



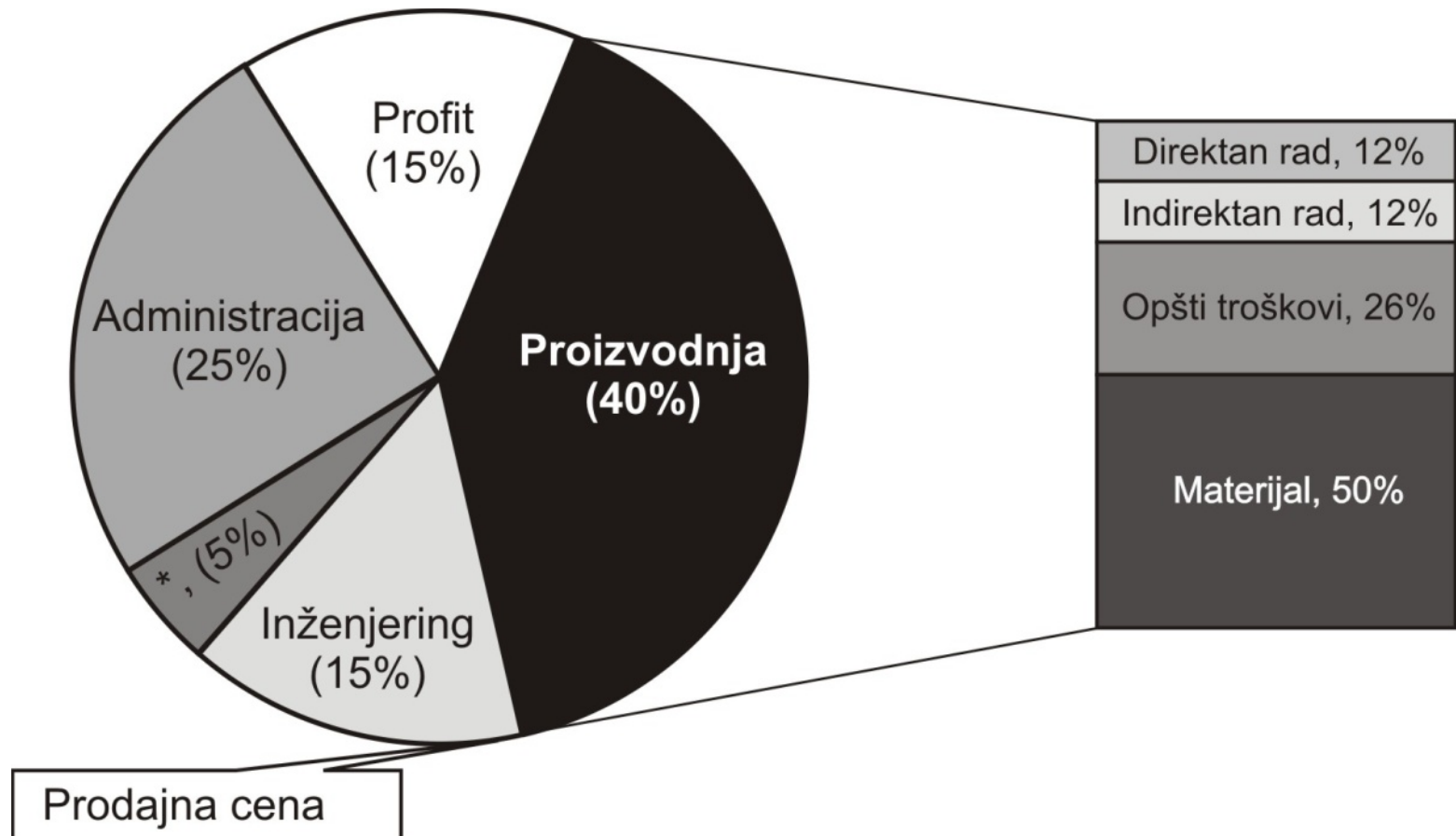
MAŠINSKI ELEMENTI

dr Miloš Ristić

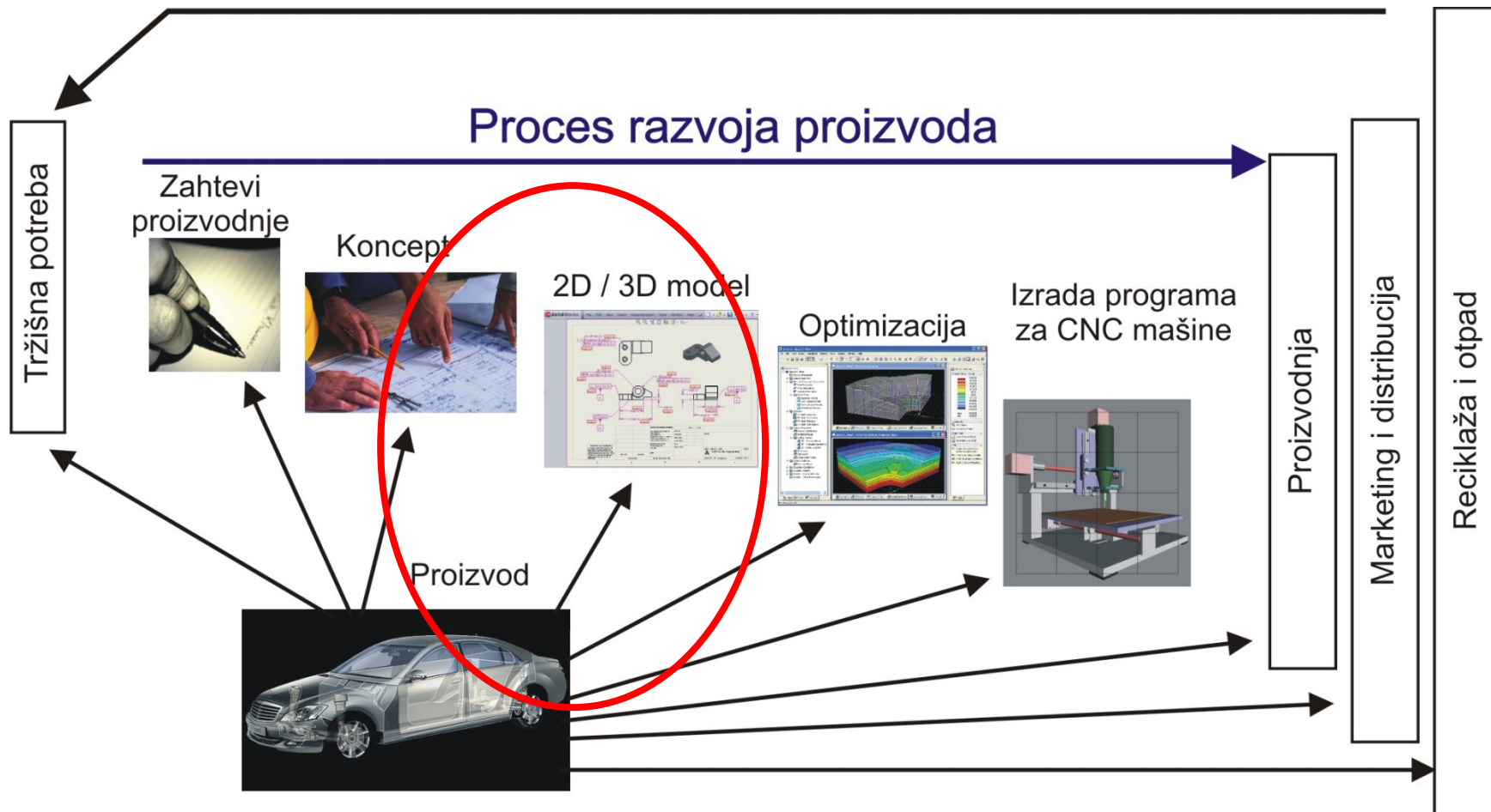
UVOD

- *Mašinski elementi predstavljaju tehničko-naučnu disciplinu.*
- *Izučavanjem ove discipline stiču se teorijska i