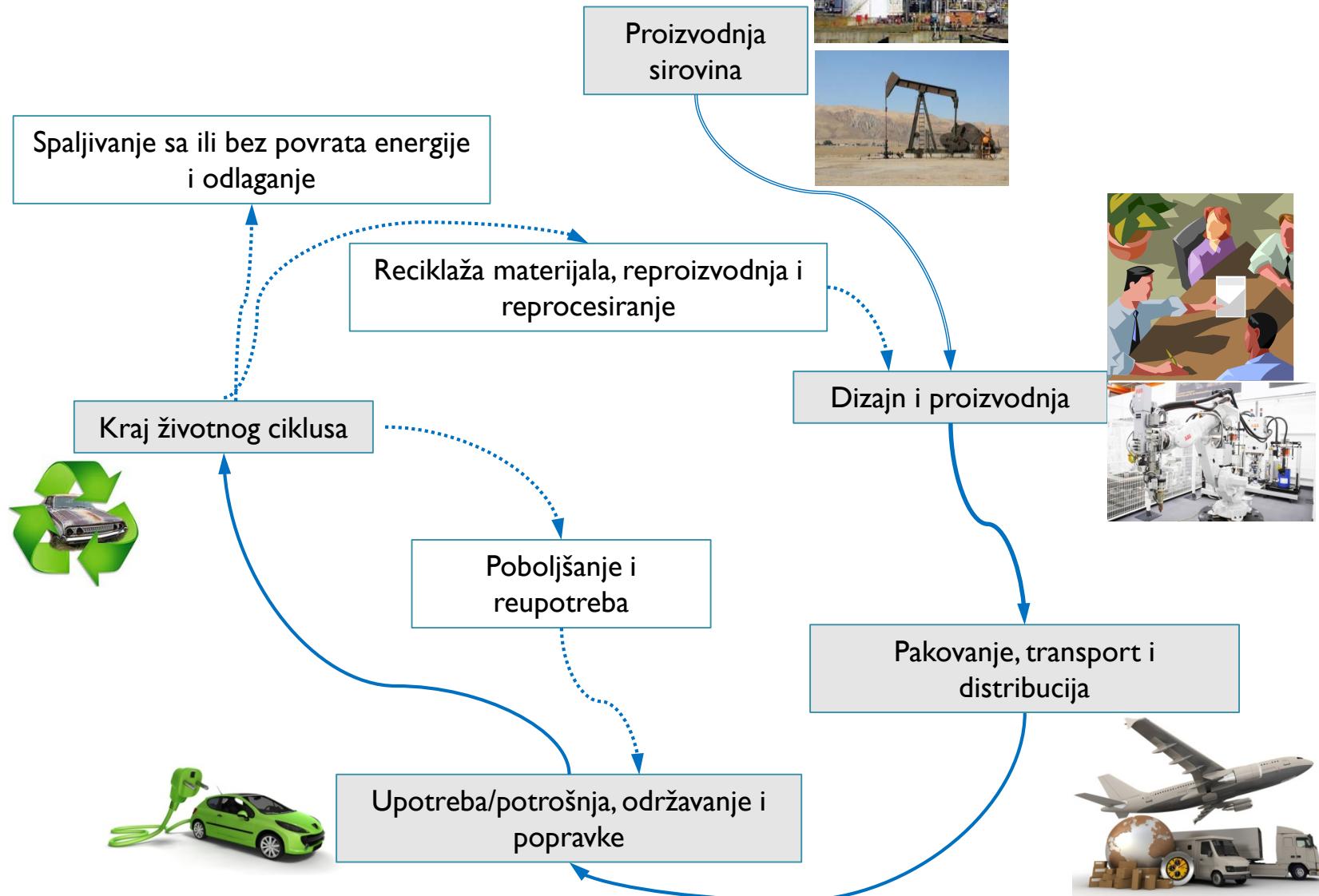


# TEHNIČKA DOKUMENTACIJA

Metalurško-Tehnološki fakultet  
Univerzitet Crne Gore

Prof. dr Darko Bajić  
2018.

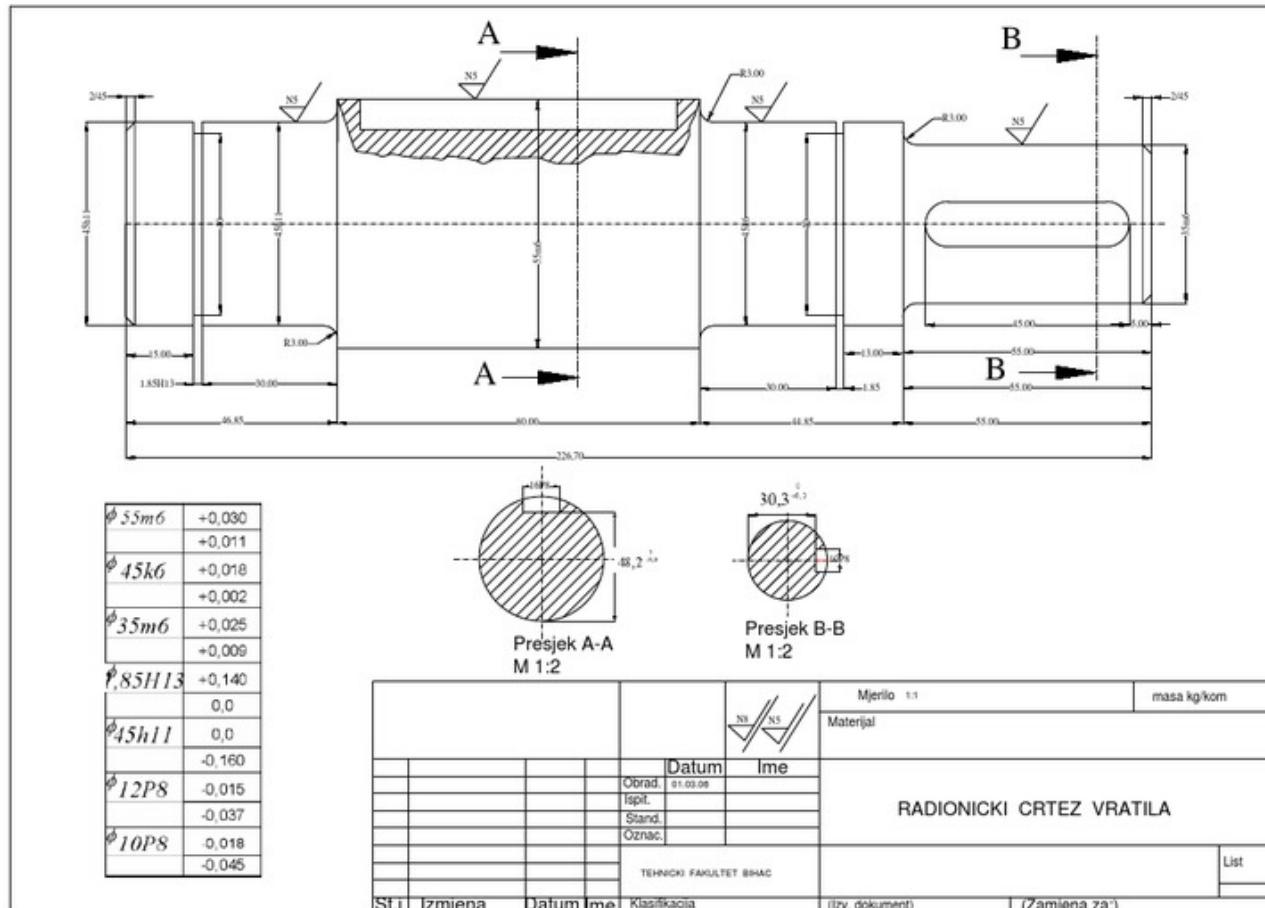
# Prema ISO 14 040:1997 životni cikus proizvoda predstavljen je kroz 5 faza.

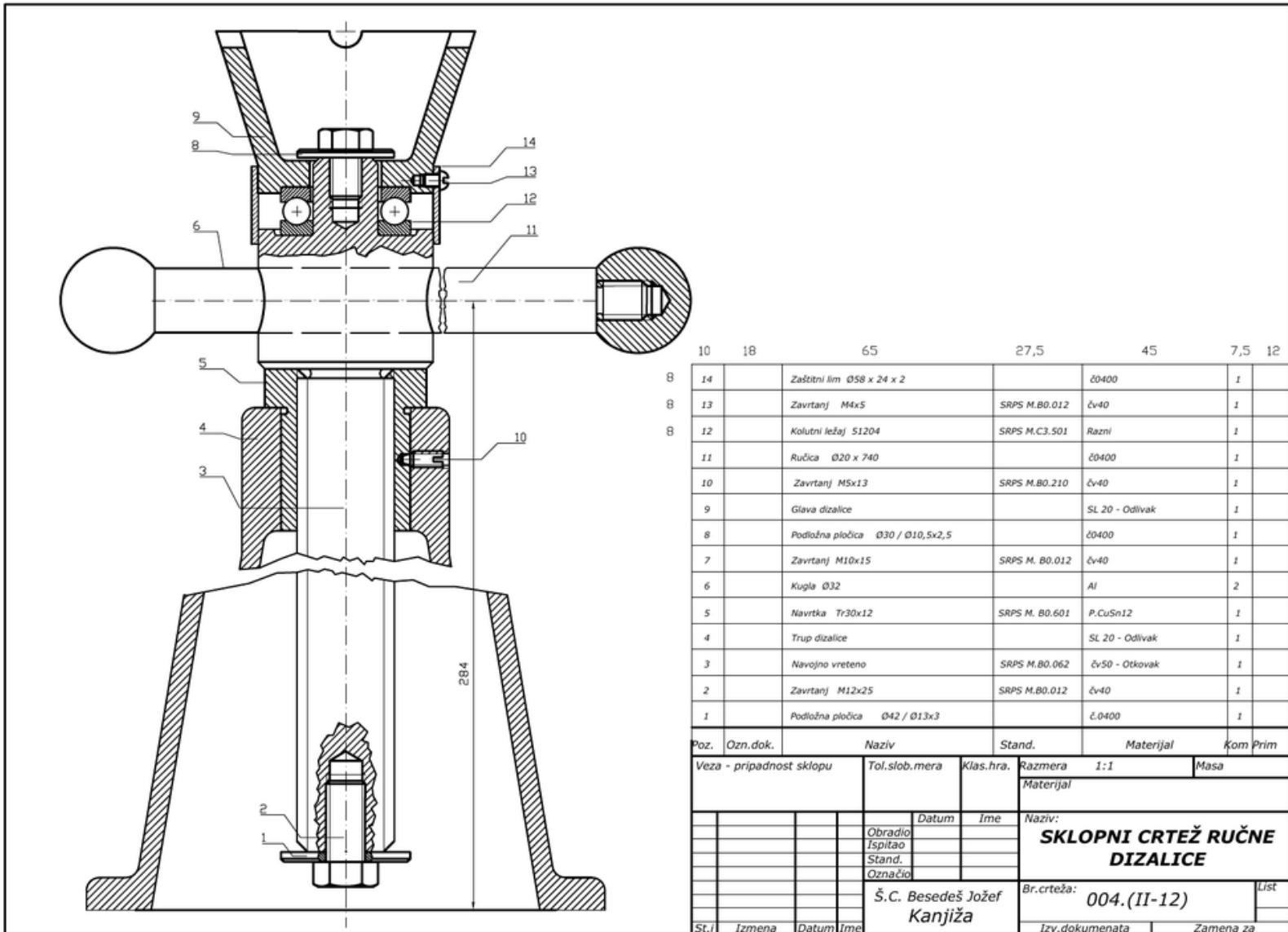


- Razvoj proizvoda je složen proces.
- Učestvuje veliki broj stručnjaka različitih profila.
- Potrebna je sinhronizacija aktivnosti svih članova radnog tima za razvoj proizvoda.
- Međusobna razmjena informacija.
- Tehnička dokumentacija je najbolji način razmjene informacija u tehnici.
- **Tehnički crtež** – forma izražavanja/univerzalni jezik komunikacije tehničkih lica.
- Tehnički crtež mora da bude jasan i pregledan.
- Tehnička disciplina koja omogućava da se 3D (prostorni prikaz) objekta prikaže u 2D (ravni papira) naziva se **tehničko crtanje**.
- Tehničkim crtanjem se jednoznačno definiše: oblik, funkcija, dimenzije, materijal, tehnologija izrade, kvalitet, montaža, demontaža, održavanje ...
- Tehničko crtanje se bazira na principima **nacrtnе geometriјe**, u kombinaciji sa pravilima tehničkog crtanja.

## Prema sadržaju:

- ↗ Detaljni (radionički),
- ↗ Sklopni.

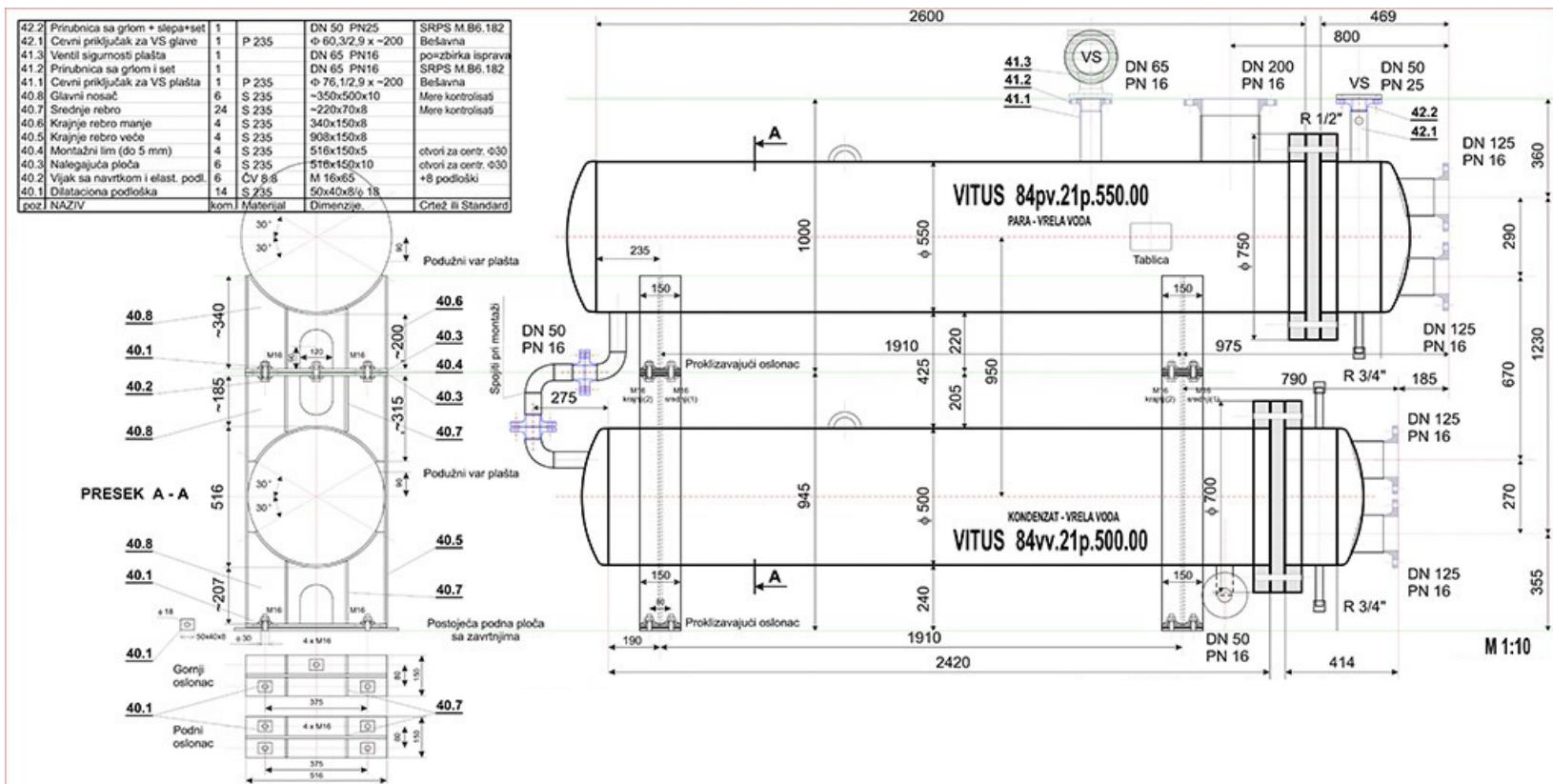




## Prema namjeni:

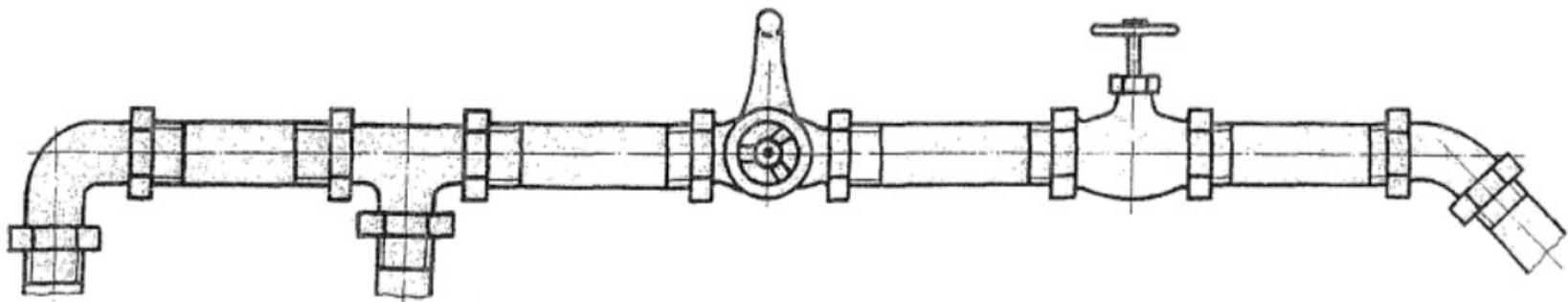
- ☞ Radionički za izradu elementa – prikaz samo jednog elementa sklopa i sadrži sve neophodne informacije za njegovu izradu
- ☞ Montažni – prikazuje šemu montaže elemenata (sklapanja)
- ☞ Instalacioni (montaža cijevi i cijevne armature),
- ☞ Šematski (uprošćavanje sistema putem simbola i oznaka).

### Montažni crtež sistema posuda pod pritiskom

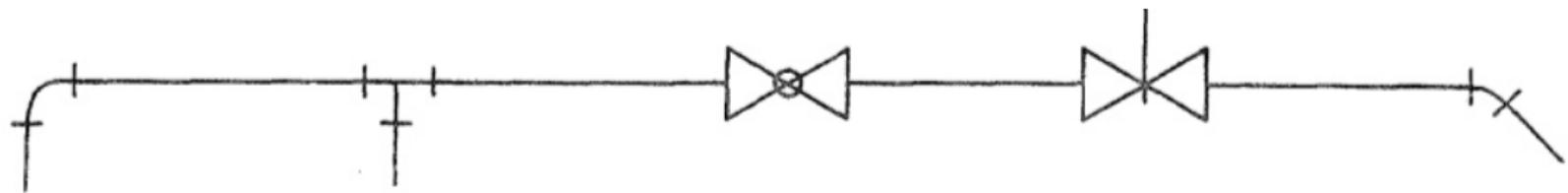




## Instalacioni crtež cijevnog sistema



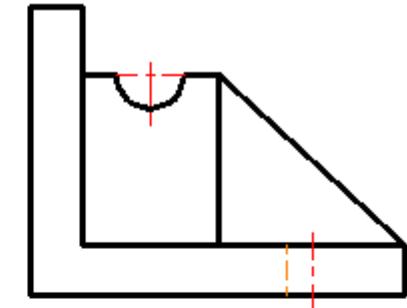
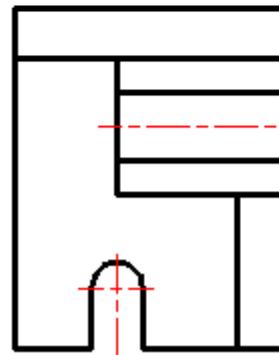
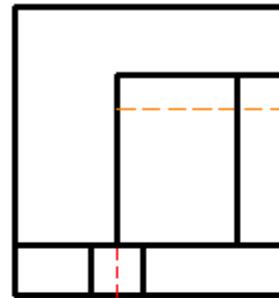
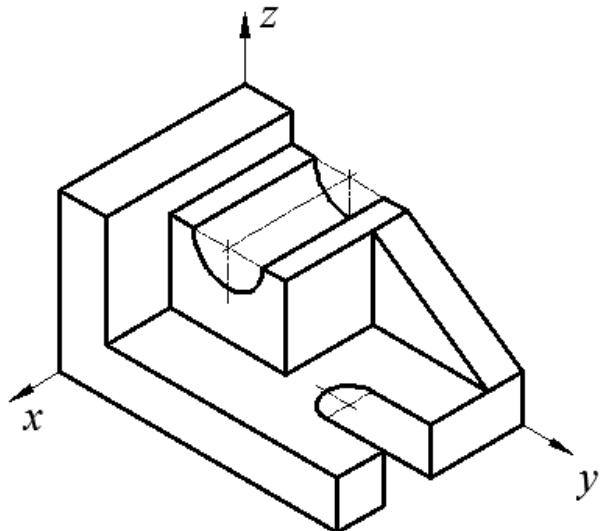
## Šematski crtež cijevnog sistema



## Prema načinu prikazivanja:

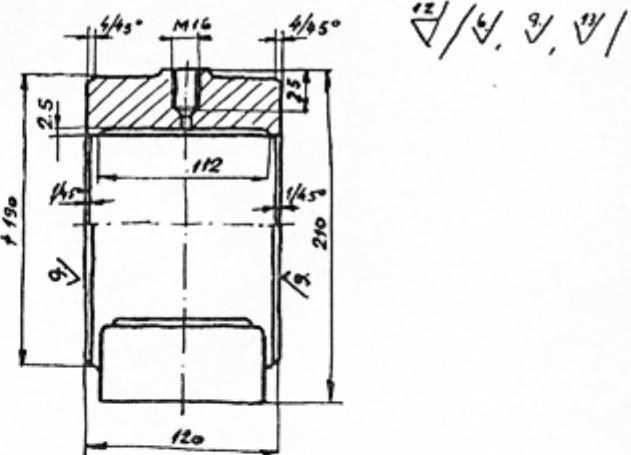
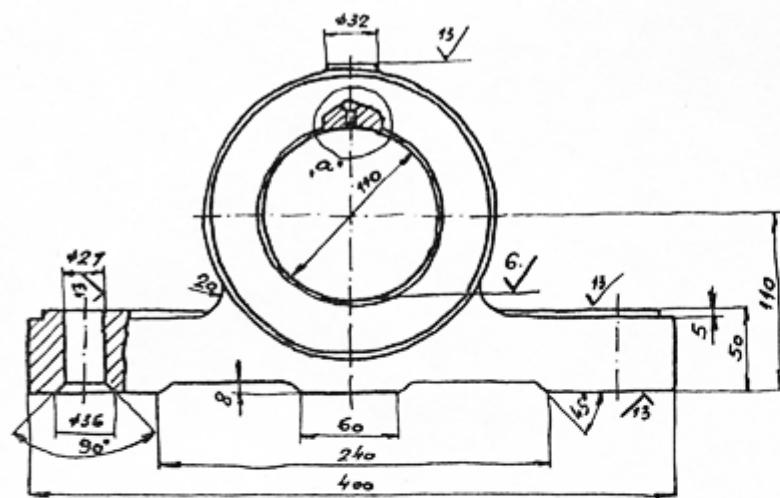
☞ Aksonometrijski

☞ Ortogonalni.

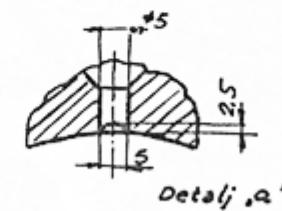
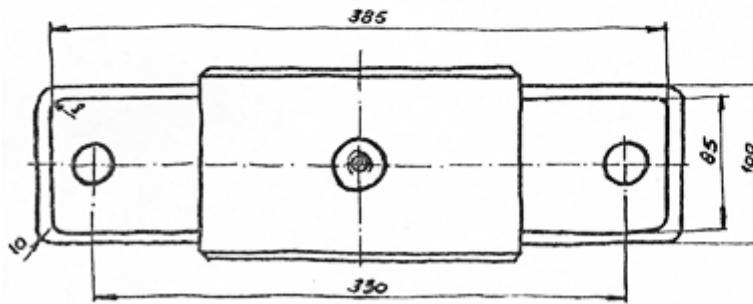


## Prema načinu izrade:

Skica – crtež tehničkog elementa nacrtan slobodnom rukom u proizvoljnoj razmjeri sa što približnijim odnosom veličina i oblika, na osnovu kog se crta tehnički crtež



Neoznačeni radijusi  $R = 2.5$

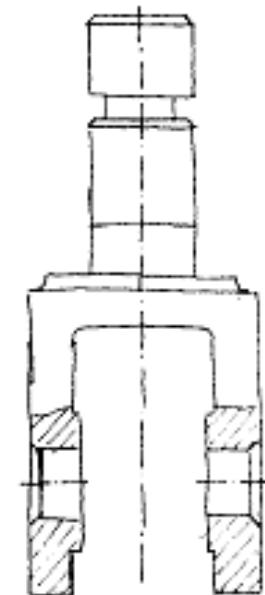
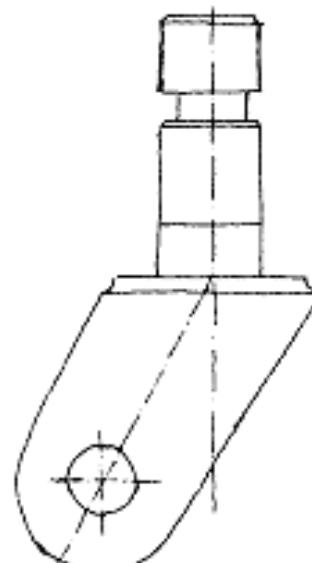
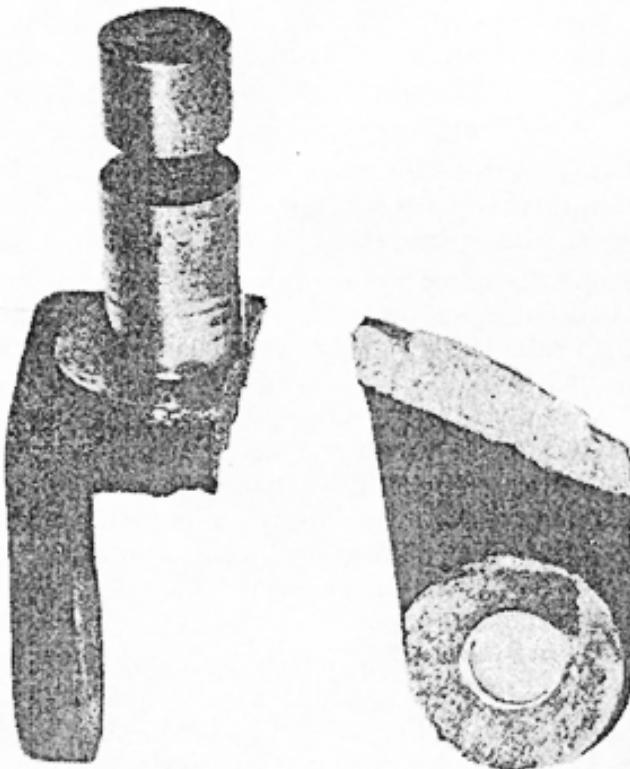


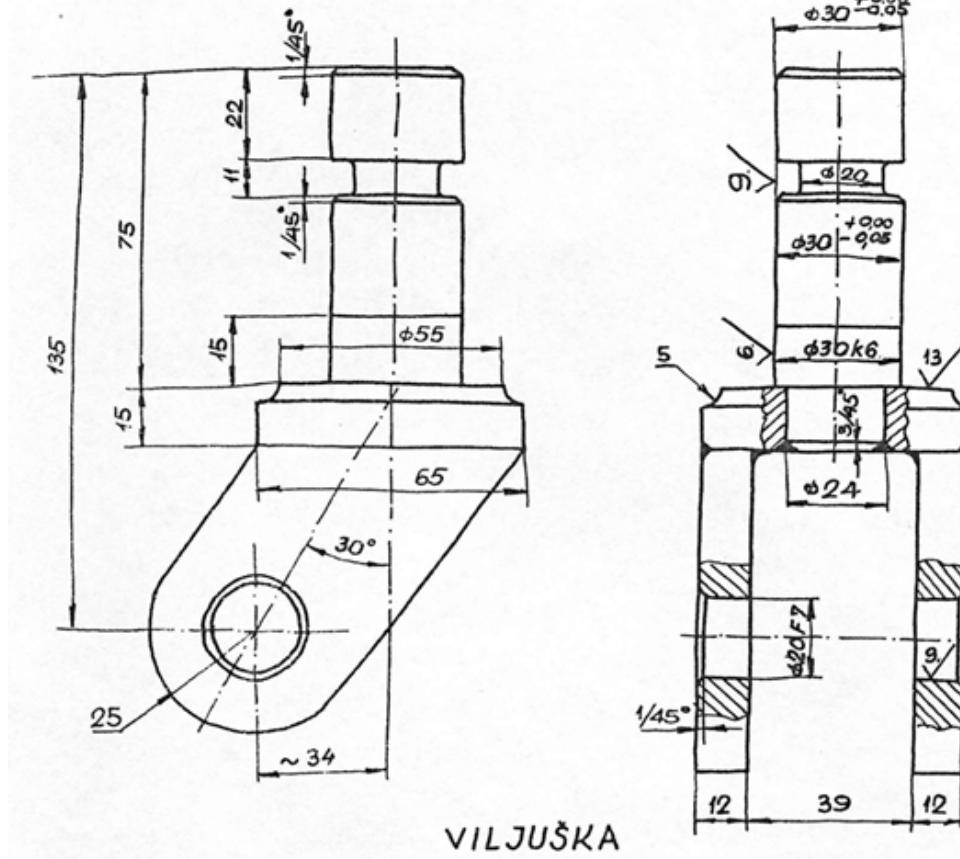
materijal: St 22

LEŽIŠTE

## Skiciranje – pripremne radnje:

- Utvrđivanje funkcije elementa u sklopu,
- Analiza oblika i dimenzija elementa,
- Definisanje broja projekcija, presjeka, njihovo raspored na listu i utvrđivanje formata i potrebne razmjere crtanja tehničkog crteža,
- Analiza mogućnosti izrade elementa,

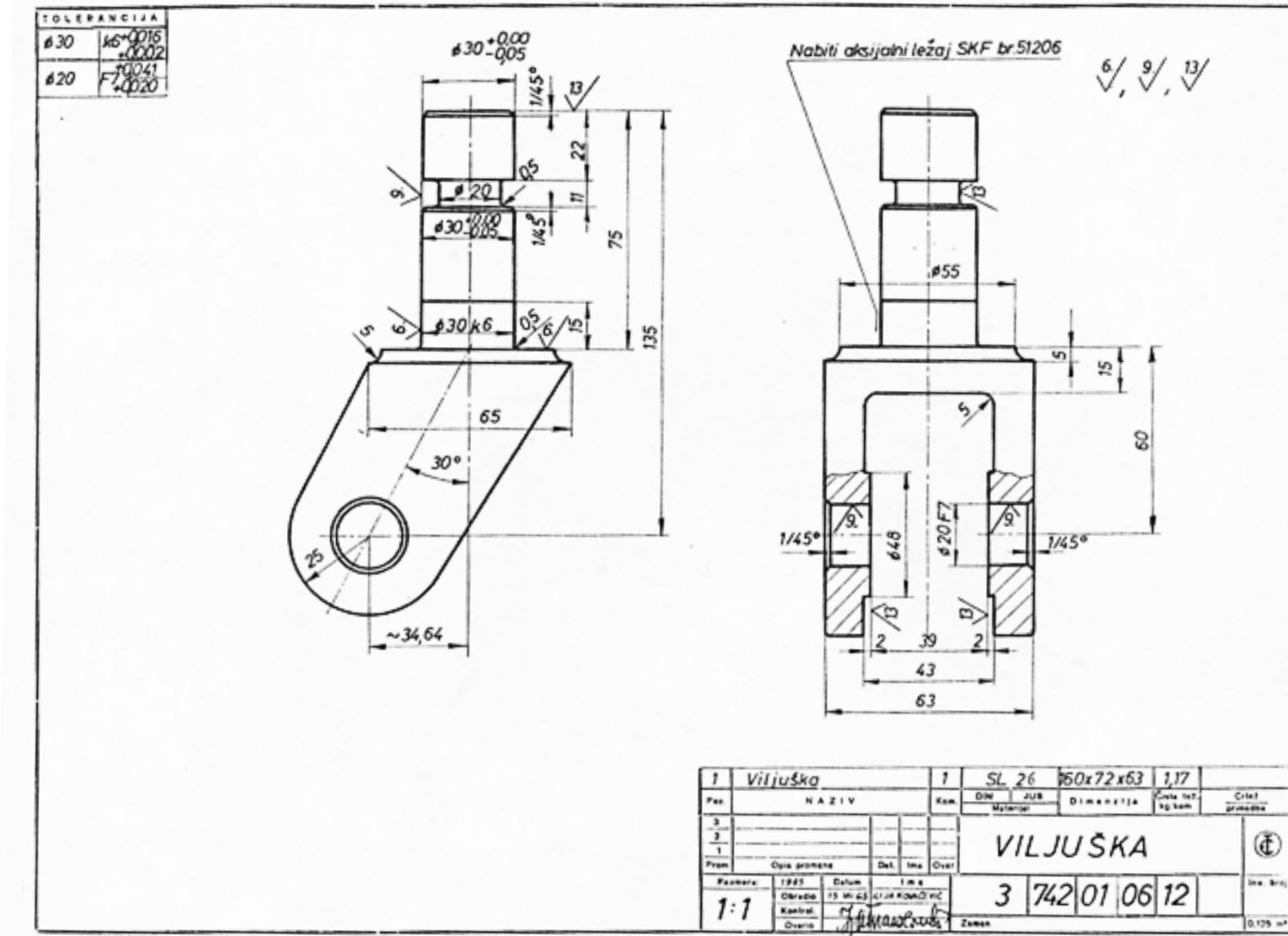




Svi nenačaćeni radijusi su r 0.5  
Komad bio od ČL 0600  
Radij od konstrukтивnog čelika

## Prema načinu izrade:

Originalni crtež – tehnički crtež koji se crtana osnovu skice.



