

DIMENZIONISANJE OSOVINA I VRATILA

Osovine i vratila su mašinski elementi koji služe za prenos ili nošenje elemenata kao što su točkovi, remenice, zupčanici, bubnjevi i ležajevi.

- **Osovina** → **ne prenosi obrtni moment**, opterećena je samo **savijanjem** (radijalnim silama).
 - **Vratilo** → prenosi **obrotni moment**, pa je opterećeno **uvijanjem**, a često i kombinacijom **savijanja + uvijanja**.
-

1. Savijanje osovina

Osovina je tretirana kao greda. Na nju deluju radijalne sile od zupčanika, remenica, lančanika ili mase rotora. Te sile izazivaju **moment savijanja** M_b .

Normalni (savojni) napon u vlaknu preseka iznosi:

$$\sigma = \frac{M_b}{W_x},$$

gde je:

- W_x — **aksijalni otporni moment** preseka (za savijanje oko ose x),
- za puni kružni presek:

$$W_x = \frac{\pi d^3}{32}$$

Dakle, za dati moment savijanja može se odrediti potrebni prečnik:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 M_b}{\pi \sigma_{doz}}}$$

Ovo je osnovna formula za dimenzionisanje osovina.

2. Uvijanje vratila

Kod vratila postoji prenos obrtnog momenta, pa je materijal opterećen **smicanjem** usled torzionog momenta M_t .

Smični napon u kružnom preseku:

$$\tau = \frac{M_t}{W_t},$$

gde je:

- W_t — **torzioni otporni moment**,
- za puni kružni presek:

$$W_t = \frac{\pi d^3}{16}.$$

Uočava se da je torzioni otporni moment **dva puta veći od savojnog**:

$$W_t = 2W_x.$$

Pošto je torzioni otporni moment veći, vratilo „efikasnije“ prenosi moment uvijanja nego što osovina prenosi moment savijanja — otuda dolazi i razlika u dimenzionisanju.

Za projekat vratila (samo torzija), traženi prečnik je:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 M_t}{\pi \tau_{doz}}}.$$

3. Kombinovano opterećenje (savijanje + uvijanje)

Vratila u realnim mašinama najčešće imaju **radijalne sile** i **moment prenošenja**, pa su istovremeno opterećena:

- normalnim naponom od savijanja,

- smičnim naponom od uvijanja.

Normalni napon:

$$\sigma = \frac{32 M_b}{\pi d^3},$$

Smični napon:

$$\tau = \frac{16 M_t}{\pi d^3}.$$

Kombinacija napona se računa pomoću **ekvivalentnog napona** (von Mises):

$$\sigma_{\text{ekv}} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}.$$

Uslov čvrstoće:

$$\sigma_{\text{ekv}} \leq \sigma_{\text{doz}}.$$

4. Dozvoljeni naponi

Dozvoljeni naponi se određuju na osnovu:

- čvrstoće materijala (granice razvlačenja),
- faktora sigurnosti (uzima se često 2–3),
- tipa opterećenja (statičko, promenljivo).

Za savijanje:

$$\sigma_{\text{doz}} = \frac{R_e}{S}$$

Za smicanje obično se uzima:

$$\tau_{\text{doz}} \approx 0,6 \sigma_{\text{doz}}.$$

Ovo dolazi iz teorije čvrstoće i poklapa se sa kriterijumom Mises–Henki.

5. Postupak za dimenzionisanje u praksi

1. Nacrtati šemu opterećenja → izračunati reakcije i moment savijanja M_b .
2. Uzeti obrtni moment (ako ga ima) → dobiti M_t .
3. Izabrati materijal i dozvoljeni napon σ_{doz} .
4. Za osovину → koristiti formulu iz savijanja.
5. Za vratilo → koristiti torzionu formulu ili kombinovanu formulu.
6. Usvojiti standardni prečnik (najbliži veći) ili prema unutrašnjem prečniku ležaja.