

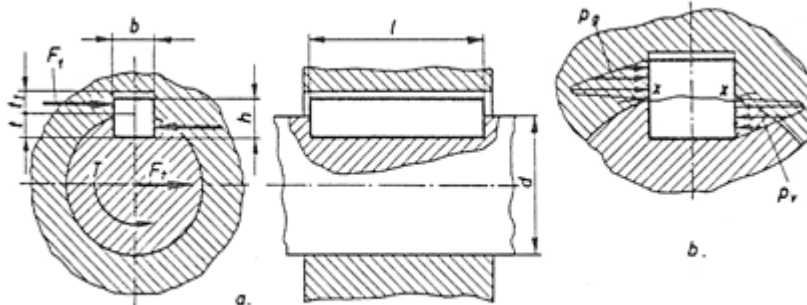
## IZBOR I PROVERA KLINOVA

vežba

# B6

Klin je opterećen na površinski pritisak i smicanje.

Proveru klina vršimo prema površinskom pritisku, dok je napon smicanja manje kritičan!



Slika 7.128. Spojevi pomoću klinova bez nagiba

### Za vezu sa spojnicom S1

H1 Prečnik vratila na mestu spojnice 1

$d_{S1} = 40 \text{ mm}$

H2 Mere klina

Tab. 7.73 str. 184 IMP 2

Tablica 7.73. Mere standardnih klinova (u mm)

Visoki klinovi bez nagiba, JUS M.C2.060 Klinovi sa nagibom, JUS M.C2.020							Niski klinovi bez nagiba, JUS M.C2.061			Klinovi za alatne mašine	
d	b	h	t	r	t <sub>1</sub>	r	h	t	t <sub>1</sub>	t	t <sub>1</sub>
6-8	2	2	1,1	1	0,6	0,2					
8-10	3	3	1,7	1,4	1	0,2					
10-12	4	4	2,4	1,7	1,3	0,2				3	1,1
12-17	5	5	2,9	2,2	1,8	0,2	3	1,9	1,2	3,8	1,3
17-22	6	6	3,9	2,6	2,1	0,4	4	2,5	1,6	4,4	1,7
22-30	8	7	4,1	3	2,4	0,4	5	3,1	2	5,4	1,7
30-38	10	8	4,7	3,4	2,8	0,4	6	3,7	2,4	6	2,1
38-44	12	8	4,9	3,2	2,6	0,5	6	3,9	2,2	6	2,1
44-50	14	9	5,5	3,6	2,9	0,5	6	4	2,1	6,5	2,6
50-58	16	10	6,2	3,9	3,2	0,5	7	4,7	2,4	7,5	2,6
58-65	18	11	6,8	4,3	3,5	0,5	7	4,8	2,3	8	3,1
65-75	20	12	7,4	4,7	3,9	0,6	8	5,4	2,7	8	4,1

H3 Širina klina

$b = 12 \text{ mm}$

H4 Visina klina

$h = 8 \text{ mm}$

H5 Dubina žleba za klin u vratilu

$t = 4.9 \text{ mm}$

H6 Dubina žleba u glavčini

$t_1 = h - t$

$t_1 = 3.1 \text{ mm}$

H7 Dužina klina

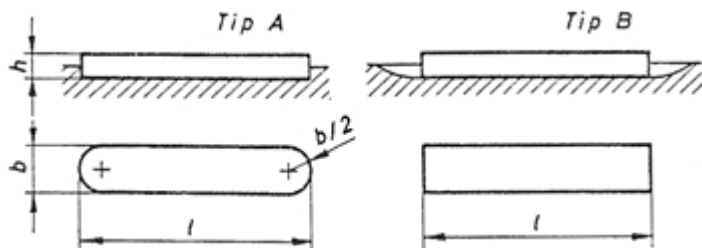
$l = 1.5d_{S1} = 60 \text{ mm}$

usvajam

$l = 56 \text{ mm}$

Dužine klina l: 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 315, 400.

