

#### **POLITEHNIKA PULA**

Visoka tehničko-poslovna škola u Puli s p.j.

Preddiplomski stručni studij politehnike

#### **KONSTRUKCIJE**

#### VJEŽBE

#### 1-STUPANJSKI REDUKTOR – TOK PRORAČUNA

Akad. god. 2018./2019.

Milenko Jokić, dipl. ing. stroj., pred.

Politehnika Pula Konstrukcije



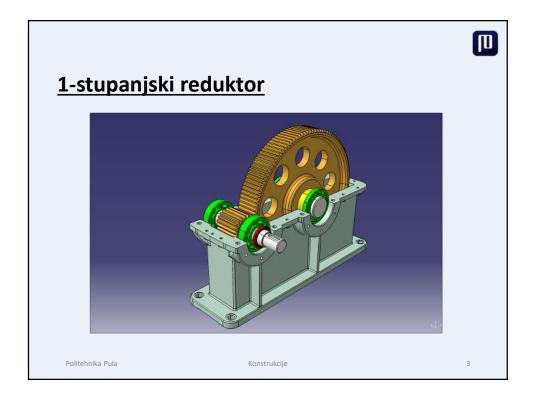
# Projektni zadatak

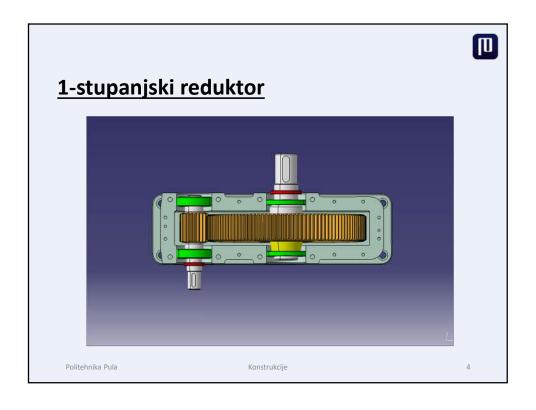
☐ Prema predlošku i zadanim pogonskim podacima proračunati i konstruirati 1-stupanjski reduktor s cilindričnim zupčanicima s ravnim zubima.