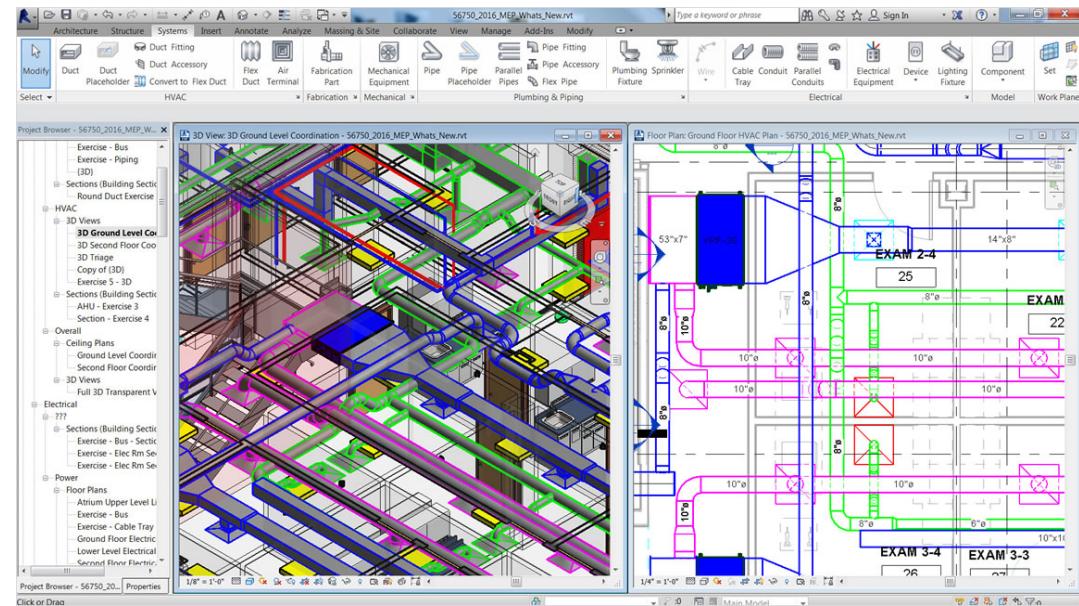
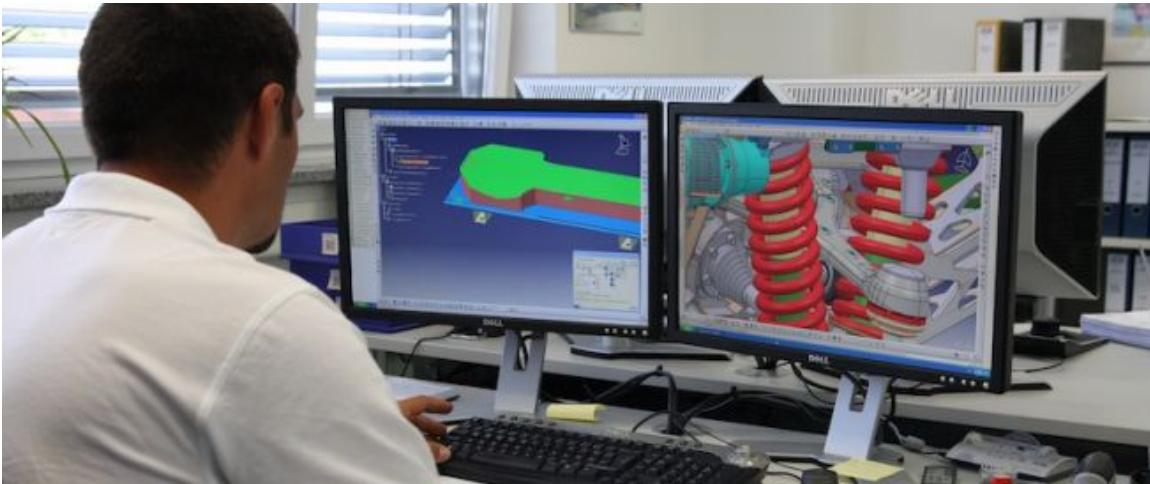
## Primjena računara pri izradi tehničke dokumentacije

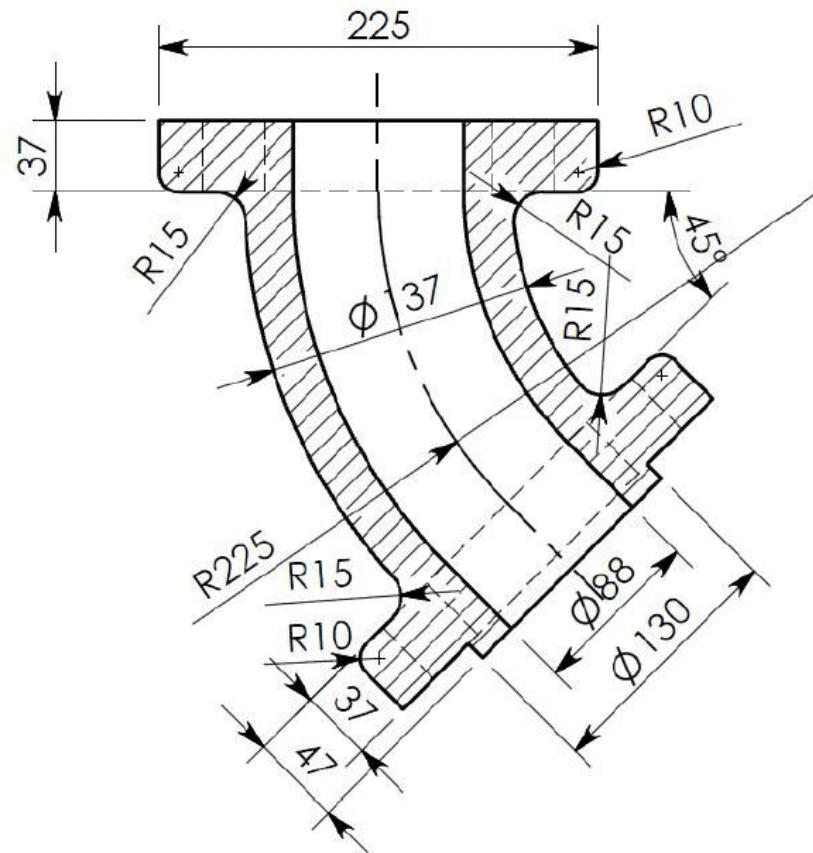


Tabla za crtanje- kulman

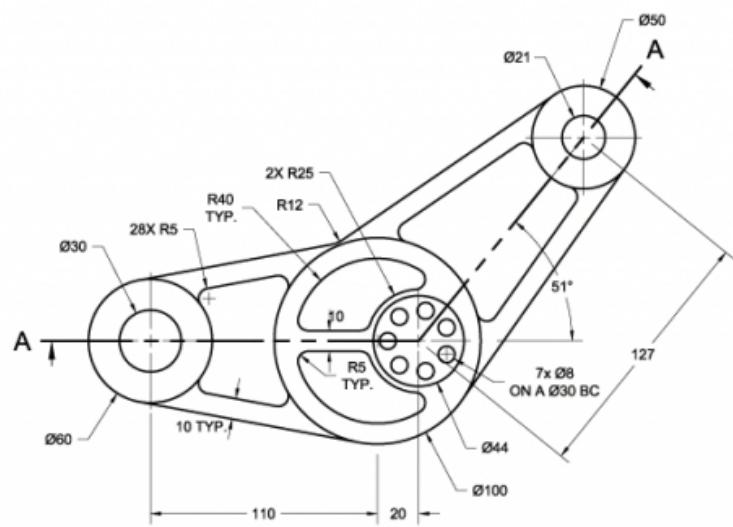


# Computer-aided design (CAD) - projektovanje pomoću računara

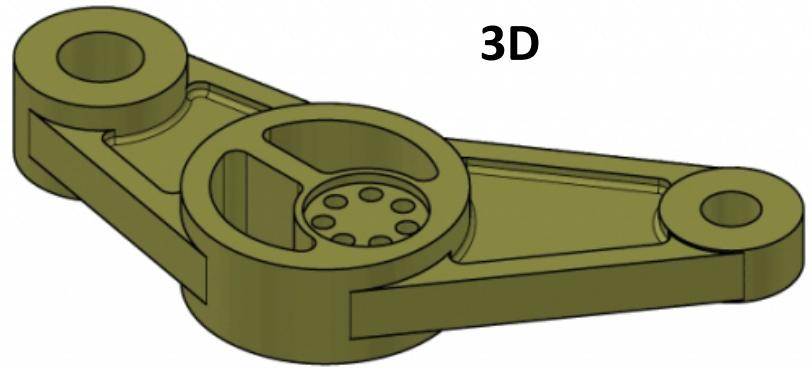




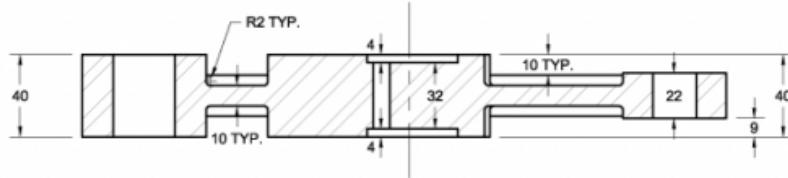
2D



TOP VIEW (1:2)



3D



ALIGNED SECTION A-A (1:2)

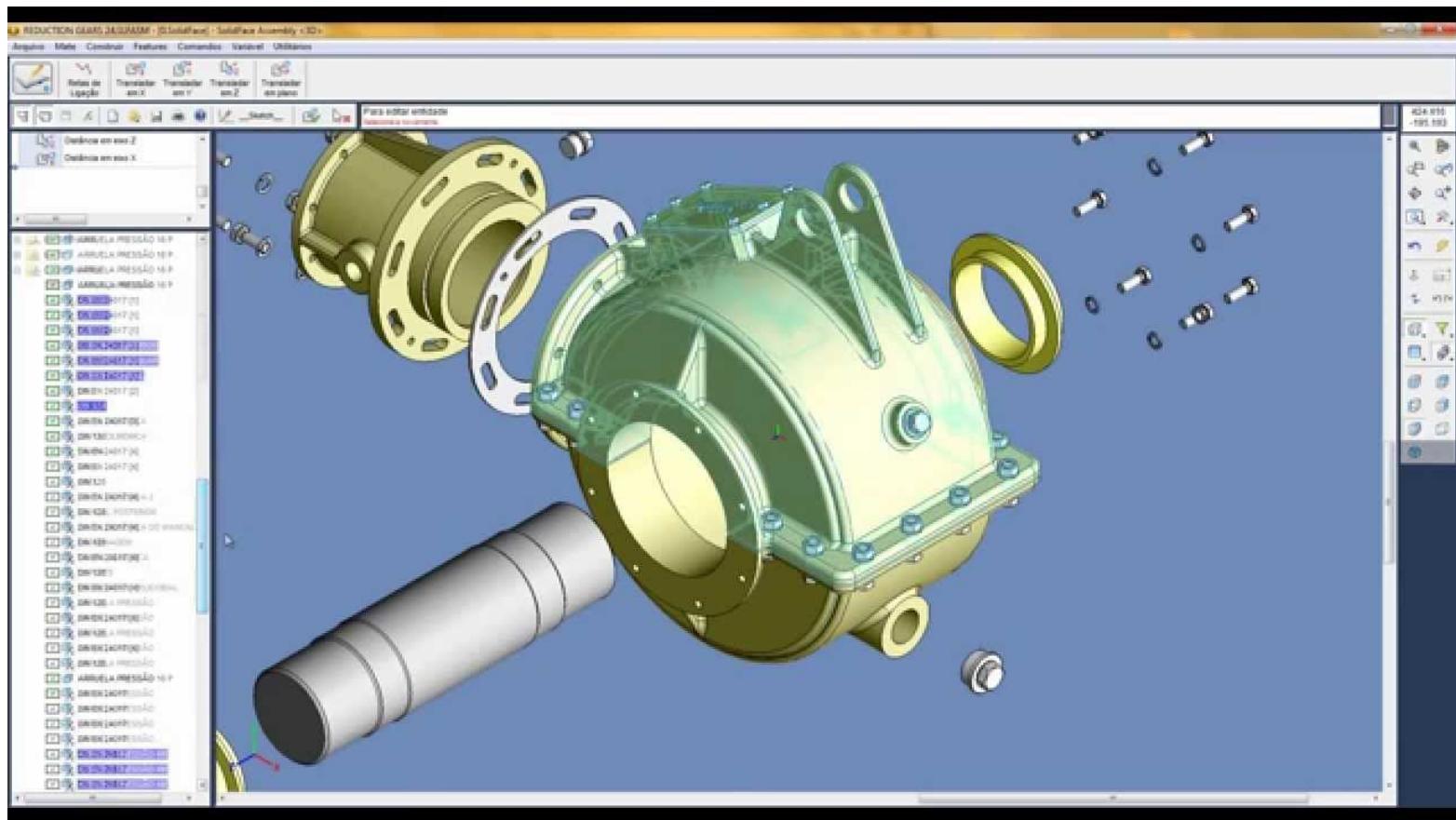
3D VIEW #1

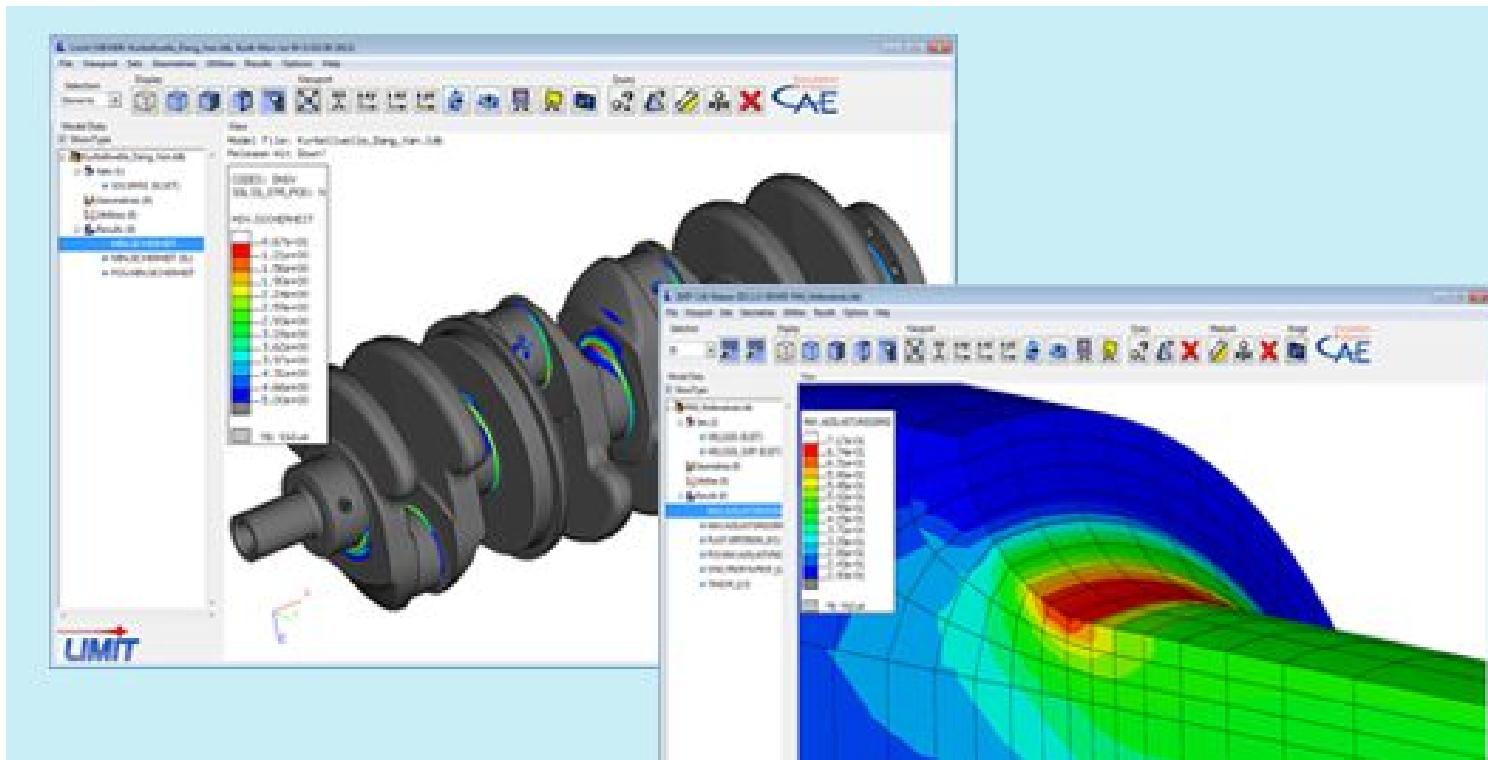


3D VIEW #2

AutoCAD 3 3D Modeling	
PROJECT:	Lesson 14
	Practice 14_2
DRAWING TITLE:	CONTROL ARM
DRAWN BY:	KB
DATE:	03/08/2013
SCALE:	1:2
CLASS:	CADD3
CHECKED BY:	KB
DRAWING NUMBER:	M-1

M-1



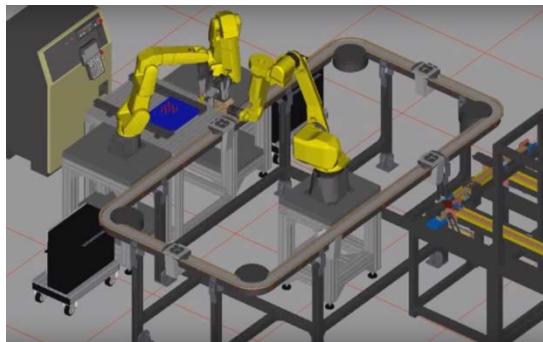
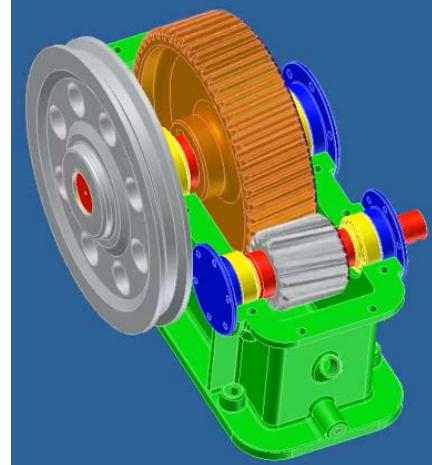
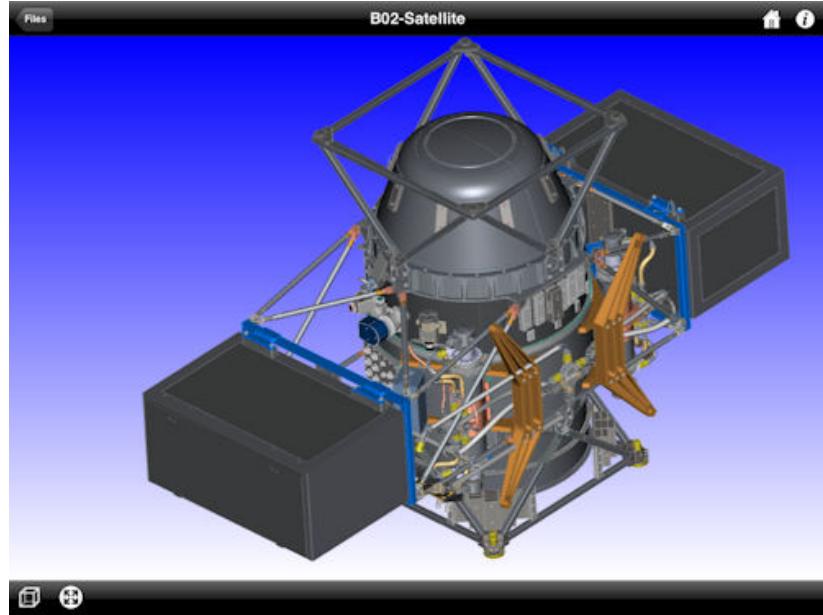


## AutoCAD – osnovni softver

- AutoCAD - programski paket namenjen crtanj i projektovanju pomoću računara
- Jednostavan rad i dobra komunikacija sa ostalim programskim paketima,
- Primjena široka:
  - Građevinarstvo
  - Arhitektura
  - Mašinstvo ...

### Mogućnosti CAD sistema:

- Izrada tehničke 2D dokumentacije,
- 3D geometrijsko modeliranje,
- Animacija i vizuelizacija elemenata i sklopova,
- Naponsko-deformaciona analiza primjenom metode konačnih elemenata
- Formiranje baze tehničke dokumentacije ....



# TEHNIČKA DOKUMENTACIJA

Metalurško-Tehnološki fakultet  
Univerzitet Crne Gore

Prof. dr Darko Bajić  
2018.

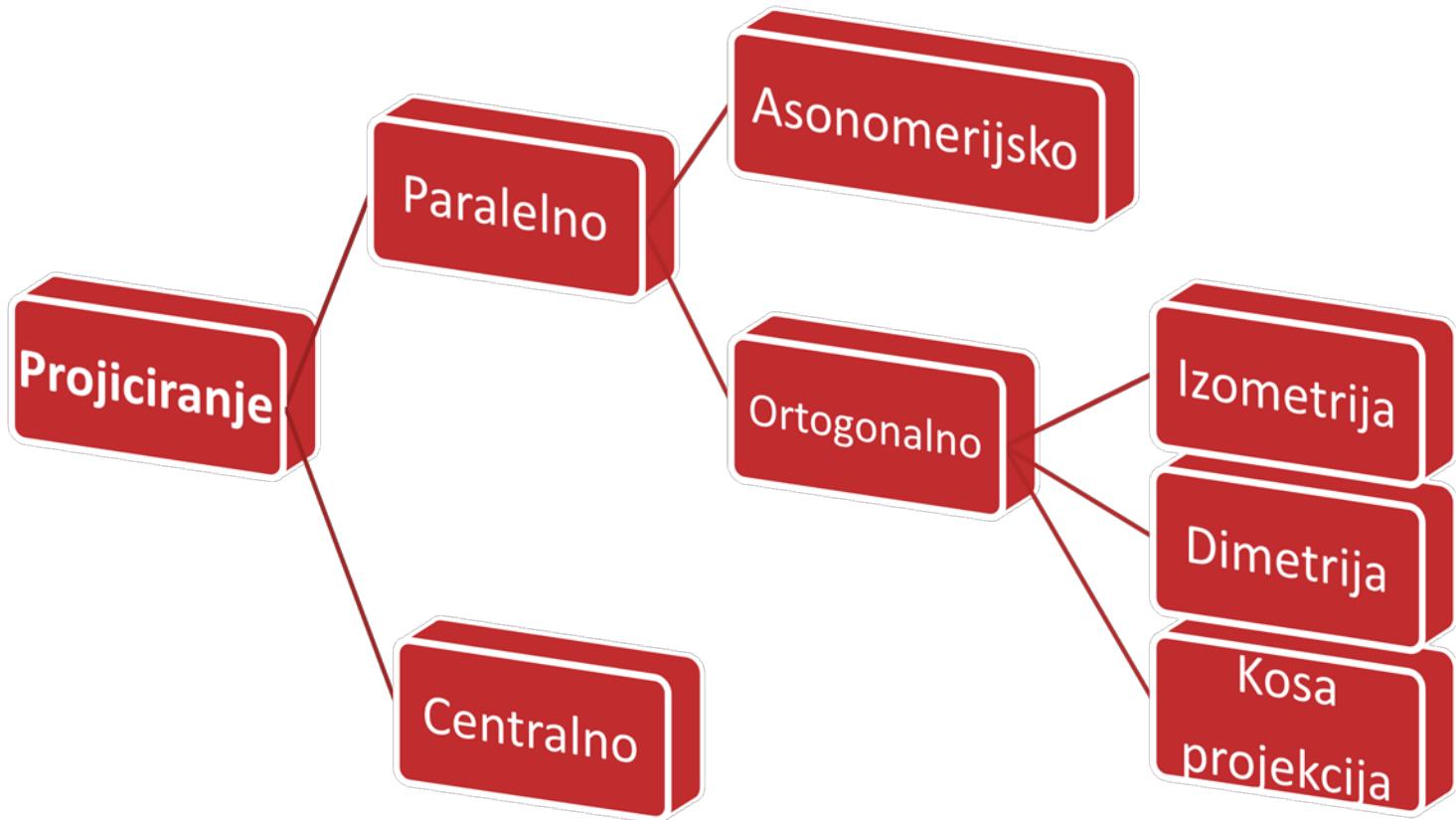
- Zadatak Inženjera grafike je da se kroz crtež ili sklop crteža u potpunosti jednoznačno definiše oblik, funkcija, veličina, vrsta obrade, materijal, kvalitet i ostale bitne karakteristike mašina, aparata, uređaja i njihovih dijelova (elemenata).
- Tehnička dokumentacija (Inženjerska grafika) koristi principe nacrtne geometrije za prikazivanje prostornog elementa u ravni crteža, kombinovano sa propisima datim kroz nacionalne i internacionalne standarde.
- Oblik mašinskog elementa (dijela) se prikazuje na crtežu projiciranjem - prikaz trodimenzionalnog elementa u ravni (papira).



## VRSTE PROJEKTOVANJA

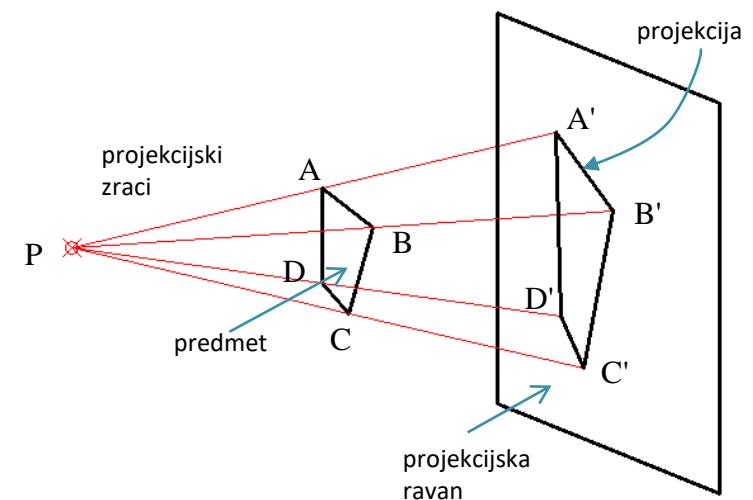
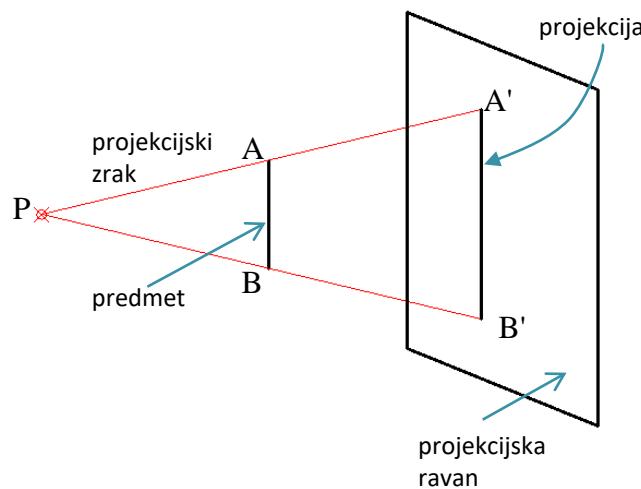
Pod projektovanjem podrazumijevamo postupke prikazivanja trodimenzionalnih predmeta u dvodimenzionalnoj ravni – LIST PAPIRA (ovim je obuhvaćeno i prikazivanje tačke, prave, ravni i prostornih oblika).

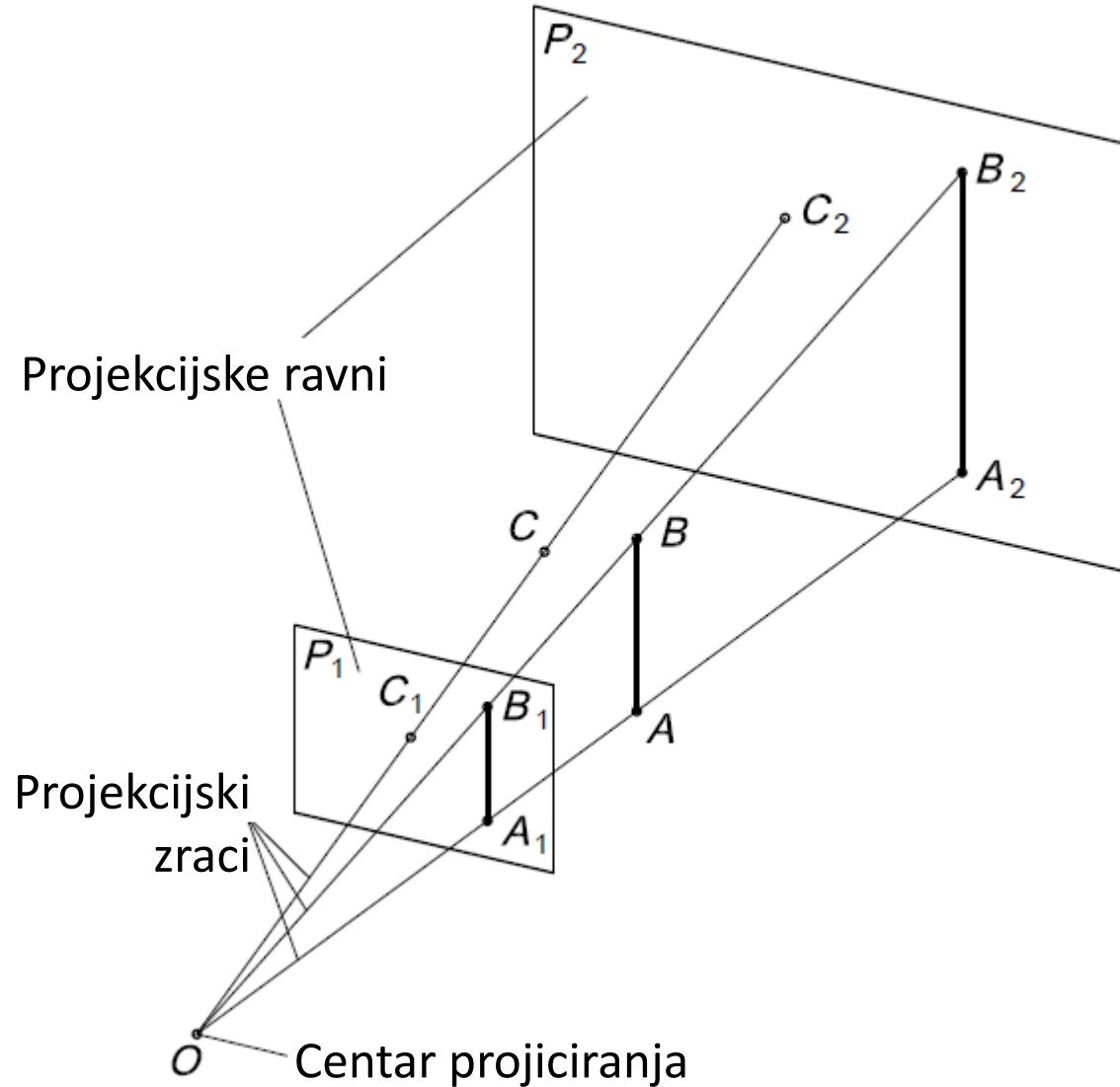
Ako se kroz neku tačku **A** u prostoru, postavi projekcijski zrak, tada će projekcija ove tačke u projekcijskoj ravni biti određena prodorom ovog zraka kroz istu ravan.