H8 Korisna dužina klina



Opređeljujem se za tip A klina

$$l_k = l - b$$

$$l_k = 44 \text{ mm}$$

H9 Obimna sila na klinu

$$F_{tk1} = \frac{2T_1}{d_{S1}} K_A$$

$$F_{tk1} = 13.536 \times 10^3 \text{ N}$$

H10 Broj klinova  $n = 1 \div 3$

usvajam

$$n = 2$$

H11 Površinski pritisak između klina i glavčine

$$p = \frac{F_{tk1}}{n l_k t_1}$$

$$p = 49.6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

H12 Dozvoljeni površinski pritisak

$$p_d = 75 \div 100 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{za glavčinu spojnice od čelika}$$

$$p_d = 45 \div 65 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{za glavčinu spojnice od SL}$$

$$p_d = 75 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

**obzirom da je  $p < p_d$  neće doći do oštećenja površine klina**

H13 Usvajam dva klina

**12 x 8 x 56 - Č0645 - SRPS M.C2.060**

**Za vezu sa pogonskim zupčanicom**

I1 Prečnik vratila na mestu zupčanika 1

$$d_{v1} = 55 \text{ mm}$$

I2 Mere klina

Tab. 7.73 str. 184 IMP 2

I3 Širina klina

$$b = 18 \text{ mm}$$

I4 Visina klina

$$h = 11 \text{ mm}$$

I5 Dubina žleba za klin u vratilu

$$t = 6.8 \text{ mm}$$

I6 Dubina žleba u glavčini

$$t_1 = h - t$$

$$t_1 = 4.2 \text{ mm}$$

I7 Dužina klina  $l_{\text{M}} = 1.5d_{v1}$   $l = 82.5 \text{ mm}$

$$l_{\text{M}} = b_1 \quad l = 140 \text{ mm}$$

usvajam

$$l_{\text{M}} = 140 \text{ mm}$$

I8 Korisna dužina klina

$$l_{\text{kv}} = l - b$$

$$l_k = 122 \text{ mm}$$

I9 Obimna sila na klinu

$$F_{tk1} = \frac{2T_1}{d_{v1}} K_A$$

$$F_{tk1} = 9.845 \times 10^3 \text{ N}$$

I10 Broj klinova  $n = 1 \div 3$

usvajam

$$n = 1$$

I11 Površinski pritisak između klina i glavčine

$$p = \frac{F_{tk1}}{n l_k t_1}$$

$$p = 19.2 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

I12 Dozvoljeni površinski pritisak

$$p_d = 75 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$p_d = 75 \div 100 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{za glavčinu zupčanika od čelika}$$

$$p_d = 45 \div 65 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{za glavčinu zupčanika od SL}$$

**obzirom da je  $p < p_d$  neće doći do oštećenja površine klina**

I13 Usvajam klin

**18 x 11 x 140 - Č0645 - SRPS M.C2.060**

## IZBOR I PROVERA LEŽAJA

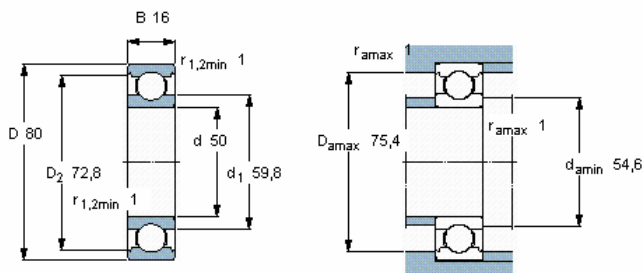
Izbor ležaja ćemo vršiti pomoću *Calculations* na [www.skf.com](http://www.skf.com)

Izbor ležaja ćemo vršiti u osloncu A, obzirom da je on nepokretan i zbog toga trpi aksijalnu silu, dok ćemo ležaj u osloncu B usvojiti isti kao u osloncu A.