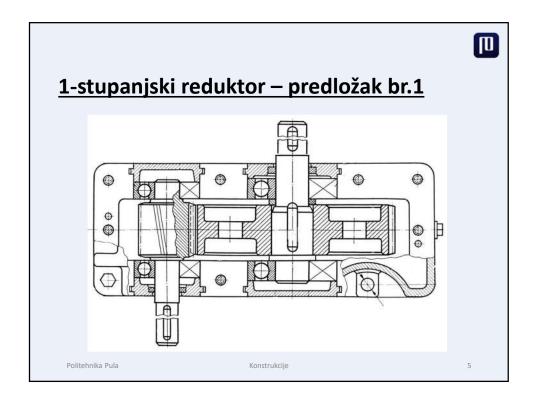


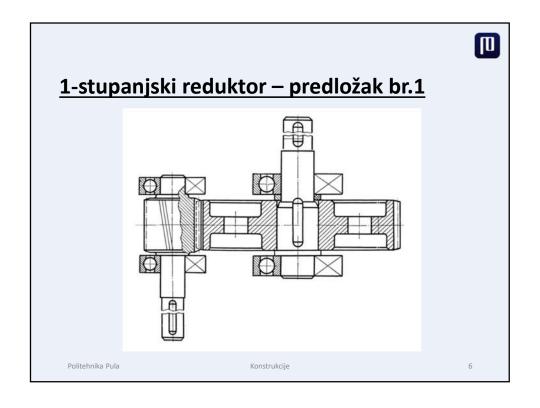


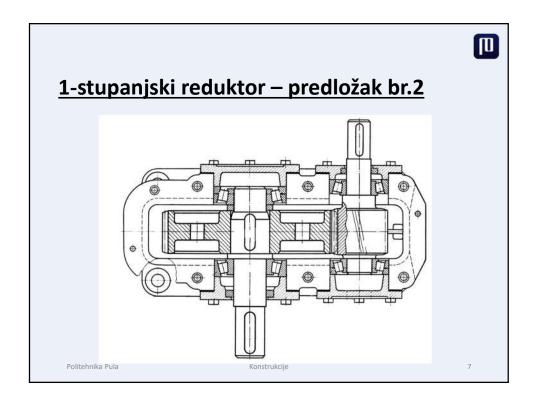
Politehnika Pula Konstrukcije

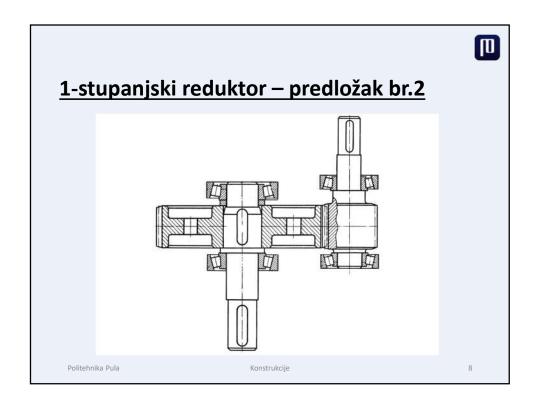


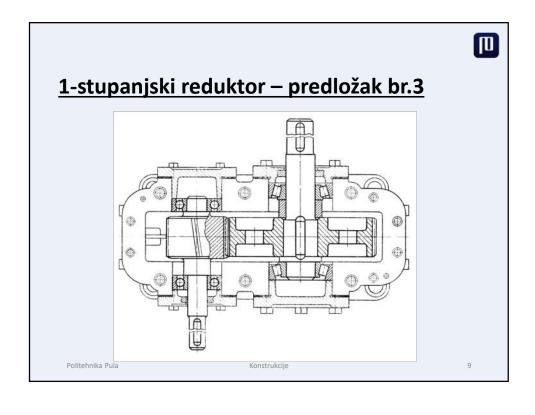


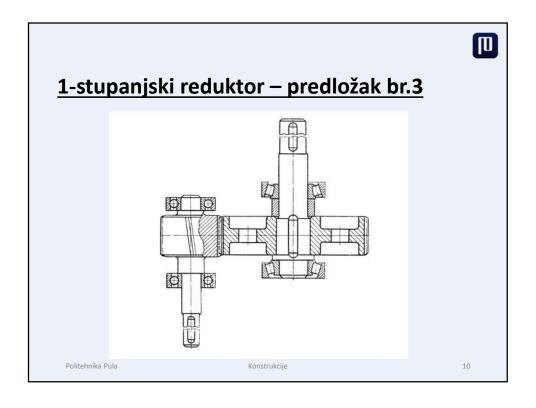




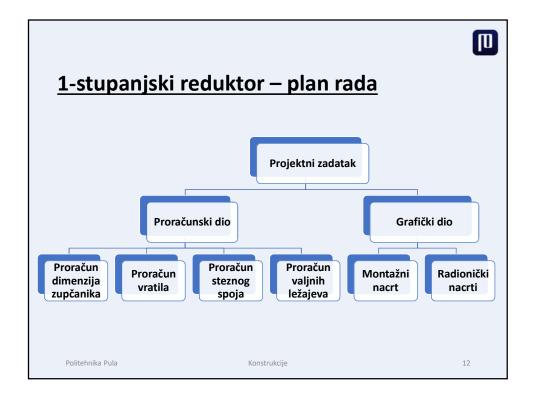


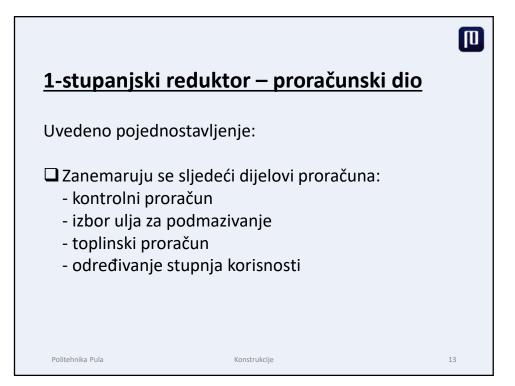


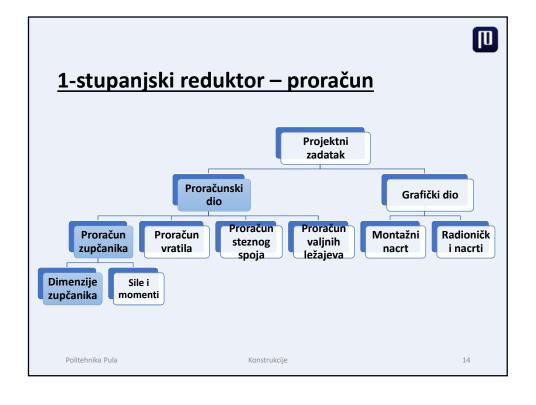














- U prvom koraku primjenom projektnog proračuna određujemo osnovne dimenzije reduktora-zupčanika
- ☐ S obzirom da se koriste brojna pojednostavljenja i pretpostavke, proračun je orjentacijskog karaktera.
- ☐ Nakon usvajanja osnovnih dimenzija primjenom projektnog proračuna, nužan je kontrolni proračun kojim kontroliramo:
  - nosivost boka zuba
  - sigurnost na pitting (površinski zamor)
  - nosivost korijena zuba

OVAJ DIO PRORAČUNA ZANEMARUJEMO!

Politehnika Pula Konstrukcije



### Proračun dimenzija zupčanika

☐ Na temelju poznatih pogonskih podataka primjenom sljedeće formule određujemo približni diobeni promjer pogonskog zupčanika.

$$d_{1}^{\cdot} \geq 4045 \cdot \sqrt[3]{\frac{P_{1}}{\Psi_{b} \cdot n_{1}} \cdot \frac{i_{z} + 1}{i_{z}} \cdot K_{A} \cdot K_{V} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot \left(\frac{S_{H \min}}{\sigma_{H \lim}}\right)^{2}}$$



Ψ<sub>k</sub> -omjer širine zupčanika i diobenog promjera

- -ovisi o načinu uležištenja vratila zupčanika
- -ovisi o materijalu zupčanika (toplinska obrada)
- -u rasponu 0.2 1.6
- -za projektni zadatak uzeti  $\Psi_b$  = 1

Politehnika Pula

16



☐ Na temelju poznatih pogonskih podataka primjenom sljedeće formule određujemo približni diobeni promjer pogonskog zupčanika.

$$d_{1}^{'} \geq 4045 \cdot \sqrt[3]{\frac{P_{1}}{\Psi_{b} \cdot n_{1}} \cdot \frac{i_{z} + 1}{i_{z}} \cdot K_{A} \cdot K_{V} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot \left(\frac{S_{H \min}}{\sigma_{H \lim}}\right)^{2}}$$

P1 – snaga pogonskog stroja [kW]

n1 – broj okretaja pogonskog stroja [s-1]

iz – prijenosni omjer

Politehnika Pula

Konstrukcije

17



# Proračun dimenzija zupčanika

☐ Na temelju poznatih pogonskih podataka primjenom sljedeće formule određujemo približni diobeni promjer pogonskog zupčanika.

