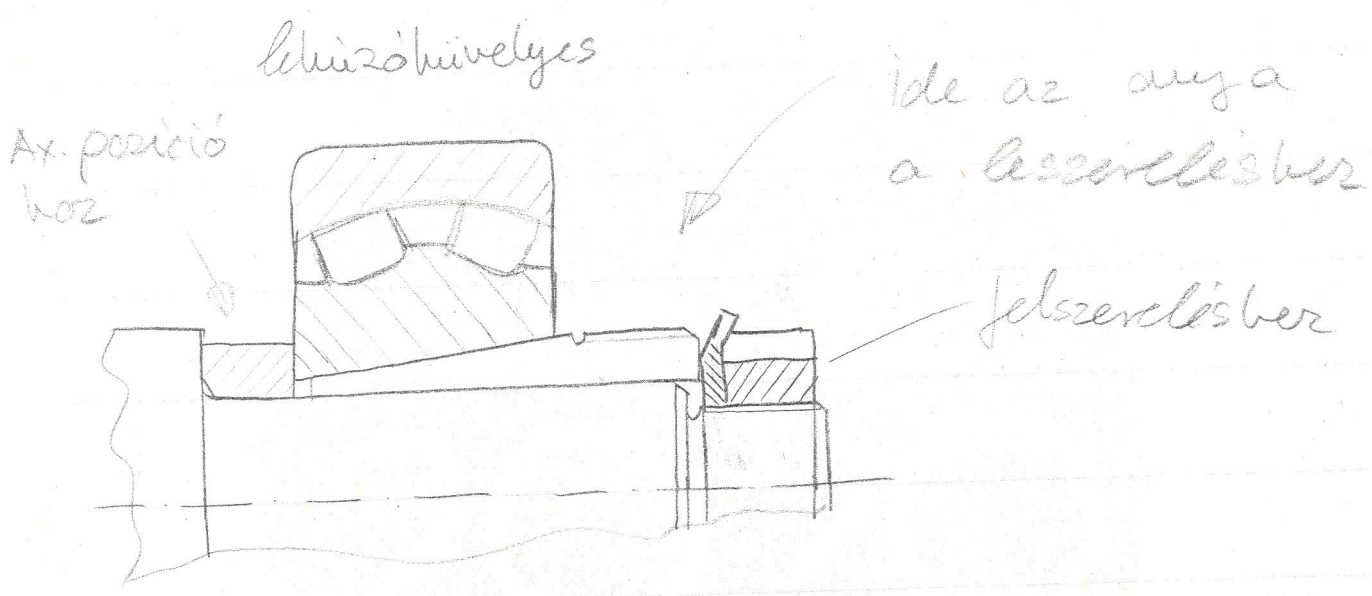
Σ 5 pont



5

lehűtőhivvelés pl:

Σ 10 pont



## Vizsga VO1

⑥: Felítövel egyszerre ütve a külső és belső gyűrűt. Ezzel biztosítva, hogy a szerelő erő nem megy át a gördelítőtestekre. 5 pont

⑦ - Kőhata's miatt a furat kitágul  $\Rightarrow$

- Drive-up módszerrel

5 pont

⑧ Beálló csapágyat mely képes a legalább 1 fázis nagyságú beállításra.

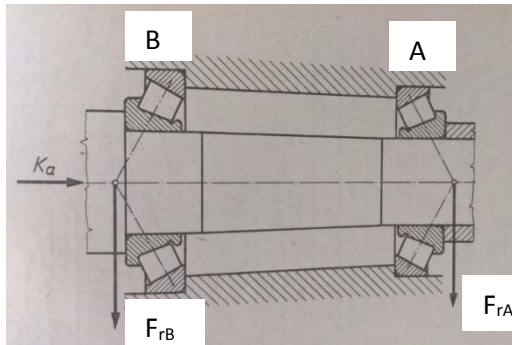
- két soros golyós beálló,
- két soros hengergergős