**U osloncu A** pretpostavljen ležaj

**6010**

Deep groove ball bearings, single row							Tolerances, see also text		Radial internal clearance, see also text	
Product information							Recommended fits		Shaft and housing tolerances	
Principal dimensions			Basic load ratings		Fatigue load limit	Speed ratings		Mass	Designation	
d	D	B	dynamic	static	$P_u$	Reference speed	Limiting speed			
mm			kN	$C_0$	kN	r/min		kg	-	
50	80	16	22,9	16	0,71	18000	11000	0,26	<b>6010</b>	



Calculation factors

$$k_r = 0,025$$

$$f_0 = 15$$

J1 Prečnik rukavca ležaja	$d_A = 50 \text{ mm}$
J2 Spoljni prečnik ležaja	$D = 80 \text{ mm}$
J3 širina ležaja	$B = 16 \text{ mm}$
J4 Radijus zaobljenja ležaja, minimalni	$r = 1 \text{ mm}$
J5 Dinamička nosivost ležaja	$C = 22.9 \times 10^3 \text{ N}$
J6 Staticka nosivost ležaja	$C_0 = 16 \times 10^3 \text{ N}$
J7 Radijalna sila u osloncu	$F_{rA} = \sqrt{Y_{AV}^2 + Y_{AH}^2}$ $F_{rA} = 1.287 \text{ kN}$
J8 Aksijalna sila u osloncu	$F_{aA} =  X_{AV} + X_{AH} $ $F_{aA} = 0.537 \text{ kN}$

Bearing	6010	e	0.238
C [kN]	22.9	X	0.56
C <sub>0</sub> [kN]	16	Y	1.86
f <sub>0</sub>	15	P [kN]	1.72
F <sub>r</sub> [kN]	1.287	L <sub>10</sub> [Mrev]	2360
F <sub>a</sub> [kN]	0.537		
<a href="#">Calculate</a>			

Online catalogues  
CAD drawings  
SKF Housing Select  
SKF LubeSelect  
Calculations  
SKF @ptitude Exchange  
Supplier Centre  
skf.com/mount

J9 Koeficijent	$e = 0.238$
J10 Faktor radijalne sile	$X = 0.56$
J11 Faktor aksijalne sile	$Y = 1.86$
J12 Ekvivalentno dinamičko opterećenje	$F_A = X F_{rA} + Y F_{aA}$ $F_A = 1.72 \text{ kN}$
J13 Temperaturni faktor smanjenja nosivosti za radne temperature ispod 100°C	$f_t = 1$
J14 Eksponent	$\alpha = 3$ za kuglicne ležaje $\alpha = 10/3$ za valjcane ležaje $\alpha = 3$
J15 Vek ležaja u obrtima	$L_{10} = \left(\frac{C f_t}{F_A}\right)^\alpha 10^6$ $L_{10} = 2.4 \times 10^3 10^6$
J16 Vek ležaja u časovima	$L_{10h} = \frac{L_{10}}{n_N}$ $L_{10h} = 40.6 \times 10^3 \text{ hr}$
J17 Traženi radni vek ležaja	zadato $L_h = 30 \times 10^3 \text{ hr}$

**obzirom da je  $L_{10h} > L_h$  ležaj optimalno zadovoljava potrebe za radnim vekom**

J18 Izabran je ležaj **6010 ( 50 x 80 x 16 )**

## PROVERA POGONSKOG VRATILA NA DINAMICKU IZDRŽLJIVOST

### Kritični presek S1

opterećen samo na uvijanje

K1 Prečnik vratila u kritičnom preseku

$$d_{S1} = 40 \text{ mm}$$

K2 Efektivni faktor koncentracije napona zbog žleba za klin

Tab. 7.98 str. 234 IMP 2

Tablica 7.98. Efektivni faktor koncentracije napona  $\beta_k$  na mestima žlebova za klinove, za žlebna vratila i kod navojnih delova

