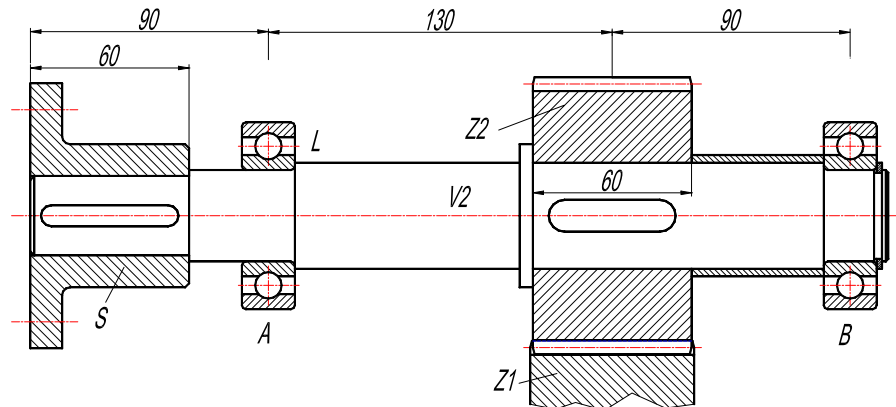


Zadatak:

Dimenzionirati vratilo V_2 i ležajeve u osloncima A i B za zadane podatke prema crtežu, ako vratilo V_2 prenosi snagu preko spojke S na radni stroj na kojem je potrebno $P_{RS} = 9,0$ kW pri $n_2 = 600$ o/min. Na vratilu V_2 je cilindrični zupčanik Z_2 s ravnim zubima uparen sa zupčanikom Z_1 ($i=1,5$; $m=3$) koji je pogonjen elektromotorom. Ukupni gubici ležaja i ozubljenja su $\eta_{uk} = 0,96$, a zadani broj radnih sati ležaja je $L_h=10000$ h. Pri dimenzioniranju zanemariti utjecaj zamašnih masa (dinamički momenti inercije), utjecaje zarezno djelovanja i klinova.

**Zadano:**

- $i = 1,5$ - prijenosni omjer
- $z_2 = 36$ - broj zubi gonjenog zupčanika
- $m = 3$ - modul zupčanika
- $P_{RS} = 9,00$ kW - snaga radnog stroja
- $n_{RS} = n_2 = 600$ o/min - broj okretaja radnog stroja
- $\eta_{uk} = 0,96$ - ukupni gubici
- $R_M = 550$ MPa - čvrstoća materijala vratila
- $\sigma_{sdop} = 40$ MPa - dopušteno naprezanje savijanja za dinamičko izmjenično opterećenje
- $\tau_{tdop} = 50$ MPa - dopušteno torziono naprezanje pri istosmjernom dinamičkom opterećenju
- $L_h = 10\ 000$ h - broj radnih sati ležaja
- $C = 12$ kN - dinamička nosivost za ležaj 6007 i promjer $d = 35$ mm
- $C = 19,6$ kN - dinamička nosivost za ležaj 6207 i promjer $d = 35$ mm

Odrediti:

- a) geometrijske veličine zupčanika Z_1 i Z_2 ,
- b) snagu koju prenosi gonjeno vratilo V_2 ,
- c) moment torzije koji prenosi gonjeno vratilo V_2 ,
- d) obodnu silu na gonjenom zupčaniku Z_2 ,
- e) normalnu silu F_N na zupčaniku Z_2 ,
- f) reakcije u osloncima F_A i F_B vratila V_2 ,
- g) maksimalni moment savijanja vratila V_2 za zupčanik Z_2 ,
- h) imaginarni moment savijanja vratila V_2 za zupčanik Z_2 ,
- i) promjer vratila V_2 za spojku
- j) promjer vratila V_2 za zupčanik Z_2 ,
- k) ležajeve u osloncima A i B od dva ponuđena ležaja 6007 i 6207, ako su jednaki u oba oslonca.

