

FAKULTET ELEKTROTEHNIKE, STROJARSTVA I  
BRODOGRADNJE U SPLITU

Damir Jelaska  
Srđan Podrug

**PRORAČUN PUŽNIH PRIJENOSA**  
(Uputstvo)

Split, veljača 2008.

## 1. DIMENZIONIRANJE PUŽNOG PRIJENOSA

Ukoliko nije poznat osni razmak, može se izračunati približno, ako se kao mjerodavno za proračun uzme zagrijavanje reduktora, odnosno odvođenje topline. U prvom približenju može se smatrati da mogućnost hlađenja raste s kvadratom razmaka osovina, ili da je razmak osovina proporcionalan drugom korijenu prenošenog učina. Prema Lindner-u je:

$$a \geq C_i C_M C_n \sqrt{P_1}$$

gdje je :  $a$  – osni razmak, u  $mm$   
 $C_i$  – faktor utjecaja prenosnog odnosa,  $C_i = 100 + 2i$   
 $C_M$  – faktor materijala, tablica I  
 $C_n$  – faktor brzine vrtnje

$$C_n = \frac{1}{\sqrt{1 + 2,8 \left( \frac{n_1}{1000} \right)^{\frac{2}{3}}}}$$

za prenose bez ventilatora na osovini puža, tj.

$$C_n = \frac{1}{\sqrt{1 + 6 \left( \frac{n_1}{1000} \right)}}$$

za prenose s ventilatorom na osovini puža. Formule vrijede za kućište s rebrima za hlađenje i to barem u području kojeg oplakuje ulje.

$P_1$  – snaga na osovini puža, u  $kW$   
 $n_1$  – brzina vrtnje osovine puža, u  $min^{-1}$ .

Na ovaj način određen osni razmak vrijedi za trajni pogon. Kod intermitirajućeg pogona  $a$  se smanjuje, ali ne za više od 20%. Preporuča se osni razmak zaokružiti na standardnu vrijednost.

Kada se ovako ili na neki drugi način (prema iskustvu ili prema uvjetima gradnje) odredi (ili izabere) osni razmak, pristupa se utvrđivanju ostalih dimenzija. Prethodno se broj zubi puža  $z_1$  i broj zubi pužnog kola  $z_2$  izaberu prema smjernicama iz tabele II.

Kod izbora  $z_2$  treba voditi računa o podrezivanju korjena zuba, koje je za  $A$ -puž najkritičnije i nastupa ako nije zadovoljen uvjet

$$z_2 \geq \frac{2h_k}{m \sin^2 \alpha} = z_{2 \min}$$

gdje je :  $h_k$  – visina glave zuba.  $h_k = m$  za  $\gamma_m \leq 15^\circ$ ;  $h_k = m_n$  za

$$\gamma_m > 15^\circ$$

$m$  – modul ( u aksijalnom presjeku puža); bira se iz reda standardnih modula

$\alpha$  – zahvatni kut (kut dodirnice) u čeonom presjeku pužnog kola (aksijalnom presjeku puža);

$$\alpha = \arctan\left(\frac{\tan \alpha_n}{\cos \gamma_m}\right)$$

$\alpha_n$  – zahvatni kut u normalnom presjeku. Uzima se  $\alpha_n = 20^\circ$  za

$$\gamma_m \leq 15^\circ; \alpha_n = 22,5^\circ \text{ za } \gamma_m = 15^\circ \dots 20^\circ; \alpha_n = 25^\circ \text{ za}$$

$$\gamma_m = 25^\circ \dots 35^\circ$$

$\gamma_m$  – kut uspona na srednjem promjeru puža:

$$\gamma_m = \arctan\left(\frac{z_1}{z_f}\right)$$

$z_f$  – faktor oblika puža;  $z_f = 6 \dots 12$  (max. 16).

Ukoliko je  $z_2 < z_{2 \min}$ , da bi se izbjeglo podrezivanje, potreban je pomak profila pužnog kola:

$$x_2 \geq \left(\xi - \frac{z_2 \sin^2 \alpha_n}{\cos^3 \gamma_0}\right) \cos \gamma_0$$

gdje je:  $\xi$  – faktor visine zuba alata;  $\xi = 1,17 \dots 1,2$

$\gamma_0$  – kut uspona na diobenom promjeru puža;

$$\gamma_0 = \arctan\left(\frac{z_1 m}{d_{01}}\right).$$

Za  $N$ ,  $K$  i  $E$  puž je  $z_{2 \min}$  nešto veći, ali se zbog sigurnosti može računati prema navedenom izrazu.