praktična znanja za **proračun, izbor i primenu** mašinskih delova (elemenata) u složenim strukturama kao što su mašine, uređaji, mašinski sistemi,*

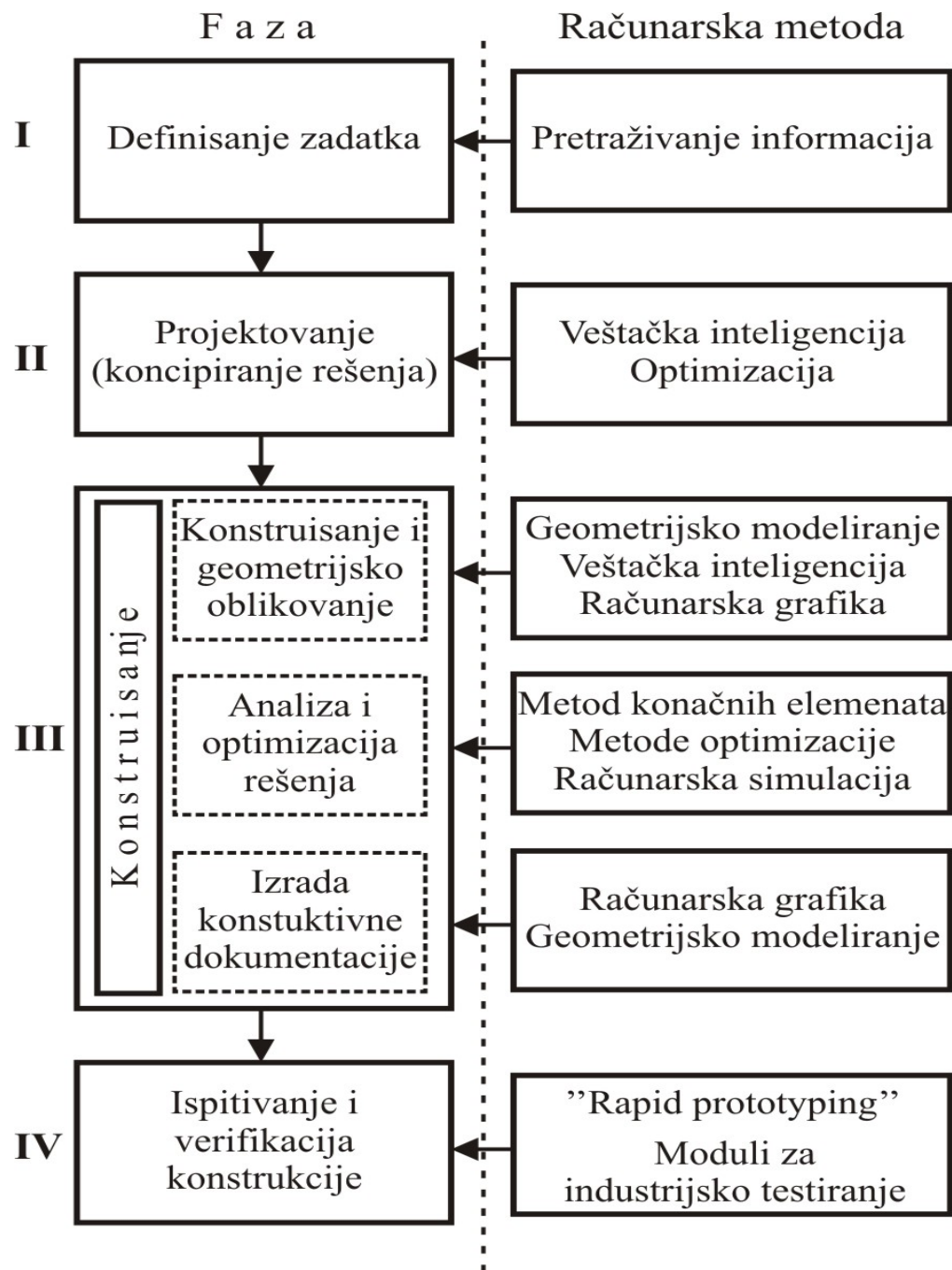
Karakteristična raspodela troškova u procesu proizvodnje