5 pont



**Erre a nyomtatott lapra NE írjon!**

- Határozza meg az NU 206-os hengergörgős csapágy élettartamát ( $L_h$ ) üzemórákban. A hengergörgős csapágy élettartalmának 15%-ában ( $N_1=0,15$ )  $n_1=1600$  1/min; 40%-ában ( $N_2=0,4$ )  $n_2=2100$  1/min; 25%-ában ( $N_3=0,25$ )  $n_3=1800$  1/min és 20%-ában ( $N_4=0,2$ )  $n_4=3000$  1/min fordulatszámon forog. A csapágy dinamikus alapterhelése: 38000N; üzemtényező:  $f_{ii}=1,2$ . Radiális terhelések az egyes élettartam-szakaszokban:  $F_{r1}=15000$ N;  $F_{r2}=20000$ N;  $F_{r3}=23000$ N;  $F_{r4}=18000$ N. (15 pont)
- Határozza meg az alábbi ábrán látható A-jelű 30312 és a B-jelű 30313 kúpgörgős csapágyak élettartamát ( $L_h$ ) üzemórában. Adatok:  $F_{rA}=65000$ N;  $F_{rB}=100000$ N;  $K_a=20000$ N;  $n=3000$  1/min. Katalógus értékek:  $C_A=143200$ N;  $C_B=166800$ N;  $e_A=e_B=0,34$ ;  $Y_A=Y_B=1,75$ ;  $X_A=1$ ;  $X_B=0,4$ , üzemtényező:  $f_{ii}=1,2$ . A feladat megoldásához használja az 1-es táblázatot! (20 pont).



- Mit jelent a gördülőcsapágyak radiális és axiális hézaga? Milyen további hézagokat ismer? Milyen viszony van az egyes hézagok között. Mivel mérték gyakorlaton a radiális csapágyhézagot? (10 pont)
- Ábra segítségével adja meg mit jelent a gördülőcsapágyak dinamikus alapterhelése! (10pont)
- Ábra segítségével adja meg milyen helyzet és alaktűréseket kell betartani a csapágyülékek (tengely) tervezése során (értékek nem kellene)? (5 pont)
- Rajzoljon példát csapágyrögzítésre lehúzóhüvely alkalmazásával. A csapágy axiális pozíciója pontosan meghatározott legyen! (10 pont)
- Milyen szerelési módszert választana egy egysoros mélyhornyú golyóscsapágy beszerelésére, ha a belső- és külső gyűrűk szilárdan illesztettek? (1 mondat). (5 pont)
- Milyen módszerrel szerelhetők a tengelyre azok a nagyméretű, hengeres furatú csapágyak, melyek szilárdan illesztettek? (1 mondat). (5 pont)
- Milyen csapágyat választana egy olyan tengely vezetésére, melynél a csapágyazási helyeken 1 fok nagyságú szögelfordulással számolhatunk? (1 mondat) (5 pont)
- Milyen csapágyat választan egy olyan tengely vezetésére, ahol a futáspontosság kiemelt szempont és nagy külső axiális- és radiális erő terheli a tengelyt? (1 mondat) (5pont)
- Mit jelent a csapágyak előfeszítése és mikor és miért alkalmazzuk? Mértékét hogyan válasszuk meg (3-4 mondat) (10 pont)



Két egysorú kúpgörgős csapágyat és/vagy tandem elrendezésű csapágyakat tartalmazó csapágyazások axiális terhelésének számítása			
Elrendezés	Terhelési feltételek	Axiális erők	
<p>O-elrendezés</p>	<p>1a) <math>\frac{F_{rA}}{Y_A} \geq \frac{F_{rB}}{Y_B}</math></p> <p><math>K_a \geq 0</math></p>	$F_{aA} = \frac{0,5 F_{rA}}{Y_A}$	$F_{aB} = F_{aA} + K_a$
	<p>1b) <math>\frac{F_{rA}}{Y_A} &lt; \frac{F_{rB}}{Y_B}</math></p> <p><math>K_a \geq 0,5 \left( \frac{F_{rB}}{Y_B} - \frac{F_{rA}}{Y_A} \right)</math></p>	$F_{aA} = \frac{0,5 F_{rA}}{Y_A}$	$F_{aB} = F_{aA} + K_a$
<p>X-elrendezés</p>	<p>1c) <math>\frac{F_{rA}}{Y_A} &lt; \frac{F_{rB}}{Y_B}</math></p> <p><math>K_a &lt; 0,5 \left( \frac{F_{rB}}{Y_B} - \frac{F_{rA}}{Y_A} \right)</math></p>	$F_{aA} = F_{aB} - K_a$	$F_{aB} = \frac{0,5 F_{rB}}{Y_B}$
<p>O-elrendezés</p>	<p>2a) <math>\frac{F_{rA}}{Y_A} \leq \frac{F_{rB}}{Y_B}</math></p> <p><math>K_a \geq 0</math></p>	$F_{aA} = F_{aB} + K_a$	$F_{aB} = \frac{0,5 F_{rB}}{Y_B}$
	<p>2b) <math>\frac{F_{rA}}{Y_A} &gt; \frac{F_{rB}}{Y_B}</math></p> <p><math>K_a \geq 0,5 \left( \frac{F_{rA}}{Y_A} - \frac{F_{rB}}{Y_B} \right)</math></p>	$F_{aA} = F_{aB} + K_a$	$F_{aB} = \frac{0,5 F_{rB}}{Y_B}$
<p>X-elrendezés</p>	<p>2c) <math>\frac{F_{rA}}{Y_A} &gt; \frac{F_{rB}}{Y_B}</math></p> <p><math>K_a &lt; 0,5 \left( \frac{F_{rA}}{Y_A} - \frac{F_{rB}}{Y_B} \right)</math></p>	$F_{aA} = \frac{0,5 F_{rA}}{Y_A}$	$F_{aB} = F_{aA} - K_a$