Prilikom izbora  $z_1$  i  $z_2$  treba voditi računa o izradi: Ako je  $z_2 / z_1$  cijeli broj, izrada odvalnim glodalom daje bolje rezultate kod urađivanja. Ako se ozubljenje kola izrađuje letećim nožem, izrada će biti lakša i uređivanje bolje ako  $z_2 / z_1$  nije cijeli broj. Pored toga treba imati na umu da veći  $z_2$  rezultira mirnijim prijenosom, ali manjom nosivošću boka i korjena zuba.

Prema standardu AGMA može se srednji promjer pužnog vijka  $d_{m1}$  izračunati iz uvjeta minimuma gubitaka:

$$d_{m1} \cong 0,673 \cdot a^{0,85}.$$

Niemann preporuča izbor promjera jezgre pužnog vijka (podnožni promjer) prema:

$$d_{f1} \cong 0,6 \cdot a^{0,85},$$

pa je onda

$$d_{m1} = d_{f1} + 2,4m.$$

Sada se može izračunati i modul:

$$m = \frac{2a - d_{f1}}{z_{m2} + 2,4}$$

gdje je :  $z_{m2}$  – srednji broj zubi pužnog kola;  $z_{m2} = z_2 + 2x_2$ . Kod ovog proračuna može se uzeti  $z_{m2} \cong z_2$ .

Kada se modul zaokruži za standardnu vrijednost, definitivna dimenzija podnožnog promjera puža je

$$d_{f1} = 2a - m(2,4 + z_{m2}).$$

Ako je pužno glodalo unaprijed određeno, time je definiran i pužni vijak ( $d_{m1}$ ,  $z_1$  i  $m$ ), pa treba izračunati srednji promjer pužnog kola

$$d_{m2} = z_{m2} \cdot m$$

i osni razmak

$$a = \frac{d_{m1} + d_{m2}}{2}$$

te ostale mjere kao ranije.

Dalje se računaju definitivne mjere:

- Promjer preko glave puža:

$$d_{k1} = d_{m1} + 2h_k$$

- Promjer preko glave pužnog kola

$$d_{k2} = d_{m2} + 2h_k$$

- Promjer preko korjena pužnog kola

$$d_{f2} = d_{m2} - 2,4h_k$$

- Diobeni promjer pužnog kola

$$d_{o2} = m \cdot z_2$$

- Diobeni promjer puža

$$d_{o1} = 2a - d_{o2}.$$

- Širina ozubljenja uzima se približno

$$b_1 = 2,5m\sqrt{z_{m2} + 2}.$$

- Računska širina pužnog kola (na srednjem promjeru) je

$$b_{m2} = 0,45(d_{m1} + 6m) = 0,45m(z_F + 6),$$

gdje je:  $z_F$  – faktor oblika puža;  $z_F = \frac{d_{m1}}{m}$ .

- Stvarna širina vijenca pužnog kola uzima se

$$b_2 \cong b_{m2} \quad \text{za kolo iz kositrene bronce}$$

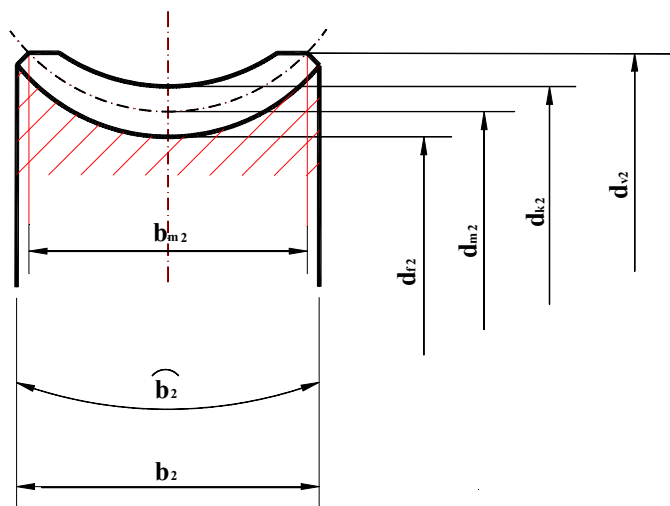
$$b_2 \cong b_{m2} + 1,8m \quad \text{za kolo iz Al-bronce}$$