$$d_{1}^{'} \geq 4045 \cdot \sqrt[3]{\frac{P_{1}}{\Psi_{b} \cdot n_{1}} \cdot \frac{i_{z} + 1}{i_{z}} \cdot K_{A} \cdot K_{V} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot \left(\frac{S_{H \min}}{\sigma_{H \lim}}\right)^{2}}$$

KA - faktor primjene

- ovisi o kombinaciji pogonskog i radnog stroja
- očitati iz priložene tablice

Politehnika Pula

Konstrukcije

18



☐ Na temelju poznatih pogonskih podataka primjenom sljedeće formule određujemo približni diobeni promjer pogonskog zupčanika.

$$d_{1}^{'} \geq 4045 \cdot \sqrt[3]{\frac{P_{1}}{\Psi_{b} \cdot n_{1}} \cdot \frac{i_{z} + 1}{i_{z}} \cdot K_{A} \cdot K_{V} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot \left(\frac{S_{H \min}}{\sigma_{H \lim}}\right)^{2}}$$

Kv - faktor dodatnih dinamičkih opterećenja

- ovisi o kvaliteti ozubljenja
- ovisi o obodnoj brzini i vibracijama
- u fazi dimenzioniranja može se uzeti Kv=1

Politehnika Pula Konstrukcije



# Proračun dimenzija zupčanika

□ Na temelju poznatih pogonskih podataka primjenom sljedeće formule određujemo približni diobeni promjer pogonskog zupčanika.

$$d_{1}^{'} \geq 4045 \cdot \sqrt[3]{\frac{P_{1}}{\Psi_{b} \cdot n_{1}} \cdot \frac{i_{z} + 1}{i_{z}} \cdot K_{A} \cdot K_{V} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot \left(\frac{S_{H \min}}{\sigma_{H \lim}}\right)^{2}}$$

K<sub>Hα</sub> - faktor raspodjele opterećenja na zube koji su istovremeno u zahvatu

- za projektni proračun uzeti K<sub>Hα</sub> =1

Politehnika Pula Konstrukcije 20



☐ Na temelju poznatih pogonskih podataka primjenom sljedeće formule određujemo približni diobeni promjer pogonskog zupčanika.

$$d_1^{'} \geq 4045 \cdot \sqrt[3]{\frac{P_1}{\Psi_b \cdot n_1} \cdot \frac{i_z + 1}{i_z} \cdot K_A \cdot K_V \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot \left(\frac{S_{H \min}}{\sigma_{H \lim}}\right)^2}$$

 $\mathcal{K}_{\mathsf{H}\mathsf{\beta}}$  - faktor raspodijele opterećenja uzduž boka zuba

- zbog netočnosti izrade i deformacije zubi nisu potpuno paralelni i nisu jednako opterećeni po dužini
- ovisi o vrsti uležištenja i materijalu zupčanika
- $-K_{H\beta} = 1 \text{približno ! (u rasponu od 1.01-1.48)}$

Politehnika Pula

Konstrukcije

21



### Proračun dimenzija zupčanika

☐ Na temelju poznatih pogonskih podataka primjenom sljedeće formule određujemo približni diobeni promjer pogonskog zupčanika.

$$d_{1}^{'} \geq 4045 \cdot \sqrt[3]{\frac{P_{1}}{\Psi_{b} \cdot n_{1}} \cdot \frac{i_{z} + 1}{i_{z}} \cdot K_{A} \cdot K_{V} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot \left(\frac{S_{H \min}}{\sigma_{H \lim}}\right)^{2}}$$

S<sub>H min</sub> - stupanj sigurnosti na površinski zamor (pitting)

- u rasponu od 1 1.5
- za projektni proračun uzeti S<sub>H min</sub> = 1.3

Politehnika Pula

Konstrukcije

22



# Proračun dimenzija zupčanika

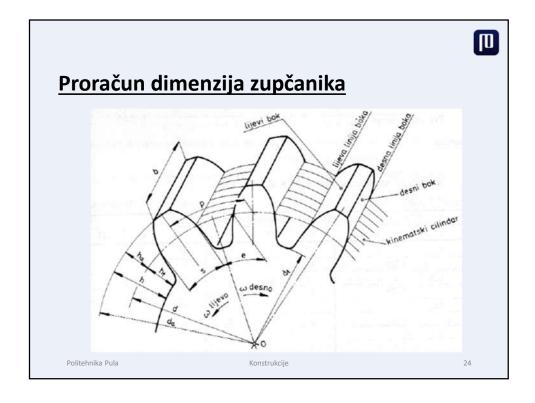
☐ Na temelju poznatih pogonskih podataka primjenom sljedeće formule određujemo približni diobeni promjer pogonskog zupčanika.

$$d_{1}^{'} \geq 4045 \cdot \sqrt[3]{\frac{P_{1}}{\Psi_{b} \cdot n_{1}} \cdot \frac{i_{z} + 1}{i_{z}} \cdot K_{A} \cdot K_{V} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot \left(\frac{S_{H \min}}{\sigma_{H \lim}}\right)^{2}}$$

он lim - trajna dinamička čvrstoča boka zuba na kontaktna naprezanja

- očitati iz tablice za definirani materijal

Politehnika Pula Konstrukcije 23





☐ Kutna brzina pogonskog zupčanika :

$$\omega_1 = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_1}{60}$$
  $n_1$  (min<sup>-1</sup>),  $\omega$  (s<sup>-1</sup>)

☐ Obodna brzina pogonskog zupčanika :

$$v_1 = \frac{d_1}{2} \cdot \omega_1$$
  $d'_1$  (m),  $v'_1$  (ms<sup>-1</sup>)