1.táblázat

Értékelés:

0-49: elégtelen.

50-64: elégséges.

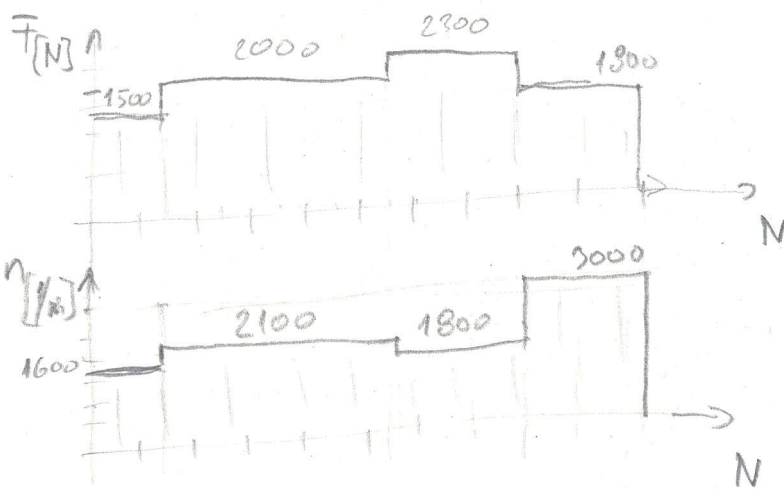
65-79: elégséges.

80-89: jó.

90-100:jeles.

P11 15 pont

1)  $N_1 = 0,15$ ;  $n_1 = 1600 \text{ 1/min}$ ;  $T_{r1} = 1500 \text{ N}$   
 $N_2 = 0,4$ ;  $n_2 = 2100 \text{ 1/min}$ ;  $T_{r2} = 2000 \text{ N}$   
 $N_3 = 0,25$ ;  $n_3 = 1800 \text{ 1/min}$ ;  $T_{r3} = 2300 \text{ N}$   
 $N_4 = 0,2$ ;  $n_4 = 3000 \text{ 1/min}$ ;  $T_{r4} = 1000 \text{ N}$   
 $\epsilon = 38000 \text{ N}$ ;  $f_{ü} = 1,2$



átlogos fordulatszám:

$$n_m = 0,15 \cdot 1600 \text{ 1/min} + 0,4 \cdot 2100 \text{ 1/min} + 0,25 \cdot 1800 \text{ 1/min} + 0,2 \cdot 3000 \text{ 1/min} =$$

$$= \underline{2130 \text{ 1/min}} \quad 5p \quad N_0 = \epsilon N = \underline{1}$$

átlagos átlogos terhelés

$$F_m = \sqrt[10/3]{1500^{10/3} \cdot 1600^{10/3} \cdot 0,15 + 2000^{10/3} \cdot 2100^{10/3} \cdot 0,4 + 2300^{10/3} \cdot 1800^{10/3} \cdot 0,25 + 1000^{10/3} \cdot 3000^{10/3} \cdot 0,2}$$

$$= \underline{1983 \text{ N}} \quad 5p \quad 2130 \cdot 1 \quad 1983,2665 \text{ N}$$

=  
csopály egységértékű terhelése

$$P = F_m \cdot f_u = 1983 \text{ N} \cdot 1,2 \approx \underline{\underline{2379,6 \text{ N}}} \quad 1p$$

élettartom:

$$L = \left( \frac{C}{P} \right)^p = \left( \frac{380000 \text{ N}}{2379,6 \text{ N}} \right)^{10/3} = 10160,6429 \text{ m. b. f.}$$

$$L_h = \frac{10^6 \cdot 10160,6429}{60 \cdot 2130 \text{ 1/min}} = \underline{\underline{79504,25}} \text{ óra} \quad 4p$$

p/2

20 pont

2,

 $F_r / \gamma$  - viszonyszám:

$$\frac{F_{r1}}{\gamma_1} = \frac{6500 \text{ N}}{1,75} = \underline{3710 \text{ N}} \quad , \quad \frac{F_{r11}}{\gamma_{11}} = \frac{10000 \text{ N}}{1,75} = \underline{5710 \text{ N}}$$

$$\frac{F_{r1}}{\gamma_1} < \frac{F_{r11}}{\gamma_{11}}$$

$$K_a > 0,5 \left( \frac{F_{r11}}{\gamma_{11}} - \frac{F_{r1}}{\gamma_1} \right) = \underline{1000 \text{ N}}$$