- Dužine srednjeg luka vijenca pužnog kola:

$$\widehat{b}_2 \cong 1,1b_2 \quad \text{za kolo iz kositrene bronce}$$

$$\widehat{b}_2 \cong 1,17b_2 \quad \text{za kolo iz Al-bronce.}$$

Nakon završenog postupka dimenzioniranja, potrebno je kontrolirati sigurnost pužnog reduktora obzirom na zagrijavanje (temperaturu ulja), čvrstoću bokova, progib osovine puža i lom u korijenu zuba pužnog vijka.



## 2. GRANICE OPTEREĆENJA PUŽNOG PRIJENOSA

### 2.1 Granična snaga obzirom na zagrijavanje

Mehanički gubici kod prijenosa snage u pužnom reduktoru pretvaraju se u toplinu. Da uslijed toga ne bi temperatura ulja prešla dopuštenu granicu od  $90^{\circ}\text{C}$  (maksimalno  $100^{\circ}\text{C}$ ), snaga koja se prenosi ne smije prijeći sljedeće granične vrijednosti:

Na osovini kola

$$P_{2T} = \frac{\eta_1}{1 - \eta_1} A_R \alpha_z t_{N,dop} q_T$$

Na osovini puža

$$P_{1T} = \frac{\eta_1}{1 - \eta_1} A_R \alpha_z t_{N,dop} q_T$$

Ovdje je:  $\eta_1$  – iskoristivost (stupanj djelovanja) pužnog prijenosa, ako je puž pogonski;

$A_R$  – rashladna površina reduktora, u  $\text{m}^2$ ;

$$A_R = 0,3 \left( \frac{a}{100} \right)^{1,85}, \quad a \text{ u } \text{mm}$$

$\alpha_z$  – prohodnost topline s kućišta na zrak;

$$\alpha_z = \alpha_0 \left[ 1 + y_v \left( \frac{n_1}{1000} \right)^{1,5} \right] \text{ u } \text{W}/(\text{m}^2\text{K})$$

$\alpha_0 = 20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  - za puž ispod kola

$\alpha_0 = 16 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  - za puž iznad kola

$y_v = 0,35$  - s ventilatorom na osovini puža

$y_v = 0,14$  - bez ventilatora

$t_{N,dop}$  – dopuštena nadtemperatura stijenke nad zrakom;

$$t_{N,dop} = \frac{(t_{u,dop} - t_z)}{\left( 1,03 + 0,1 \sqrt{\frac{n_1}{1000}} \right)} - 1,5$$

$t_{u,dop}$  – dopuštena temperatura ulja

$t_z$  – temperatura zraka

$n_1$  – frekvencija vrtnje puža, u  $\text{min}^{-1}$

Faktor povećanja granične snage pri intermitirajućem pogonu  $q_t$  računa se iz izraza:

$$q_t = 1 + \frac{\xi \frac{100 - I}{I}}{1 + y_v \left( \frac{n_1}{1000} \right)^{1,5}}$$

gdje je:  $\xi$  – faktor smanjenja prohodnosti topline u mirovanju;

$$\xi = \xi_1 \xi_2$$

$\xi_1$  – faktor smanjenja efektivne rashladne površine u mirovanju;  $\xi = 0,4 \dots 0,7$

$\xi_2$  – faktor samnjenja odvodjenja topline;

$$\xi_2 = 0,6 \dots 0,75$$

$I$  – intermitenca (relativno vrijeme rada), u %.