### MEST EN ISO 5456-4:2011 - Tehnički crteži - Metode projekcija - Dio 4: Centralna projekcija

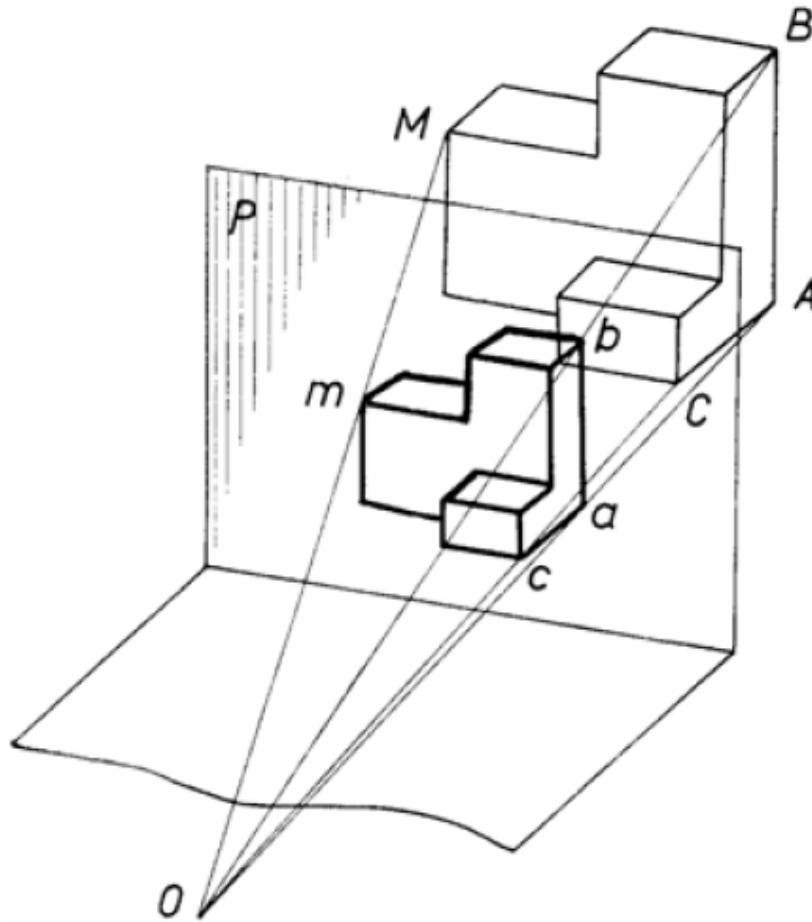
- ✓ Centar projiciranja je tačka – izvor svjetlosti ili zraka.
- ✓ Veličina centralne projekcije predmeta zavisi od međusobnog položaja projekcijske ravni, predmeta projiciranja i centra projiciranja (izvor).
- ✓ Projekcijski zraci se sijeku u jednoj tački (izvor).





Sve ivice objekta u projekcijskoj ravni prikazuju se sa određenim skraćenjem ili izduženjem.

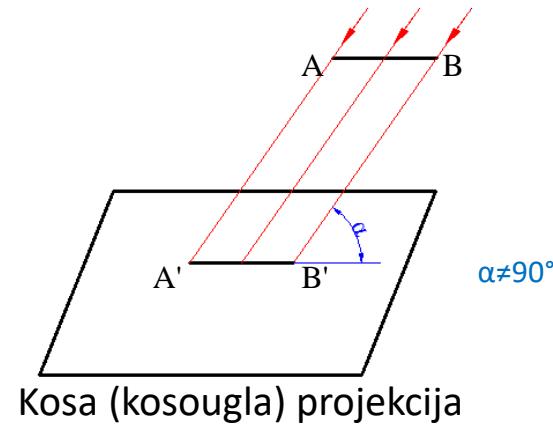
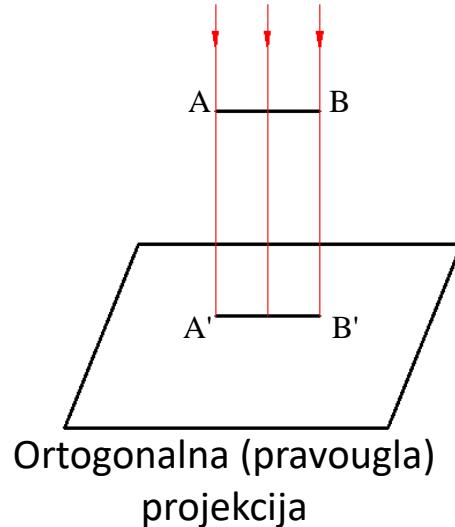
- ✓ Projekcija predmeta se dobija spajanjem projekcija njegovih tačaka istim redosledom kojim su spojene na predmetu.

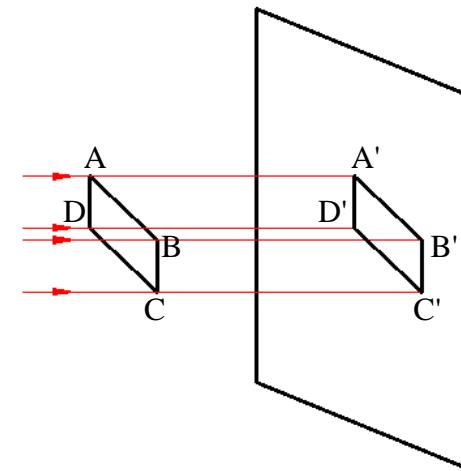
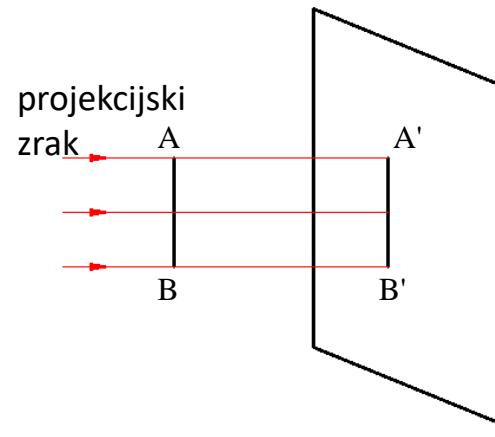


Igra sjenki

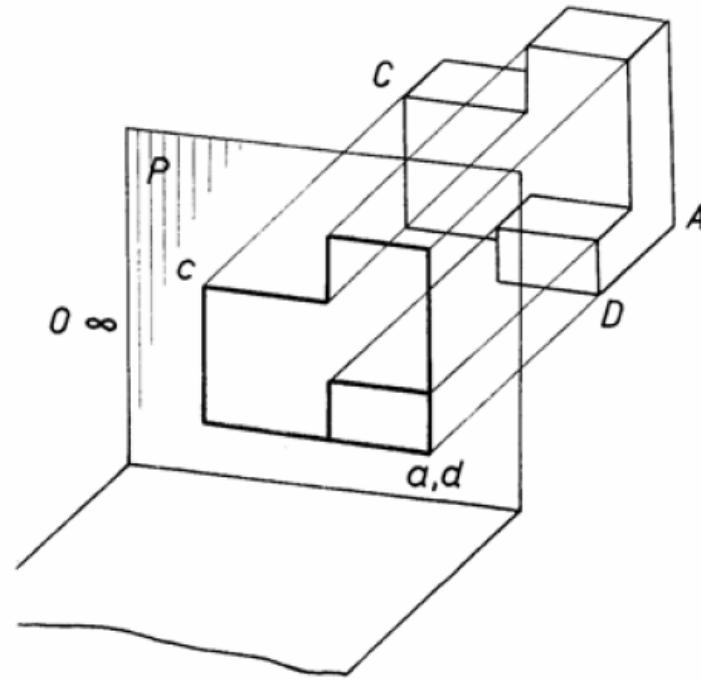
## Paralelno projiciranje

Kod su projekcijski zraci međusobno paralelni dobija se paralelnna projekcija.

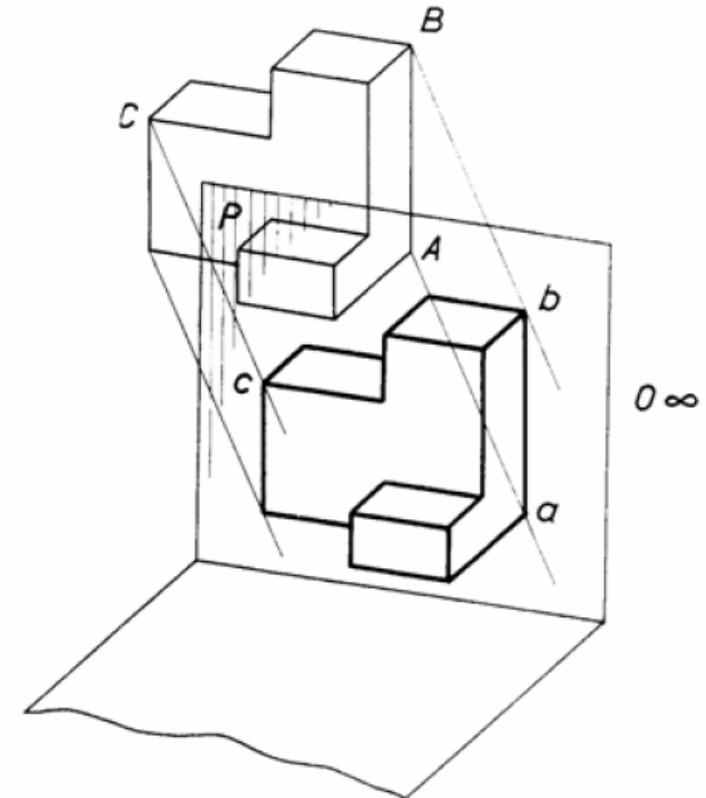




Sve ivice objekta koje leže u ravnima paralelnim sa projekcijskom ravni prikazuju se u stvarnoj dužini, a ostale ivice sa određenim skraćenjem.



Ortogonalno projiciranje

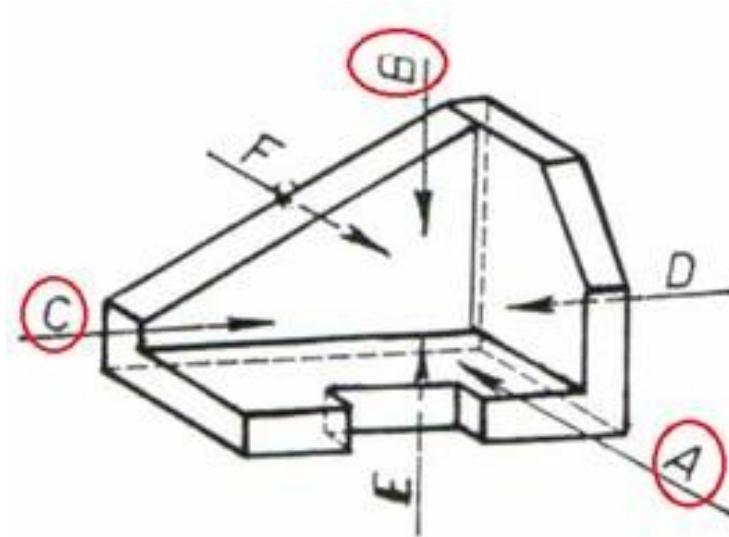


Koso projiciranje

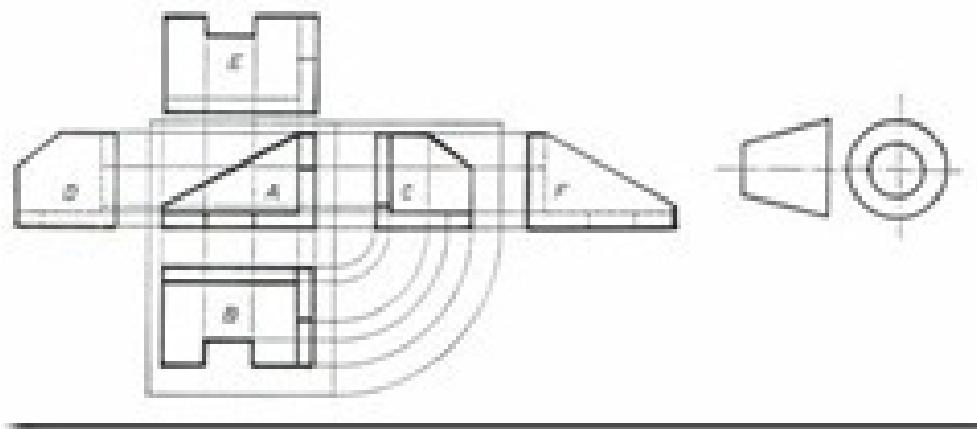
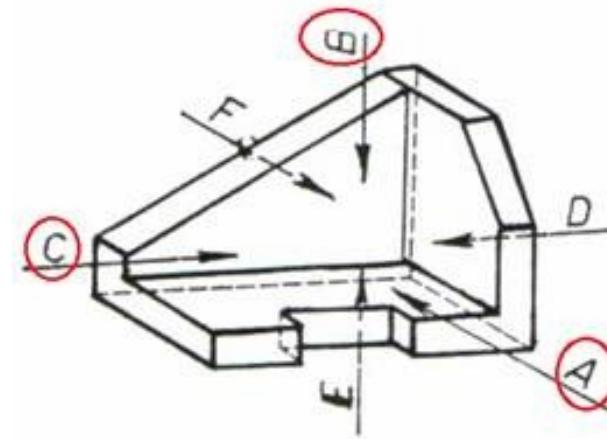
Sve ivice objekta koje leže u ravnima paralelnim sa projekcijskom ravni prikazuju se u stvarnoj dužini, a ostale ivice sa određenim skraćenjem.

### MEST EN ISO 5456-2:2011 - Tehnički crteži - Metode projekcija - Dio 2: Ortogonalni prikaz

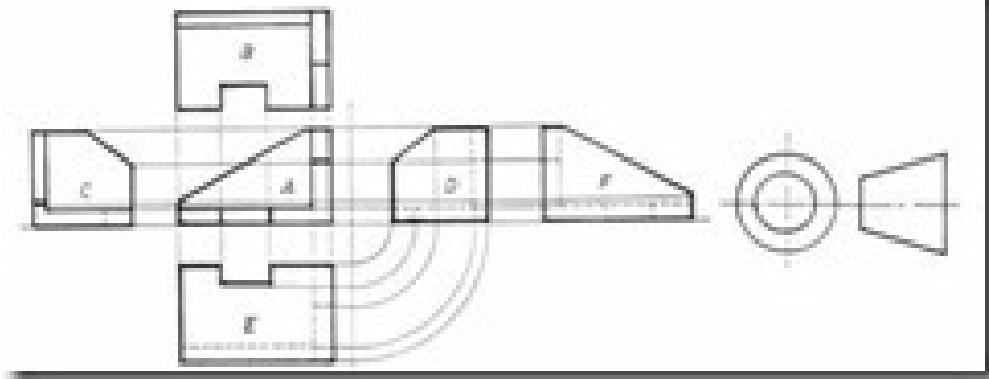
- ✓ Projekcijski zraci su pod pravim uglom u odnosu na projekcijsku ravan.
- ✓ Evropski standard - objekat čije vršimo projiciranje nalazi se između posmatrača (izvor projekcijskog zraka) i projekcijske ravni.
- ✓ Američki standar - projekcijska ravan se nalazi između posmatrača i objekta.



- A – pogled sprijeda (glavni pogled)
- B – pogled odozgo
- C – pogled sa lijeva
- D – posled sa desna
- E – pogled odozdo
- F – pogled straga

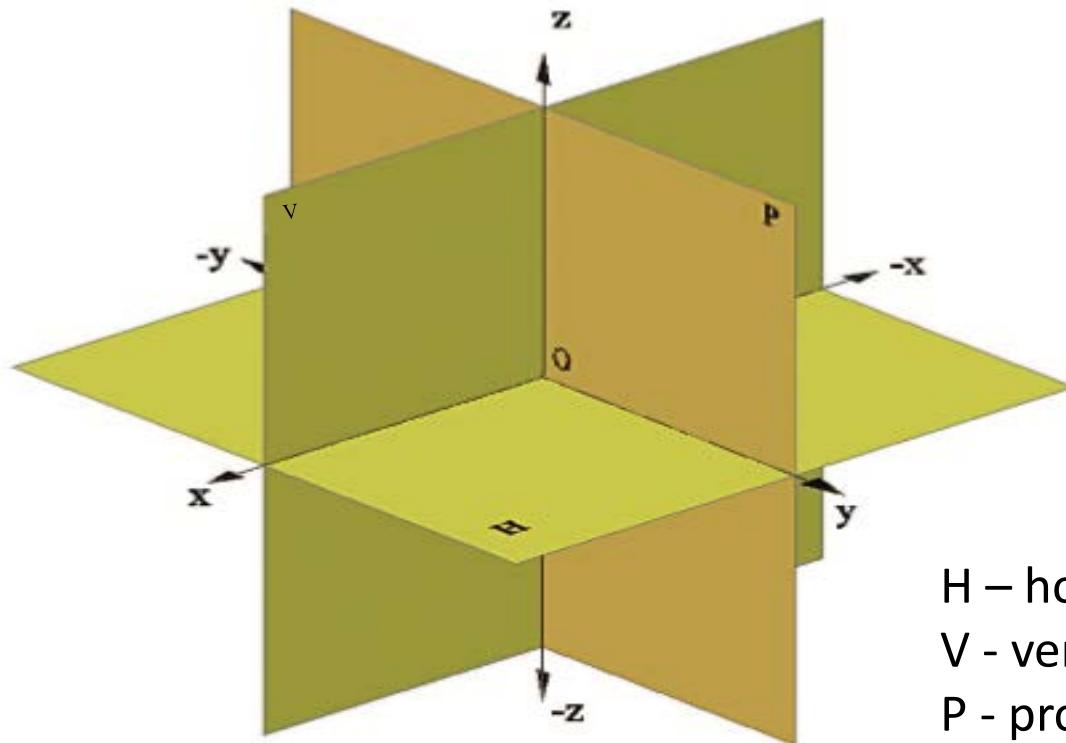


Evropski



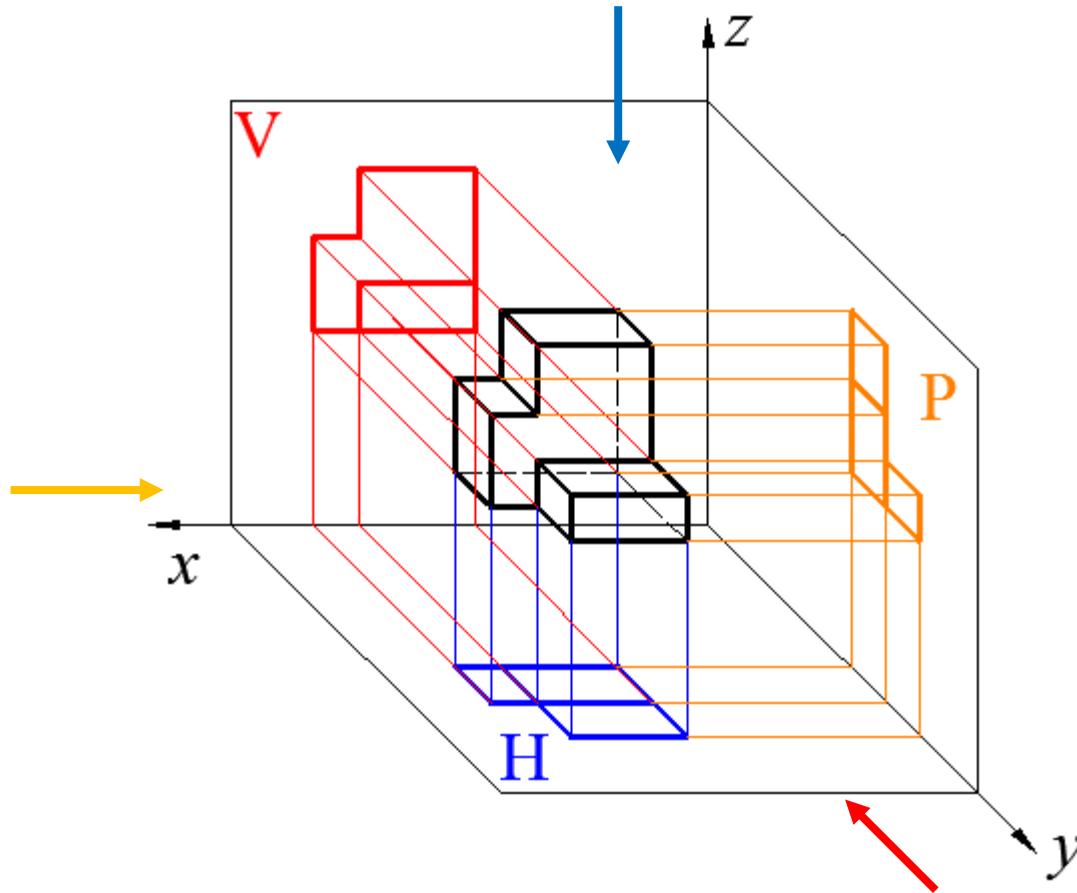
Američki

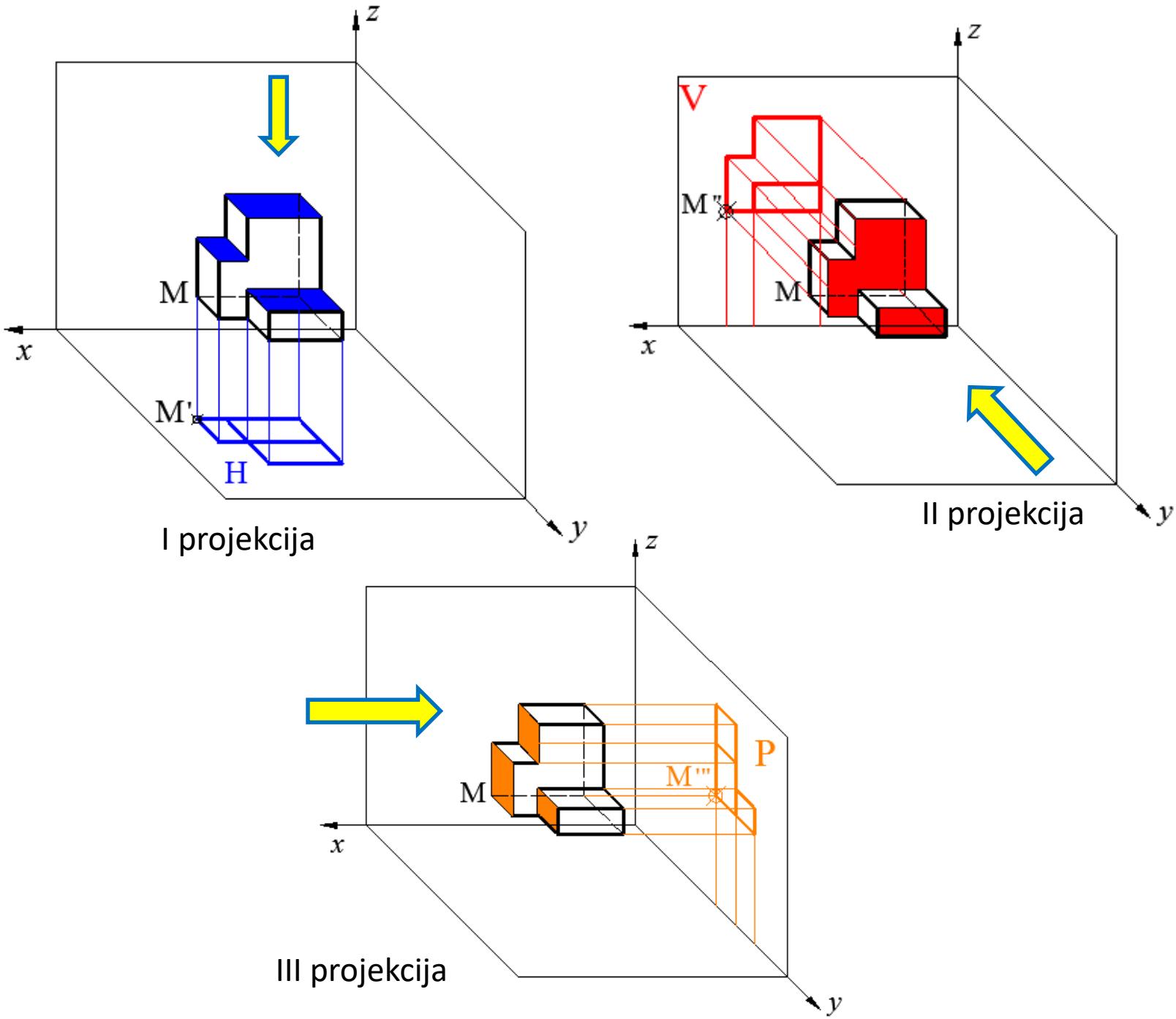
- ✓ Kod ove projekcije koristi se **pravougli lijevi dekartov koordinatni sistem (Oxyz)**.
- ✓ Sa tri međusobno upravne ravni, prostor je podijeljen na osam oktanata.



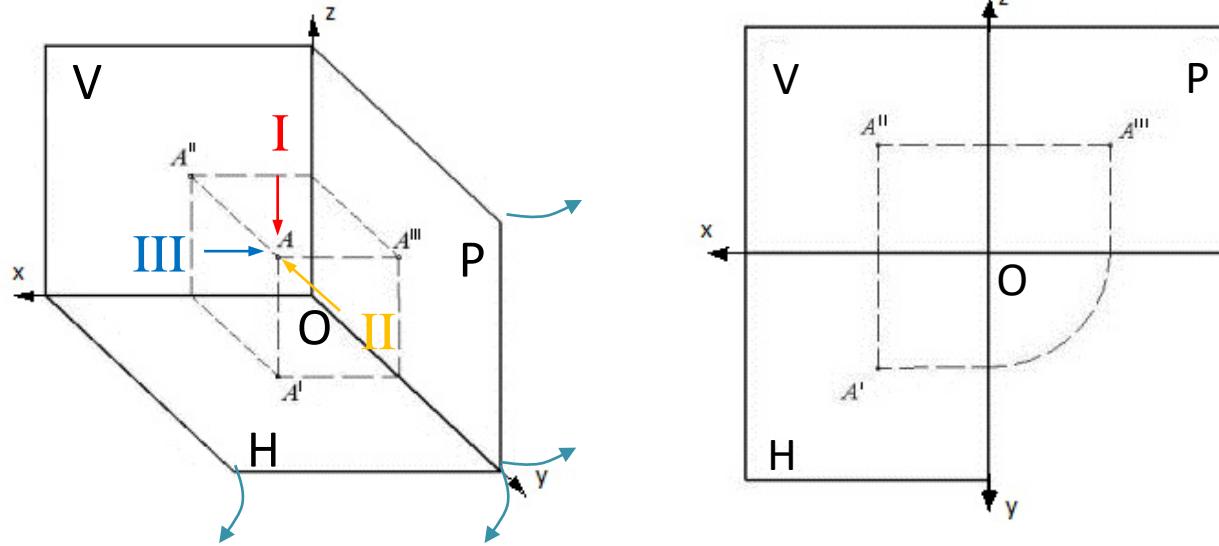
H – horizontalna ravan  
V - vertikalna (frontalna) ravan  
P - profilna ravan

Važno je objekat ili predmet postaviti tako da su njegove glavne ili gabaritne ivice paralelne sa osama x, y i z.



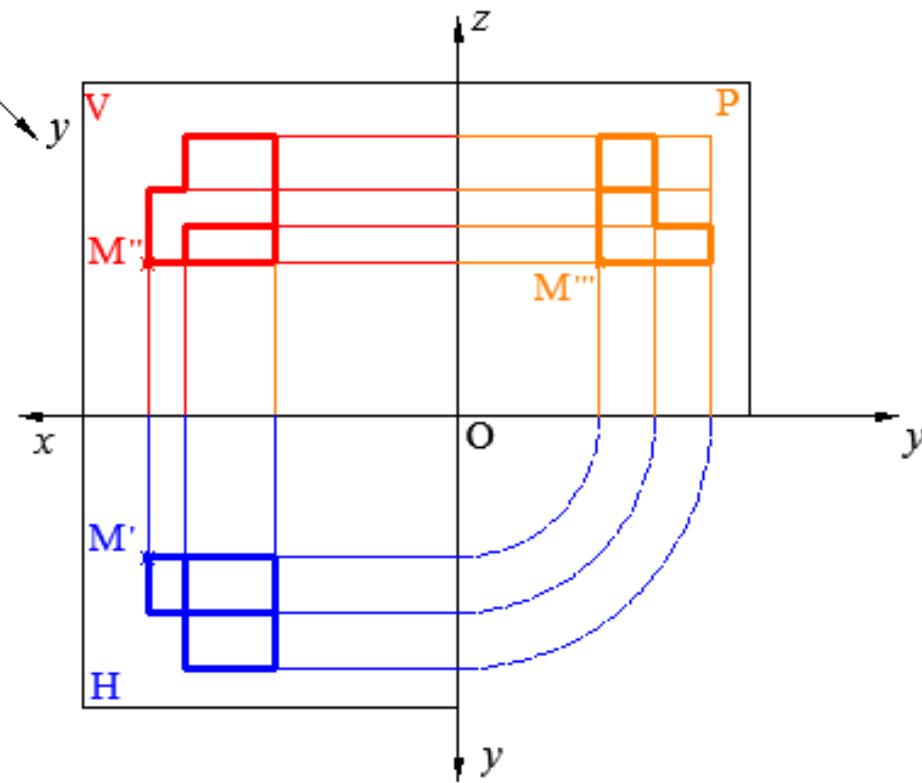
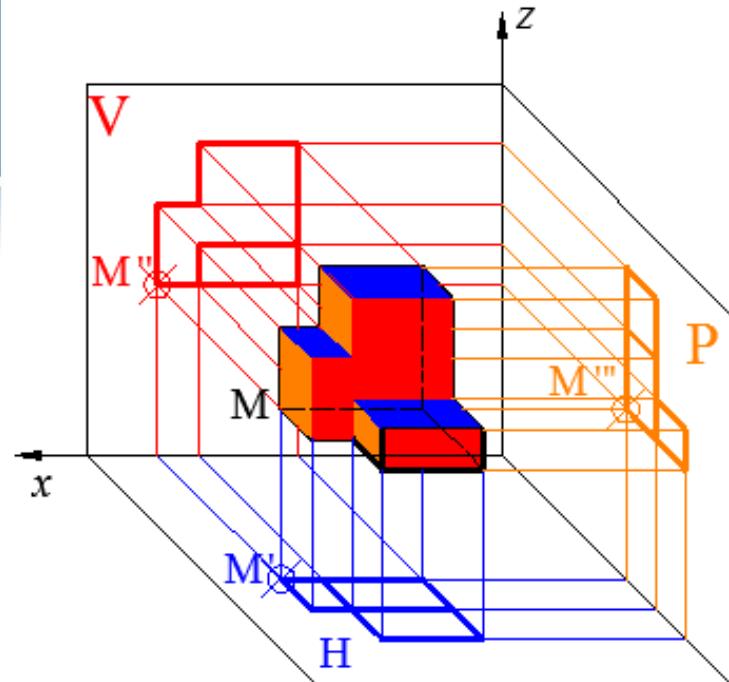


## Prikaz ortogonalnih projekcija u ravni

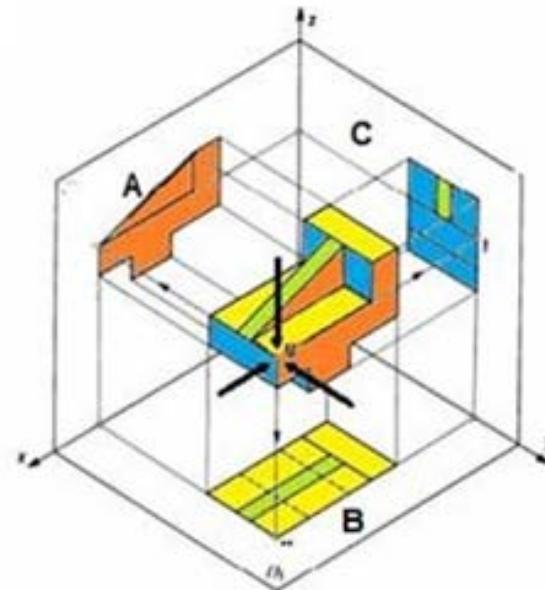
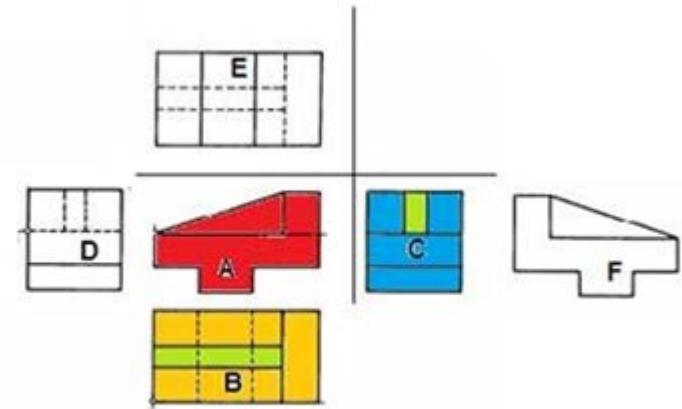
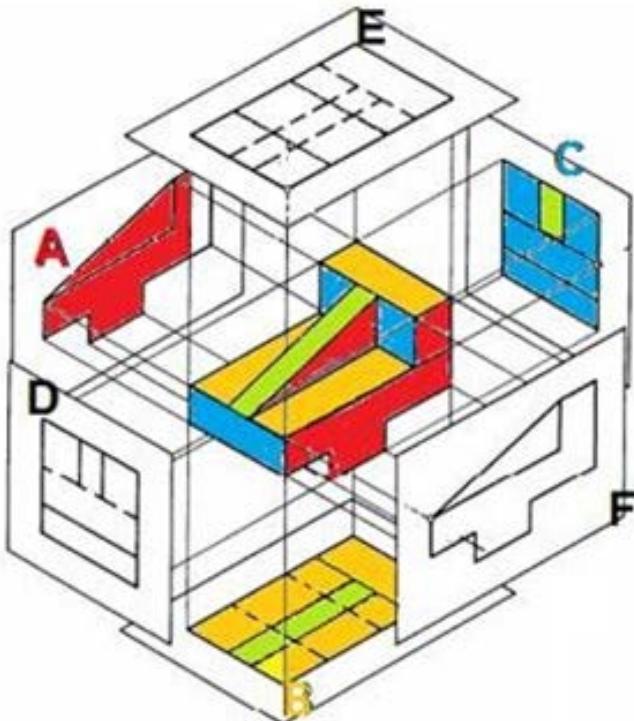


Osnovno pravilo:

- prva i druga projekcija na istoj vertikali (x – koordinata),
- druga i treća projekcija na istoj horizontali (z- koordinata),



Postoji 6 pogleda na objekat, a koristimo tri (A, B i C).