Politehnika Pula

Konstrukcije

25



# Proračun dimenzija zupčanika

- ☐ Izbor broja zubi pogonskog zupčanika :
  - ovisi o prijenosnom omjeru, materijalu zupčanika, vrsti toplinske obrade, te o brzini vrtnje.
  - odabrati prema vrijednosti obodne brzine :

(m/s)	<b>Z</b> <sub>1</sub>
< 1	1720
15	1822
> 5	2025

Politehnika Pula

Konstrukcije

26



☐ Broj zubi gonjenog zupčanika :

$$z_2 = z_1 \cdot i_z$$

☐ Prijenosni omjer:

$$i_{stv} = \frac{z_2}{z_1}$$

- ☐ Normalni modul:
  - modul je osnovna mjera veličine zuba
  - standardiziran je zbog proračuna i izrade zupčanika (manji broj alata)

Politehnika Pula

Konstrukcije

27



# Proračun dimenzija zupčanika

☐ Normalni modul :

$$m_n = \frac{d_1'}{z_1}$$
  $m'_n$  (mm),  $d'_1$  (mm)

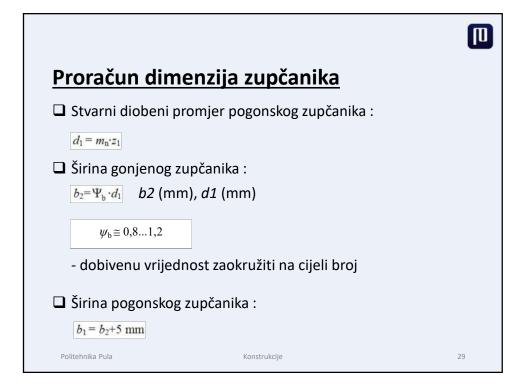
- zaokružiti na standardnu vrijednost modula (Podaci u tablici)
- **□** Nagib zuba β:
  - za ravne zube β=0°
- ☐ Razmak osi zupčanika :

$$a = \frac{m_n}{2 \cdot \cos \beta} (z_1 + z_2) \qquad m_n \text{ (mm), } a \text{ (mm)}$$

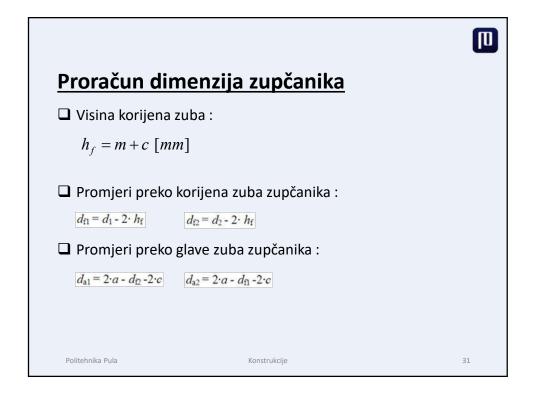
Politehnika Pula

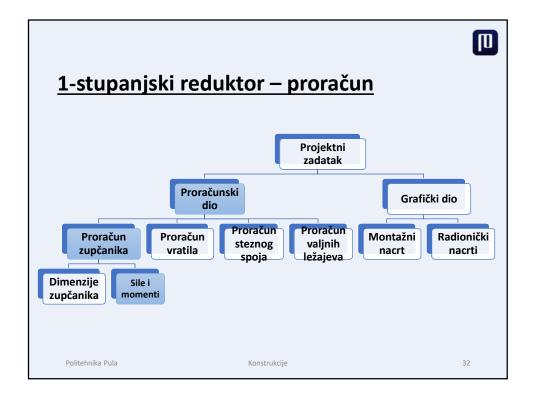
Konstrukcije

28











# Proračun sila i momenata na zupčanicima

☐ Okretni moment na ulaznom vratilu :

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1}$$
  $T_1$  (Nm),  $P_1$  (W),  $\omega_1$  (s<sup>-1</sup>)

☐ Izlazna snaga:

$$P_2 = P_1 \cdot \eta$$
  $P_1$  (W),  $P_2$  (W)

$$\eta = \eta_Z \cdot \eta_L \cdot \eta_B$$
 gdje je:

 $\eta$  – ukupni stupanj iskoristivosti

 $\eta_z$  – stupanj iskoristivosti ozubljenja ( $\approx$  0,99)

 $\eta_{\rm L}$  – stupanj iskoristivosti ležajeva ( $\approx$  0,98)

 $\eta_{\rm B}$  – stupanj iskoristivosti na brtvama i rasprskivanja ulja ( $\approx$  0,98)

Politehnika Pula

Konstrukcije

33



# Proračun sila i momenata na zupčanicima

☐ Izlazna brzina vrtnje :

$$n_2 = \frac{n_1}{i_{stv}}$$
  $n_1$ ,  $n_2$  (min<sup>-1</sup>)

☐ Izlazna kutna brzina:

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{i_{\text{srv}}} \qquad \omega_1, \ \omega_2 \ (s^{-1})$$

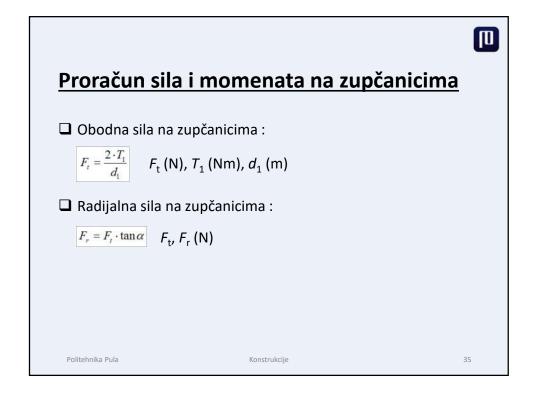
☐ Okretni moment na izlaznom vratilu :