Iskoristivost pužnog prijenosa (za pogonski puž) je:

$$\eta_1 = 1 - \frac{P_g}{P_1} = \frac{1}{1 + \frac{P_g}{P_2}}$$

Izgubljena snaga je

$$P_g = P_z + P_0 + P_L$$

Gubici u ozubljenju (za pogonski puž):

$$\eta_{z1} = \frac{\tan \gamma_m}{\tan(\gamma_m + \rho)} = \frac{1 - \mu_z \tan \gamma_m}{\frac{1 + \mu_z}{\tan \gamma_m}}$$

gdje je:  $\rho$  – kut trenja u ozubljenju;  $\rho = \arctan \mu_z$ .

Koeficijent trenja u ozubljenju dobija se iz empiričke formule:

$$\mu_z = \mu_1 + \frac{\mu_0 - \mu_1}{(1 + v_F)^P}$$

$$\mu_1 = \frac{y_M y_z}{\sqrt{a}} ; \mu_0 = 0,1$$

$y_M$  – faktor materijala, tabela I

$y_z$  – faktor uspona navoja, tabela III

$a$  – osni razmak u mm

$v_F$  – brzina klizanja;  $v_F = \frac{v_{m1}}{\cos \gamma_m}$

$$P = \sqrt{\frac{0,072}{\mu_1}} - \text{eksponent .}$$

Gubici praznog hoda računaju se iz izraza:

$$P_o = \left(\frac{a}{100}\right)^{2,5} \frac{\nu + 90}{2450} \left(\frac{n_1}{1000}\right)^{1,33}$$

gdje je:  $P_o$  – gubici praznog hoda u  $kW$   
 $\nu$  – kinematička viskoznost ulja kod pogonske temperature;  
 u  $mm^2/s$

Gubici u ležajevima računaju se iz izraza

$$P_L = 0,228 P_2 \left(\frac{a}{100}\right)^{0,44} \frac{i}{d_{m2}}$$

gdje je:  $P_L$  – snaga izgubljena u ležajevima, u  $kW$ .

Sigurnost prema zagrijavanju pužnog reduktora je:

$$s_T = \frac{P_{2T}}{P_2} = \frac{P_{1T}}{P_1} = \frac{t_{N,dop}}{t_N} \geq 1$$

## 2.2 Granična snaga obzirom na nosivost boka zuba

Računski dodirni pritisak u ozubljenju pužnog prijenosa određuje se prema izrazu:

$$k = \frac{F_2}{Y_P b_{m2} d_{m2}} = \frac{2T_2}{Y_P b_{m2} d_{m2}^2}$$

gdje je:  $F_2$  – obodna sila na srednjem promjeru kola  
 $Y_P$  – faktor pritiska; vrijednost za E-puž date su u tabeli IV  
 (vrijede približno i za A, N i K-puž), dok su vrijednosti za  
 C-puž date u tabeli V.

Granični dodirni pritisak računa se prema izrazu:

$$k_{gr} = k_o f_v f_h f_p$$

gdje je:  $f_v$  – faktor brzine:  $f_v = \frac{2}{2 + \nu_F^{0,85}}$

$$f_h \text{ – faktor trajnosti; } f_h = \sqrt[3]{\frac{1200}{L_h}}$$

$L_h$  – trajnost ozubljenja u pogonskim satima

Faktor opterećenja:



$$f_p = \sqrt{\frac{h + \sum h_i}{h + \sum (h_i \cdot f_i^3)}}$$

gdje je:  $h$  – trajanje nominalnog opterećenja  
 $h_i$  – trajanje i-tog opterećenja  
 $f_i$  – odnos i-tog i nominalnog opterećenja

Dopušteni dodirni pritisak:

$$k_{dop} = \frac{k_{gr}}{S_B}$$

gdje je  $S_B = S_{B1} S_{B2} S_{B3}$  – potrebni stupanj sigurnosti bokova, tabela VII.