## Karakteristike ortogonalnog projiciranja:

- ✓ Ivica u ravnima paralelnim projekcijskoj ravni se prikazuje u pravoj veličini.
- ✓ Duži (ivice objekta) upravne na projekcijsku ravan prikazuju kao tačka.
- ✓ Površine upravne na projekcijsku ravan prikazuju se kao duži.

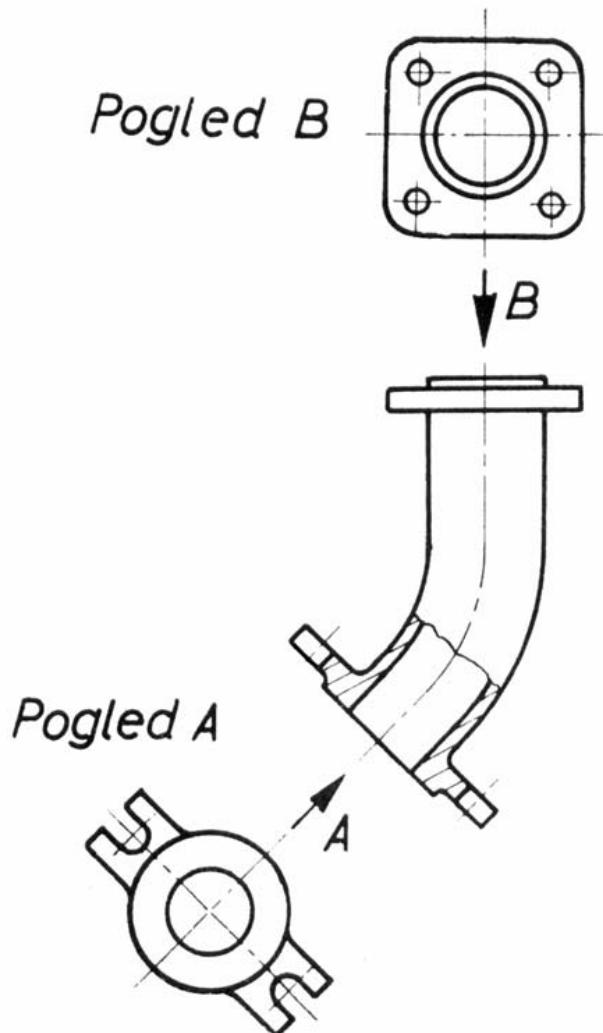
## Kako izabrati pogled elementa:

- ✓ Glavni pogled (pogled sprijeda) treba da sadrži što više podataka o obliku, dimenzijama, tolerancijama, ...
- ✓ Glavni pogled treba da sadrži što manje nevidljivih (zaklonjenih) ivica.
- ✓ Glavni pogled treba da bude položaj pri izradi ili primjeni.

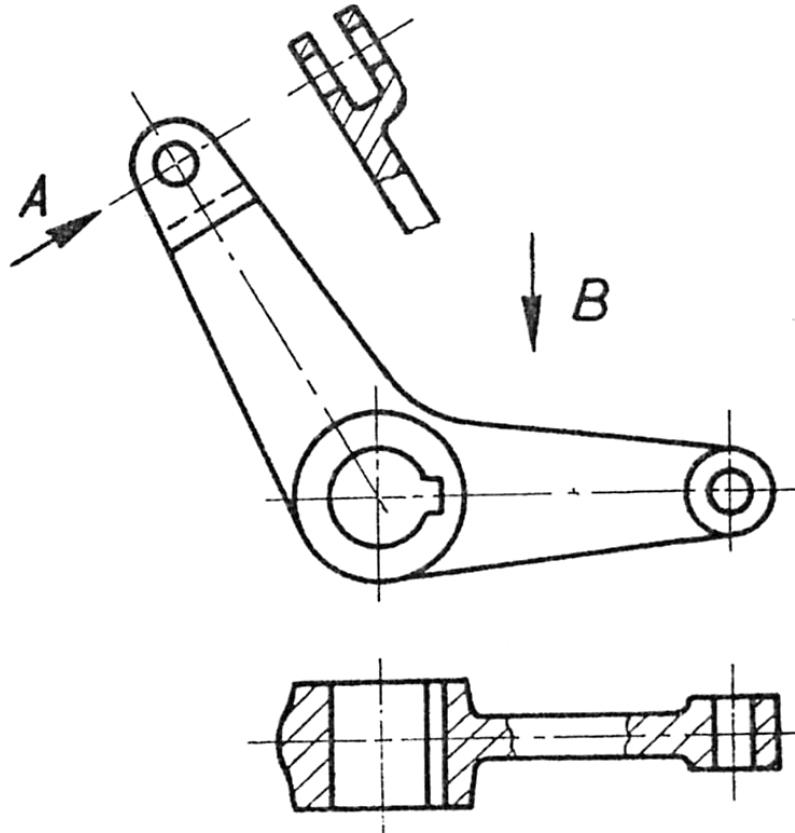
## Kako izabrati pogled sklopa:

- ✓ Da sadrži što više dijelova u presjeku sa prikazom međusobnih položaja i veza.
- ✓ Da to bude položaj kod primjene.

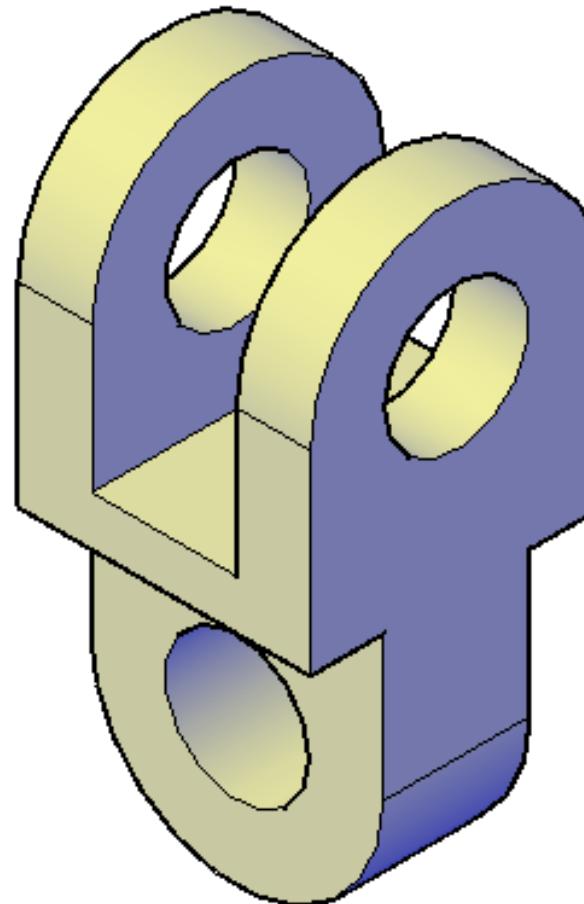
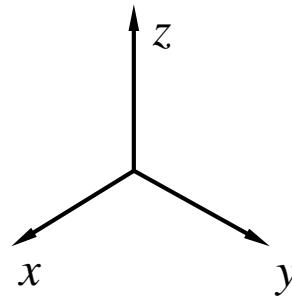
- ✓ U nekim slučajevima, potrebno je da se predmet prikaže u nekom izgledu koji odstupa od osnovnih.
- ✓ Strelicom naznačiti posebni pogled, a kod odgovarajućeg izgleda tekstrom naznačiti iz kog je pogleda dobijen.

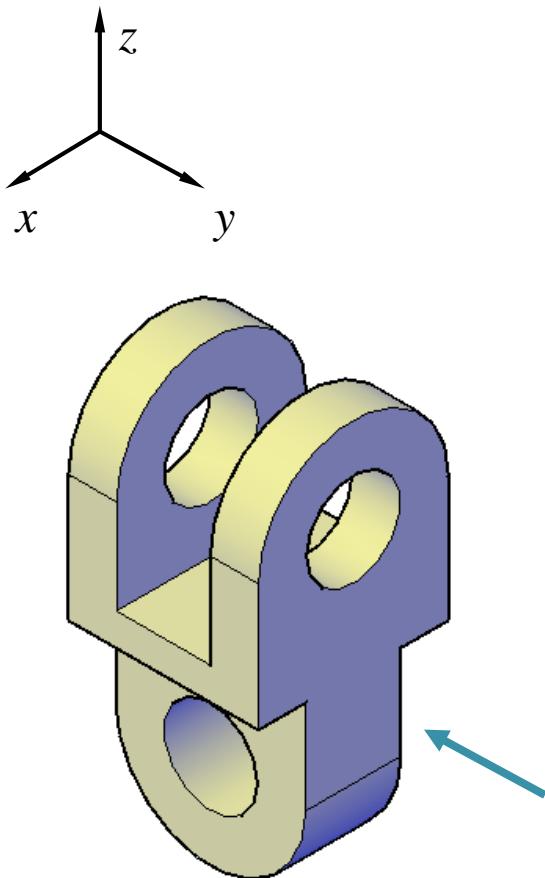


- ✓ Prikazivanje pojedinih detalja – primjena djelimičnog pogleda.
- ✓ Po pravilu u tom pogledu se ne crta cio predmet, već samo detalj važan za taj pogled.

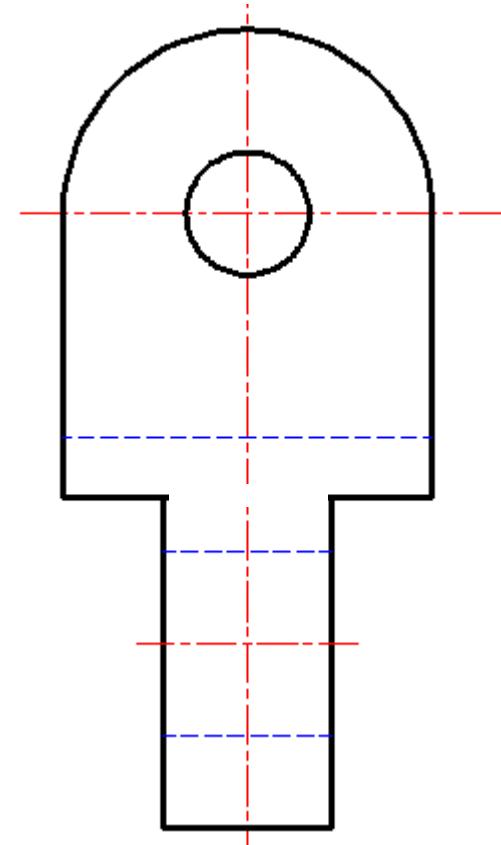


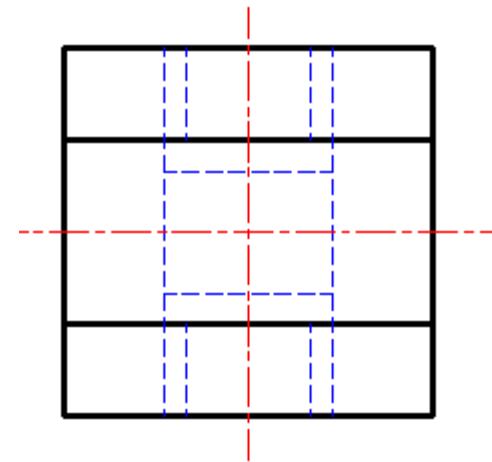
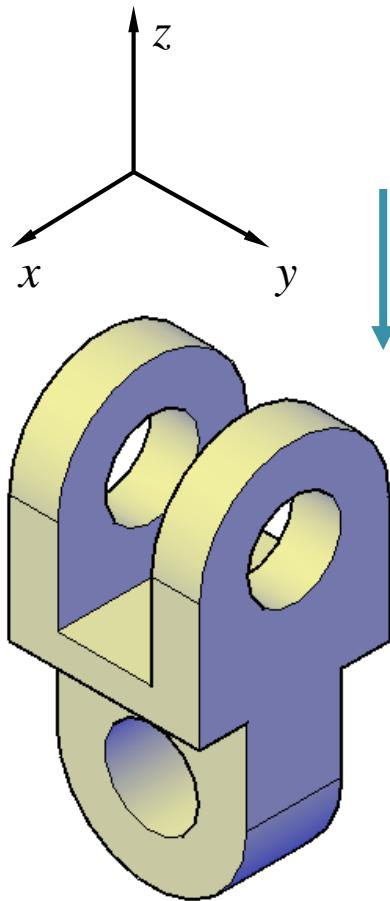
## Primjer ortogonalnog projiciranja



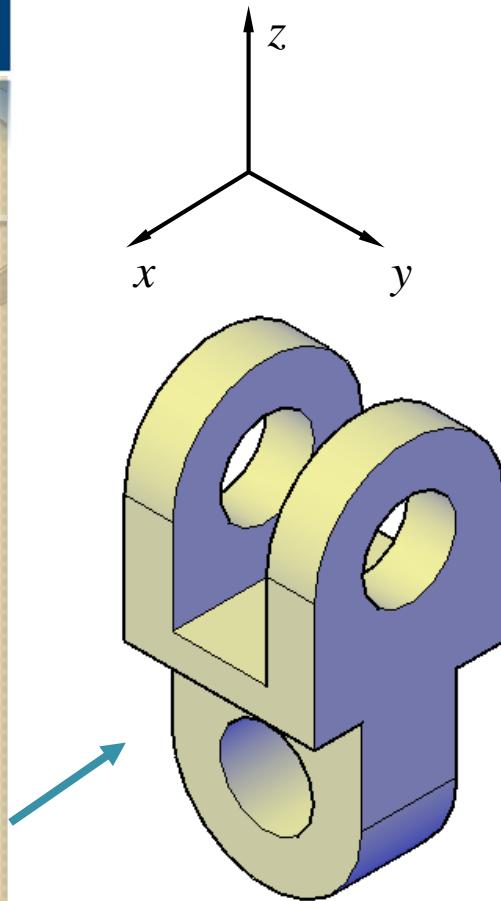


A – pogled sprijeda (glavni pogled)  
II projekcija

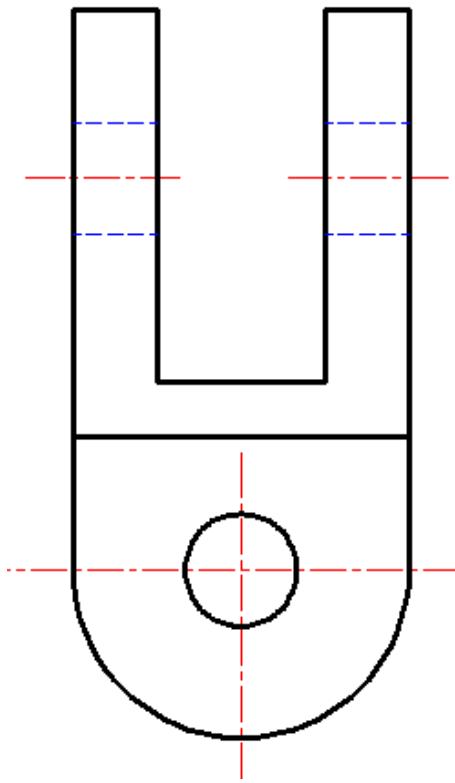


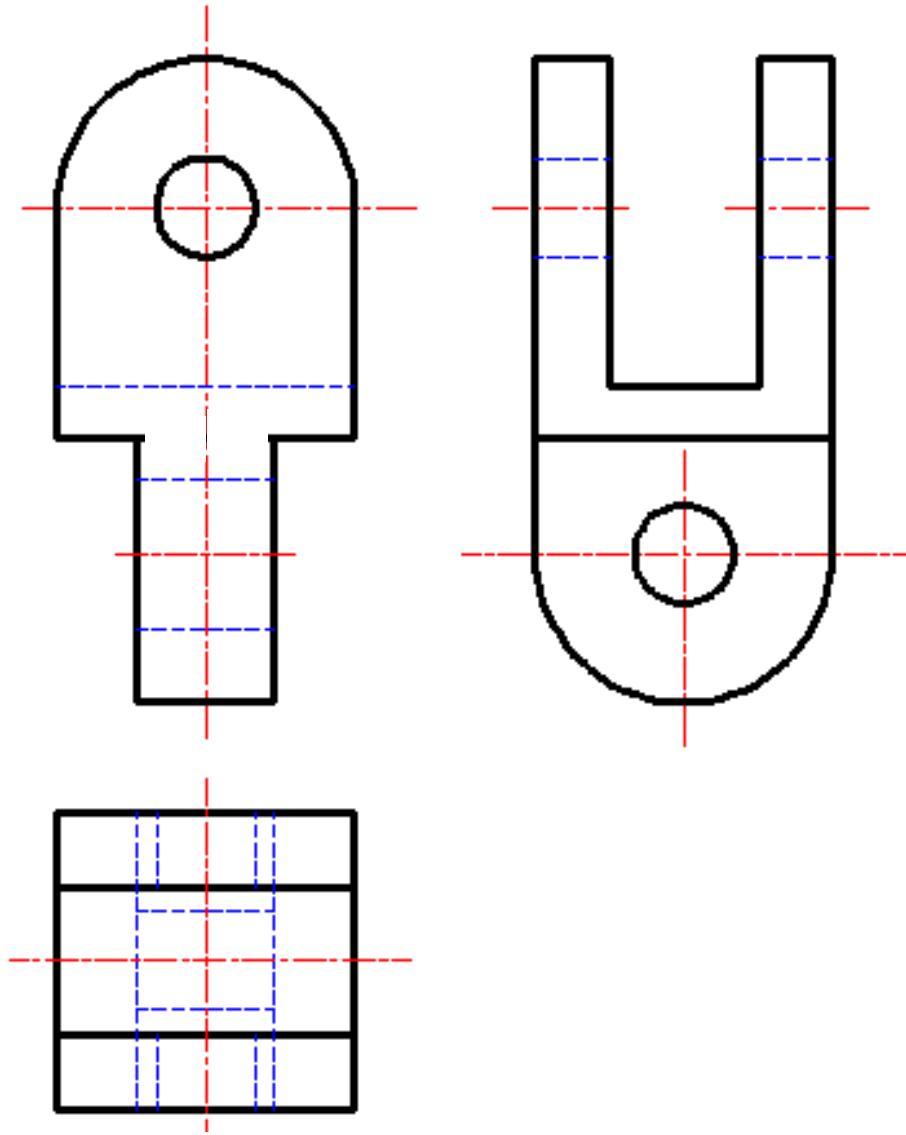
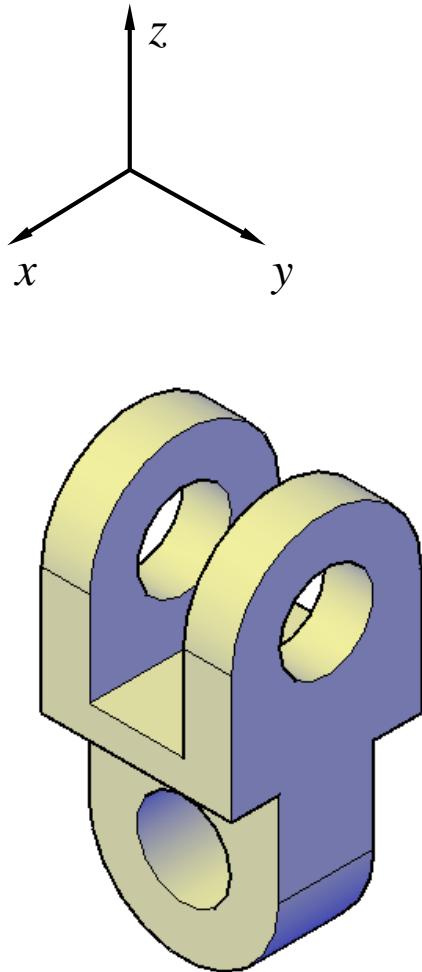


B – pogled odozgo  
I projekcija

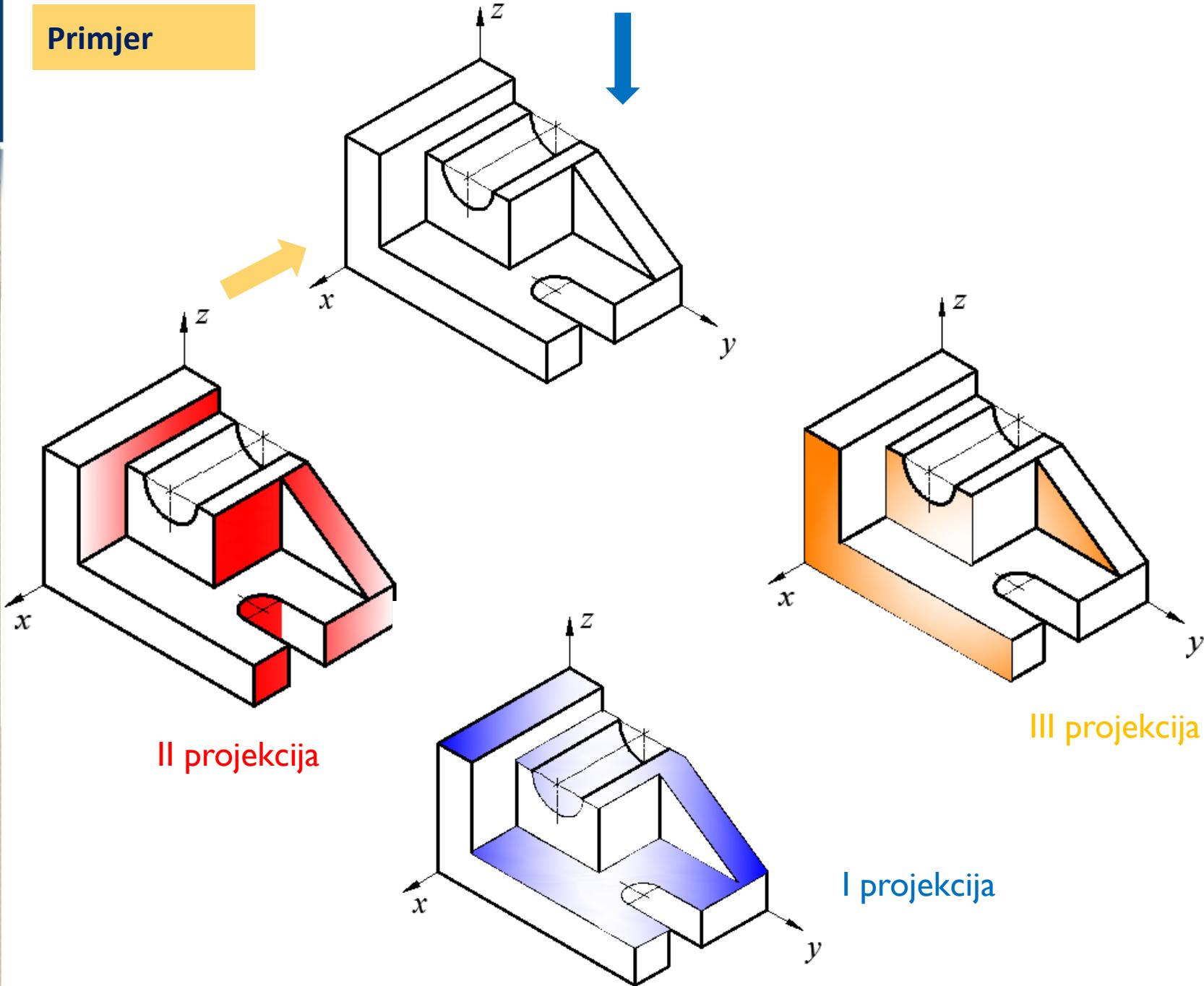


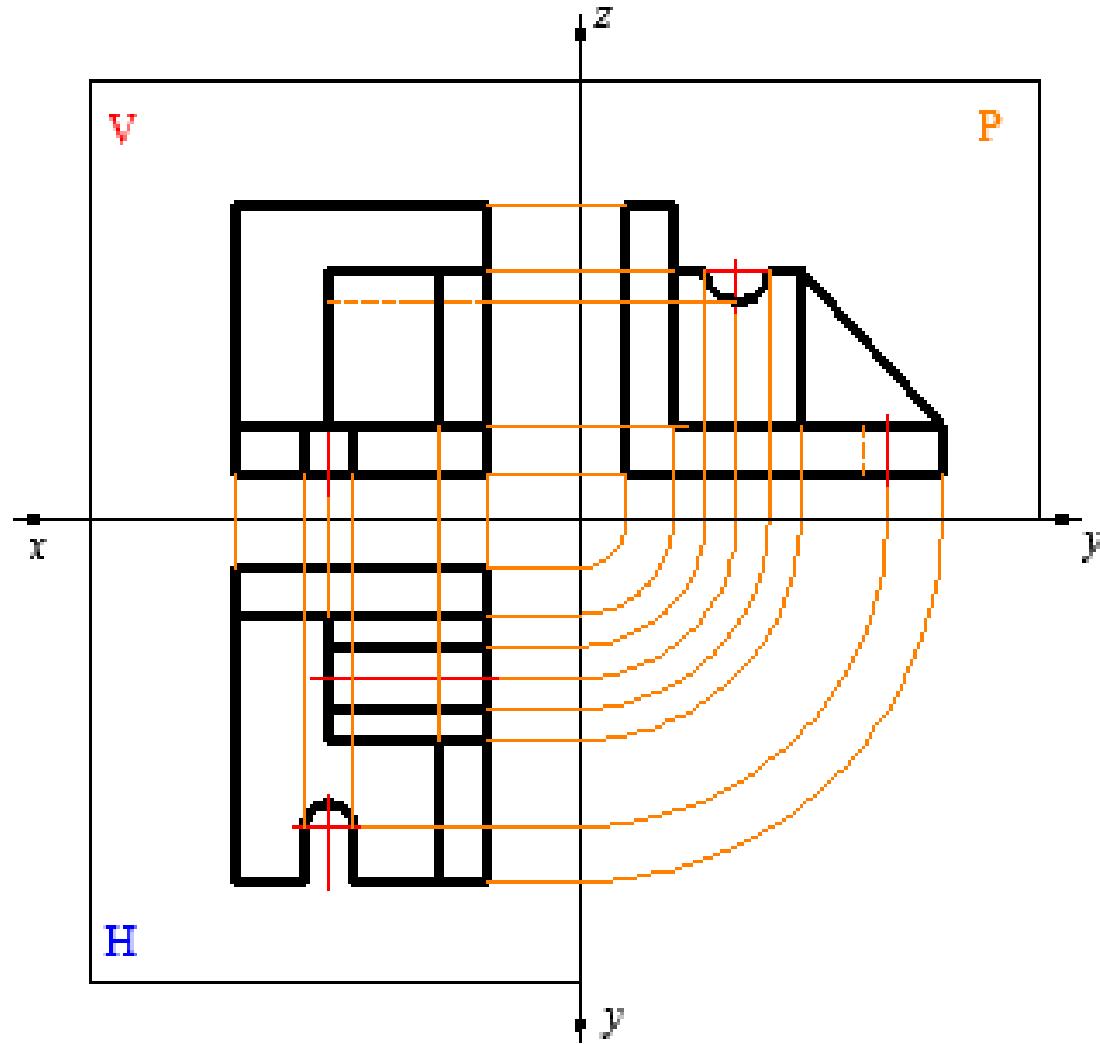
C – pogled slijeva  
III projekcija

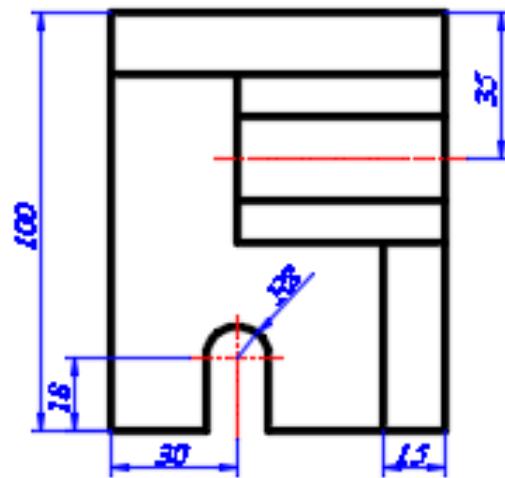
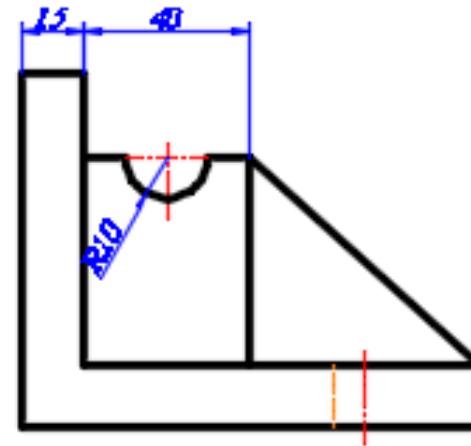
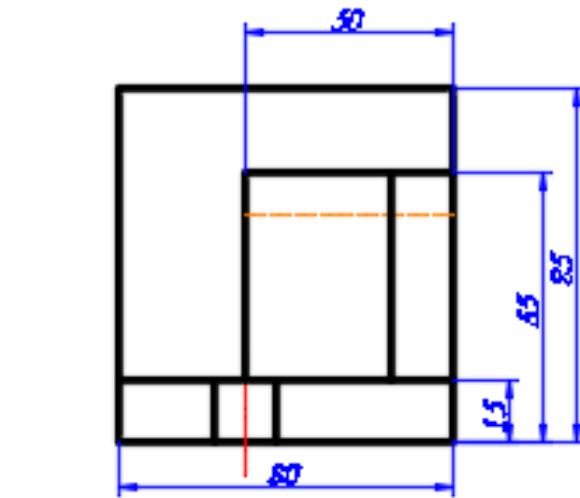