Proces izrade proizvoda

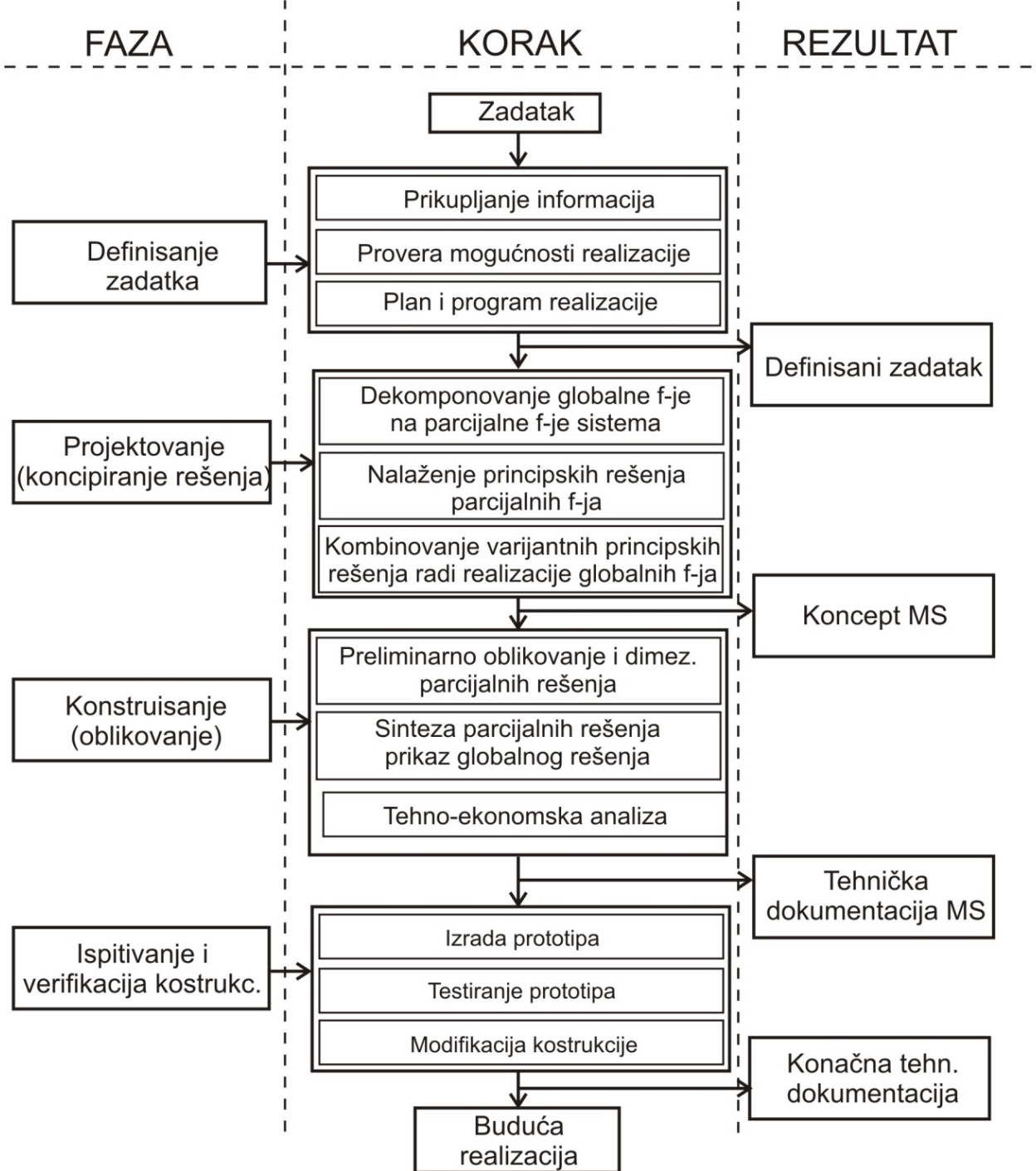


Faze Procesa Projektovanja i Konstruisanja



Konstruisanje

- *"Konstruisanje je primena naučnih principa, tehničkih informacija i mašte radi definisanja strukture mašine ili sistema predviđenog za izvršavanje prethodno zadanih funkcija s najvećom ekonomičnošću i efektivnošću." (G. B. R. Fielden)*
- *"Konstruisanje je proces pretraživanja u kome se zadovoljavajuće konstrukciono rešenje pronalazi iz skupa alternativnih." (S. J. Gero)*
- *"Konstruisanje je konstantan proces između onog što želimo postići i na koji način to želimo postići." (N. P. Suh)*
- *"Konstruisanje je skup aktivnosti koje vode od utvrđenog zahteva za proizvodom do generisanja skupa informacija, potrebnih za proizvodno sačinjavanje proizvoda." (A. Kostelić)*
- *"Konstruisanje je kreativni proces koji se odvija po uzastopnim etapama pri čemu se polazi od ideje a na kraju se dobija konstrukciono tehnološka dokumentacija za proizvodnju mašinskog sistema. To je proces transformacije ideje u projekat kao osnove za proizvodnju." (V. Miltenović)*