Treba biti ispunjen uvjet

$$k \leq k_{dop}.$$

Budući da je snaga na kolu

$$P_2 = T_2 \omega_2$$

to je granična snaga na kolu obzirom na sigurnost bokova

$$P_{2B} = k_{gr} \cdot Y_P \cdot b_{m2} \cdot d_{m2}^2 \frac{\omega_2}{2},$$

a dopuštena snaga na kolu

$$P_{2B,dop} = \frac{P_{2B}}{S_B}.$$

Stvarni stupanj sigurnosti bokova je

$$S_B = \frac{P_{2B}}{P_2} = \frac{k_{gr}}{k} > 1.$$

### 2.3 Kontrola progiba osovine puža

Progib osovine puža  $f$  računa se iz formule:

$$f = \frac{F_{t1} l_1^3}{48EI}$$

gdje je:  $F_{t1}$  – rezultirajuća sila u čeonom presjeku puža;

$$F_{t1} = \sqrt{F_1^2 + F_R^2}$$

$F_1$  – obodna sila na pužu;  $F_1 = F_2 \tan(\gamma_m + \rho)$

$F_2$  – obodna sila na kolu;  $F_2 = \frac{2T_2}{d_{m2}}$

$F_R$  – radijalna sila na pužu;  $F_R = F_2 \tan \alpha = F_2 \frac{\tan \alpha}{\cos \gamma_m}$

$l_1$  – raspon između ležajeva na osovini puža;  $l_1 \cong 3,3a^{0,87}$

$E$  – modul elastičnosti materijala puža

$I$  – moment inercije puža; može se izračunati sa  $I = \pi \frac{d_{f1}^4}{64}$  ako je

izrađen iz jedna s osovinom, te  $I = \pi \frac{d_{os}^4}{64}$  za sastavljeni puž.

$d_{os}$  – promjer osovine sastavljenog puža.

Granično dozvoljeni progib osovine puža se, u ovisnosti o zahtjevima koji se postavljaju na preciznost rada pužnog prenosa, u granicama

$$f_{gr} = \frac{d_{m1}}{1000} \dots \frac{d_{m1}}{500}.$$

Mora biti ispunjen uvjet

$$f \leq f_{gr}$$

odnosno stupanj sigurnosti na progib treba biti

$$S_0 = \frac{f_{gr}}{f} \geq 1.$$

## 2.4 Kontrola čvrstoće zuba kola na lom

Računa se obzirom na kratkotrajno preopterećenje obodnom silom  $F_{2max}$ . Kao mjera naprezanja uzima se vrijednost

$$C_{max} = \frac{F_{2max}}{m_n \pi b_2}$$

gdje je:  $m_n$  – normalni modul;  $m_n = m \cos \gamma_0$

$\gamma_0$  – kut uspona na diobenom promjeru puža;

$$\gamma_0 = \arctan \left( \frac{z_1 m}{d_{o1}} \right)$$

$\hat{b}_2$  – lučna širina korjena zuba kola;  $\hat{b}_2 = 1,1 b_2$  za kolo iz

Sn-bronce,  $\hat{b}_2 = 1,17 b_2$  za kolo iz Al-bronce.

Stupanj sigurnosti protiv loma u korjenu zuba pužnog kola:

$$S_L = \frac{C_{gr}}{C_{max}} \geq 1$$

pri čemu se naprezanje  $C_{gr}$  određuje prema tabeli XI.

## TABELE ZA PUŽNE PRIJENOSE

Podaci za materijale pužnih prijenosa

Tabela I

Materijal		$C_M$ 1)	$k_0$ $N/mm^2$	$\gamma_M$
Pužnog vijka	Pužnog kola			
Čelik kaljen i brušen	C <sub>u</sub> -S <sub>n</sub> bronca	1	8,0	1
	Al bronca	1,08	4,2	1
	Sivi perlitni lijev	1,12	12,0	1,1
Čelik poboljšan (ne brušen)	C <sub>u</sub> S <sub>n</sub> bronca	1,08	4,7	1,5
	Al bronca	1,16	2,5	1,5
	Sinter željezo	1,16	2,5	1,5
	Zn legure	1,10	1,7	1,5
	Sivi lijev ( $\sigma_M=120 N/mm^2$ )	1,20	4,0	1,8
Sivi lijev ( $\sigma_M=180 N/mm^2$ )	C <sub>u</sub> -S <sub>n</sub> bronca	1,08	4,0	1,2
	Al bronca	1,15	2,0	1,2
	Sivi lijev ( $\sigma_M=120 N/mm^2$ )	1,16	3,5	1,3