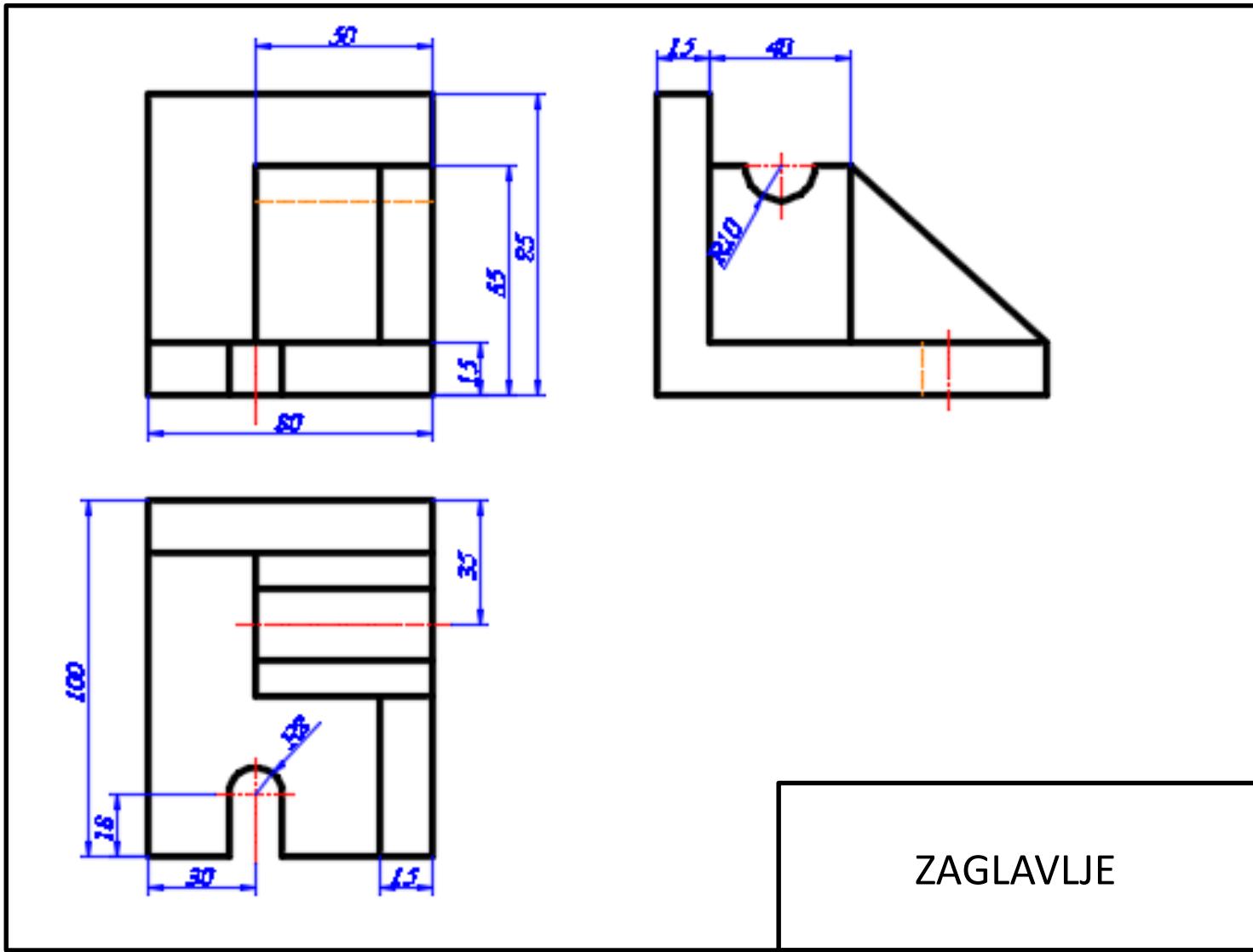
## Primjer





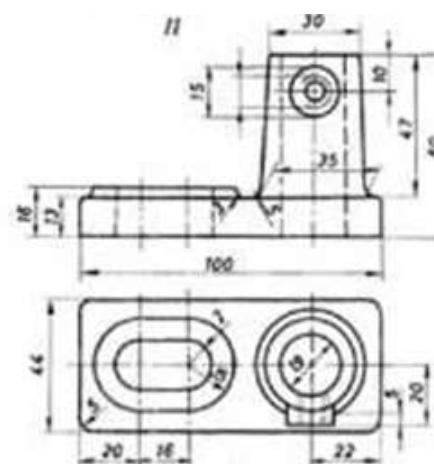
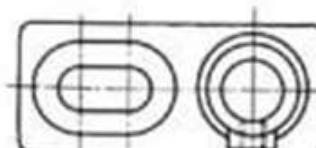
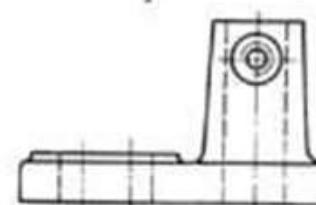
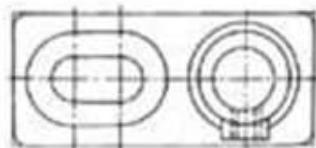
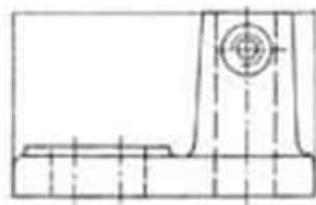
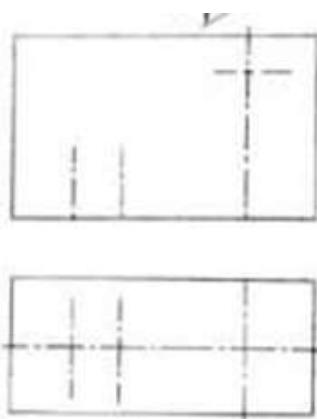
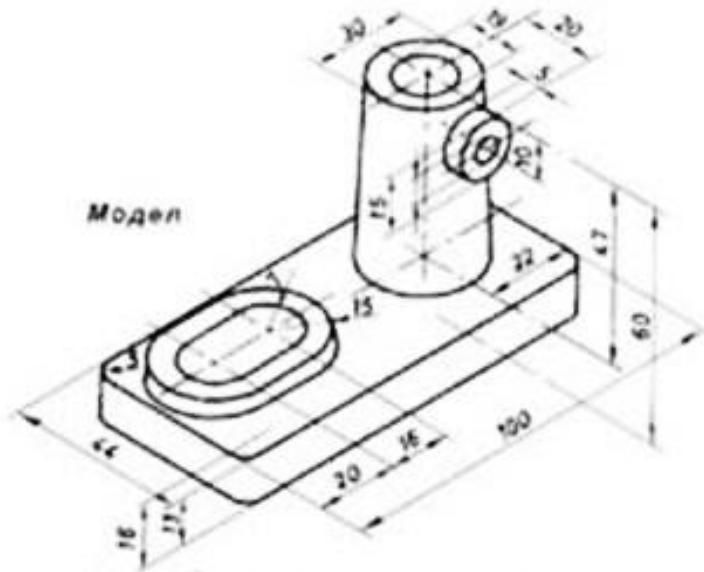


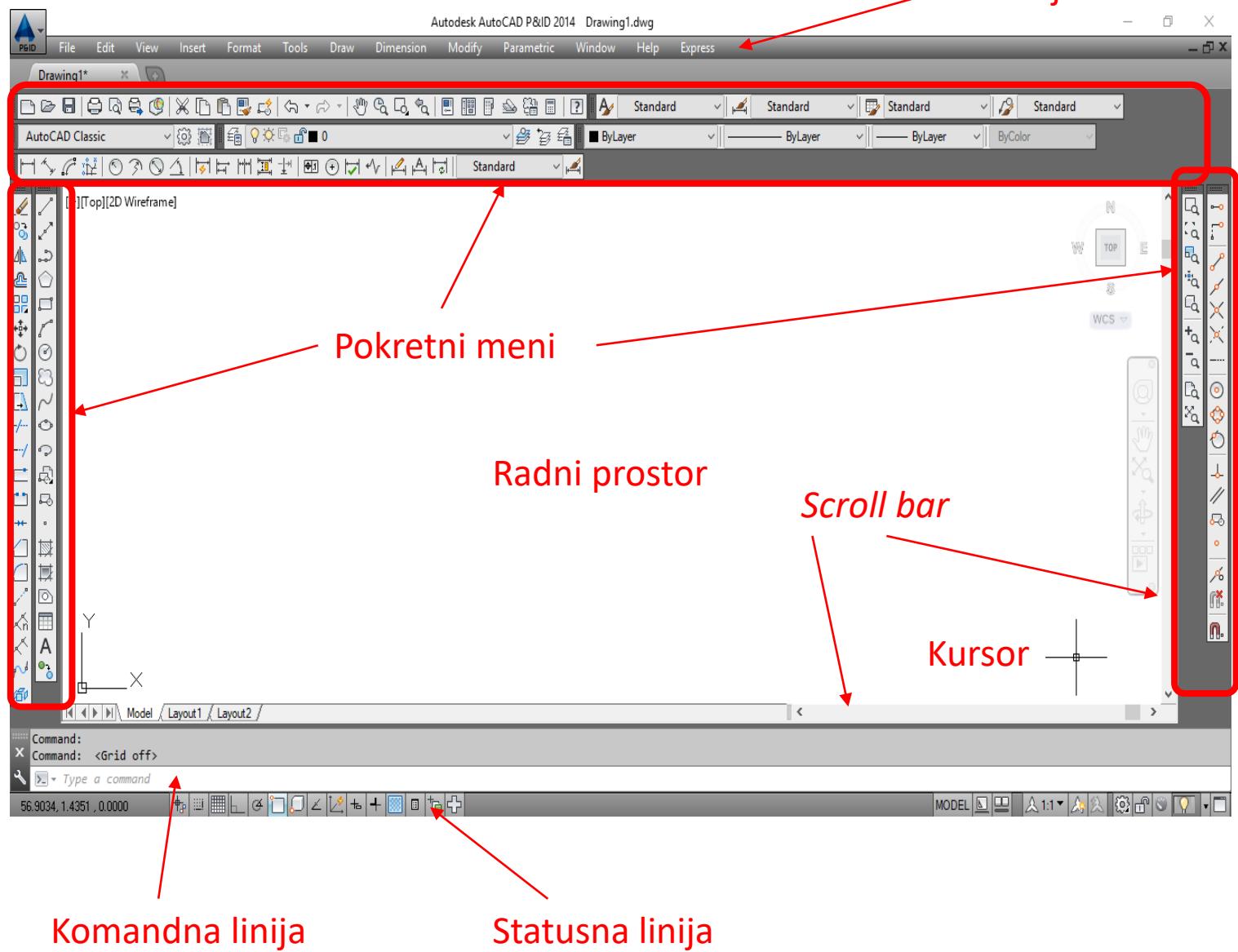
ZAGLAVLJE

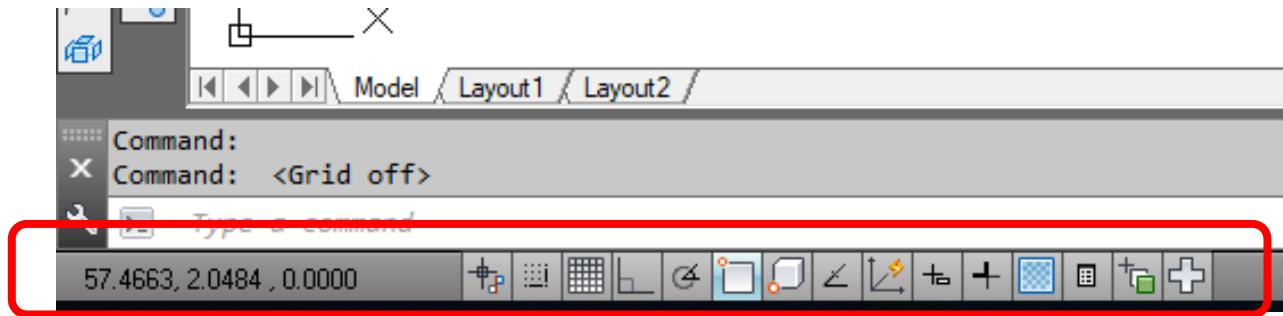




Модел







### Komandna linija:

Cjelokupna komunikacija sa AutoCAD software se odvija preko komandne linije.

### Statusna linija:

- Prikaz koordinata položaja kursora u radnom prostoru (F6)
- Korak (*SNAP*, F9)
- Mreža (*GRID*, F7)
- Crtanje pod uglom od 90° (*ORTHO*, F8)
- Polarne koordinate (*POLAR*, F10)
- Precizni izbor tačke (*OSNAP*, F3)
- Praćenje izabrane tačke (*OTRACK*, F11)
- Prikaz debljine linija (*LWT*)

## Upotreba – funkcija miša

Lijevi taster:

- Izbor menija ili komandi
- Određivanje položaja elemenata
- Selekcija elemenata

Desni taster:

- Istu funkciju kao *Enter* sa tastature
- Otvaranje pomoćnog padajućeg menija

Srednji taster ili točkić:

- Uvećanje ili smanjenje prikaza

Aktivacija komande:

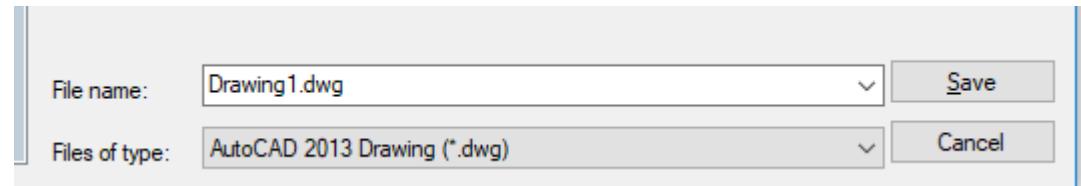
- Sa padajućeg menija
- Sa palete komandi
- U komnadnoj liniji kucamo naziv komande ili njene skraćenice i pritiskom na *ENTER*
- Ponavljanje poslednje komande pritiskom na *ENTER*



## O komandama

- Završetak komande – pritisak na taster ENTER
- Prekidanje komande - pritisak na taster Esc
- Poništavanje komande - pritiskom na Undo
- Vraćanje komande - pritiskom na Redo
- Postoji set komandi (prozirnih) koje se mogu aktivirati u toku izvršenja neke druge.
- Prozorne komande: *Snap, Grid, Layer, Zoom...*

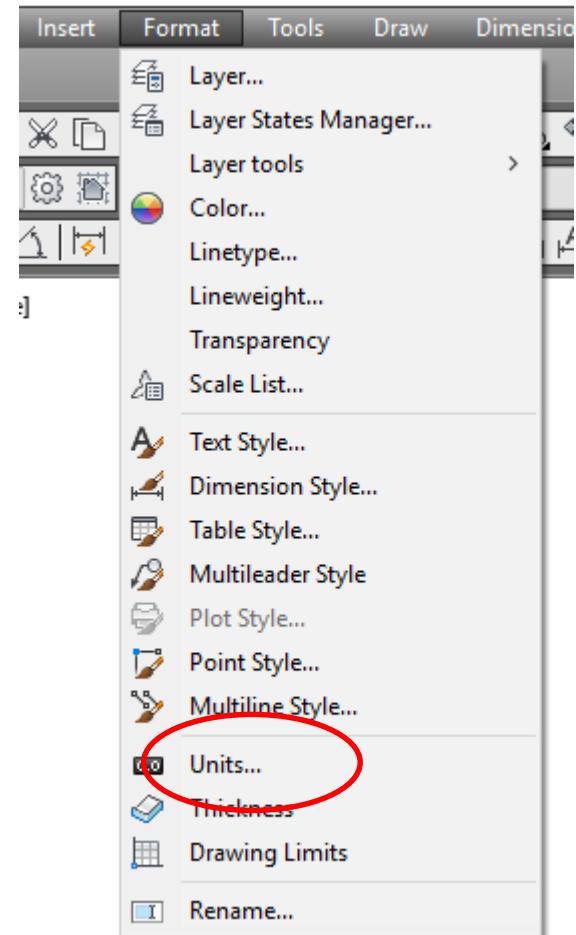
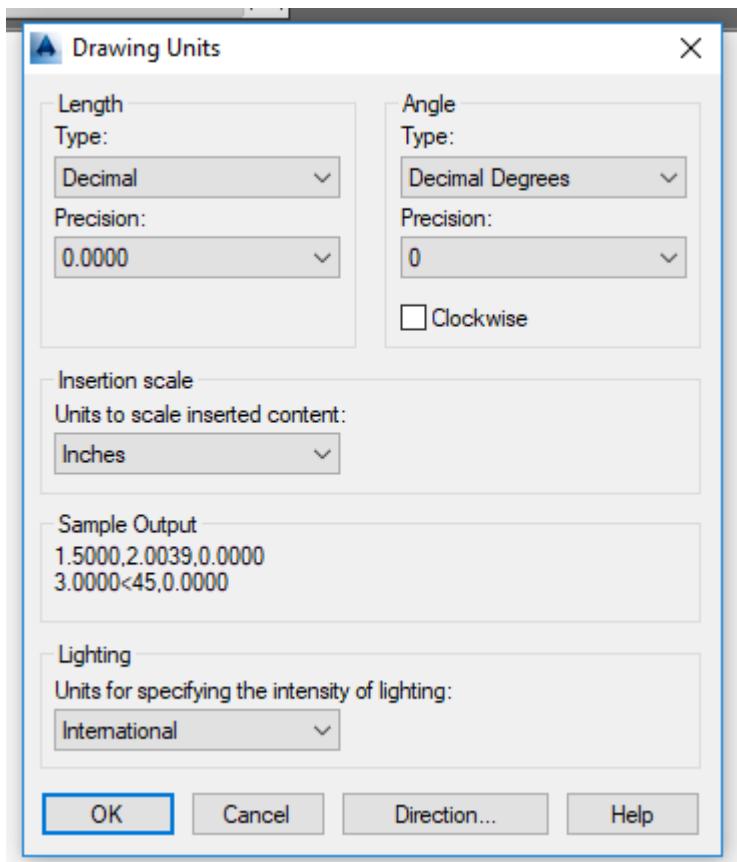
Čuvanje crteža:



- Crtež se čuva na željenoj lokaciji (folderu)  
**File - Save** u okviru za dijalog **File name** ukucati naziv crteža i aktivirati taster **Save**
- Ukoliko je potrebno crtež sačuvati u nekom drugom obliku fajla ili drugoj verziji AutoCAD-a  
**File - Save As** u okviru za dijalog **Files of type** izabrati željeni oblik datotek i aktivirati taster **Save**

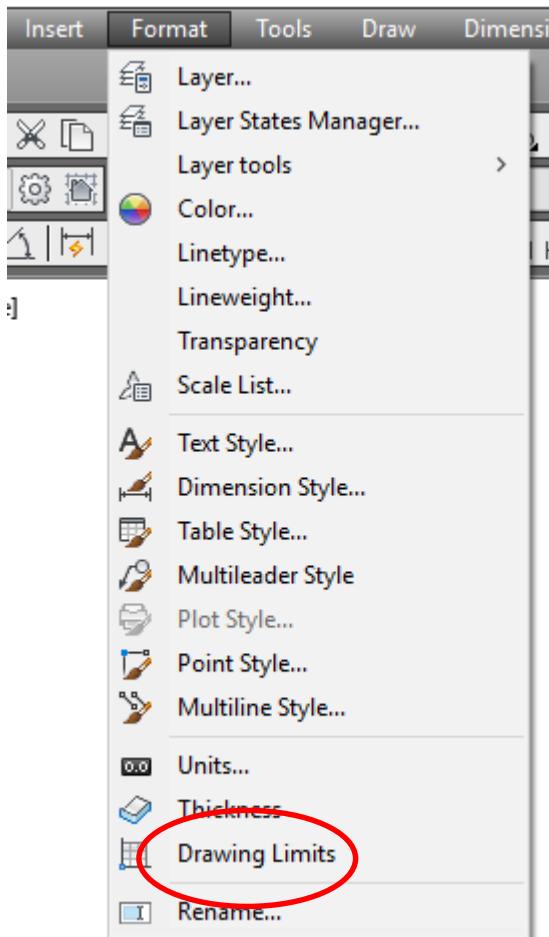
## Podešavanje parametara crteža – komanda *Units*

- Parajući meni **Format – Units**



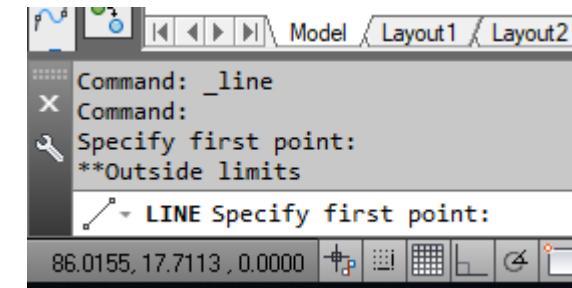
## Definisanje radne površine

- Parajući meni **Format – Drawing Limits**
- U komandnoj liniji figuriše poruka: Specify lower left corner or [ON/OFF] <0.0000,0.0000> Enter  
Specify uper right corner < 210.00,297.00> Enter



Podkomande ON/OFF nam omogućuju:

- **ON** - uključuje se kontrola granica crteža i nije moguć izbor tačka ili tačaka van definisanih granica



- **OFF** – isključuje kontrolu i moguć je izbor tačke ili tačaka van definisanih granica.



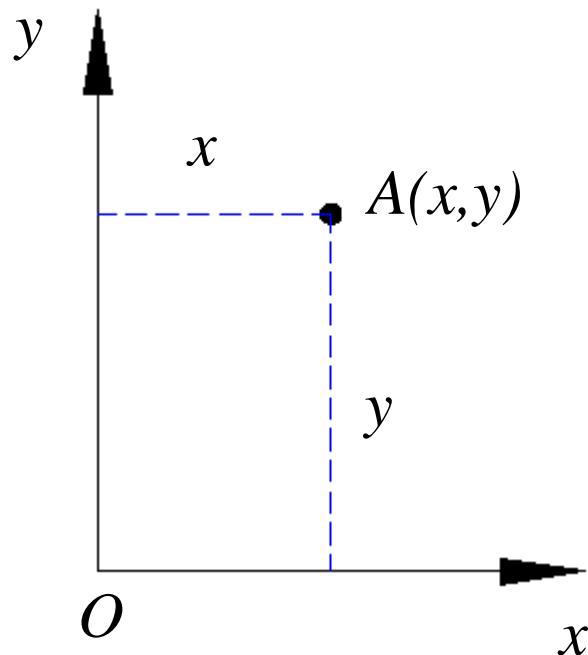
## Značenje zagrada u komandnoj liniji

[ ] - ponuđena opcija ili više njih međusobno razdvojenih čiji izbor vršimo kucanjem u komandnoj liniji preko tastature skraćenicu koja je označene velikim slovima u nazivu opcije (podkomande)

<> - podrazumjevana (po defaultu) brojna vrednost ili opcija, čiji se izbor potvrđuje pritiskom na taster ENTER

# Definisanje položaja tačke u 2D koordinatnom sistemu AutoCAD-a

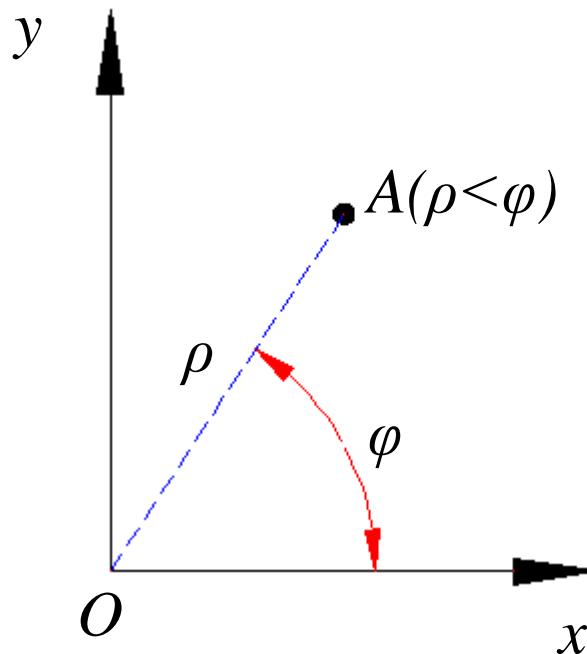
## Pravougli Dekartov koordinatni sistem



Položaj tačke:

- Apsolutne koordinate u odnosu na koordinatni početak –  $x, y$
- Relativne koordinate u odnosu na poslednju definisaniu tačku -  $@x, y$

## Polarni koordinatni sistem



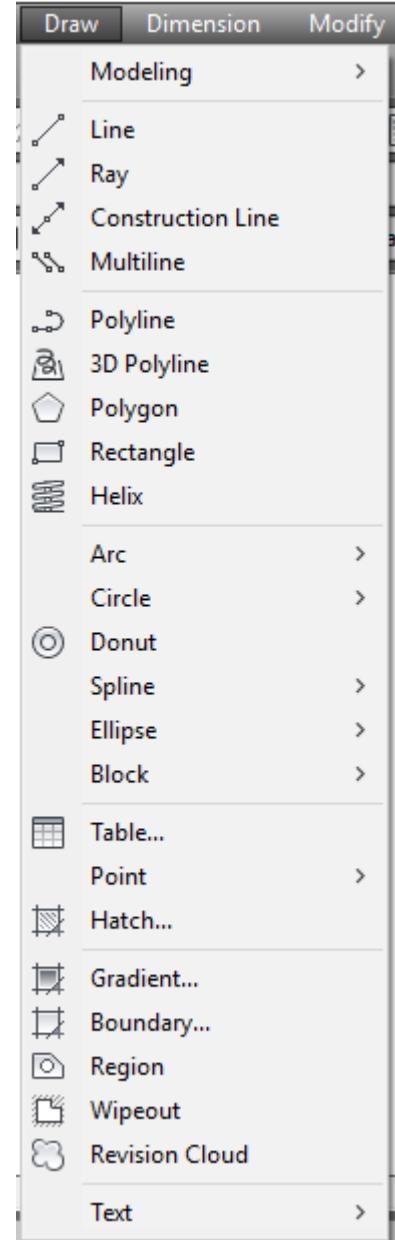
Položaj tačke:

- Apsolutne koordinate u odnosu na koordinatni početak –  $\rho < \varphi$
- Relativne koordinate u odnosu na poslednju definisaniu tačku - @  $\rho < \varphi$

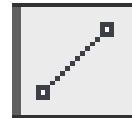
# Komande za crtanje -DRAW

Pozivanje komandi :

- ✓ Sa paleti Draw
- ✓ Sa padajućeg menija Draw



## Komanda za crtanje - LINE



Mogućnost crtanja:

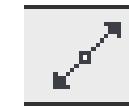
- Duž – zadaje se početna i krajnja tačka
- Izlomljena duž - zadaje se početna i krajnja tačka prvog segmenta i krajnja tačka svakog sledećeg segmenta; prva tačka sledećeg segmenta je krajnja tačka prethodnog segmenta (duži)

Mogućnosti komande:

*Specify next point or [Close/Undo]:*

- Podkomanda **Close** omogućava povezivanje krajnje tačke poslednjeg segmenta (duži) sa početnom tačkom prvog segmenta (duži).
- Podkomanda **Undo** poništava poslednji nacrtani segment (duž)

## Komanda za crtanje – CONSTRUCTION LINE



Crtanje prave zadavanjem dvije tačke koje pripadaju duži.

Mogućnosti komande:

**XLINE Specify a point or [Hor Ver Ang Bisect Offset]:**

- Podkomanda **Hor** omogućava crtanje horizontalne prave.
- Podkomanda **Ver** omogućava crtanje vertikalne prave.
- Podkomanda **Angl** omogućava crtanje prave pod proizvoljnim uglom
- Podkomanda **Offset** omogućava crtanje prave paralelno nekoj duži ili pravoj na zadatom rastojanju.

# TEHNIČKA DOKUMENTACIJA

Metalurško-Tehnološki fakultet  
Univerzitet Crne Gore

Prof. dr Darko Bajić  
2018.

### Standard MEST ISO 128-44:2011 - Tehnički crteži - Opšti principi prikazivanja - Dio 44: Presjeci na mašinskim crtežima

- ✓ Presjek predstavlja zamišljeni izgled predmeta ukoliko bi ovaj bio presječen sa jednom ili sa više ravni.
- ✓ Materijal kroz koji prolaze zamišljene ravni u izgledu treba šrafirati.
- ✓ Presjek se primjenjuje samo kada se njim prikazuje nešto novo ili nešto razjašnjava.
- ✓ Presjek može biti:
  - pun (simetričan) presjek,
  - polupresjek
  - presjek sa više paralelnih ravni,
  - djelimični presjek,
  - lokalni presjek i
  - zaokrenuti presjek.

## Oblik šrafure zavisi od vrste materijala!



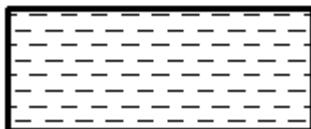
Metal



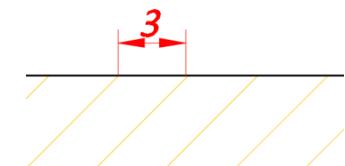
Izolacioni i zaptivni materijali



Nematalni materijali (kamen, beton, ...)



Tečnosti



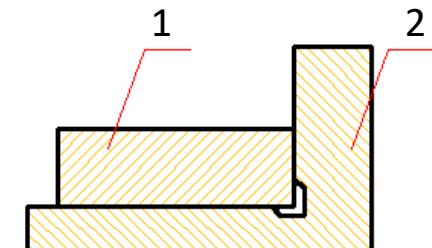
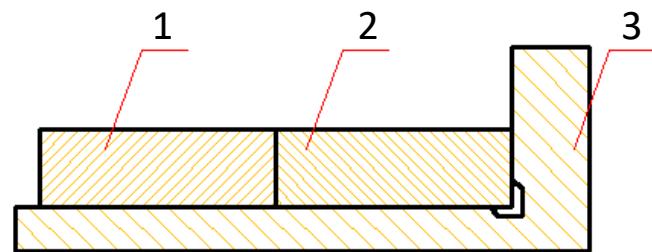
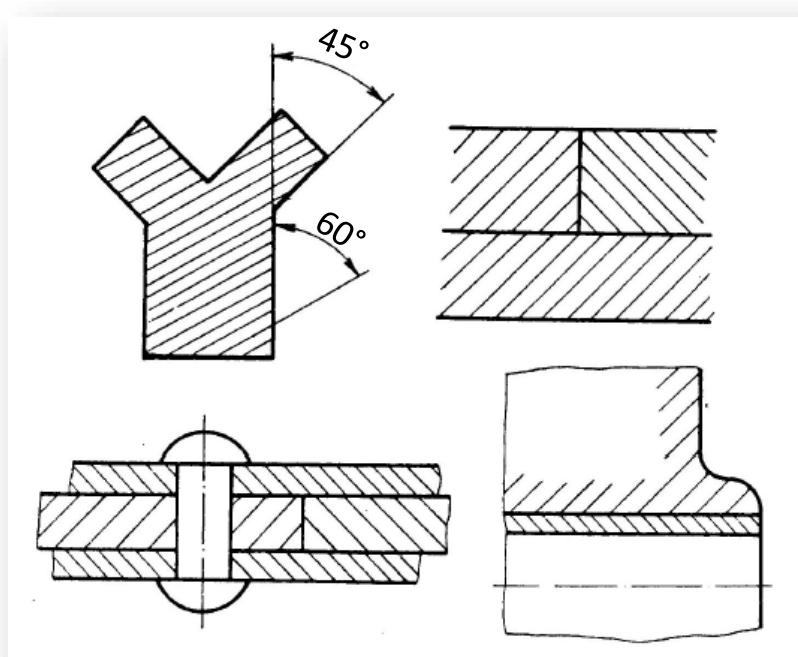
- ✓ Element izrađen od određenog materijala čiji smo zvršili presjek obilježava se šrafurom, koja predstavlja „trag kontakta“ materijala i ravi presjeka.
- ✓ Linije šrafure su tanke pune linije.
- ✓ Razmak između linija šrafure zavisi od formata crteža. Kod najčešće korišćenih formata razmak linija je 3 mm.