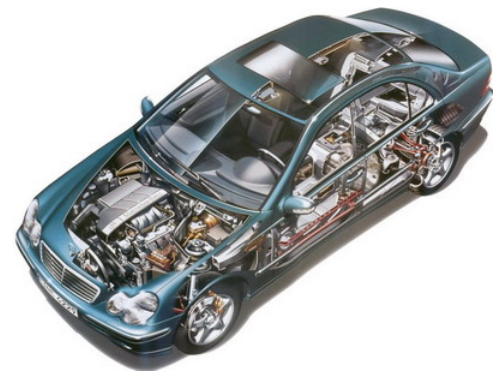
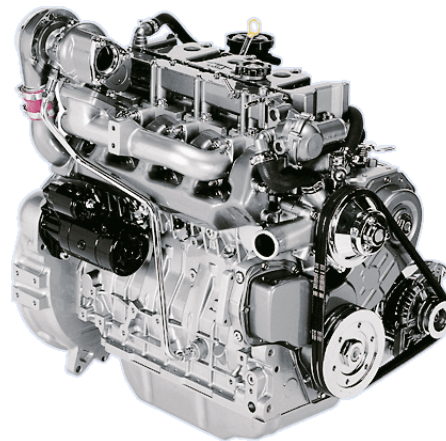


Struktura Procesa Projektovanja i Konstruisanja Mašinskog Sistema

prema VDI 2222

*Svaka mašina, uređaj ili oruđe sastoji se od više delova – **mašinskih elemenata**.*

- *Skup mašinskih elemenata koji predstavlja neku funkcionalnu celinu je **podsklop**.*
- *Dva ili više podsklopova čine **sklop ili mašinsku grupu**, a dve ili više mašinskih grupa čine celovitu **mašinsku konstrukciju** (mašinu, aparat, uređaj ili oruđe). Primer celovite mašinske konstrukcije – kombajn, traktor, strug, auto i sl..*



PODELA

- **Mašinski delovi (elementi) se svrstavaju se u dve grupe:**
 - **opštu,**
 - **posebnu.**

- **U opštu grupu spadaju mašinski elementi koji su sastavni delovi veoma velikog broja mašina i uređaja (zavrtnji, navrtke, ležajevi, osovine, spojnice,...).**

- **U posebnu grupu spadaju mašinski elementi koji nalaze primenu na relativno manjem broju mašina i imaju uži specifični značaj (klipovi, klipnjače, doboši,...).**

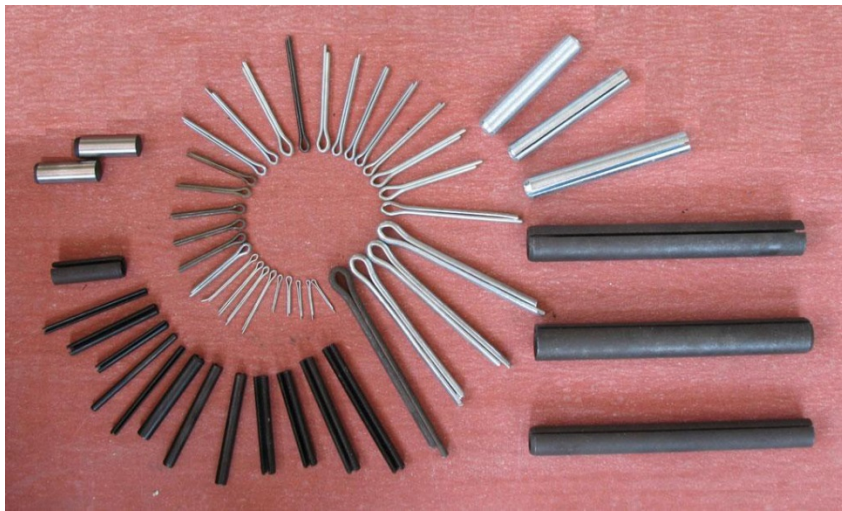
ELEMENTI OPŠTE GRUPE

- U okviru predmeta Mašinski elementi izučavaju se, uglavnom, elementi iz opšte grupe koji se mogu svrstati u sledeće podgrupe:
 - *elementi za vezu (mašinski spojevi),*
 - *elementi za prenos snage,*
 - *elementi za obrtna kretanja,*

ELEMENTI ZA VEZU (MAŠINSKI SPOJEVI)

mogu se razvrstati u sledeće podgrupe

- ☐ *navojni spojevi,*
- ☐ *zakovani spojevi,*
- ☐ *zavareni spojevi,*
- ☐ *zalepljeni spojevi,*
- ☐ *presovani spojevi (stezni spojevi),*
- ☐ *spojevi klinovima,*
- ☐ *žlebni spojevi,*
- ☐ *spojevi čivijama,*
- ☐ *zglobne veze (veze osovnicama),*
- ☐ *elastični spojevi.*



Čivije



Zavrtnjevi



Zakivci



Opruge



Zavareni spoj



Osovinica



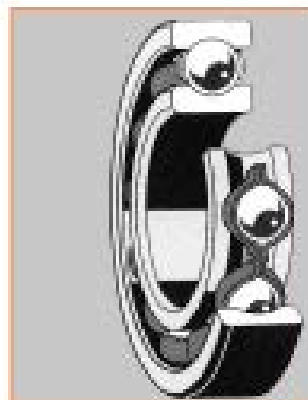
Klinovi

Elementi za obrtna kretanja

se dele na:



Vratila i osovine



Kotrljajne ležaje



Klizna ležišta



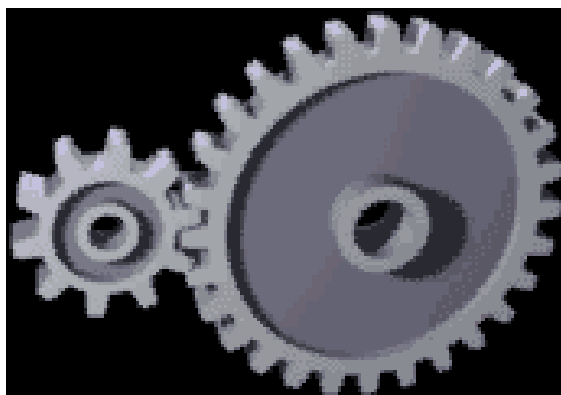
Spojnice i kočnice

ELEMENTI ZA PRENOS SNAGE

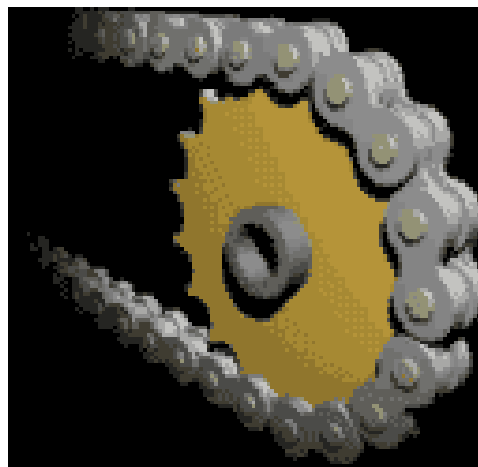
Elementi za prenos snage (prenosnici) se prema principu rada dele na:

- ***mehaničke,***
- ***električne,***
- ***hidraulične,***
- ***pneumatske.***

U okviru predmeta **Mašinski elementi** izučavaju se samo ***mehanički prenosnici.***



Zupčani prenosnici



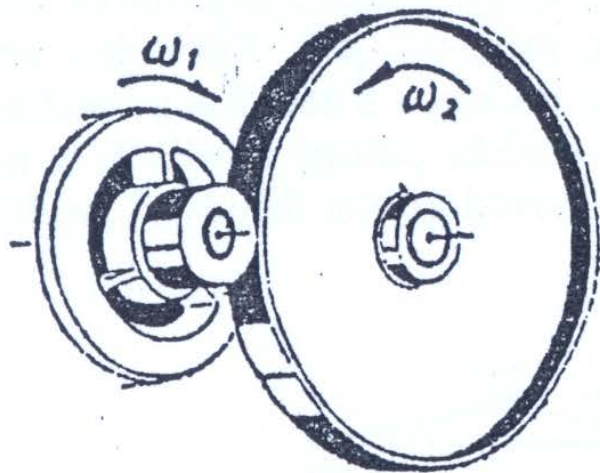
lančani prenosnici



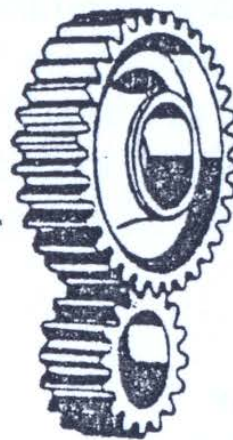
frikcioni prenosnici



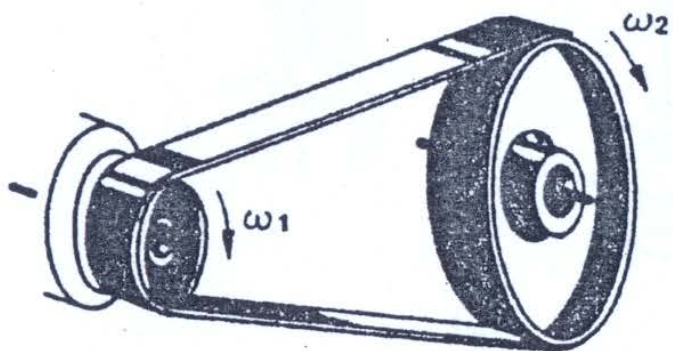
kaišni prenosnici



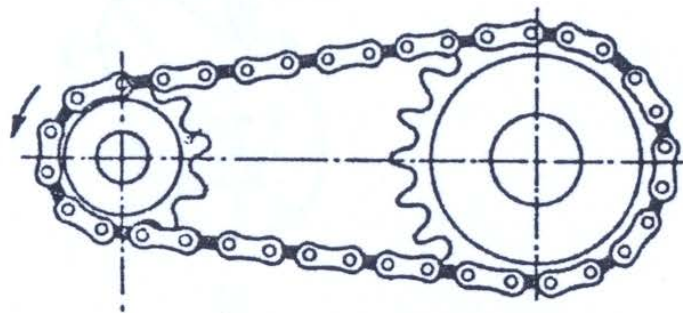
a)



b)

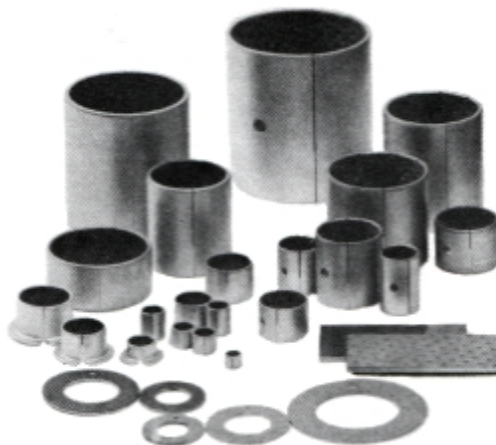


c)



d)

ELEMENTI ZA OBRITNA KRETANJA





завртањи



опруге



вратила

STANDARDIZACIJA

Standardi predstavljaju jednobrazne tehničke propise koji se mogu odnositi na oblik, dimenzije, metode merenja, sastav materijala, formate hartija i crteža i dr. Propisivanje standarda je naročito značajno kod mašinskih delova koji se sreću u velikom broju mašina i uređaja.