1) Faktor  $C_M$  važi samo za  $A$ ,  $N$ ,  $K$ ,  $i$  E puž

Smjernice za izbor broja zubi

Tabela II

$i=z_2/z_1$	3...4	4...6	6...10	10...22	22...40	preko 40
$z_1$	11...7	8...5	6...3	4...2	2...1	1
$z_2$	21 ...60, poželjno 28 ... 40					i
$d_{m1}/a$	0,55 ... 0,3					

Faktori  $y_z$  za proračun koeficijentata trenja  $\mu_l$

Tabela III

$\tan \gamma_m$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
$y_z$	E-puž	0,260	0,260	0,260	0,292	0,304	0,310	0,314	0,314	0,314
	C-puž	0,175	0,159	0,159	0,155	0,149	0,143	0,135	0,127	0,117

Faktor  $Y_P$  za proračun dodirnog pritiska  $k$   
za E-puž ( $\alpha_n = 20^\circ$ )

Tabela IV

$z_F$	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$z_1=1$	0,582	0,562	0,532	0,505	0,490	0,471	0,451	0,438	0,427	0,420	0,411
2	0,504	0,491	0,470	0,453	0,440	0,426	0,419	0,408	0,397	0,387	0,376
3	0,445	0,431	0,420	0,411	0,400	0,395	0,383	0,371	0,365	0,359	0,351
4	0,406	0,395	0,386	0,397	0,370	0,363	0,355	0,364	0,345	0,339	0,332
5	0,385	0,367	0,356	0,350	0,345	0,341	0,335	0,330	0,323	0,316	0,312
6	0,381	0,355	0,340	0,331	0,324	0,319	0,314	0,311	0,304	0,301	0,298
7		0,353	0,332	0,319	0,310	0,302	0,279	0,294	0,292	0,289	0,285
8			0,330	0,311	0,300	0,219	0,286	0,280	0,278	0,274	0,273
9				0,311	0,296	0,284	0,277	0,271	0,267	0,264	0,259
10					0,295	0,281	0,270	0,266	0,260	0,256	0,253

Faktor  $Y_p$  za proračun dodirnog pritiska  $k$  za C-puž Tabela V

$z_F$	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$z_1=1$	0,835	0,780	0,739	0,700	0,666	0,637	0,612	0,589	0,570	0,552	0,536
2	0,790	0,741	0,702	0,670	0,638	0,613	0,519	0,571	0,553	0,535	0,522
3	0,762	0,713	0,675	0,646	0,618	0,594	0,573	0,553	0,537	0,519	0,508
4	0,751	0,699	0,660	0,628	0,600	0,579	0,559	0,540	0,524	0,509	0,496
5	0,744	0,691	0,652	0,618	0,590	0,565	0,546	0,527	0,513	0,499	0,487
6	0,743	0,687	0,646	0,613	0,583	0,559	0,539	0,520	0,505	0,489	0,478
7		0,687	0,644	0,609	0,580	0,555	0,534	0,515	0,499	0,484	0,471
8			0,643	0,607	0,576	0,551	0,531	0,511	0,494	0,479	0,467
9				0,607	0,575	0,549	0,528	0,508	0,492	0,475	0,463
10					0,575	0,548	0,525	0,506	0,489	0,474	0,461

Preporučeni razmaci osovina  $a$  i moduli  $m$   
za pužne prijenose

Tabela VI

$a$ , mm	50	63	80	100	125	160
$m$ , mm	1...2,5	1...3,15	1,25...4	1,6...5	2...6,3	2,5...8
$a$ , mm	200	250	315	400	500	600
$m$ , mm	3,15...10	4...12,5	5...16	6,3...20	8...20	10...20