Da bi se izbeglo poklapanje pravaca konture i linija šrafure, neophodno je promijeniti pravac linija šrafure, pa iste crtati pod uglom od  $30^\circ$  ili  $60^\circ$ .

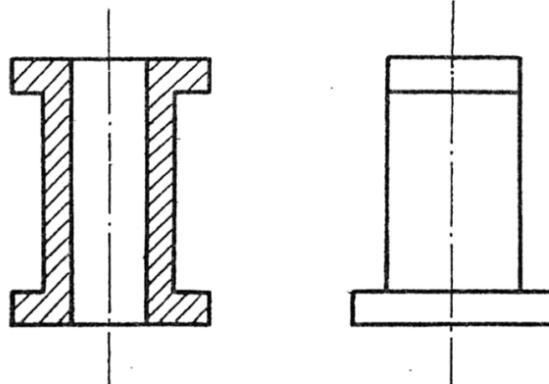
Kako izvršiti šrafuru elemenata sklopa datog u presjeku, a da ne dođe do poklapanja pravaca šrafura?

Šrafuru elemenata izvršiti osnovnom šrafurom ali za svaki element linije šrafure su:

- pod drugim uglom nagiba linija šrafure,
- različitim razmakom linija šrafure ili
- smicanjem linija šrafure.

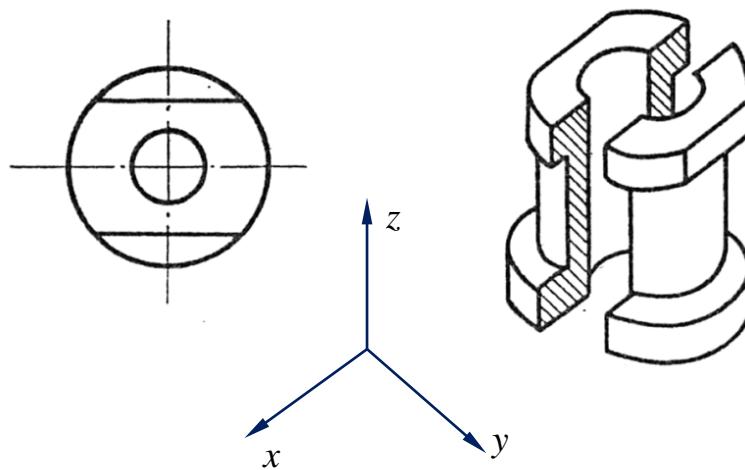


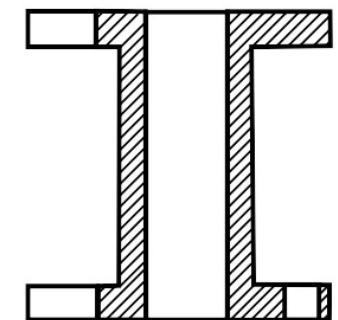
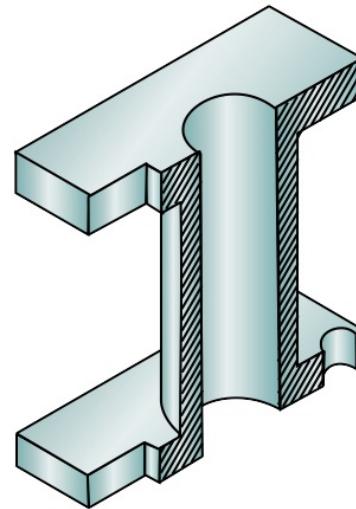
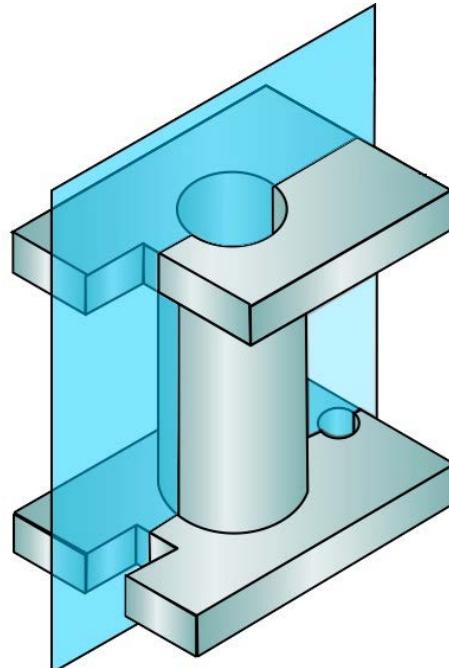
## Pun presjek



U presjeku nevidljive izvodnice cilindrične šupljine postaju vidljive pa se izvlače punom linijom kao i ostale vidljive konture.

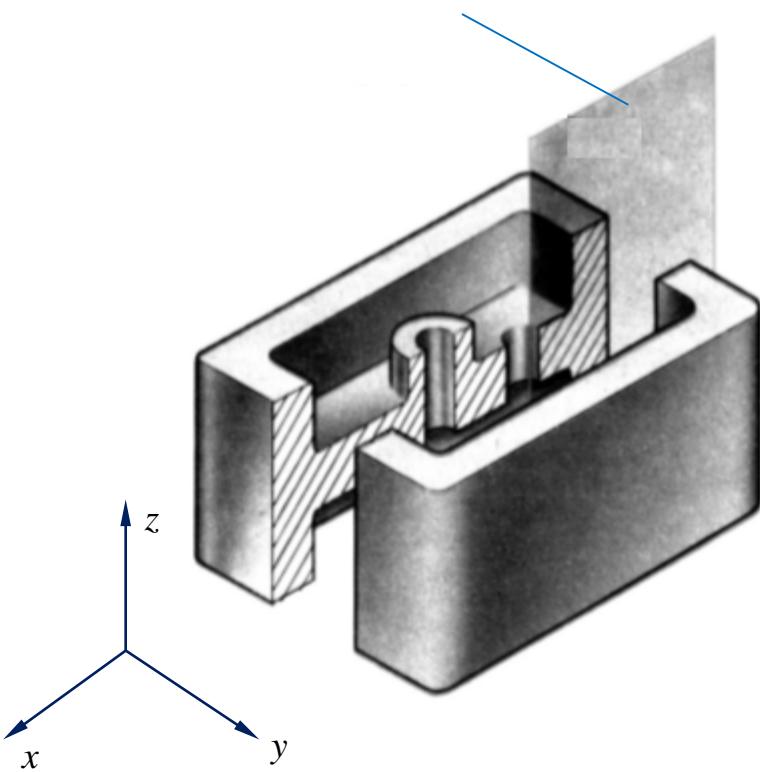
Šrafura koja imitira tragove zaostale od sječenja, crta se pod uglom od  $45^\circ$ .



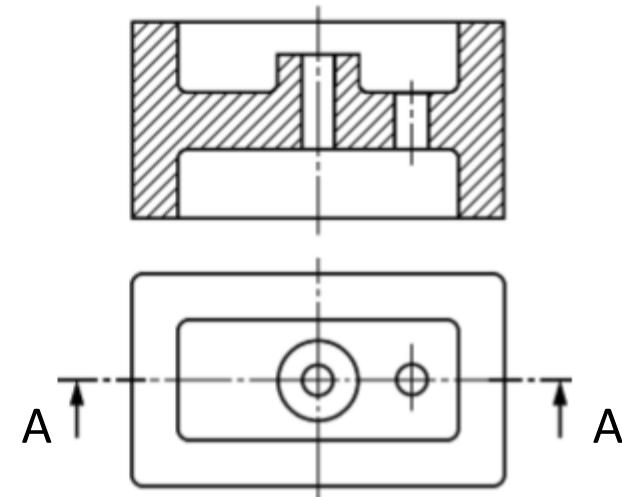


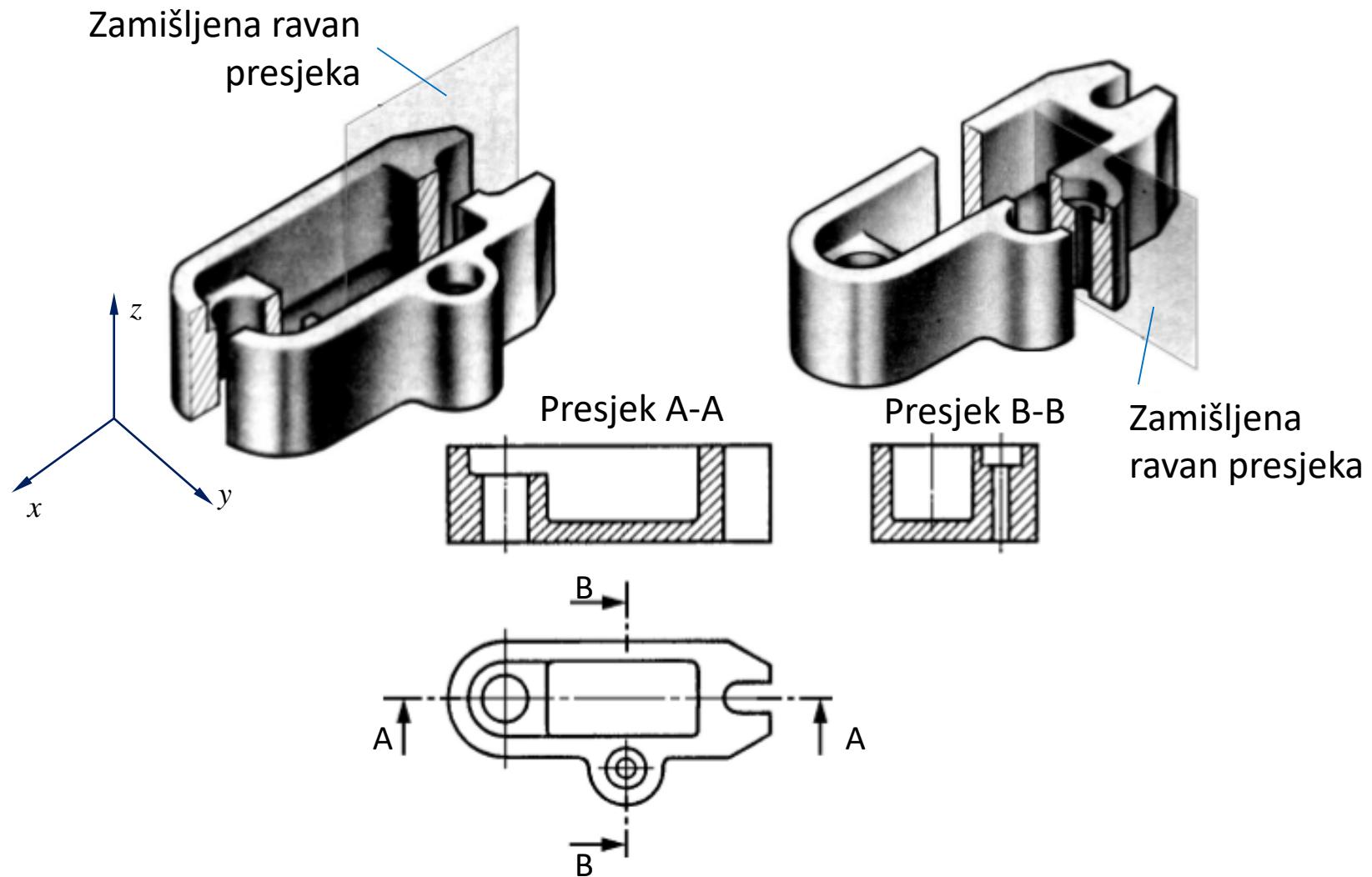
- ✓ Primjenjuje se kod elemenata koji imaju bar jednu ravan simetrije.
- ✓ Presječna ravan se poklapa sa ravni simetrije elementa.

Zamišljena ravan presjeka



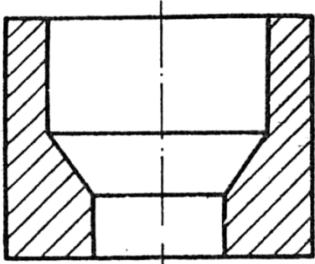
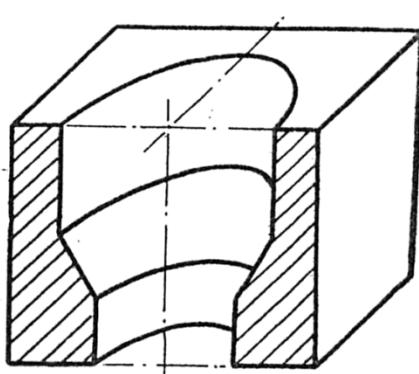
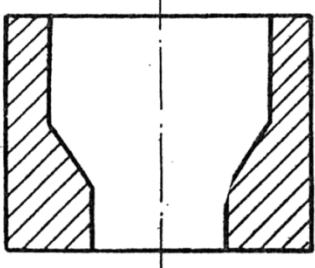
Presjek A-A





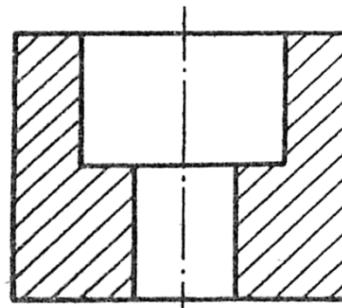
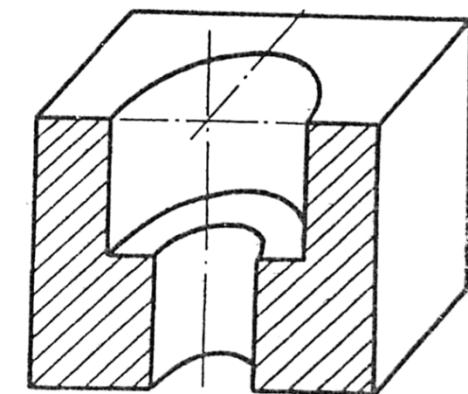
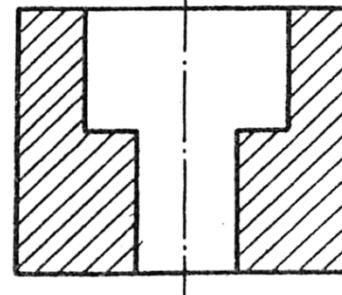
Kod crtanja sa punim presjecima treba ucrtati sve vidljive konture koje postoje u šupljini.

neispravno



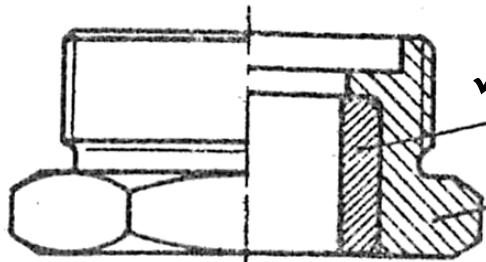
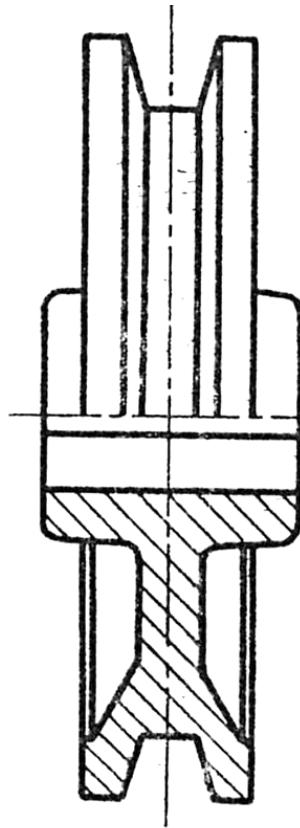
ispravno

neispravno

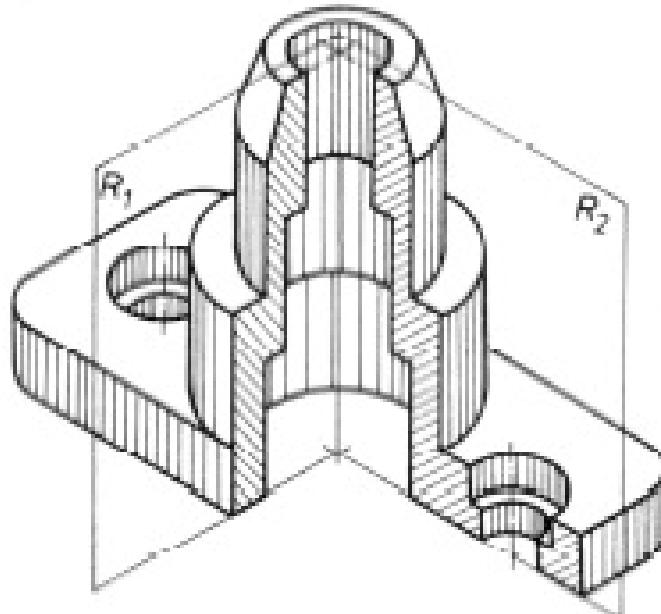


ispravno

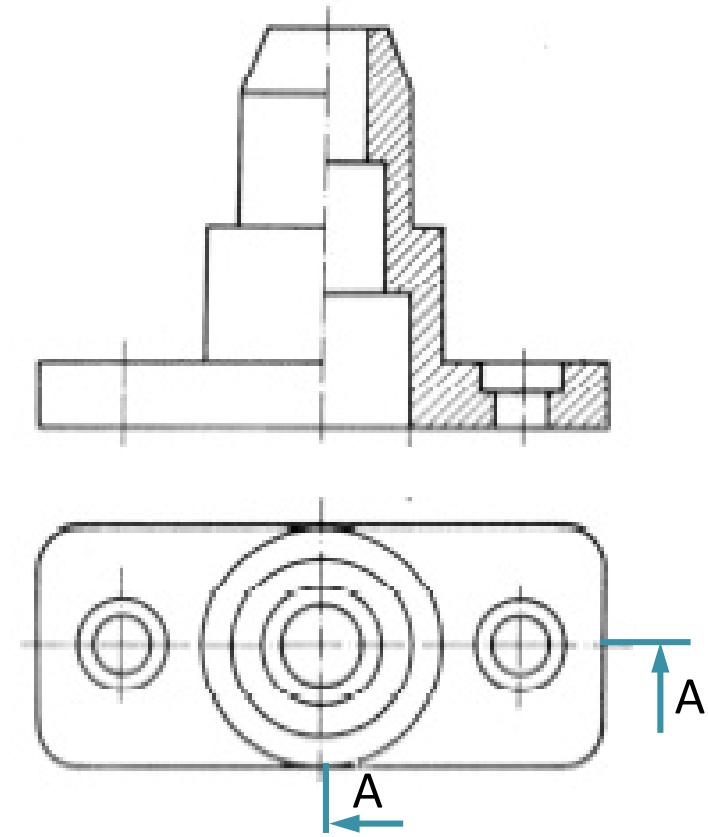
## Polupresjek



- ✓ Kod simetričnih elemenata najracionalnije je koristiti polupresjek. Polovina elementa se prikazuje u izgledu, a druga polovina u presjeku.
- ✓ Polupresek se primjenjuje kod elemenata koji imaju bar dvije ravni simetrije kloje su međusobno upravne.
- ✓ Polupresjek se dobija isjecanjem četvrtine elementa.
- ✓ Kod elemenata koji su simetrični u odnosu na horizontalnu osu, presjek se OBAVEZNO PRIKAZUJE ISPOD OSE SIMETRIJE.
- ✓ Kod elemenata koji su simetrični u odnosu na vertikalnu osu, presjek se OBAVEZNO PRIKAZUJE DESNO OD OSE SIMETRIJE.
- ✓ Nepresječena polovina izgleda nije opterećena bilo kakvim isprekidanim linijama, jer se nevidljive ivice u ovoj polovini ne crtaju

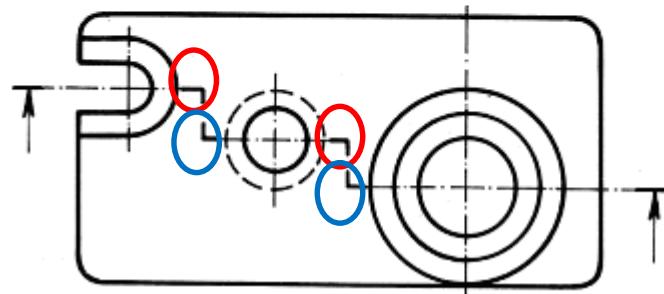
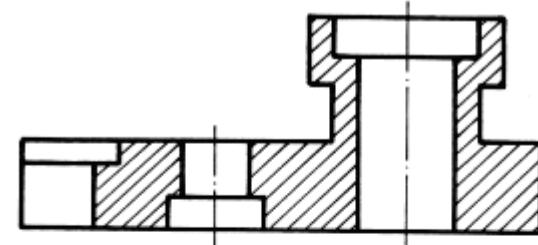
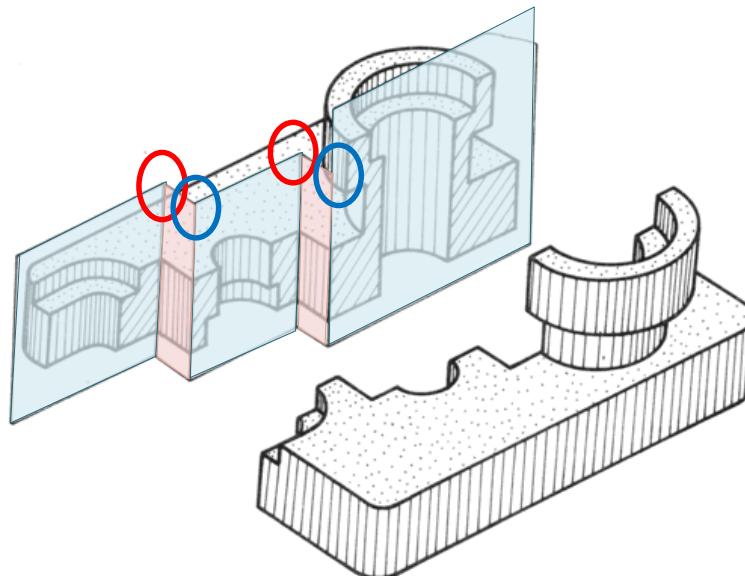


Presjek A-A



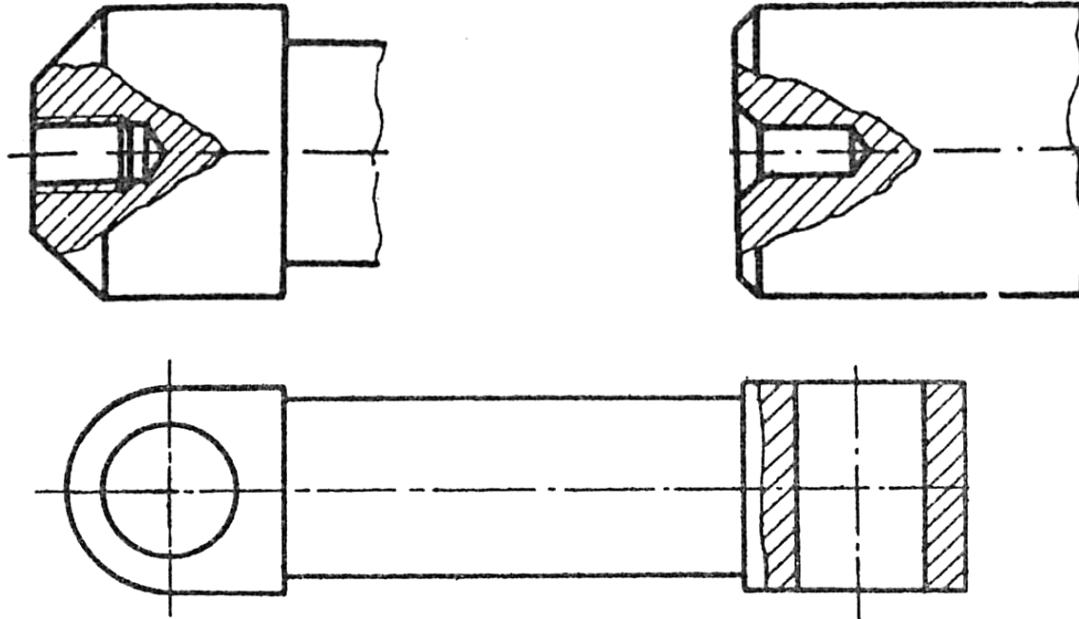
## Presjek sa više paralelnih ravni

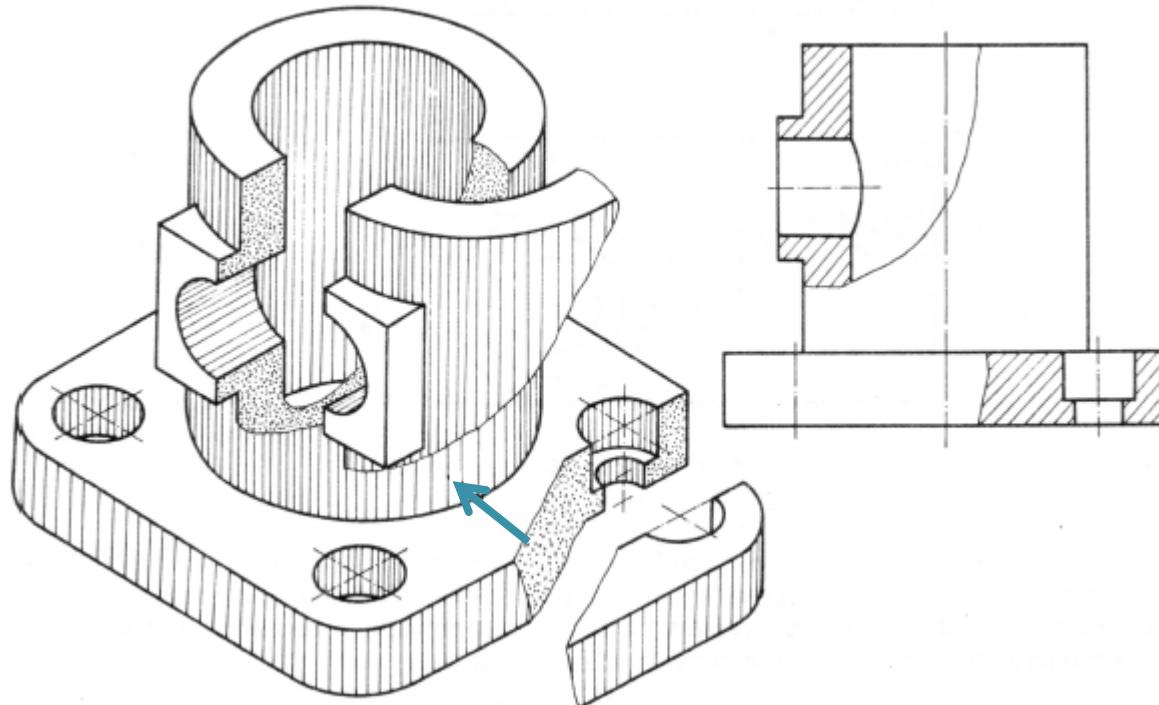
- ✓ Koristi se kada je potrebno da zamišljena ravan presjeka prođe kroz veći broj otvora i šupljina.
- ✓ Koriste se dvije ili više zamišljenih ravni presjeka koje su međusobno paralelne.
- ✓ Kada ravan presjeka ne prolazi samo kroz ravan simetrije predmeta, potrebno je naznačiti projekcije ravni presjeka sa podebljanim segmentima na mjestu strelica i mjestima promjene pravca.



## Djelimični presjek

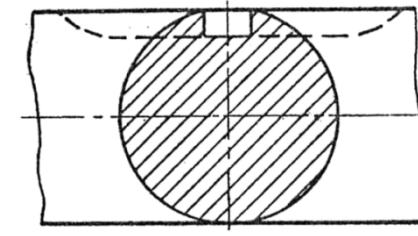
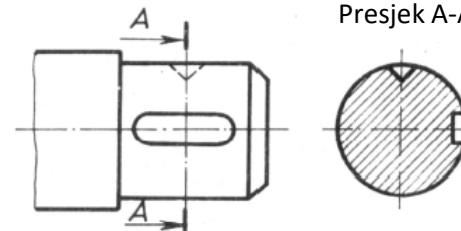
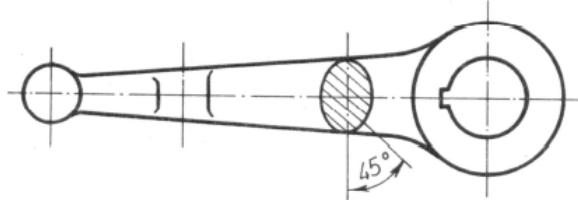
- ✓ Kod djelimičnog presjeka koristi se slobodoručna linija „f“ u cilju ograničenja mesta djelimičnog presjeka.
- ✓ Koristi se pri pojašnjenu nekog karakterističnog detalja elementa.



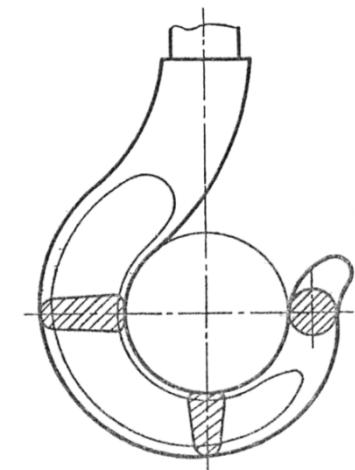
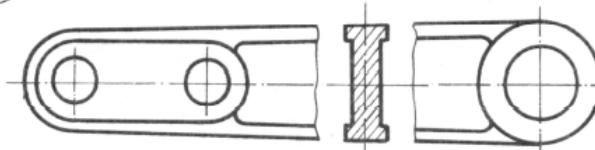
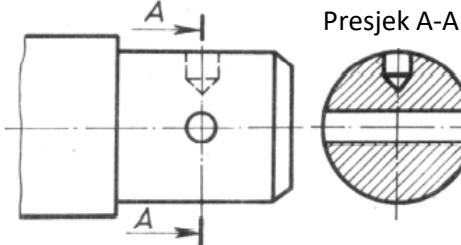
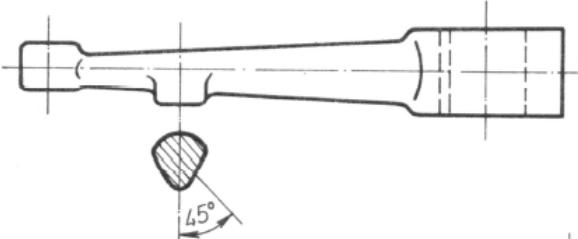


## Lokalni presjek

- ✓ Lokalni presjek predstavlja zaokrenuti presjek elementa na licu mesta.
- ✓ Lokalni presjek se crta na licu mesta tankom punom linijom.
- ✓ Ako se lokalni presjek crta van projekcije elemenat, kontura presjeka se crta punom debelom linijom.