1. b alapján.

$$F_{a1} = \frac{0,5 F_{r1}}{\gamma_1} = \frac{0,5 \cdot 6500 \text{ N}}{1,75} = 1860 \text{ N} \quad 1857 \text{ N}$$

$$F_{o11} = F_{o1} + K_a = 1860 \text{ N} + 2000 \text{ N} = 3860 \text{ N} \quad 3857 \text{ N}$$

 $F_o / F_r$  viszony:

$$\frac{F_{o1}}{F_{r1}} = \frac{1860 \text{ N}}{6500 \text{ N}} = 0,286 < e_1 = 0,34$$

$$\frac{F_{o2}}{F_{r2}} = \frac{3860 \text{ N}}{10000 \text{ N}} = 0,386 > e_{11} = 0,34$$

$$X_i = 1 \quad Y_i = 0$$

$$X_{ii} = 0,4 \quad Y_{ii} = 1,75$$

2p

$$P_i = f_{\ddot{u}} \cdot F_{R_i} = 1,2 \cdot 6500 \text{ N} = \underline{7800 \text{ N}}$$

$$P_{ii} = f_{\ddot{u}} (V \cdot X \cdot F_{R_x} + Y \cdot F_{R_y})$$

2p

$$\begin{array}{l} V = 1 \\ V = 1,2 \end{array}$$

$$= 1,2 (1 \cdot 0,4 \cdot 10000 \text{ N} + 1,75 \cdot 3860 \text{ N}) = \underline{12900 \text{ N}}$$

$$\underline{1,2 (1,2 \cdot 0,4 \cdot 10000 \text{ N} + 1,75 \cdot 3860 \text{ N})} = \underline{13866 \text{ N}}$$

$$L_i = \left( \frac{143200}{7800} \right)^{10/3} = \underline{16324 \text{ m} \cdot \text{lf}}$$

3

$$L_{ii} = \left( \frac{166800}{12900} \right)^{10/3} = \underline{5074 \text{ m} \cdot \text{lf}}$$

3

$$V \cdot \left( \frac{166800}{13866} \right)^{10/3} = \underline{3988}$$

$$L_{h_1} = \frac{10^6 \cdot 16324}{60 \cdot 3000} = \underline{90.688 \text{ üzemör}} \quad \text{3}$$

3

$$L_{h_2} = \frac{10^6 \cdot 5074}{60 \cdot 3000} = \underline{28.188 \text{ üzemör}} \quad \text{3}$$

3

$$V_0 \cdot 22155 \text{ üzemör}$$

p13

10pont

Radiális hézag: Az egyik gyűrűre a másikhoz viszonyított elmozdulási lehetősége radiális irányban. Az 2p  
 de mindenképp meg kell említeni az alakváltozás szerepét is.