Stupanj sigurnosti boka zuba  $s_B = s_{B1} s_{B2} s_{B3}$

Tabela VII

$s_{B1}$ – faktor vrste pogona			
Pogonski stroj	Diesel motor 1 do 3 cilindra – stupanj nejednolikosti 1:80 do 1:100		
	V. turbine, motori 4 do 6 cil.– stupanj nejednol. 1:100 do 1:200		
	E-motori, p. turbine, hidromotori sa 7 i više cilindara		
Radni stroj jednoliki pogon – male mase centrifugalne pumpe, mali generatori		1	1,1
Elevatori, transporteri, mješalice, laki strojevi za tekstil, alatni strojevi sa rotacionim gibanjem		1,1	1,2
Rotacione peći, generatori, strojevi za drvo, teretni liftovi, brusilice, vitla		1,15	1,25
Mješalice za beton, vršilice, puhala, teški alatni strojevi, mlinovi, turbokompresori, centrifuge		1,2	1,35
Klipni kompresori i pumpe, generatori za zavarivanje, valjaonice za olovo i sl.		1,3	1,5
Klipni kompresori i pumpe bez zamašnjaka, drobilice, preše za cigle i sl.		1,4	1,6
$s_{B2}$ – faktor trajanja pogona			
Dnevno radno vrijeme	do 2 h	2...8 h	8...16 h
$s_{B2}$	0,9	1	1,12
$s_{B3}$ – faktor učestalosti pokretanja			
Broj pokretanja na sat	do 10	10...100	100...500
$s_{B3}$	1	1,1	1,2

Podmazivanje pužnih prijenosa

Tabela VIII

Granica podmazivanja uronjenim pužem odnosno kolom											
$d_{ml}$	40	50	60	70	80	100	120	140	160	200	240
$n_{igr}$	3200	2700	2300	2050	1850	1550	1350	1200	1100	950	800
Ako je $n_l > n_{lgran}$ treba primijeniti podmazivanje uštrcavanjem (kontrola tadovoljva za $z_l = 1...3$ )											
Također treba provjeriti (ako je $z_1 \geq 4$ ) da li zadovoljavaju granične brzine klizanja											
$d_{ml}, mm$	40..100	120	140	160	200	240	$mm$				
$v_{Fgran}$	9,5	9,7	9,8	10,2	10,8	11,3	$mm$				
Ako je $v_F > v_{Fgran}$ treba predvidjeti podmazivanje uštrcavanjem											
Kod tlačnog podmazivanja:											
68...90 mm <sup>2</sup> /s pri 50 <sup>0</sup> C – ako se ulje posebno hladi 105...140 mm <sup>2</sup> /s pri 50 <sup>0</sup> C – bez posebnog hlađenja											
Dodatnim hlađenjem ulja mogu se postići znatno viša toplinska opterećenja. Povremena povišenja temperature do 150 <sup>0</sup> C ne utječu na operativnost.											
Ako je reduktor kombiniran sa čeonim zupčanicima treba primijeniti viskozija ulja, koja odgovaraju pužnom reduktoru, a koja ne mogu škoditi čeonim zupčanicima.											
Bolje je propisati ulje nešto veće viskoznosti nego premale.											
<b>Izmjene ulja:</b>		prva poslije		40....150 sati rada							
		druga poslije		250....2000 sati rada							
		treća i dalje		2000...4000 sati rada							
		ali ne preko		18 mjeseci							

Preporučene količine ulja

Tabela IX

$a$	$mm$	65	80	100	125	140	160	180	200
$V$	$dm^3$	0,6	1,2	2,3	4	6	8,5	12	15
$Q$	$dm^3/min$	-	-	2	3	3	4	4	6
$a$	$mm$	225	250	260	320	360	400	450	500
$V$	$dm^3$	20	26	35	48	63	82	112	150
$Q$	$dm^3/min$	6	10	10	15	15	20	20	20
$V$ se odnosi na reduktore sa i bez tlačnog podmazivanja									
$Q$ je količina ulja kod tlačnog podmazivanja									
Pritisak kod optočnog podmazivanja 1,5....2,5 bar									

Izbor ulja kod podmazivanja uranjanjem

Tabela X

$v_F$ u $m/s$	1,5	1,5...3,5	3,5...10	10
$v_{50}$ u $mm^2/s$ pri $50^0C$	300	270...230	190...150	140...105
Za slučaj da je puž iznad kola treba predvidjeti za 30....50 % veću viskoznost, ali ne preko $380 mm^2/s$ pri $50^0C$ .				

Granično dozvoljeno naprezanje  $C_{gr}$  u  $N/mm^2$ 

Tabela XI

Materijal kola	A-puž	N, E i K – puž	C – puž
Cu-Sn bronca	24	30	40
Al – bronca	11,5	14,3	19
SL 20	12	15	20
Važi za $\alpha_n = 20^0$ ; za $\alpha_n = 25^0$ vrijednosti povećati za 20 %			