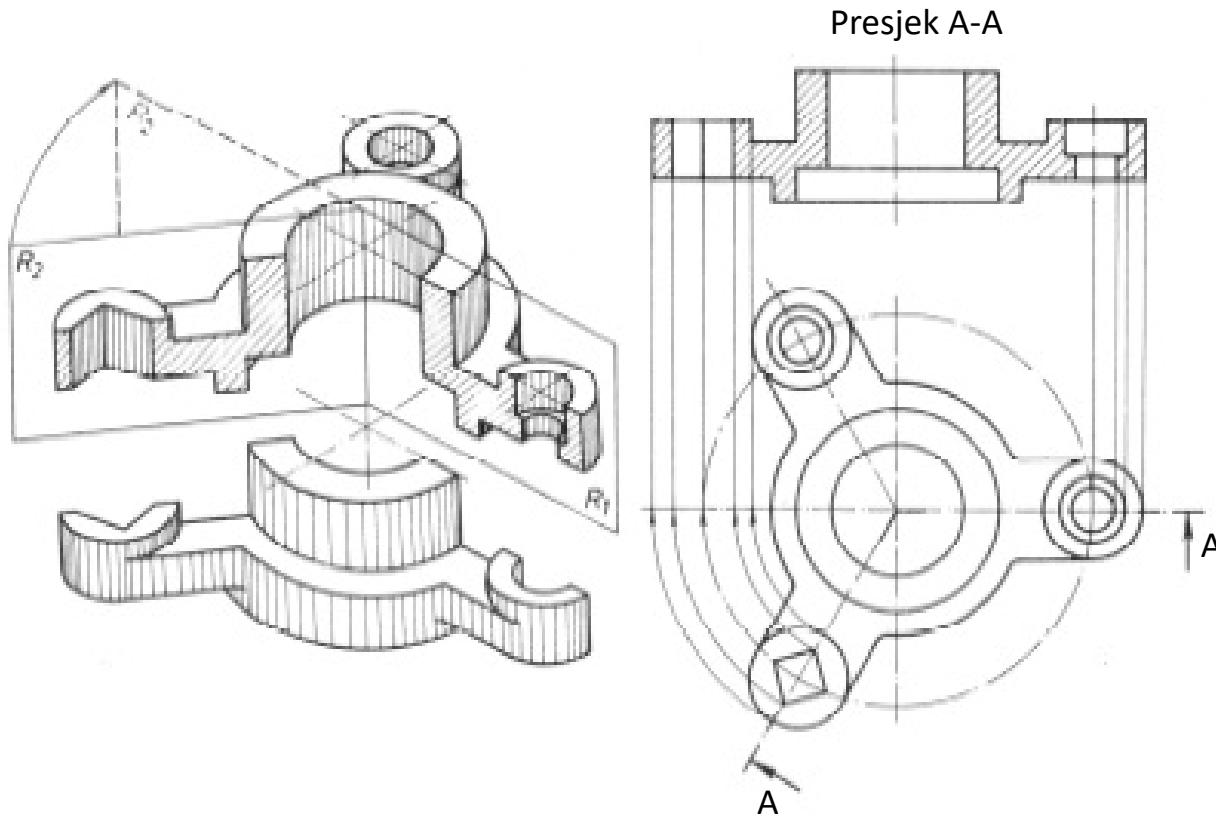


Ožljebljeno vratilo



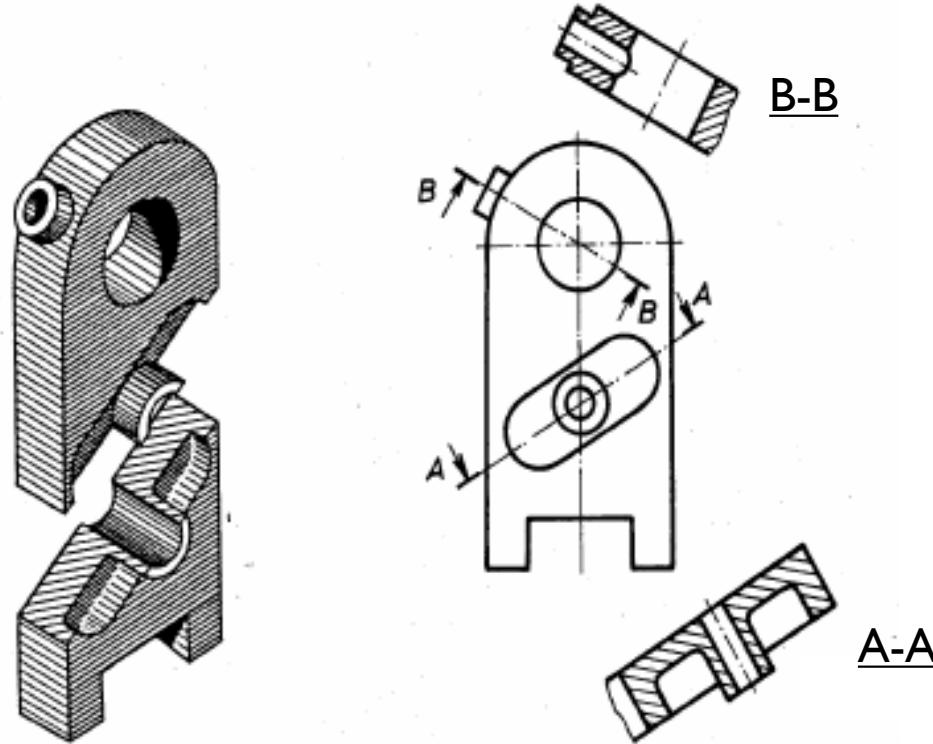
## Zaokrenuti presjek

- ✓ Presjek elemenat se vrši sa dvije ravni koje međusobno zaklapaju tup ugao.
- ✓ Jedna od ravni presjeka se zakreće do pravca druge presječne ravni.



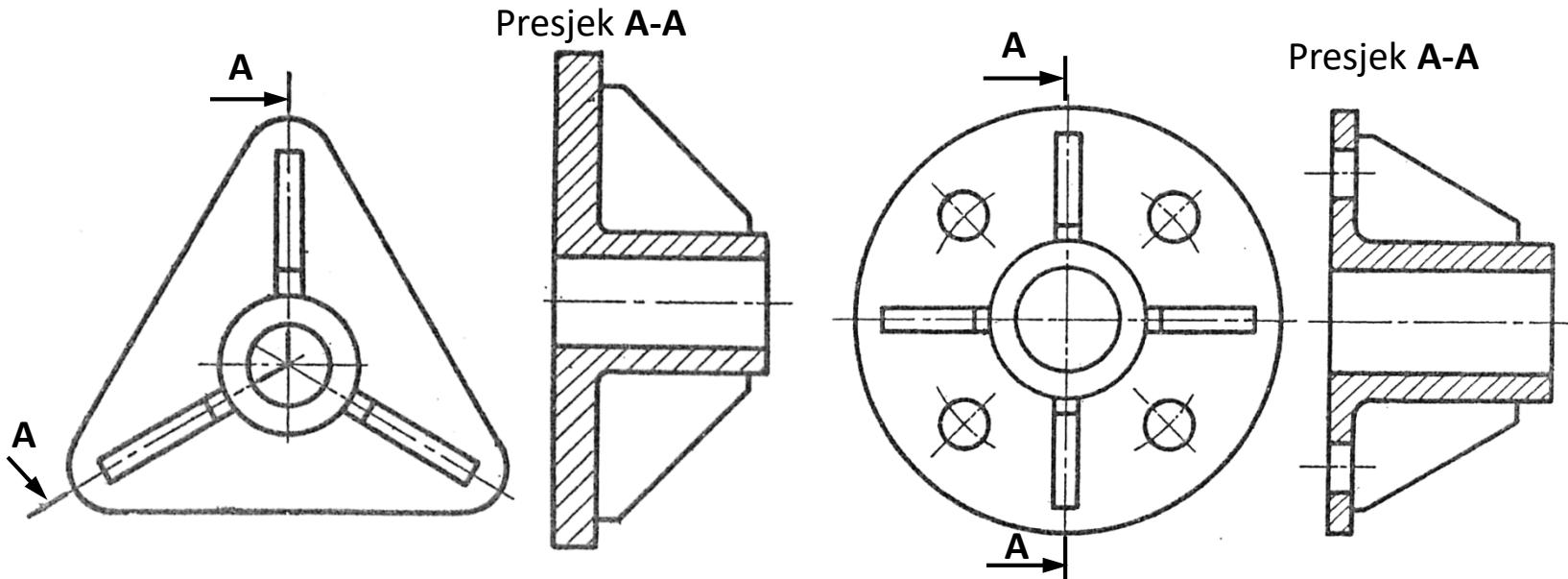
## Presjek nesimetričnog elementa

- ✓ Presjek se može crtati u obliku punog ili delimičnog presjeka sa više različitih presječnih ravni.
- ✓ Ravan presjeka se postavlja kroz ravan simetrije otvora, rupe ili šupljine.



## Proizvoljna ravan presjeka

- ✓ Kada ravan presjeka ne prolazi kroz jednu od ravni simetrije, potrebno je u drugom izgledu naznačiti projekcije ravni presjeka, odnosno mesta presjeka.
- ✓ Projekcije ravni presjeka označavaju se linijom „e“ (crtta-tačka-crtta). Mjesto preloma ove linije označavaju se linijom „a“. Istom linijom pojačava se i mjesto ove linije izvedene van elementa; na njima se nalaze vrhovi strelica linije stepena debljine 1.



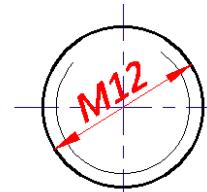
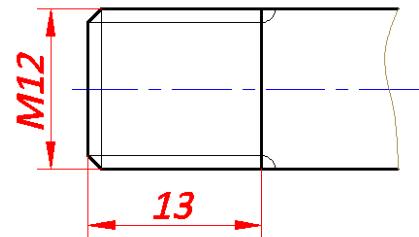
**Prema pravilu, rebra kroz koja prolazi ravan presjeka se ne šrafira.**



## Izgled navoja u presjeku

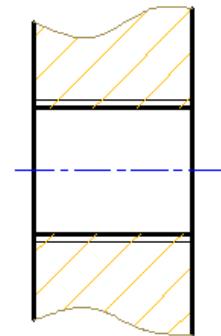
M- metrički  
navoj

Spoljašnji navoj



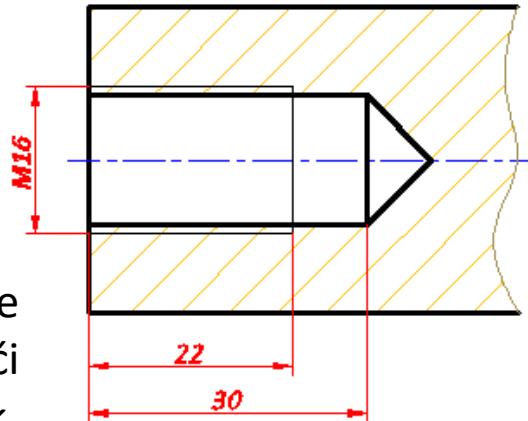
Kotira se najveći prečnik.

Kotira se spoljašnji prečnik.

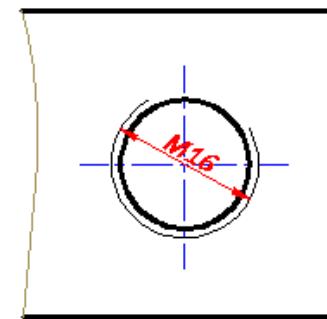


Kada je navoj kroz  
cijelu debljinu  
elementa.

Unutrašnji navoj



Kotira se  
najveći  
prečnik.



Kotira se spoljašnji prečnik.

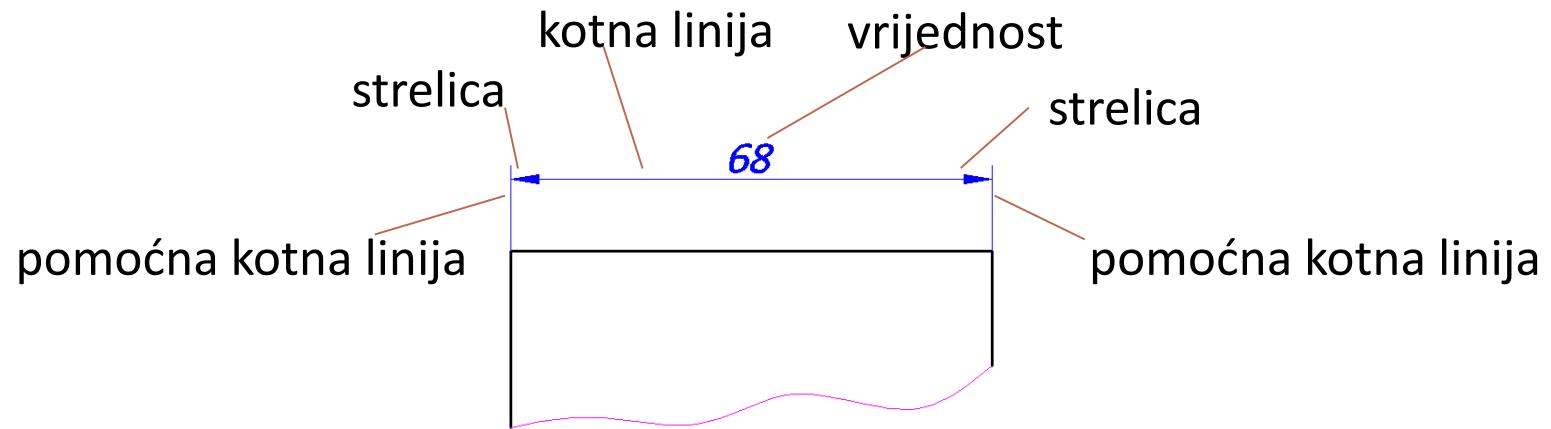
30 – dubina do koje želimo da urežemo navoj

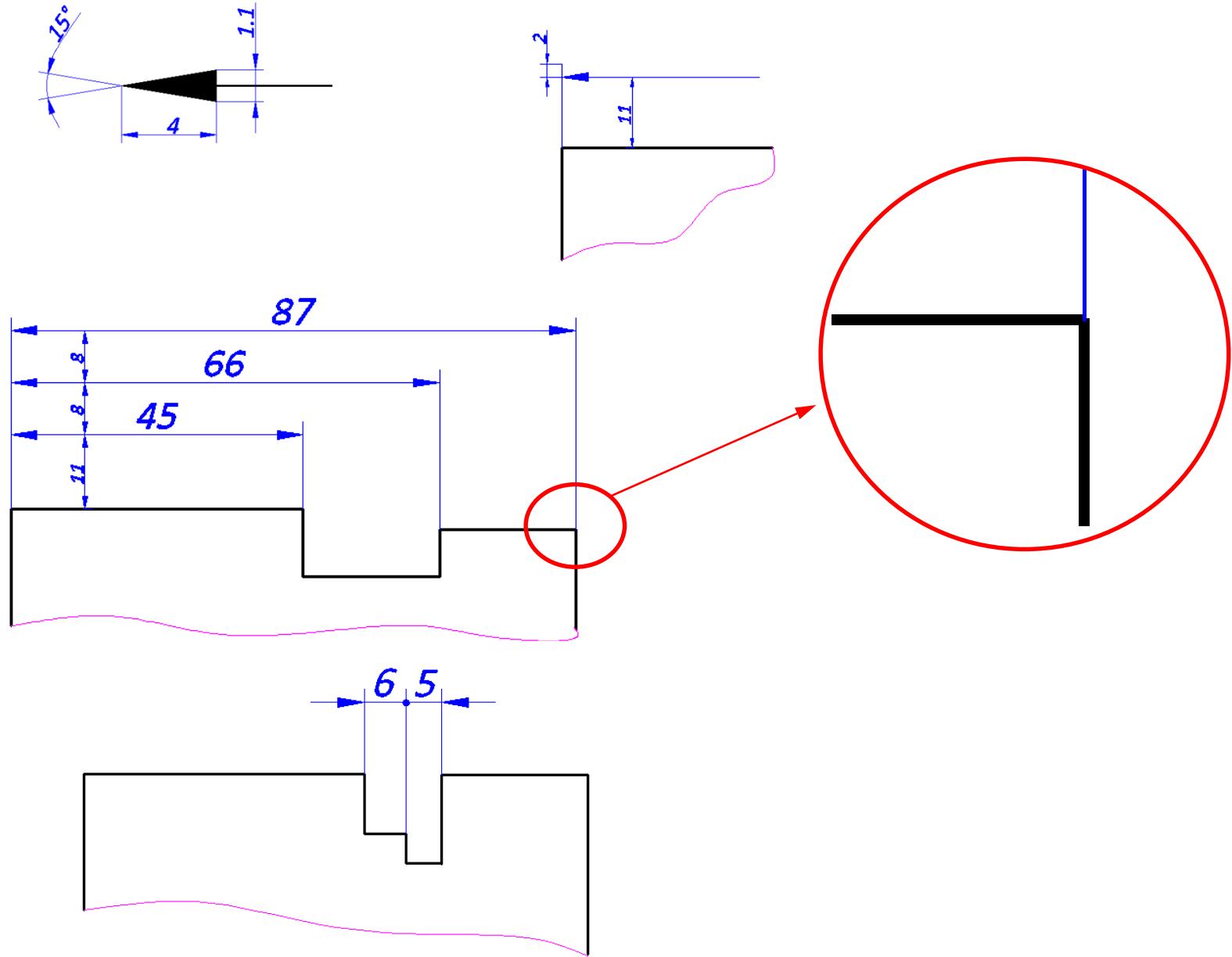
## KOTIRANJE (UVREDNJAVANJE)

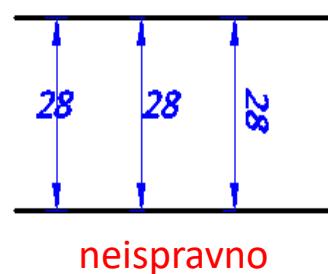
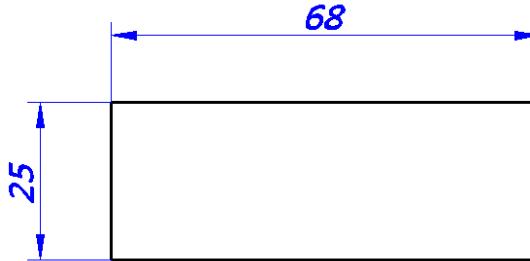
- ✓ Kotiranje predstavlja unošenje brojnih vrijednosti veličina (dimenzija) predmeta u crtež.
- ✓ Dobro izvršeno uvrednjavanje olakšava izradu elementa, njegovu laku montažu i sigurno ostvarenje funkcije koja je tom elementu predviđena.
- ✓ Nezavisno od razmjere crteža, unešenje brojnih vrijednosti (dimenzije) predstavljaju krajnje ili konačne vrijednosti proizведенog elementa.
- ✓ **Svaka potrebna mjera se samo jednom prikazuje na crtežu.**
- ✓ Položaj mjere (kote) na projekciji se određuje tako da bude potpuno jasna i pregledna.
- ✓ Kote se raspoređuju po projekcijama bez potrebnog "opterećenja" samo jedne ili dvije projekcije.

## Elementi kotiranja

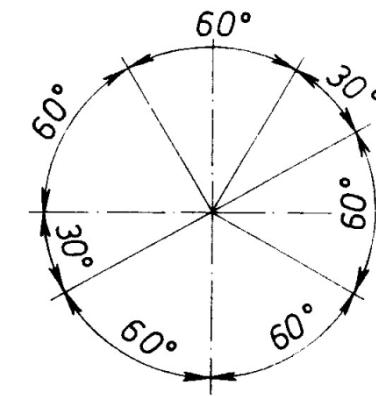
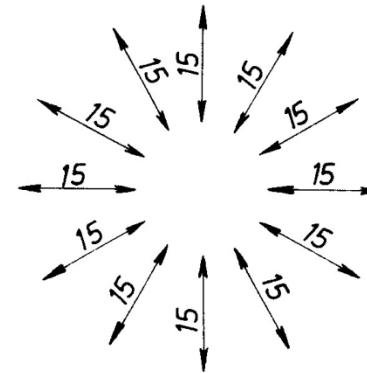
Kotiranje crteža se izvodi koristeći elemente kotiranja. Kotni elementi su kotna i pomoćne linije („b“ linija), strelice i brojna (numerička) vrijednost. Vrijednosti se uvijek daju u milimetrima (mm).





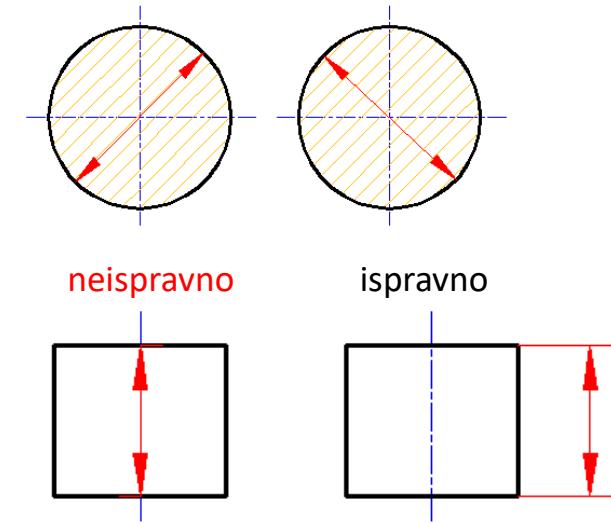
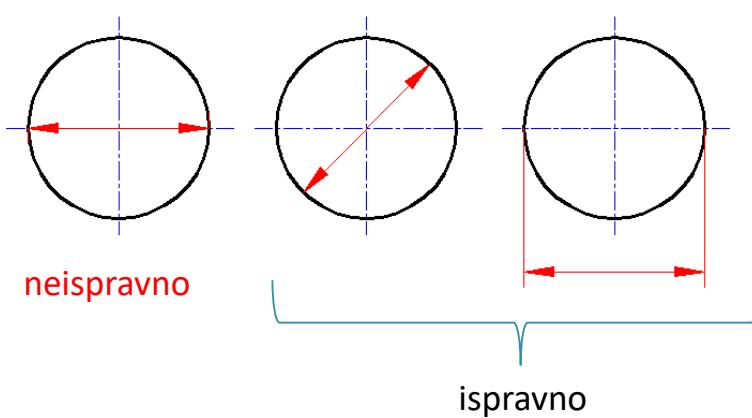


- ✓ Kotni brojevi se ispisuju iznad horizontalne kotne linije i s lijeve strane ako je vertikalna kota – čitaju se *odozdo ili sa desne strane crteža*.
- ✓ Kotni broj ne presjecaju nikakve linije na crtežu.
- ✓ Svi kotni brojevi na crtežu moraju biti iste veličine.

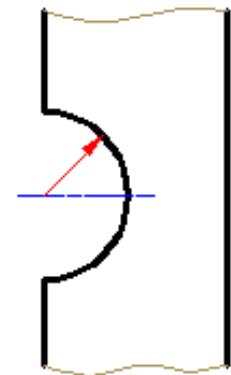
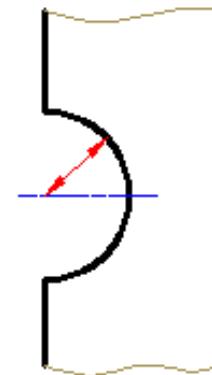
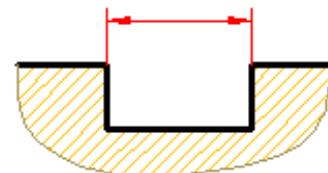
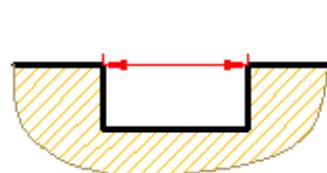
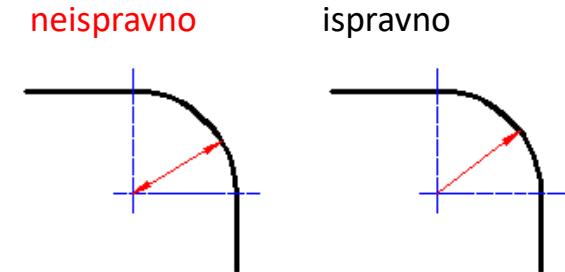
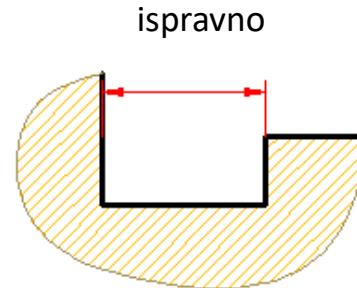
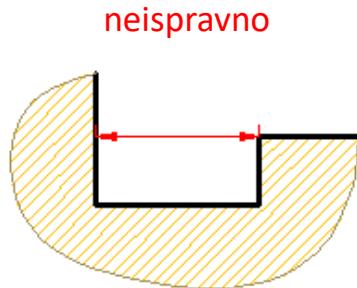


Upisivanje kotnih brojeva za uglove

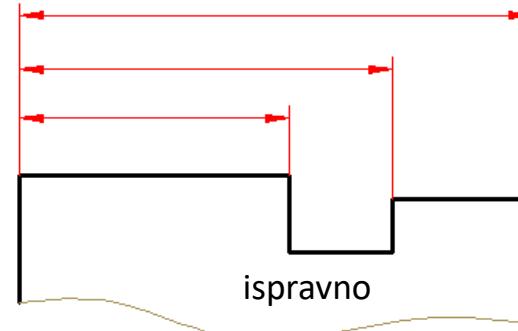
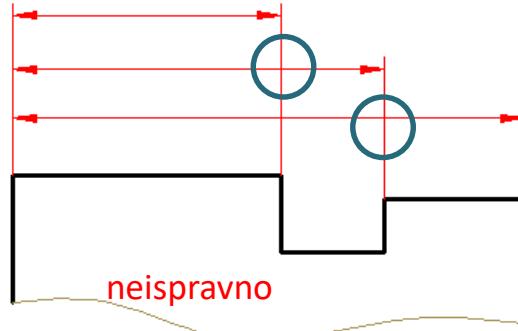
Bilo koja postojeća linija elementa, osa, linija šrafure, ivica ili druga, ne smije se koristiti kao kotna linija.



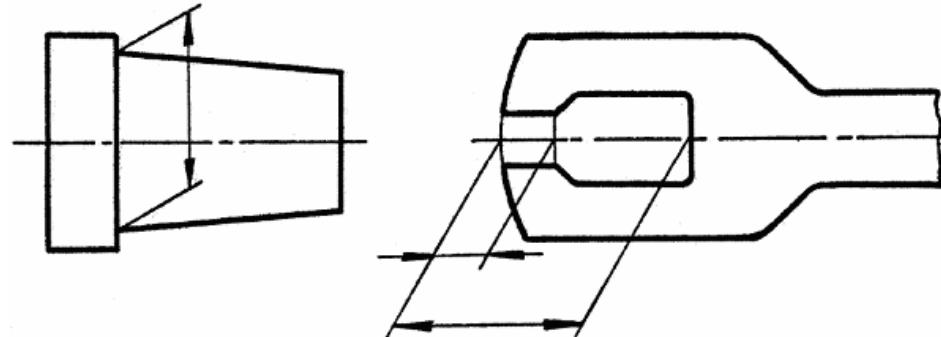
Strelica ne smije da vrhom dodiruje tačku presjeka dvije linije.



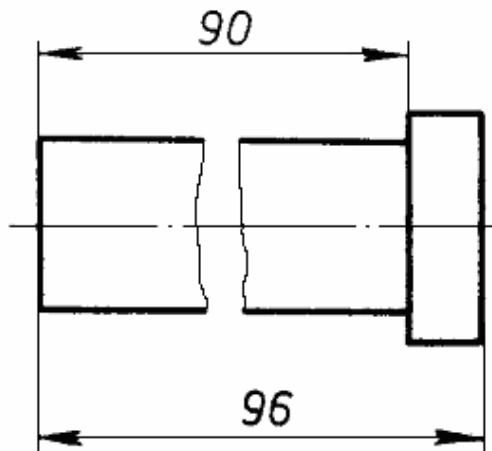
Pomoćne kotne linije ne smiju da presjecaju glavnu kotnu liniju.



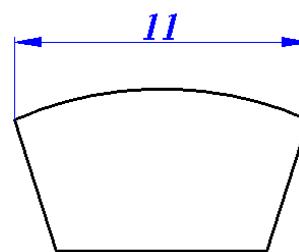
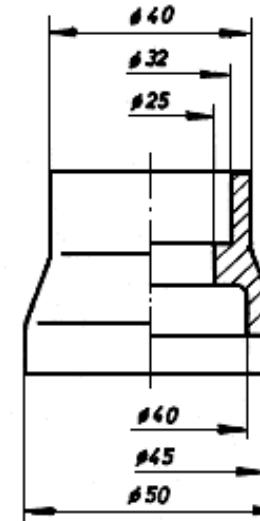
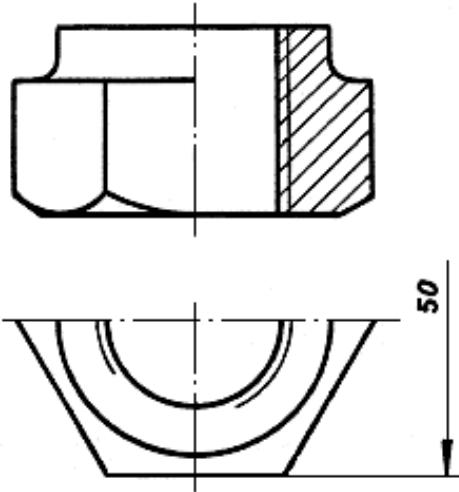
- ✓ Pomoćne kotne linije se crtaju upravno na ivicu elementa koja se uvrednjava.
- ✓ Ukoliko je potrebno, mogu crtati i koso zadržavajući paralelnos jedne u odnosu na drugu.



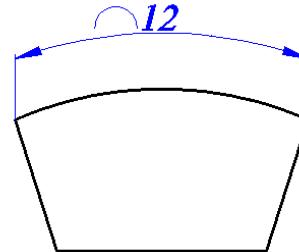
- ✓ Kotna linija je neprekidna i kada ona definiše dimenziju elementa koji je prikazan sa skraćenjem



- ✓ Kod simetričnih elemenata, bilo da je nacrtana samo jedna polovina izgleda ili polupresjek, prikazuju se skraćene kotne linije sa jednom strelicom.

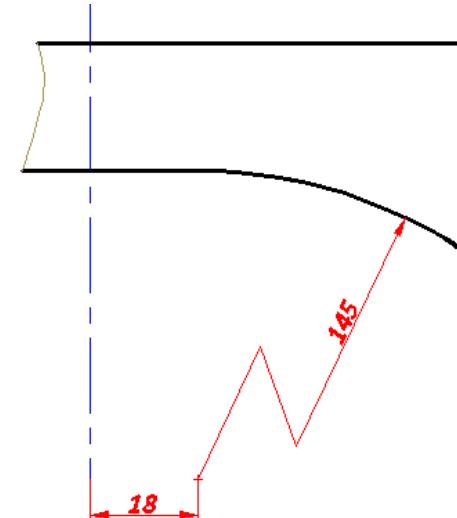
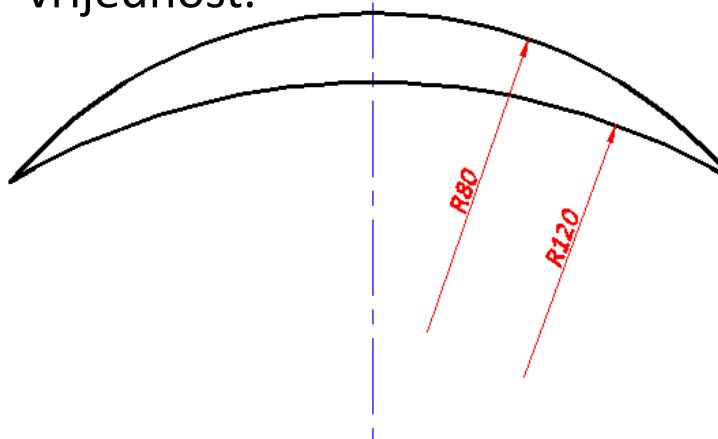
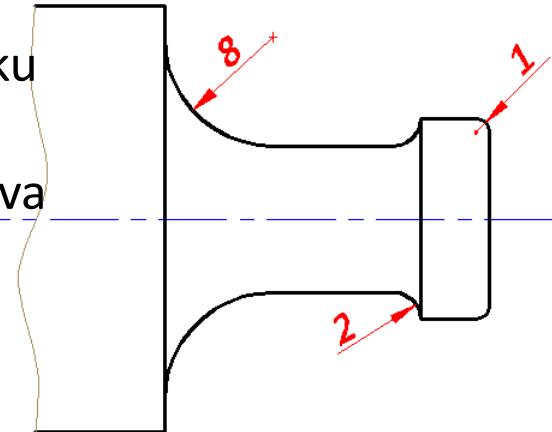


Kotiranje dužine tetive  
luka



Kotiranje dužine luka

- ✓ Kod većih radijusa centar se označava u presjeku osa.
- ✓ Kod manjih poluprečnika centar krivine označava se tačkom.
- ✓ Kod zaobljenja manjih od 2,5 mm centar se ne označava.
- ✓ U slučaju da je centar krivine na osi ali van okvira crteža, upisuje se oznaka  $R$  ispred brojne vrijednosti kako bi se znalo da se radi o poluprečniku (*radius*).
- ✓ Ako centar leži van ose predmeta i van okvira crteža, neophodno je centar pomjeriti duž ose u okvir crteža i definisati njegovo odstojanje od ose, kotnu liniju predstaviti kao izlomljenu i bez dodatnih oznaka uz vrijednost.