Standardizacija je proces pripreme, donošenja, usvajanja i primene u praksi ovih propisa, odnosno standarda.

Standardi sa obavezom primene u pojedinim zemljama su nacionalni (državni) standardi, kao što su:

- **SRPS** standard naše zemlje,
- DIN u Nemačkoj,
- GOST u Rusiji,
- ASA u Americi itd,

Standardi naše zemlje se označavaju alfanumeričkim znacima u obliku:

SRPS X.XX.XXX.

Prva oznaka X odnosi se na oblast koja je obuhvaćena standardom, na primer:

- **M** za mašinstvo,
- **C** za metalurgiju,
- **L** za merne alate i pribore,
- **K** za radne pribore i alate,
- **A** se odnosi na osnovne i opšte standarde.

Druga grupa od dva znaka XX odnosi se na grupu standarda, na primer:

- **BO** za razne vrste navoja i materijala,
- **B1** za zavrtnje i navrtke,
- **B2** za podmetače,
- **C1** za žlebne spojeve, za module zupčanika,
- **C2** za klinove i čivije,
- **C3** za kotrljajne ležaje, itd.

Treća grupa od tri znaka XXX odnosi se na redni broj standarda iz dotične grupe:

- SRPS M.B1.601 odnosi se na jednu vrstu šestougaonih navrtki za opštu primenu,**
- SRPS M.B1.060 odnosi se na jednu vrstu zavrtnja sa šestougaonom glavom, itd.**

Standardni brojevi se koriste za skoro sve geometrijske mere. Ako se, na primer, proračunom dobije neka vrednost koja nije data u tabeli standardnih brojeva, pravilo je:

- za spoljašnju meru (npr. prečnik) usvaja se prva veća standardna vrednost,**
- za unutrašnju meru (npr. otvor), prva manja standardna vrednost.**

OSNOVE PRORAČUNA MAŠINSKIH DELOVA

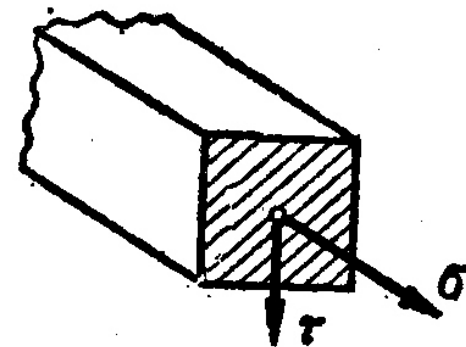
Opterećenje mašinskih delova se izražava u vidu:
sile, sprega sila, momenta sile

Usled opterećenja u telu (mašinski element), javlja se: sila otpora, reaktivna sila.

Reaktivna sila svedena na jedinicu površine poprečnog preseka = napon.

Radni napon je unutrašnji otpor u materijalu sveden na jedinicu površine poprečnog preseka, kojim se materijal suprotstavlja deformisanju.

U zavisnosti od položaja reaktivne sile : normalni (σ) i tangencijalni (τ) naponi.



Proračun se, najčešće, vrši na osnovu **potrebne sigurnosti u radu - proračun na osnovu potrebne čvrstoće delova.**

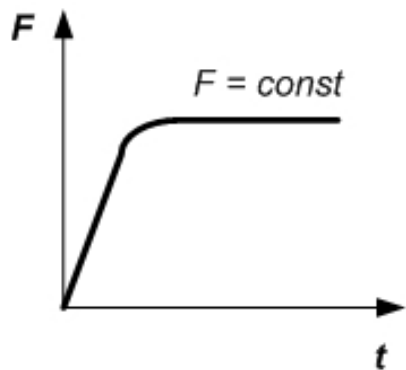
Ovaj proračun se sastoji u **upoređivanju kritičnog i radnog napona, u proveru stepena sigurnosti S** , na osnovu:

$$S = [\sigma] / \sigma \geq 1$$

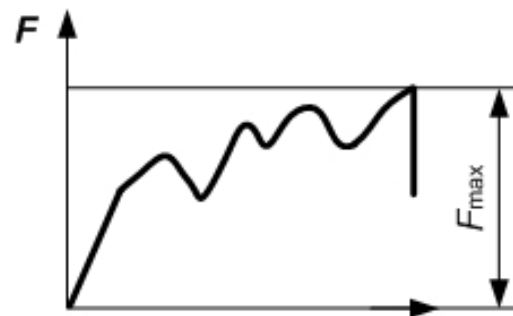
Dozvoljeni napon je najveći napon koji mašinski deo može sa sigurnošću da izdrži, u toku radnog veka, pod određenim uslovima.