a) Geometrijske veličine zupčanika Z_1 i Z_2

$$z_1 = \frac{z_2}{i} = \frac{36}{1,5} = 24$$

$$d_1 = m \cdot z_1 = 3 \cdot 24 = 72 \text{ mm}$$

$$d_{a_1} = d_1 + 2 \cdot m = 72 + 2 \cdot 3 = 78 \text{ mm}$$

$$d_{f_1} = d_1 - 2,4 \cdot m = 72 - 2,4 \cdot 3 = 64,8 \text{ mm}$$

ili d_{fi} prema ISO normama

$$d_{f_1} = d_1 - 2,5 \cdot m = 72 - 2,5 \cdot 3 = 64,5 \text{ mm}$$

$$d_2 = m \cdot z_2 = 3 \cdot 36 = 108 \text{ mm}$$

$$d_{a_2} = d_2 + 2 \cdot m = 108 + 2 \cdot 3 = 114 \text{ mm}$$

$$d_{f_2} = d_2 - 2,4 \cdot m = 108 - 2,4 \cdot 3 = 100,8 \text{ mm}$$

ili d_{fi} prema ISO normama

$$d_{f_2} = d_2 - 2,5 \cdot m = 108 - 2,5 \cdot 3 = 100,5 \text{ mm}$$

b) Snaga koju prenosi gonjeno vratilo V_2

$$P_2 = \frac{P_{RS}}{\eta_{uk}} = \frac{9000}{0,96} = 9375 \text{ W}$$

c) Moment torzije koji prenosi gonjeno vratilo V_2

$$M_{t_2} = \frac{P_2}{\omega} = \frac{30 \cdot P_2}{\pi \cdot n_2} = \frac{30 \cdot 9375}{3,14 \cdot 600} = 149,28 \text{ Nm}$$

d) Obodna sila na gonjenom zupčaniku Z_2

$$F_{o_2} = \frac{2 \cdot M_{t_2}}{d_2} = \frac{2 \cdot M_{t_2}}{m \cdot z_2} = \frac{2 \cdot 149,28 \cdot 10^3}{3 \cdot 36} = 2764,44 \text{ N}$$

e) Normalna sila F_N na zupčaniku Z_2

$$F_{N_2} = \frac{F_{o_2}}{\cos \alpha_o} = \frac{2764,44}{\cos 20^\circ} = 2941,85 \text{ N}$$

1

2

2

2

2

2

2

3

3

3

3

Zaporka:

--	--	--	--	--	--	--	--

Broj bodova:

25

f) Reakcije F_A i F_B u osloncima vratila A i B

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad F_A + F_B - F_N = 0$$

$$\Sigma M_A = 0 \quad F_A \cdot 0 - F_N \cdot 0,13 + F_B \cdot 0,22 = 0$$

2

$$F_B = \frac{F_{N_2} \cdot l_A}{l_{AB}} = \frac{2941,85 \cdot 0,13}{0,22} = 1783,36 \text{ _} N$$

3

$$F_A = F_{N_2} - F_B = 2941,85 - 1783,36 = 1203,48 \text{ _} N$$

3

g) Maksimalni moment savijanja vratila V_2 za zupčanik Z_2

$$M_{S_{MAX}} = F_B \cdot l_B = 1738,36 \cdot 0,09 = 156,45 \text{ _} Nm$$

3

h) Imaginarni moment savijanja vratila V_2 za zupčanik Z_2

$$M_{si} = 0,975 \cdot M_s + 0,25 \cdot M_t$$

$$M_{si} = 0,975 \cdot 156,45 + 0,25 \cdot 149,28 = 189,86 \text{ _} Nm$$

3

i) Promjer vratila V_2 za spojku S

$$d_s = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{t2}}{\pi \cdot \tau_{t_{dop}}}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 149280}{3,14 \cdot 50}} = 24,69 \text{ _} mm$$

3

Odabrani normirani promjer: $d_s=25 \text{ mm}$

1

j) Promjer vratila V_2 za zupčanik Z_2

$$d_z = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{si}}{\pi \cdot \sigma_{s_{dop}}}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 189860}{3,14 \cdot 40}} = 36,3 \text{ _} mm$$

3

Odabrani normirani promjer: $d_z=40 \text{ mm}$

1

Zaporka:

--	--	--	--	--	--	--	--

Broj bodova:

22

k) Izbor ležajeva u osloncima A i B:

Nazivni vijek trajanja ležaja L ($\times 10^6$ okretaja) za ležaj 6207

$$L = \left(\frac{C \cdot f_1}{F} \right)^\alpha \cdot 10^6 = \left(\frac{19,6 \cdot 1}{1,78335} \right)^3 \cdot 10^6 = 1328 \cdot 10^6 \text{ _okretaja}$$