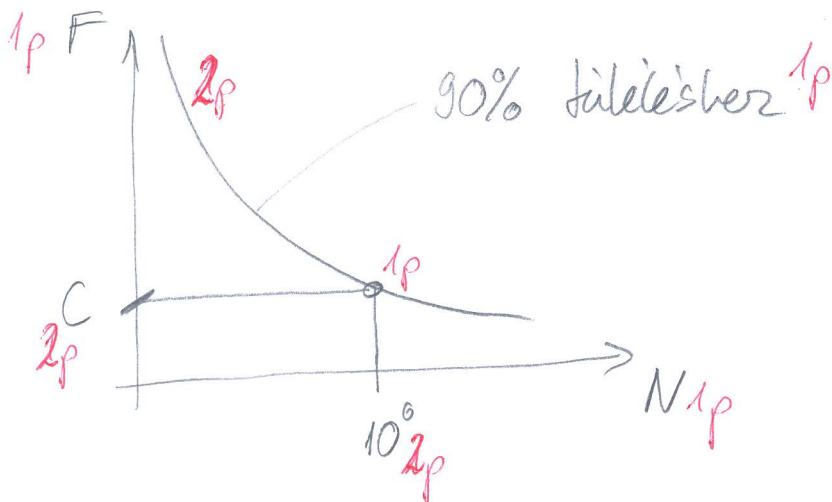
axiális hézag: a.a. csak az irányban 2p

- gyártási hézag > szerelési hézag > üzemi hézag  
 1p 1p 1p 1p 1p

Szöghézag: a csapágygyűrűk kontakt síkjai közötti szög 1p  
 + hézagmérővel

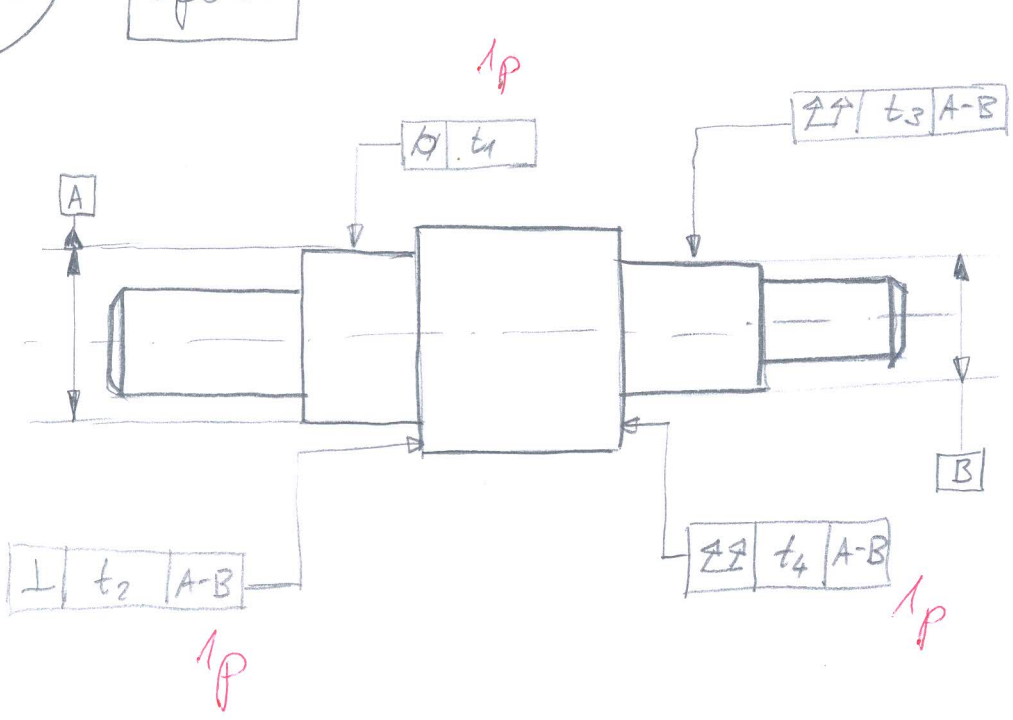
p14

10pont



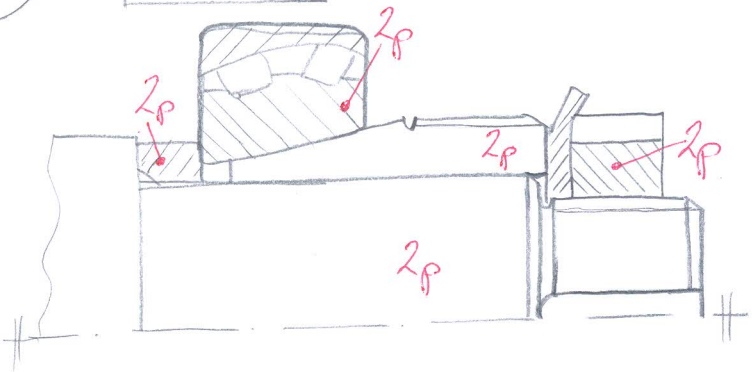


p15 5pont



telegely: 1p  
+ bázisok

p16 10pont



p17 5pont

A belső és belső gyűrűt egyszere útre, besajtolva.

p18 5pont

Zsugarkötés, sajtolás, Drive-up

p19 5pont

Szögbeállási képességgel bíró csapágyakat beálló gölyös, beálló ~~lendő~~ lengőgörgős,

pl 10

5 pont

Ferdulataásvonalú csapágyakat, melyek a házilag megszüntethető vagy ha kell előfeszítés állítható be. Küpgörgős, egyszerűs ferdelataásvonalú.

10 pont

pl 11

Előfeszítés: "negatív" házilag. A gördező elemeket a futópályához szorítjuk <sup>3p</sup> adott erővel (előfeszítő erő). Ezzel biztosítjuk hogy a tengelyt erő <sup>4p</sup> külső axiális erő hatására sem jelenik meg házilag a csapágyban.