$\frac{R_m}{N}$ mm <sup>2</sup>	Žlebovi za klinove		Žlebna vratila				Troughlasti ISO navoj	
	pri savijanju za klinove		pri savijanju	pri uvijanju		pri savijanju	pri uvijanju	
	tip A	tip B		sa pravim bokovima	sa evolventnim bokovima			
400	1,30	1,51	1,20	1,35	2,10	1,40	1,45	1,20
500	1,38	1,64	1,37	1,45	2,25	1,43	1,78	1,37
600	1,46	1,76	1,54	1,55	2,36	1,46	1,96	1,54
700	1,54	1,89	1,71	1,60	2,45	1,49	2,20	1,71
800	1,62	2,08	1,88	1,65	2,55	1,52	2,32	1,88
900	1,77	2,26	2,22	1,72	2,70	1,58	2,61	2,22
1000	1,92	2,50	2,39	1,75	2,80	1,60	2,90	2,39

$$\beta_k = 1.54$$

Na osnovu: tip klina A

uvijanje

$$R_m = 600 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

K3 Faktor veličine preseka pri uvijanju

Tab. 7.1 str. 135 K

$$\xi_{1u} = 0.78$$

za  $d_{S1} = 40 \text{ mm}$

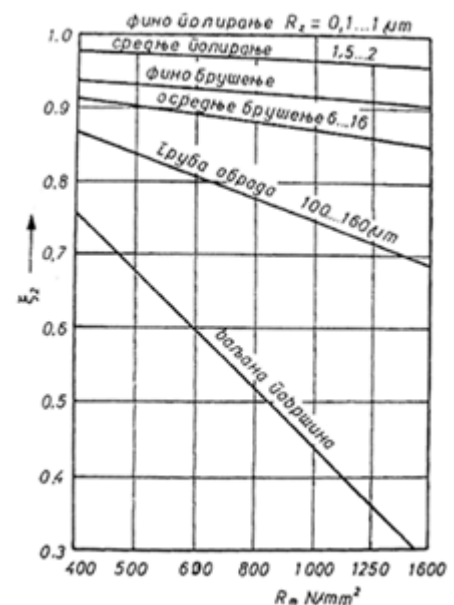
Najmanji prečnik na mestu koncentracije napona	Savijanje		Uvijanje
	Ugljenični čelik	Legirani čelik	ugljenični i legirani čelik
10	1	1	1
20	0.91	0.83	0.89
30	0.88	0.77	0.81
40	0.84	0.73	0.78
50	0.81	0.7	0.76
60	0.78	0.68	0.74
70	0.75	0.66	0.73
80	0.73	0.64	0.72
100	0.7	0.62	0.7
120	0.68	0.6	0.68
150	0.6	0.54	0.6