3

gdje je:

$C=19,6$ kN

$f_1=1$ – temperaturni koeficijent za $t < 120$ C⁰

$\alpha=3$ – eksponent za kuglične ležaje

$F = x F_r + y F_a$ – ekvivalentno opterećenje ležaja ($x=1, y=0, F_r=F_N$)

1

Vijek trajanja ležaja izražen u satima L_h

$$L_h = \frac{L}{60 \cdot n} = \frac{1328 \cdot 10^6}{60 \cdot 600} = 36888,8 \text{ _sati}$$

3

Nazivni vijek trajanja ležaja L ($\times 10^6$ okretaja) za ležaj 6007

$$L = \left(\frac{C \cdot f_1}{F} \right)^\alpha \cdot 10^6 = \left(\frac{12 \cdot 1}{1,78335} \right)^3 \cdot 10^6 = 304,7 \cdot 10^6 \text{ _okretaja}$$

2

gdje je:

$C=12$ kN

$f_1=1$ – temperaturni koeficijent za $t < 120$ C⁰

$\alpha=3$ – eksponent za kuglične ležaje

$F = x F_r + y F_a$ – ekvivalentno opterećenje ležaja ($x=1, y=0, F_r=F_N$)

1

Vijek trajanja ležaja izražen u satima L_h

$$L_h = \frac{L}{60 \cdot n} = \frac{304,7 \cdot 10^6}{60 \cdot 600} = 8463,14 \text{ _sati}$$

2

Odabrani ležaj: 6207

1

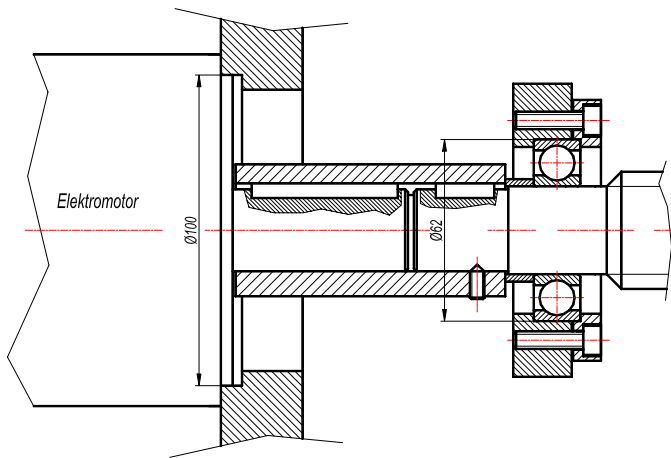
Zaporka:

Broj bodova:

13

1. Zadatak

Za prikazani sklop zaokružiti odgovarajuće tolerancije dosjeda za funkcionalne kote dosjeda.



-kota Ø62 (dosjed ležaja)
(zaokružiti točan odgovor)

- a) H7
- b) G7
- c) J6

-kota Ø100 (centriranje elektromotora)
(zaokružiti točan odgovor)