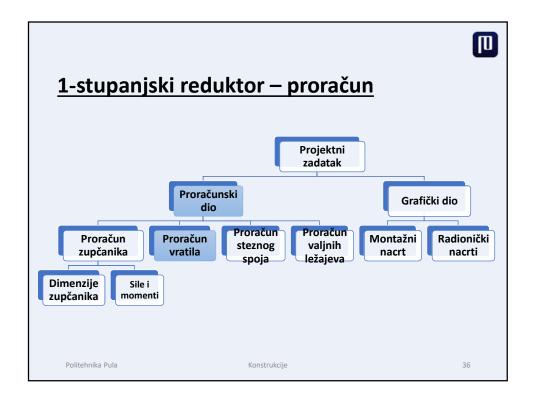
$$T_2 = \frac{P_2}{\omega_2}$$
  $T_2$  (Nm),  $P_2$  (W),  $\omega_1$  (s<sup>-1</sup>)

Politehnika Pula

Konstrukcije

34







#### Proračun vratila

☐ Ulazni podaci :

- okretni moment na ulaznom vratilu T1 [Nm]
- okretni moment na izlaznom vratilu T2 [Nm]
- obodna sila na zupčanicima Ft [N]
- radijalna sila na zupčanicima Fr [N]
- ☐ Predhodni ulazni podaci se dobivaju na temelju proračuna dimenzija zupčanika.
- ☐ 1. Korak Približni (preliminarni) proračun vratila
- 2. Korak Oblikovanje vratila
  - 3. Korak Kontrolni proračun

Politehnika Pula

Konstrukcije

37

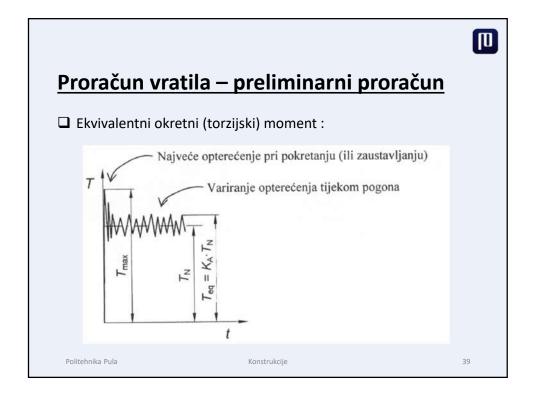


# Proračun vratila - preliminarni proračun

- ☐ S obzirom da vratila prenose okretni (torzijski) moment proizašao iz prenošenja snage, dovoljno je u preliminarnom proračunu odrediti minimalni promjer vratila u odnosu na naprezanje na torziju.
- ☐ Kako se u prvom koraku zanemaruju naprezanja uzrokovana momentom savijanja, mora se računati sa velikim faktorom sigurnosti. Osim toga, nije poznat konačan oblik vratila (pov. obrada, koncentracija naprezanja, itd.).
- ☐ Vratila su dinamički opterećeni elementi. Dopušteno naprezanje se određuje u odnosu na dinamičku čvrstoću materijala.

Politehnika Pula Konstrukcije 38

Politehnika Pula



O

31.10.2018.

# Proračun vratila – preliminarni proračun

☐ Najmanji promjer vratila :

$$d_{\rm pr} \ge \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T_{\rm eq}}{\pi \cdot \tau_{\rm tdop}}}$$
 (mm)

☐ Dopušteno naprezanje na torziju :

$$\tau_{\rm tdop} = \frac{R_{\rm dt0}}{S}$$

- $R_{dt0}$  trajna dinamička čvrstoća na torziju za ishodišno opterećenje (iz tablice)
- S faktor sigurnosti (10-15)

Politehnika Pula Konstru

40



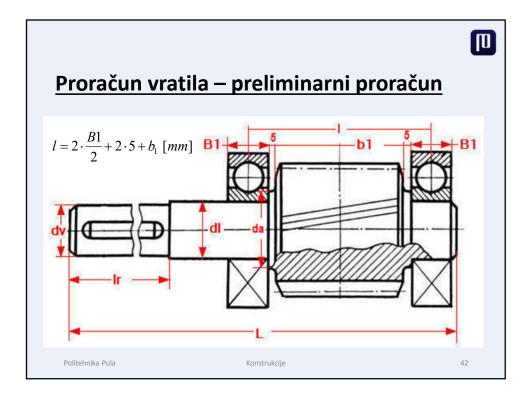
# Proračun vratila – preliminarni proračun

- $\square$  Prema normi DIN 748 izabrati prvi veći standardni promjer rukavca (vratila)  $d_V$  [mm].
- U odnosu na promjer rukavca izvršiti dimenzioniranje vratila.

Promjer na poziciji ležaja :  $d_L = d_V + 5$  [mm]

Prema potrebi, promjer na poziciji ležaja  $d_{\scriptscriptstyle L}$  se prilagođava na način da odgovara standardnim dimenzijama valjnih ležajeva (unutarnji promjer ležaja d). Promjer na poziciji između ležaja i zupčanika  $d_{\scriptscriptstyle a}$  definiran je veličinom odabranog valjnog ležaja. (prema podacima iz kataloga proizvođača ležajeva, npr. www.skf.com).