$$\sigma_{\text{doz}} = [\sigma] / S$$

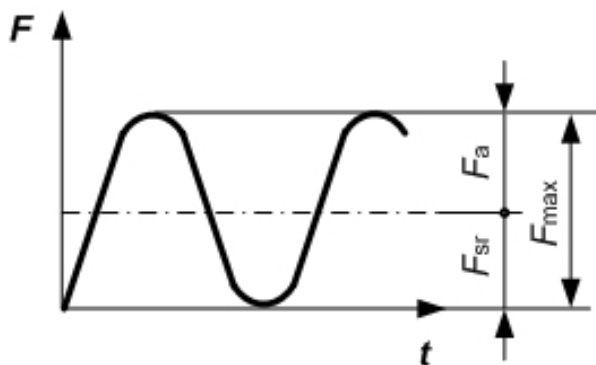
Karakter opterećenja u vremenu



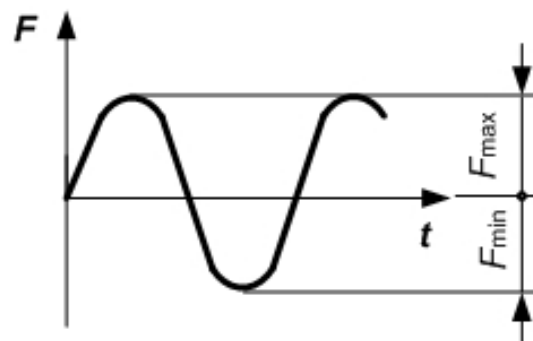
nepromenljivo



udarno



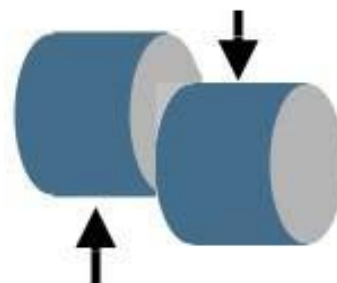
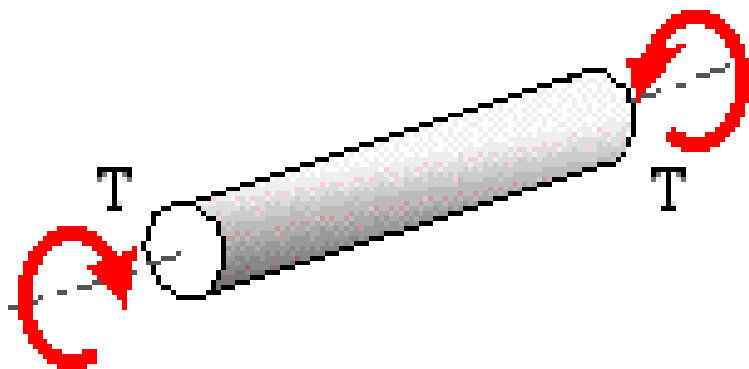
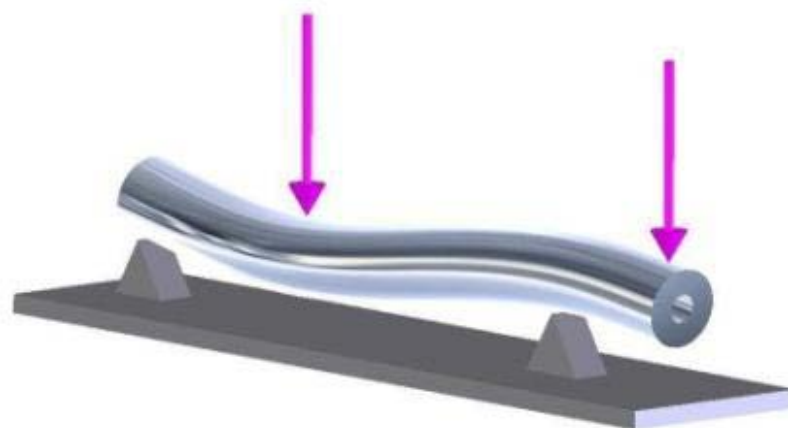
jednosmerno promenljivo