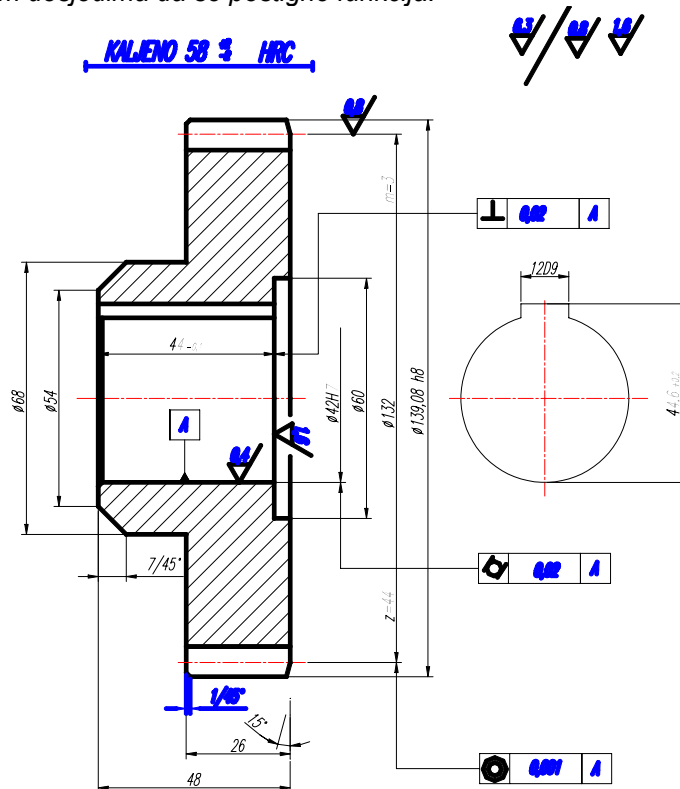
- a) H7
- b) G7
- c) J6

1

1

2. Zadatak

Za zupčanik prikazan crtežom označiti simbole tolerancije oblika i položaja koji nedostaju, prema kotama i zahtjevanim dosjedima da se postigne funkcija.

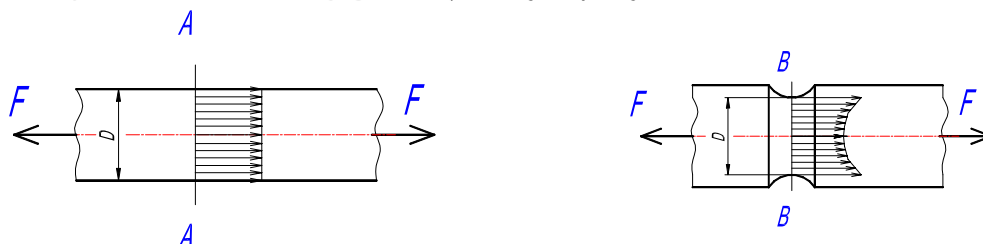


1

1

3. Zadatak

Za vratila prema skici nacrtati dijagram naprezanja u presjecima A-A i B-B.



1

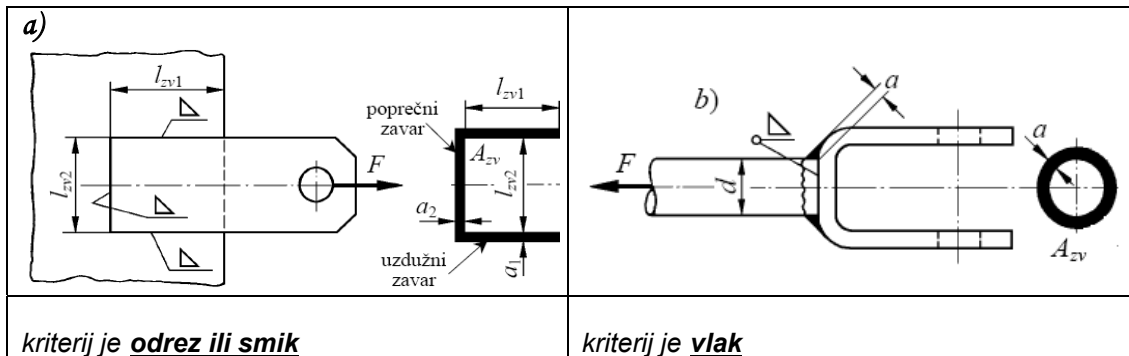
1

Zaporka:

--	--	--	--	--	--	--

4. Zadatak

Za zavareni strojni dio opterećen na dva različita načina, prema crtežima a) i b) treba odrediti pripadni kriterij dimenzioniranja (vrstu opterećenja):



1

1

5. Zadatak

U koja dva slučaja nastaje oslabljenje steznog spoja:

maksimalni preklop ili plastična deformacija

minimalni preklop ili nedovoljno trenje

1

1

6. Zadatak

Navoj na vijku je definiran sljedećim veličinama (upisati veličine koje nedostaju):

1. **profilom navoja**
2. promjerom navojnog dijela vijka
3. **korakom navoja**
4. duljinom navoja

1

1

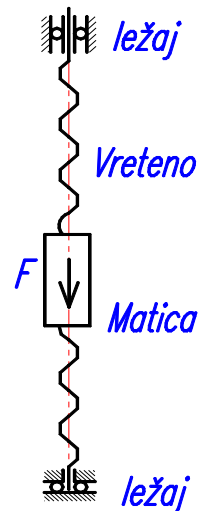
7. Zadatak

Navojni pogon (položaj prema skici) je potrebno dimenzionirati prema kriterijima (opterećenjima):

Navojno vreteno:

- a) tlak
- b) torzija
- c) **izvijanje**

Matica: **specifični pritisak**



1

1

Zaporka:

Broj bodova:

8

8. Zadatak

Za prikazani strojni element pod a) upisati naziv, a pod b) naprezanje u toku rada.