Politehnika Pula Konstrukcije





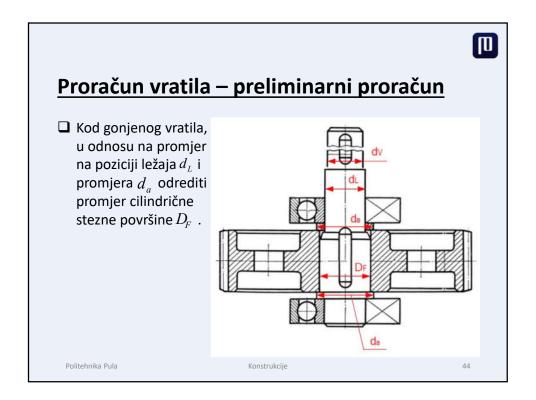
# Proračun vratila – preliminarni proračun

- $lue{}$  Prema normi DIN 748 za odabrani promjer rukavca  $d_{v}$  definirati duljinu rukavca  $l_{r}$ .
- $\Box$  Prema normi DIN 6885 odabrati uložno pero (oblik A). Duljina uložnog pera je određena duljinom rukavca  $l_r$ .

Npr. 
$$l_P = l_r - 10$$
 [mm]

- ☐ Sve ostale dimenzije koje nisu dobivene proračunom su određene prema predlošku dobivenom uz projektni zadatak.
- ☐ Prethodno prikazanim postupkom napraviti preliminarni proračun za pogonsko i gonjeno vratilo.

Politehnika Pula Konstrukcije 43





### Proračun vratila - kontrolni proračun

- □ Na već izvedenom i potpuno oblikovanom elementu (osovini/vratilu) izrađenom iz usvojenog materijala izvode se dvije vrste kontrola :
  - Kontrola na plastičnu deformaciju
  - Kontrola na mogući lom (zamor materijala)
- ☐ U okviru projektnog zadatka radi se samo kontrola na plastičnu deformaciju prema normi DIN 743.

Politehnika Pula

Konstrukcije

45



# Proračun vratila - kontrolni proračun

- $\square$  Kontrolom na plastičnu deformaciju računa se koliko je puta granica tečenja  $R_e$  ili  $R_{P0.2}$  veća od najvećeg naprezanja.
- $\blacksquare$  Najveća naprezanja se javljaju kao posljedica najvećih opterećenja  $M_{S\max}$  ,  $F_{a\max}$  ,  $T_{\max}$  .
- ☐ Faktor sigurnosti protiv plastične deformacije :

$$S_{\rm P} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{\sigma_{\rm s\,max}}{R_{\rm es}} + \frac{\sigma_{\rm v,tl\,max}}{R_{\rm e}}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{\rm t\,max}}{R_{\rm et}}\right)^2}}$$

Politehnika Pula

Konstrukcije

46



# Proračun vratila - kontrolni proračun

- ☐ Faktor sigurnosti protiv plastične deformacije:
- ☐ Stvarna granica tečenja :

 $S_P \ge 1.2$ 

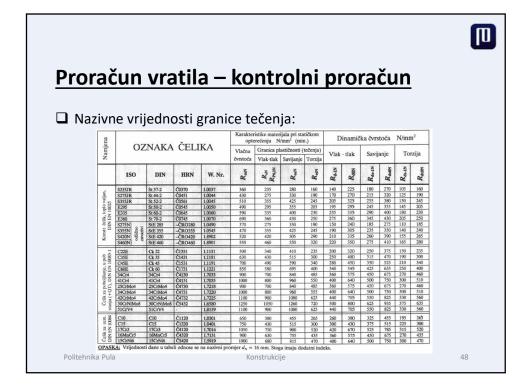
$$\begin{split} R_e &= K_t \cdot \boxed{R_{eN}} \left[ N \, / \, mm^2 \right] \\ R_{es} &= K_t \cdot \boxed{R_{esN}} \left[ N \, / \, mm^2 \right] \\ R_{et} &= K_t \cdot \boxed{R_{etN}} \left[ N \, / \, mm^2 \right] \end{split}$$
 Nazivne vrijednosti granice tečenja (očitati iz priložene tablice).

lacktriangleq Tehnološki faktor  $K_\iota$  uzima u obzir da se s porastom promjera vratila smanjuje granica tečenja zbog nehomogenosti materijala. Za odabrani materijal vratila vrijednost  $K_\iota$  očitati iz priloženog dijagrama.

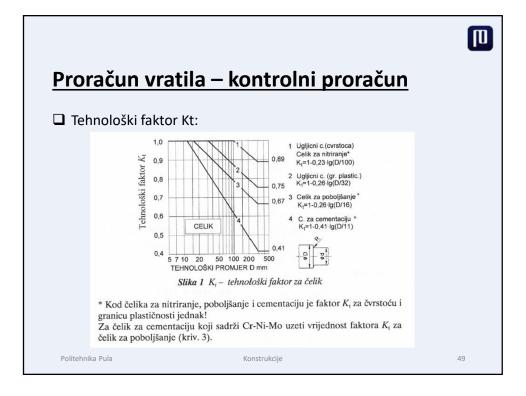
Politehnika Pula

Konstrukcije

47



Politehnika Pula



П

31.10.2018.