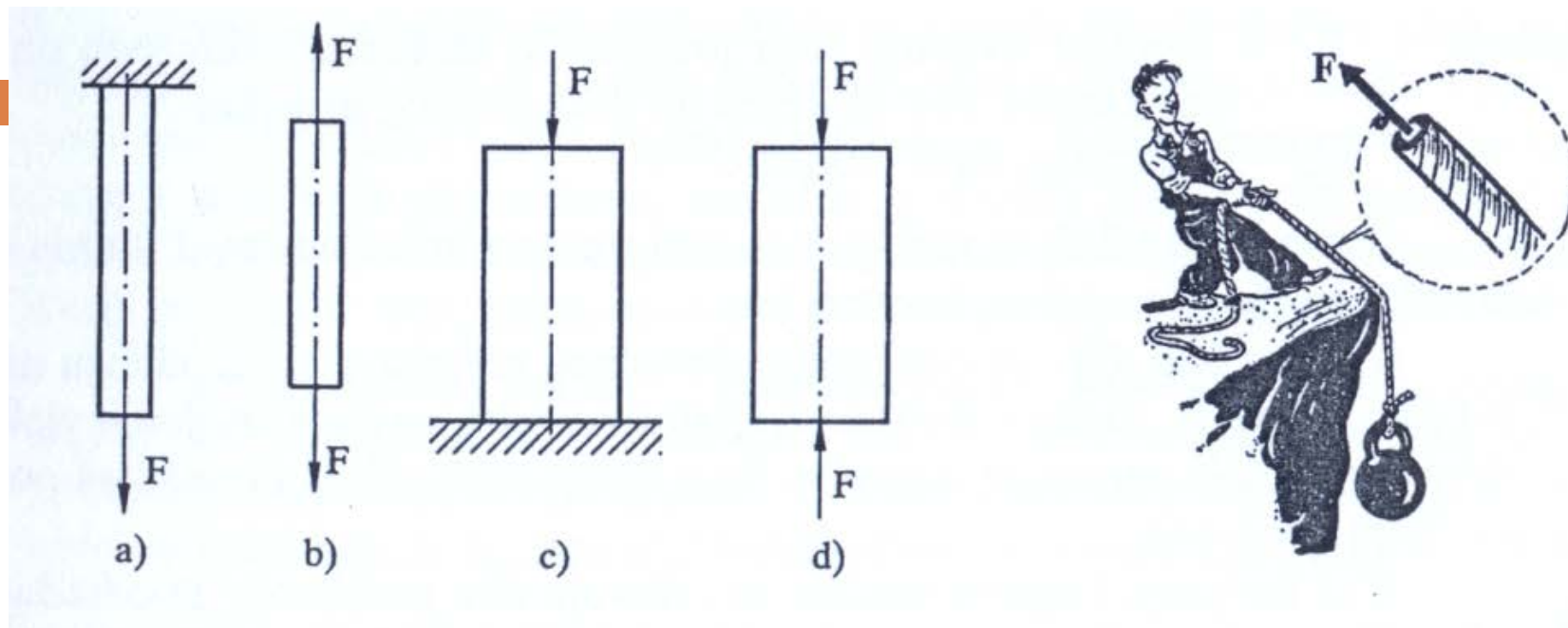
naizmenično promenljivo

Naprezanja mašinskih delova

Naprezanje je stanje u materijalu izazvano dejstvom spoljašnjeg opterećenja.



Aksijalno naprezanje (zatezanje i pritisak).



Sile deluju u pravcu ose štapova.

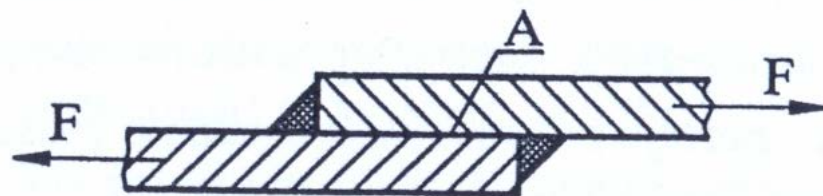
Ako je štap izložen zatezanju, poprečni presek štapa se smanjuje a dužina povećava.

Ako je štap izložen pritisku poprečni presek štapa se povećava a dužina se smanjuje.

$$\sigma_{z(-p)} = \frac{F}{A}$$

Smicanje

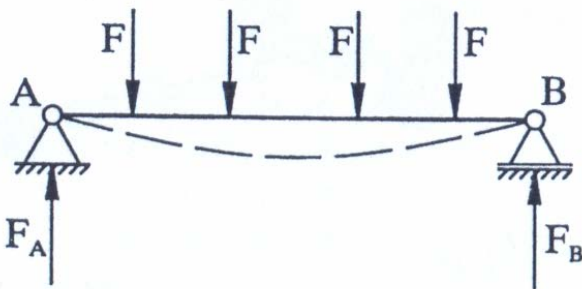
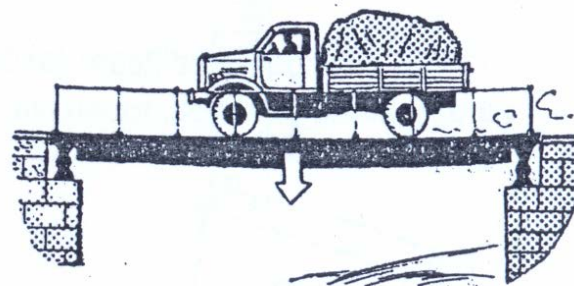
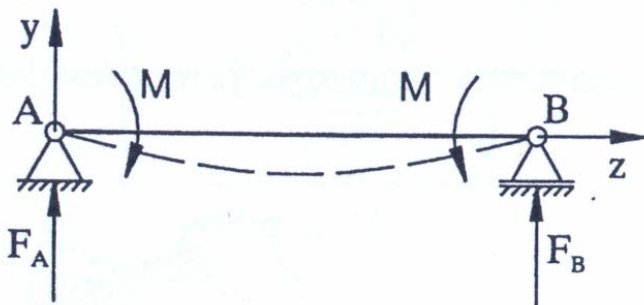
Transverzalne sile deluju upravno na podužnu osu štapa i žele da ga smaknu.



Napon smicanja se određuje:

$$\tau = \frac{F}{A}$$

Savijanje



$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

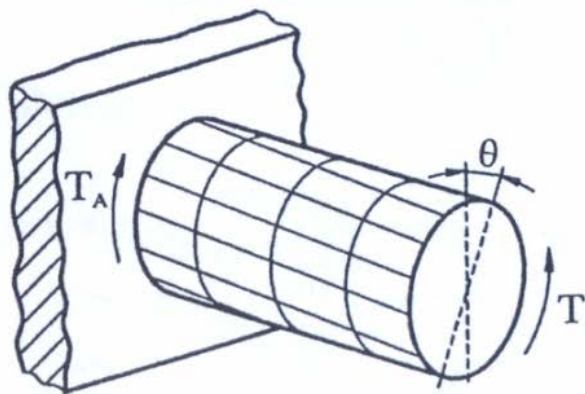
M_x – moment savijanja u pravcu ose x .

W_x - aksijalni otporni moment za osu x .

Uvijanje

Ako se cilindar koji je na jednom kraju uklješten a na drugom slobodan (konzolni nosač) optereti na slobodnom kraju spregom T nastaje naprezanje koje se naziva uvijanje ili torzija

Pri uvijanju računaju se samo tangencijalni naponi jer su normalni zanemarljivo mali.



$$\tau_{\max} = \frac{T_u}{W_0}, \dots \varphi = \frac{T_u \cdot L}{I_0 \cdot G}$$

T_u [Nm] - moment uvijanja.

W_0 [cm³] - polarni otporni moment.

φ [rad] - ugao uvijanja

I_0 [cm⁴] - polarni moment inercije

L [mm] - dužina izložena uvijanju.

G - modul klizanja, za čelik je 8000kN/cm²



Izvijanje

Izvijanju su izloženi štapovi velike dužine i malog poprečnog preseka (mali poprečni presek u odnosu na dužinu štapa).