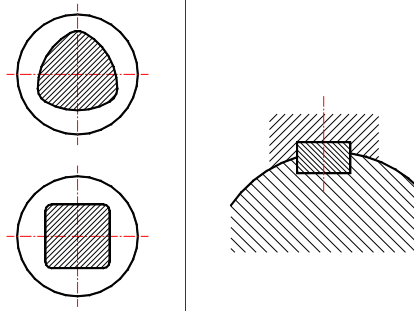
	<p>a)</p>	<p>b)</p>
naziv	<u>lisnata opruga</u>	zavojna opruga
funkcija	prigušenje udara	pohrana rada
vrsta naprezanja (opterećenja)	savijanje	<u>savijanje</u>

1

1

9. Zadatak

Upisati nazive za spojeve vratila s glavinom za crtež a) i b).



a) _____ b) _____

1

1

10. Zadatak

Za zatik **Z** i vratilo **V** u sklopu upisati dimenzioniranje koje nedostaje prema opterećenju:

	<p>Zatik Z</p> <ul style="list-style-type: none"> - odrez - <u>površinski pritisak</u> <p>Vratilo V</p> <ul style="list-style-type: none"> - torzija - <u>savijanje</u>
--	---

1

1

11. Zadatak

Za dimenzioniranje poprečnog cilindričnog rukavca kliznog ležaja promjera d i duljine l osim provjere specifičnog pritiska, pri čemu je površina $A = d \times l$ kriterij je i naprezanje pri savijanju.

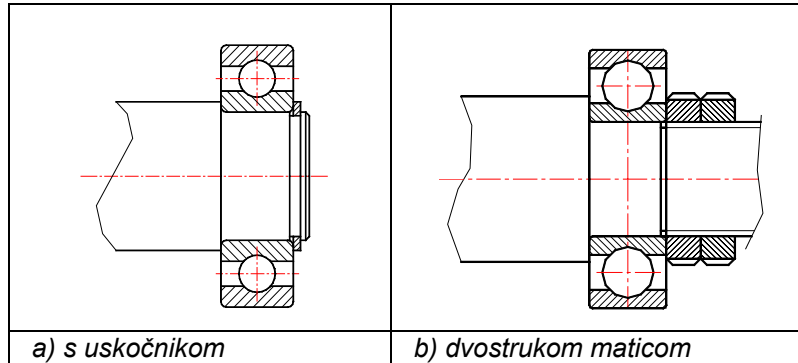
1

1

Zaporka:

12. Zadatak

Oblikovati načine učvršćenja (osiguranja) unutarnjeg prstena valjnog ležaja prema skici!



a) s uskočnikom

b) dvostrukom maticom

1

1

13. Zadatak

Za čvrsto uležištenje treba učvrstiti vanjski i unutarnji prsten ležaja,

a kod slobodnog uležištenja vanjski ili unutarnji prsten ležaja.

1

1

14. Zadatak

Spojke prema mogućem pomaku mogu biti uzdužne, poprečne i kutne. Koliki je

prijenosni omjer kod spojki, ako se zanemare gubitci? $i = 1$.

1

1

15. Zadatak

Za navedene prijenose okretnog momenta i gibanja prema načinu prijenosa treba zaokružiti ispravne odgovore:

1. Posredni prijenosi su:

a) remeni prijenos plosnatim remenom

b) remeni prijenos zupčastim remenom

c) zupčani prijenos

d) lančani prijenos

e) tarni prijenos

2. Prijenosi oblikom su:

a) remeni prijenos plosnatim remenom

b) remeni prijenos zupčastim remenom

c) zupčani prijenos

d) lančani prijenos

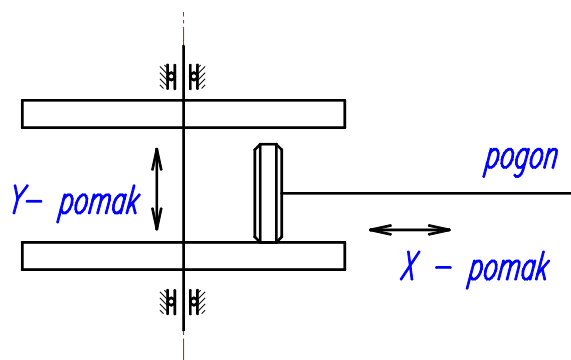
e) tarni prijenos

1

1

16. Zadatak

Skica prikazuje tarni prijenos. Na pripadna mjesta upisati što se dobiva pomakom X pogonske tarenice po donjoj ili gornjoj tarenici, a što pomakom Y na gornju ili donju tarenicu.