K4 Faktor stanja površine obrade

Sl. 7.8 str. 136 K

$$\text{za } R_m = 600 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

fino brušenje



$$\xi_2 = 0.93$$

K5 Broj klinova na mestu glavčine spojnice

$$n = 2$$

K6 Aksijalni otporni moment preseka

$$W_x = \frac{(d_{S1} - nt)^3 \pi}{32}$$

$$W_x = 1806.391 \text{ mm}^3$$

K7 Polarni otporni moment preseka

$$W_o = 2W_x$$

$$W_o = 3612.781 \text{ mm}^3$$

K8 Napon uvijanja

$$\tau_{uS1} = \frac{T}{W_o}$$

$$\tau_{uS1} = 59.949 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

K9 Stepen sigurnosti na uvijanje

$$S_{\tau, S1} = \frac{\tau_{D(0)u} \xi_{1u} \xi_2}{\beta_k \tau_{uS1}}$$

$$S_{\tau, S1} = 1.6$$

K10 Dozvoljeni stepen sigurnosti

$$S_d = 1.5$$

**obzirom da je  $S_{\tau, S1} > S_d$  veličina poprečnog preseka S1 zadovoljava**

### Kritični presek 1

opterećen na savijanje i uvijanje

L1 prečnik vratila u kritičnom preseku

$$d_{v1} = 55 \text{ mm}$$

L2 Efektivni faktor koncentracije napona zbog žleba za klin

Tab. 7.98 str. 234 IMP 2

Na osnovu: tip klina A

$$R_m = 600 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Savijanje

$$\beta_{k\sigma} = 1.46$$

Uvijanje

$$\beta_{k\tau} = 1.54$$

L3 Faktor veličine preseka

za  $d_{v1} = 55 \text{ mm}$  i ugljenični čelik

Pri savijanju

$$\xi_{1\sigma} = 0.795$$

Pri uvijanju

$$\xi_{1\tau} = 0.75$$

L4 Faktor stanja površine obrade

za  $R_m = 600 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$  i fino brušenje

Sl. 7.8 str. 136 K

$$\xi_2 = 0.93$$

L5 Broj klinova na mestu glavčine zupčanika

$$n = 1$$

L6 Aksijalni otporni moment preseka

$$W_x = \frac{(d_{v1} - nt)^3 \pi}{32}$$

$$W_x = 10993.627 \text{ mm}^3$$

L7 Polarni otporni moment preseka

$$W_o = 2W_x$$

$$W_o = 21987.255 \text{ mm}^3$$

L8 Napon savijanja

$$\sigma_1 = \frac{M_{1+\epsilon}}{W_x}$$

$$\sigma_1 = 13.713 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

L9 Napon uvijanja

$$\tau_1 = \frac{T_1}{W_o}$$

$$\tau_1 = 9.85 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

L10 Stepen sigurnosti na savijanje

$$S_{\sigma 1} = \frac{\sigma_{D(-1)s} \xi_{1\sigma} \xi_2}{\beta_{k\sigma} \sigma_1}$$

$$S_{\sigma 1} = 10.34$$

L11 Stepen sigurnosti na uvijanje

$$S_{\tau 1} = \frac{\tau_{D(0)u} \xi_{1\tau} \xi_2}{\beta_{k\tau} \tau_1}$$

$$S_{\tau 1} = 9.2$$

L12 Ukupni stepen sigurnosti vratila

$$S_1 = \frac{S_{\sigma 1} S_{\tau 1}}{\sqrt{S_{\sigma 1}^2 + S_{\tau 1}^2}}$$

$$S_1 = 6.9$$

L13 Dozvoljeni stepen sigurnosti

$$S_d = 1.5$$

obzirom da je  $S_1 > S_d$  veličina poprečnog preseka 1 zadovoljava

## PRETHODNI PRORAČUN GONJENOG VRATILA

### 2G1 Sile i sheme opterećenja vratila

Obrtni moment na gonjenom vratilu

$$T_2 = u T_1$$

$$T_2 = 680.686 \text{ N m}$$

### Cilindricni zupcanik

Obimna sila

$$F_{t2} = \frac{2T_2}{d_{w2}}$$

$$F_{t2} = F_{t1}$$

$$F_{t2} = 2527.516 \text{ N}$$

Radijalna sila

$$F_{r2} = F_{t2} \tan(\alpha_{wt})$$

$$F_{r2} = F_{r1}$$

$$F_{r2} = 923.523 \text{ N}$$

Aksijalna sila

$$F_{a2} = F_{t2} \tan(\beta)$$

$$F_{a2} = F_{a1}$$

$$F_{a2} = 537.24 \text{ N}$$

Rastojanje izmedju oslonaca C i D

$$l_2 = l_1$$

$$l_2 = 210 \text{ mm}$$

Oslonac C je pokretan, oslonac D je nepokretan

### 2G2 Otpori oslonaca u V ravni

Given

$$\sum X_i = 0 \quad X_{DV} - F_{a2} = 0$$

$$\sum Y_i = 0 \quad F_{CV} - F_{r2} + Y_{DV} = 0$$

$$\sum M_C = 0 \quad -F_{r2} \frac{l_2}{2} + F_{a2} \frac{d_2}{2} + Y_{DV} l_2 = 0$$