# Proračun vratila - kontrolni proračun

☐ Maksimalna opterećenja :

$$T_{\text{max}} = 3 \cdot T_N$$

$$M_{s \max} = 3 \cdot M_{sN}$$

☐ Maksimalna naprezanja

$$\sigma_{s\,\text{max}} = \frac{M_{s\,\text{max}}}{W} \left[ N / mm^2 \right]$$

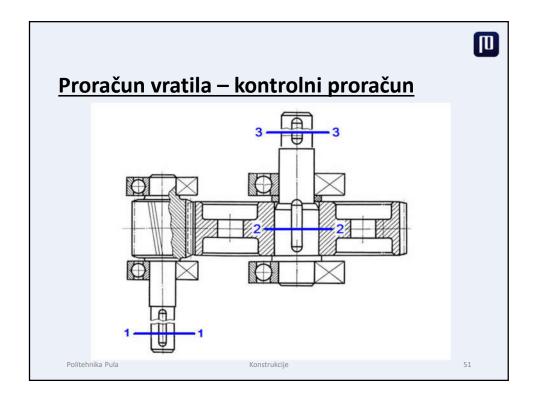
$$\tau_{t \max} = \frac{T_{\max}}{W_t} \left[ N / mm^2 \right]$$

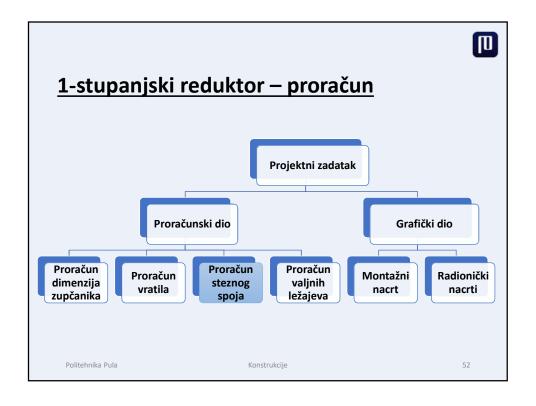
☐ Kontrola na plastičnu deformaciju se radi u procjenjenim kritičnim presjecima.

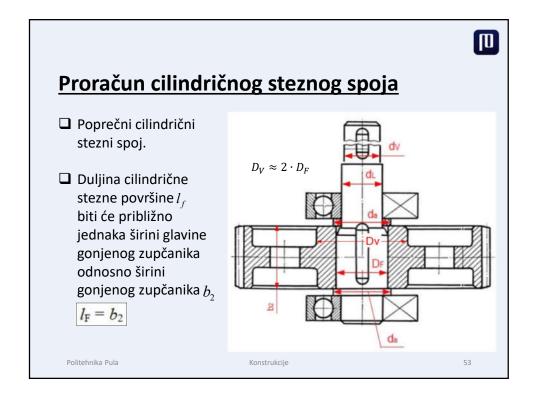
Politehnika Pula

Konstrukcije

50











### Proračun cilindričnog steznog spoja

☐ Potrebna normalna sila:

$$F_N = \frac{F_F}{\mu}$$

 $\mu$  – faktor trenja za poprečni cilindrični stezni spoj (vrijednost se očitava iz tablice 9.11 – Križan, B.: Osnove proračuna i oblikovanja konstrukcijskih elemenata, Školska knjiga, Zagreb, 2008.)

☐ Minimalni potrebni pritisak:

$$p_{min} = \frac{F_N}{A_f}$$
 F<sub>N</sub> [N], Af [mm<sup>2</sup>], p<sub>min</sub> [N/mm<sup>2</sup>]

Politehnika Pula

Konstrukcije



# Proračun cilindričnog steznog spoja

☐ Minimalni potrebni prijeklop:

$$P_{\text{st}} = p_{\min} \cdot D_{\text{F}} \cdot (K_{\text{V}} + K_{\text{U}})$$

$$K_{v} = \frac{(m_{v} + 1) + (m_{v} - 1) \cdot Q_{v}^{2}}{m_{v} \cdot E_{v} \cdot (1 - Q_{v}^{2})} \qquad K_{U} = \frac{m_{U} - 1}{m_{U} \cdot E_{U}} \qquad m = \frac{1}{v} \qquad Q_{v} = \frac{D_{F}}{D_{v}}$$

$$K_U = \frac{m_U - 1}{m_U \cdot E_U}$$

$$m = \frac{1}{v}$$

$$Q_V = \frac{D_F}{D_V}$$

gdje je: 
$$v$$
 – Poisson-ov broj ( $v$ = 0,3 čelik)

 $(\nu = 0.25 \text{ SL})$ 

$$E-$$
 modul elastičnosti ( $E=2.1\cdot 10^5~\text{N/mm}^2~\text{za čelik}$ )

 $(E = 1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2 \text{ za SL})$ 

 $P_{\rm st}$  [mm],  $p_{\rm min}$  [N/mm<sup>2</sup>],  $D_{\rm F}$ ,  $D_{\rm v}$  [mm],  $K_{\rm u}$ ,  $K_{\rm v}$  [mm<sup>2</sup>/N], E [N/mm<sup>2</sup>],  $Q_{\rm v}$ , m (-)

Politehnika Pula



# Proračun cilindričnog steznog spoja

☐ Stvarni minimalni potrebni prijeklop (zbog zaglađivanja površine):

$$P_{\min} = P_{st} + 3.2 \cdot (R_{a \text{ os}} + R_{a \text{ gl}})$$

gdje je:

 $R_{\rm a}$  [mm] – srednje aritmetičko odstupanje profila hrapavosti (iz tablice 3.44 za  $R_{\rm a}$  – odrediti prema kvaliteti obrade površine N7) – knjiga B. Križan

☐ Maksimalni dopušteni pritisak na steznoj površini:

$$p_{\max} \leq \frac{\sigma_{dop} \cdot (1 - Q_V^2)}{\sqrt{3 + Q_V^4}}$$

$$\sigma_{dop} = \frac{R_e}{1,1...1,3}$$

Politehnika Pula

Konstrukcije

57



# Proračun cilindričnog steznog spoja

☐ Stvarni maksimalni dopušteni prijeklop:

$$P_{\max} = p_{\max} \cdot D_{F} \cdot (K_{V} + K_{U})$$

Odabir čvrstog dosjeda:

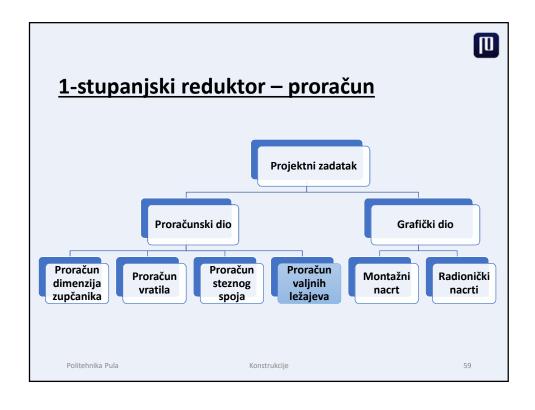
Dosjed treba odabrati tako da najveći i najmanji prijeklop za promatrani slučaj budu između  $P_{\min}$  i  $P_{\max}$ .

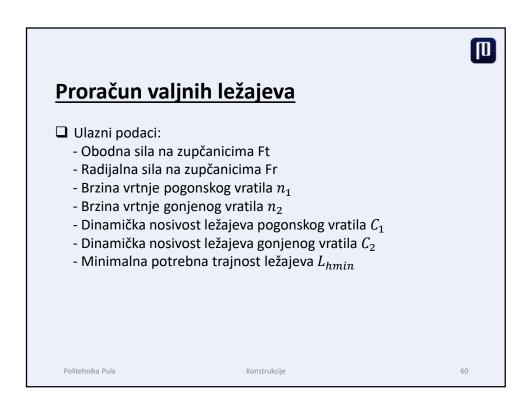
□ Najčešće primjenjivani čvrsti dosjedi: H7/s6, H7/t6, H7/u6, H7/x6, H7/z6 H8/u8, H8/x8

Politehnika Pula

Konstrukcije

58







### Proračun valjnih ležajeva

- □ Proračunom trajnosti valjnih ležajeva se provjerava da li odabrani ležajevi (u fazi proračuna-dimenzioniranja vratila) zadovoljavaju minimalnu potrebnu trajnost koja je definiran u projektnom zadatku. Pri tome bi bilo dobro u fazi proračuna-dimenzioniranja vratila uvijek u prvom koraku za definirani promjer  $d_L$ odabrati ležaj niže serije (manji), a tek kasnije ako se pokaže da odabrani ležaj ne zadovoljava potrebnu trajnost odabrati ležaj neke više serije (veći). Ponekad će biti potrebno izabrati i ležaj većeg unutarnjeg promjera d.
- ☐ Tip ležajeva za pogonsko i gonjeno vratilo je definiran u projektnom zadatku (predložak).

Politehnika Pula Konstrukcije 61



### Proračun valjnih ležajeva

☐ Ukupna radijalna sila koja djeluje na pogonsko i na gonjeno vratilo:

$$F = \sqrt{F_t^2 + F_r^2} \qquad F_t [N], F_r [N]$$

☐ Reakcije u osloncima (sile na ležajeve) za pogonsko vratilo:

$$F_{A1} = F_{B1} = \frac{F}{2}$$

☐ Reakcije u osloncima (sile na ležajeve) za gonjeno vratilo:

$$F_{A2} = F_{B2} = \frac{F}{2}$$

Politehnika Pula Konstrukcije 62



63

# Proračun valjnih ležajeva

☐ Na sve ležajeve djeluje jednaka radijalna sila s obzirom da ukupna radijalna sila djeluje točno na sredini pogonskog i gonjenog vratila.

Konstrukcije

- $\square$  Dinamička nosivost ležajeva  $C_1$  i  $C_2$  se očitava iz kataloga proizvođača ležajeva za prethodno izabrane ležajeve u fazi proračuna-dimenzioniranja vratila.
- ☐ Trajnost ležaja:

$$L_{10h} = \left(\frac{C}{P}\right)^p \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n} \ge L_{hmin}$$

C – dinamička nosivost (kN)

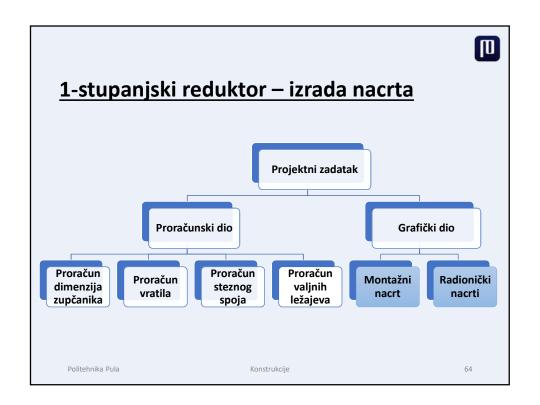
P – opterećenje ležaja (kN)

n – brzina vrtnje vratila odn. ležaja (min-1)

p=3 – za kuglične ležajeve

p=10/3 – za ostale (valjne) ležajeve

Politehnika Pula





# Izrada nacrta

- ☐ U nastavku su dani primjeri nacrta aktivnog dijela reduktora. Nacrti nisu u potpunosti točni, te služe isključivo studentima kao orijentir u radu na projektom zadatku.
- ☐ Svi nacrti se izrađuju prema podacima dobivenim prethodno prikazanim proračunom. Sve dimenzije koje nisu definirane proračunom određene su prema predlošku dobivenom uz projektni zadatak.
- □ Nacrti se mogu raditi ručno ili uz pomoć računala primjenom određenog programskog sustava (npr. Autodesk AutoCAD, SolidWorks, Autodesk Inventor, itd.).

Politehnika Pula Konstrukcije 6