a) pomak X: promjena broja okretaja

b) pomak Y: promjena smjera vrtnje

1

1

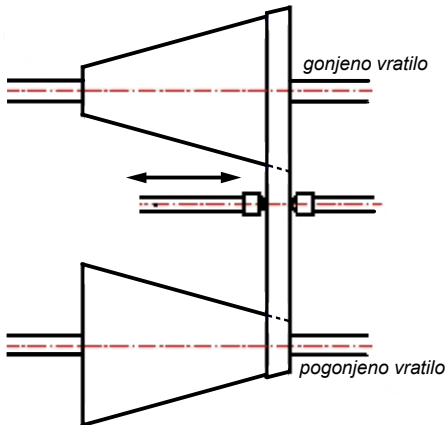
Zaporka:

Broj bodova:

10

17. Zadatak

Za remenski prijenos prikazan skicom treba:



a) ucrtati remen u položaju najmanjeg broja okretaja gonjenog vratila,

b) prijenos kod kojeg je broj okretaja gonjenog vratila manji od pogonjenog naziva se

reduktor.

1

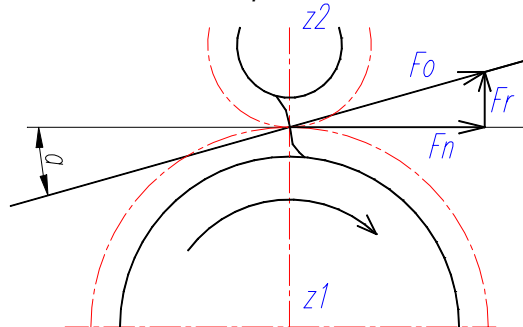
1

18. Zadatak

Za cilindrični par zupčanika prema crtežu:

a) odrediti smjer dodirnice i ucrtati istu na slici ako su zubi evolventnog profila i pogonjeni zupčanik z_1 ,

b) ucrtati sile na zubu za cilindrične zupčanike s ravnim zubima



1

1

19. Zadatak

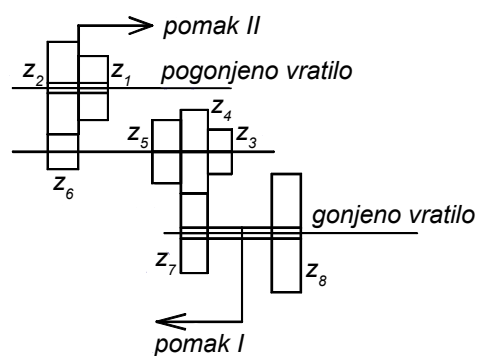
Za prikazani zupčani prijenos odrediti:

a) broj stupnjeva prijenosa odnosno različitih brojeva okretaja na gonjenom vratilu:

četiri (4)

b) koji zupčanici u nizu omogućavaju najmanju brzinu gonjenog vratila:

$z_1 - z_5 - z_3 - z_8$

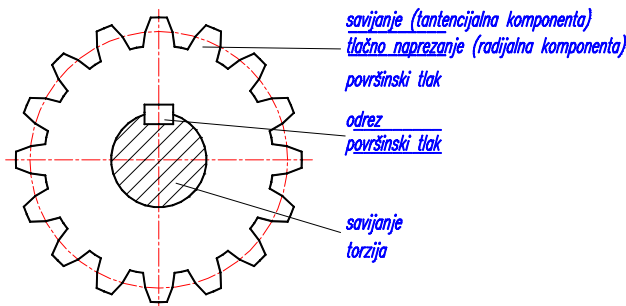


1

1

20. Zadatak

U sklopu zupčanik – klin - vratilo upisati kriterije dimenzioniranja koji nedostaju za pojedine elemente.



1

1

Zaporka:

Broj bodova:
8