U cilju pojednostavljenja tumačenja tehničkog crteža, pri uvrednjavanju specifičnih geometrijskih oblika se koriste simboli koji se upisuju ispred kotnog broja:

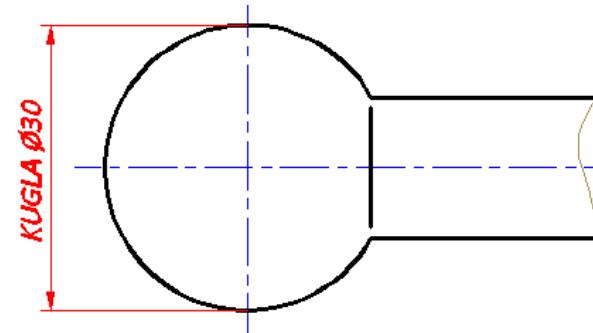
$\emptyset$  - prečnik

R - poluprečnik

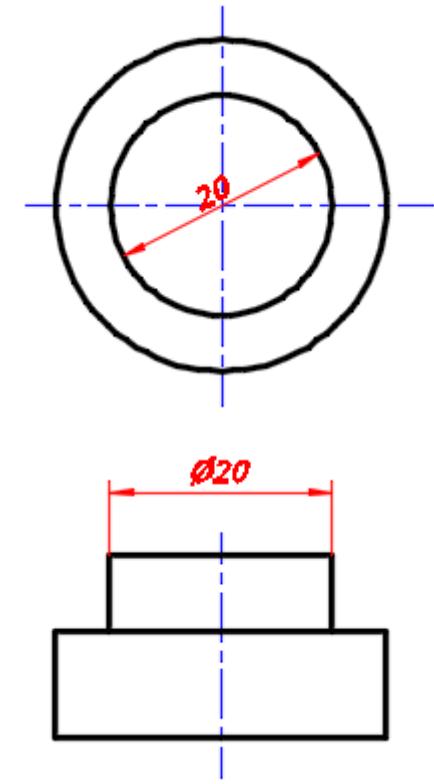
$\square$  – kvadrat

$S\emptyset$  – prečnik kugle (sfere)

SR – poluprečnik kugle (sfere).

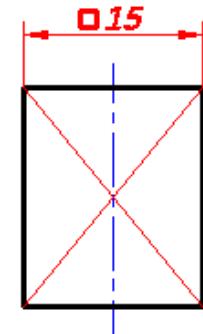


- ✓ Cilindri i cilindrični otvori u izgledima kod kojih se krug vidi nedeformisan, uvrednjavalje se vrši nošenjem samo vrijednosti.
- ✓ U izgledima koji su upravni na izgled kod kog se krug vidi nedeformisan, ispred vrijednosti se upisuje znak  $\emptyset$ . Ovaj znak nam govori da se radi o kružnom presjeku.
- ✓ Znak  $\emptyset$  je za 1 mm manji od vrijednosti broja.





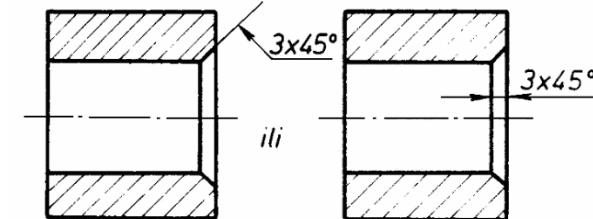
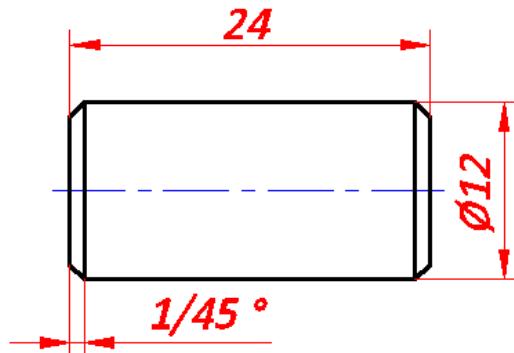
Kod kvadratnog presjeka, u izgledu gdje se vidi kvadrat, obje ivice se uvrednjavaju sa vrijednostima koje odgovaraju dužinama stranica kvadrata.



U izgledima koji su upravljeni na izgled kod kog se kvadrat vidi nedeformisan, ispred vrijednosti se upisuje znak  $\square$ . Ovaj znak nam govori da se radi o kvadratnom presjeku.

Znak  $\square$  je za 1 mm manji od vrijednosti broja.

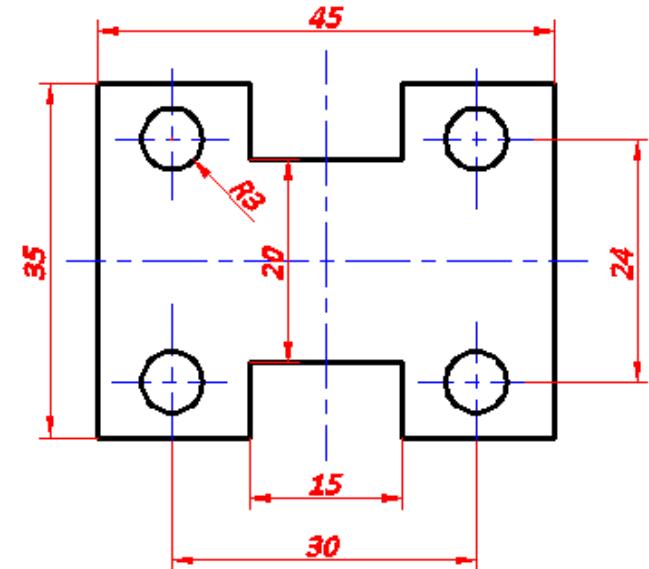
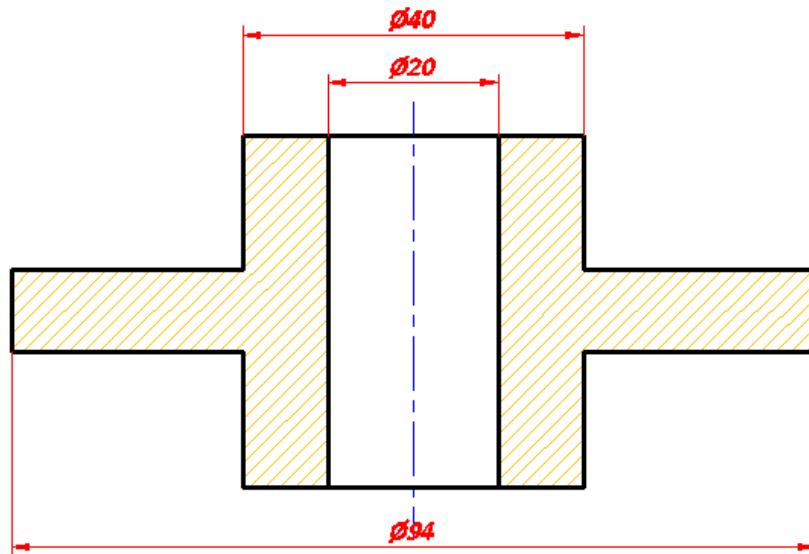
Prikazivanje „oborene ivice“ – kotna linija je uvijek paralelna sa osnom linije elementa.



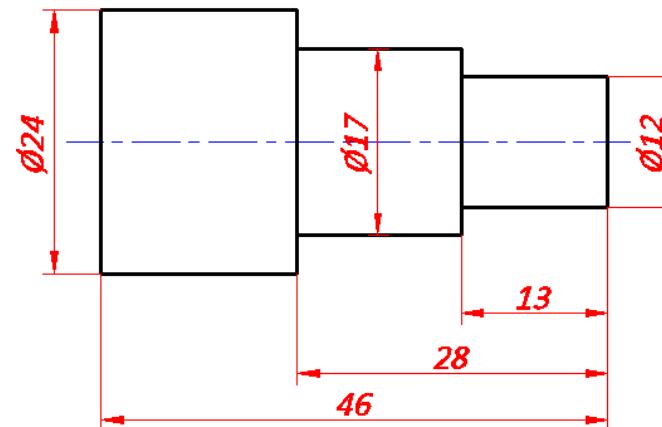
## Vrste kotiranja

- ✓ Polazna vrjednosna osnova je površina od koje se veličine predmeta mjere.
- ✓ U zavisnosti od izabrane vrjednosne osnove, može se koristiti više različitih vrsta kotiranja.

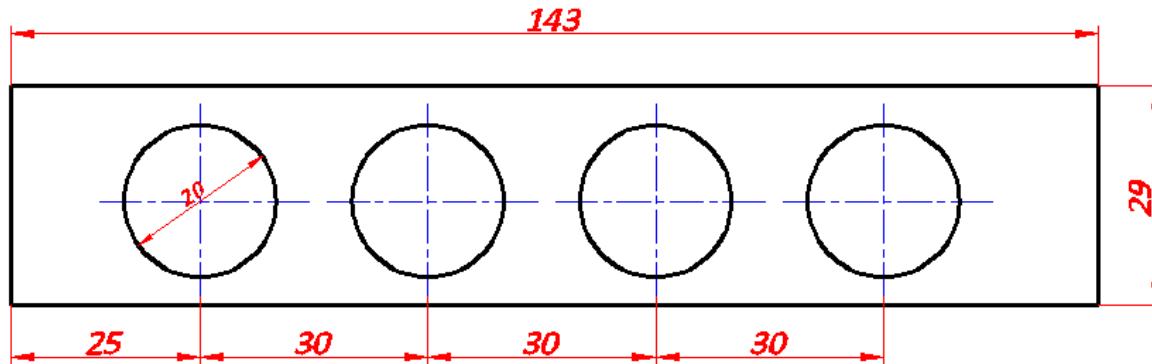
**SIMETRIČNO KOTIRANJE** izvodi se kod elemenata simetričnih u odnosu na jednu ili dvije njegove ose simetrije.



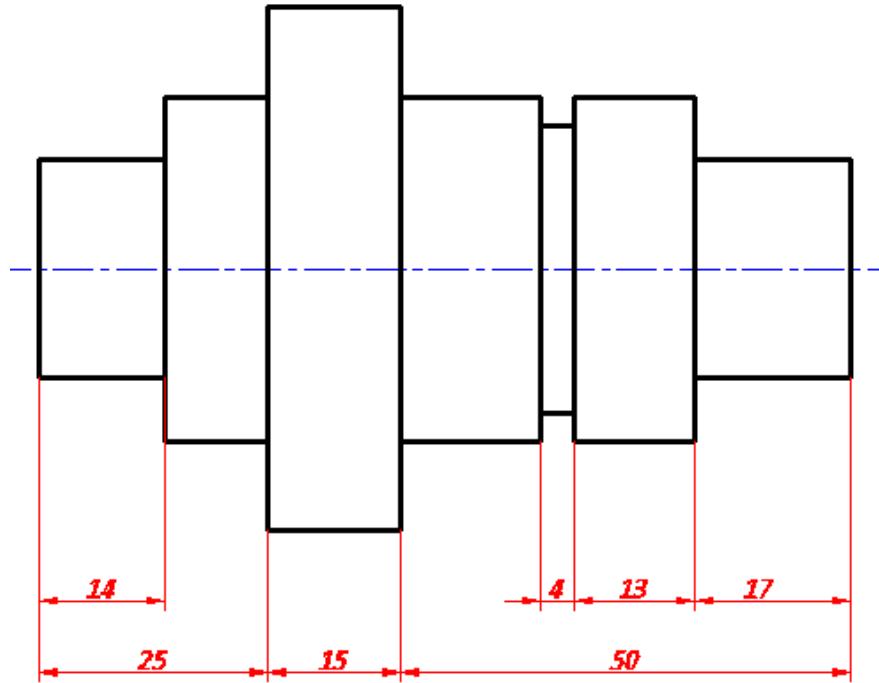
**PARALELNO KOTIRANJE** – glavne kotne linije su međusobno paralelne, a počinju od određene obradene površine. Ovaj vid kotiranja se koristi kad je neophodno i potrebno obezbijediti tačna udaljenja ostalih površina ili ivica u odnosu na ovu površinu, ili gdje to zahtijeva tehnološki proces izrade elementa.



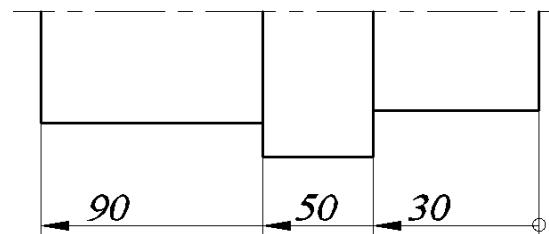
**LANČANO (REDNO) KOTIRANJE** – koristi se kod elemenata kod kojih zbir odstupanja većeg broja vrijednosti u nizu nema uticaja na funkcionalnost elementa.



## KOMBINOVANO KOTIRANJE – spoj paralelnog i rednog kotiranja.



**KOTIRANJE PREKLAPANJEM KOTNIH LINIJA** – uprošćeno paralelno kotiranje koje se koristi kada postoji prostorna ograničenja.

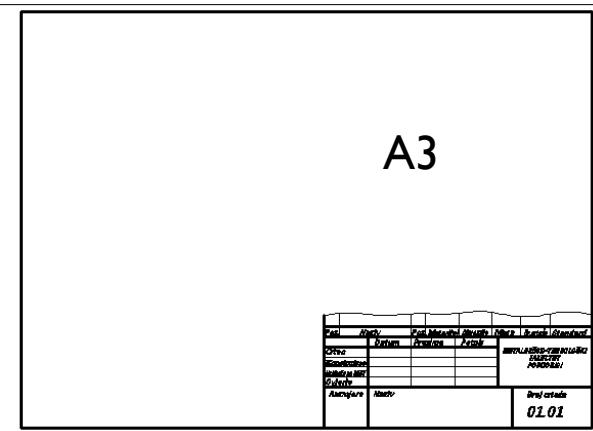


# TEHNIČKA DOKUMENTACIJA

Metalurško-Tehnološki fakultet  
Univerzitet Crne Gore

Prof. dr Darko Bajić  
2018.

- ✓ Zaglavlje i sastavnica služi za upisivanje osnovnih infomacija koje nam služe za aidentifikaciju i primjenu tehničkog crteža.
- ✓ Zaglavlje na tehničkom crtežu se nalazi u desnom donjem uglom.
- ✓ Osnovni elementi
- ✓ Osnovni podaci koje mora da sadržati zaglavlje su:
  - naziv crteža,
  - razmjera
  - broj crteža
  - naziv institucije koja je tehnički crtež izradila,
  - imena i potpise odgovornih lica t apredmetni crtež (konstruisao, crtao, uskladio sa MEST, ovjerio).
- ✓ Sastavnica se nalazi iznad zaglavlja- naslonjena.
- ✓ Sastavnica sadrži podatke o nacrtanim elementim (pozicija, broj komada, materijal, gabaritne mjere, veza sa standardom...)

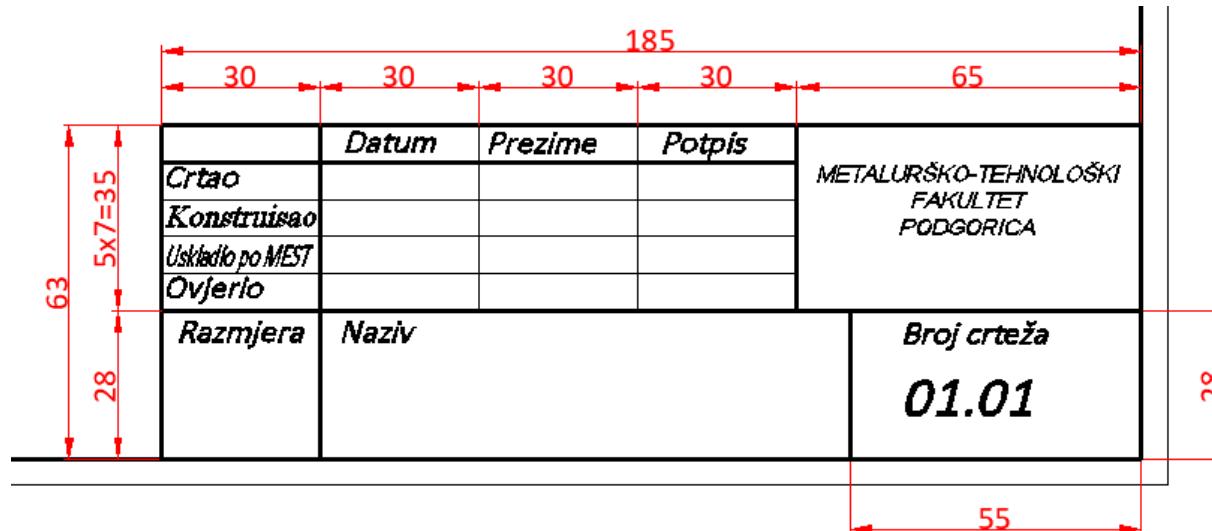


## Zaglavje i sastavnica

Poz.	Naziv	Poz.	Materijal	Dimenzijs	Masa	Br.creveža	Standard
	Datum		Prezime	Potpis			
Crtao							
Konstruisao							
Ustavljanje po MEST							
Ovjerilo							
Razmjera	Naziv						

METALURŠKO-TEHNOLOŠKI  
FAKULTET  
PODGORICA

Broj crteža  
**01.01**

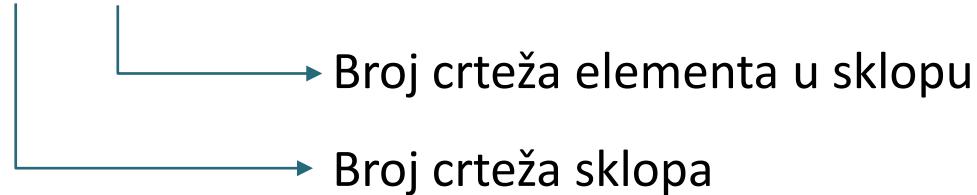


Poz.	Naziv	Poz.	Materijal	Dimenzijs	Masa	Br.creveža	Standard
	Datum		Prezime	Potpis			
Crtao							

METALURŠKO-TEHNOLOŠKI  
FAKULTET  
PODGORICA

- ✓ Obilježavanje crteža nije standardizovano.
- ✓ Predstavlja kombinaciju brojeva.

01.01



- ✓ Podjela materijala:
1. Prema sastavu, mikrostrukturi (građi) i načinu dobijanja
  2. Prema svojstvima i uslovima primjene
  3. Prema primjeni.

### **1. Prema sastavu, mikrostrukturi (građi) i načinu dobijanja:**

- Metalni materijali
  - Na bazi željeza (željezni materijali)
  - Laki i obojeni metali i legure (neželjezni materijali)
- Nemetalni materijali
  - Konstrukcioni polimerni materijali
  - Konstrukciona keramika
- Kompozitni materijali
  - Kompoziti s metalnom matricom
  - Kompoziti s polimernom matricom
  - Kompoziti s keramičkom matricom

## Metalni materijali na bazi željeza (željezni materijali):

- *željezni livovi (liveno željezo) – jedinjenje Fe i C>2,06%*
  - čelični liv
  - bijeli liv
  - sivi lijev
  - nodularni liv
  - temper liv
- *Konstrukcioni čelici – jedinjenje Fe i C<0,6%*
  - opšti konstrukcioni čelici
  - čelici povišene čvrstoće
  - ultračvrsti čelici
  - čelici za cementaciju
  - čelici za poboljšanje
  - čelici za opruge
  - čelici za obradu na automatima - koroziji postojani čelici
  - čelici za rad pri povišenim i visokim temperaturama – vatrostalni
  - vatrootporni čelici
  - čelici za rad pri niskim temperaturama
  - čelici posebnih svojstava



- *Alatni čelici – jedinjenje Fe i  $0,6\% < C < 2,06\%$  ili legirani (uglavnom s Cr, W, V, Mo, Co)*
  - čelici za hladni rad
  - čelici za topli rad
  - brzorezni čelici

### Laki i obojeni metali i legure (neželjezni materijali):

- *Al i njegove legure*
- *Cu i njegove legure*
- *Ni i njegove legure*
- *Ti i njegove legure*
- *Mg i njegove legure*
- *Zn i njegove legure*
- *Co i njegove legure*



## Nemetalni materijali

- **Konstrukcioni polimerni katerijali**
  - *Plastomeri (termoplasti)*
  - *Duromeri (duroplasti)*
  - *Elastomeri (guma)*
- **Konstrukciona keramika**
  - *Oksidna keramika*
  - *Neoksidna keramika*

### 2. Prema svojstvima i uslovima primjene

- Materijali postojani na koroziju
- Materijali otporni na habanje
- Čeliki visoke čvrstoće
- Žilavi materijali na niskim temperaturama ...

### 3. Prema primjeni

- Materijali za opruge
- Materijali za zupčanike
- Materijali za kotrljajne ležaje
- Materijali za klizne ležaje ...

## OZNAČAVANJE ČELIKA PREMA EVROPSKIM NORMAMA (EN 10127)

- Primjena ovog standarda je neobavezna (primjenjuje se prema izboru) za nacionalne vrste čelika gdje se podrazumijevaju čelici koji imaju oznake.
- Oznaka čelika se sastoji iz tri dijela:
  - glavne oznake,
  - dodatne oznake za čelik i
  - dodatne oznake za proizvode od čelika.

## Čelici prema svojoj namjeni i mehaničkim i fizičkim osobinama (EN 10027) pri obilježavanju svrstani su u 11 klasa:

Glavne oznake	Dodatne oznake za čelik	Dodatne oznake za proizvode od čelika
1. Opšti konstrukcioni čelici G <sup>a)</sup> S n <sup>b)</sup> n <sup>c)</sup> n	an .....	+an+an .....
2. Čelici za posude pod pritiskom G P n n n	an .....	+an+an .....
3. Čelici za cjevovode L n n n	an .....	+an+an .....
4. Čelici za mašinogradnju E n n n	an .....	+an+an .....



5. Čelici za armiranje betona

B n n n

an .....

+an+an .....

6. Čelici za prednapregnuti beton

Y n n n n

an .....

+an+an .....

7. Čelici za šine ili u obliku šina

R n n n n

an .....

+an+an .....

8. Hladno valjani limovi od čelika visoke čvrstoće za hladno oblikovanje

H n n n

an .....

+an+an .....

H T n n n

an .....

+an+an .....

9. Limovi za hladno oblikovanje (izuzev limova pod tačkom 8)

D a<sup>d)</sup> n n

an .....

+an+an .....



## 10. Posrebreni valjani proizvodi (čelični proizvodi za pakovanje)

T H n n  
T n n n

+an+an .....

## 11. Elektrolim i elektrotraka

M n n n n - n n A

- a) G – oznaka za čelični liv
- b) n – numerička oznaka
- c) an – slovno numerička oznaka
- d) a – slovna oznaka



**S235JR** – opšti konstrukcioni čelik  $R_{e(min)}=235 \text{ N/mm}^2$ , i garantovana žilavost (energija loma) 27 J na 20°C

**P265NB** – čelik za izradu posuda pod pritiskom  $R_{e(min)}=265 \text{ N/mm}^2$ , normalizovan (N), za boce za gas (B)

**L360MB** – čelik za izradu cijevi  $R_{e(min)}=360 \text{ N/mm}^2$ , termomehanički valjan lim (M), zahtjevana klasa (B)

**E335** – nelegirani čelik za mašinogradnju  $R_{e(min)}=335 \text{ N/mm}^2$ ,

**H400M** – čelik hladno valjan (lim) povišene čvrstoće za hladno oblikovanje  $R_{e(min)}=400 \text{ N/mm}^2$ , površinski otvrdnuto (B)

**DC04EK** – čelik hladno valjan (lim) za hladno oblikovanje  $R_{e(min)}=400 \text{ N/mm}^2$ , kvaliteta 04, za uobičajeno emajliranje (EK)

**T660** – čelik za limove i trake za pakovanje  $R_{e(min)}=660 \text{ N/mm}^2$  (**TH52** - čelik za limove i trake za pakovanje propisane tvrdoće 52)

**Y1770C** – čelik za prenapregnute betonske konstrukcije  $R_{m(min)}=1770 \text{ N/mm}^2$ , hladno vučena žica

**R0900Mn** – čelik za šine  $R_{m(min)}=900 \text{ N/mm}^2$ , povećan sadržaj mangana

## Čelici prema hemijskom sastavu svrstani su u 4 klase:

Glavne oznake	Dodatne oznake za čelik	Dodatne oznake za proizvode od čelika
G      C      n      n      n	an .....	+an+an .....
G      n      n      n      a....      n-n ..		+an+an .....
G      X      n      N      n      a....      n-n..		+an+an .....
H      S      n-n..		+an+an .....

**C35E** – nelegirani čelik sa masenim udjelom Mn<1% , nizak sadržaj P i S, 0,35% ugljenika

**45CrMoV6-7** – niskolegirani čelik sa masenim udjelom Mn $\geq$ 1% ; 0,45% ugljenika, 6/4=1,5% Cr; 7/10=0,7%Mo; mali sadržaj V

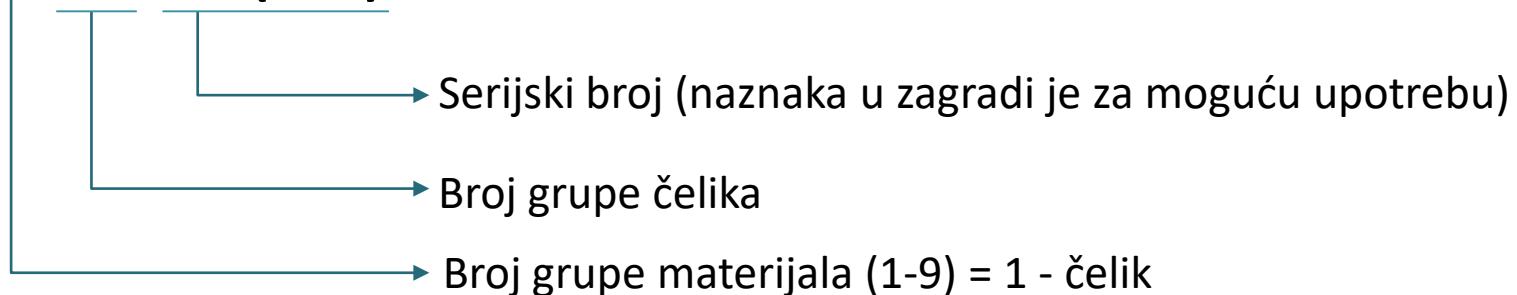
#### Faktori za legirajuće elemente

Element	Faktor
Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4
Al, Be, Cu, Mo, Nb, Pb, Ta, Ti, V, Zr	10
Ce, N, P, S	100
B	1000

**X5CrNiMo18-12** – visokolegirani čelik (X) sa masenim udjelom 0,05% ugljenika, 18% Cr, 12% Ni, mali udio Mo.

- ✓ Brojčani sistem označavanja čelika je definisan standardom MEST EN 10027-2: 2017 - Sistem za označavanje čelika - Dio 2: Brojčani sistem

## 1.XXYY(ZZ)



Broj grupe čelika XX:

- za nelegirane čelike

- 1.00
- 1.01 – 1.07
- 1.10 – 1.19

osnovni čelici  
kvalitetni čelici  
posebni čelici

- za legirane čelike

- 1.08 – 1.09
- 1.20 – 1.89
- 1.40 – 1.49
- 1.50 – 1.89

kvalitetni čelici  
posebni čelici  
nerđajući i vatrootporni čelici  
konstrukcioni, čelici za posude pod pritiskom,  
čelici za mašinogradnju

Primjer:

X5CrNi18-9      1.4301  
X5CrNiMo18 10    1.4401

## OZNAČAVANJE LAKIH I OBOJENIH METALA PREMA DIN STANDARDU

**X.GY<sub>1</sub>B<sub>1</sub>Y<sub>2</sub>B<sub>2</sub>Y<sub>n</sub>B<sub>n</sub>.Z<sub>1</sub>Z<sub>2</sub>**

- X – način prouzvodnje ili primjene
- G, Y<sub>1</sub>, Y<sub>2</sub>, Y<sub>n</sub> – hemijski simboli slavnih elemenata, legirajućih elemenata i osalih
- B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>n</sub> – brojevi hemijskog sastava elemenata
- Z<sub>1</sub>, Z<sub>2</sub> – znakovi za starenje materijala i njegova svojstva

**P.CuAl10Fe5Ni5** – aluminijeva bronza livena u pijesku s 10% Al, 5% Fe i 5% Ni

**CuZn40Pb2F43** – valjani bakar s 40% Zn, 2% Pb, zatezne čvrstoće  $R_m=430$  N/mm<sup>2</sup>

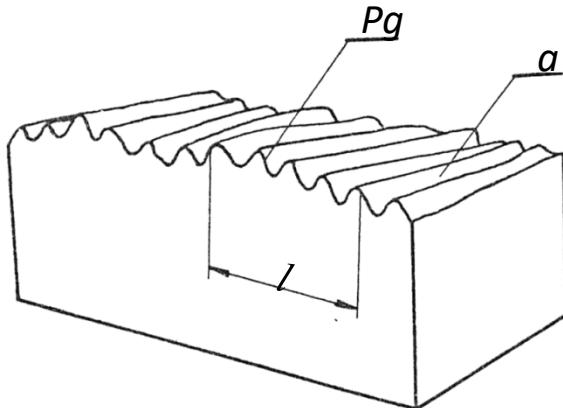
# TEHNIČKA DOKUMENTACIJA

Metalurško-Tehnološki fakultet  
Univerzitet Crne Gore

Prof. dr Darko Bajić  
2018.

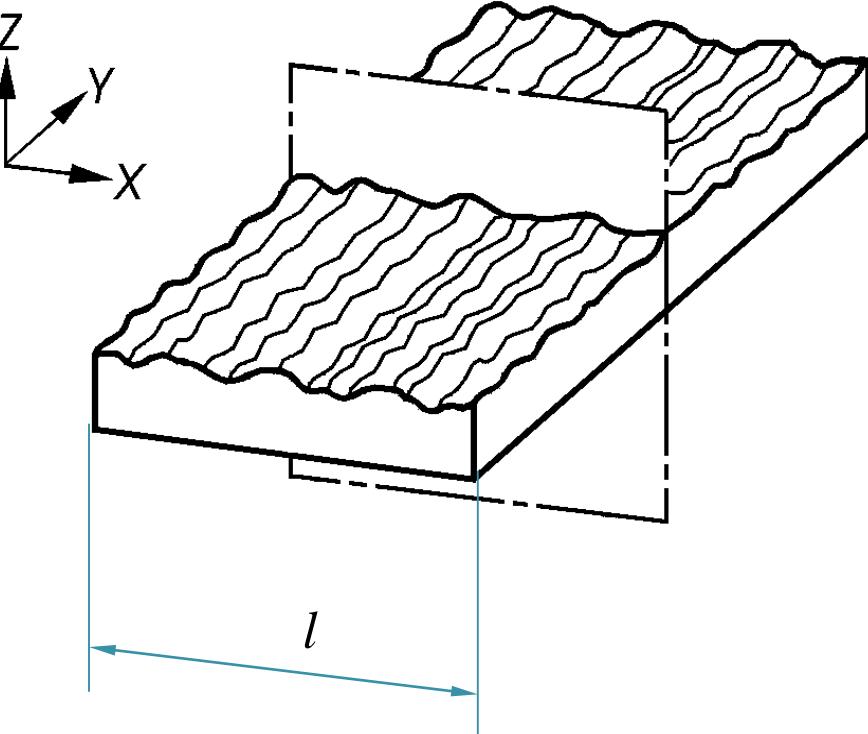
- Mikroskopski gledano površine elemenata nijesu idealno glatke – hrapave su površine.
- Radionički crtež mora definisati pored oblika, dimenzija i materijala, takođe i kvalitet površina – **klasu hrapavosti**.
- Oznaka za kvalitet površine sastoji se od znaka – kukice i broja klase kvaliteta površine.
- Veličina kukice zavisi od njene namjene, veličine formata papira na kom se nalazi element, komplikovanosti elementa.
- MEST EN ISO 4287:2015 - Geometrijska specifikacija proizvoda (GPS) - Površinska tekstura: Metoda profila - Termini, definicije i parametri površinske teksture

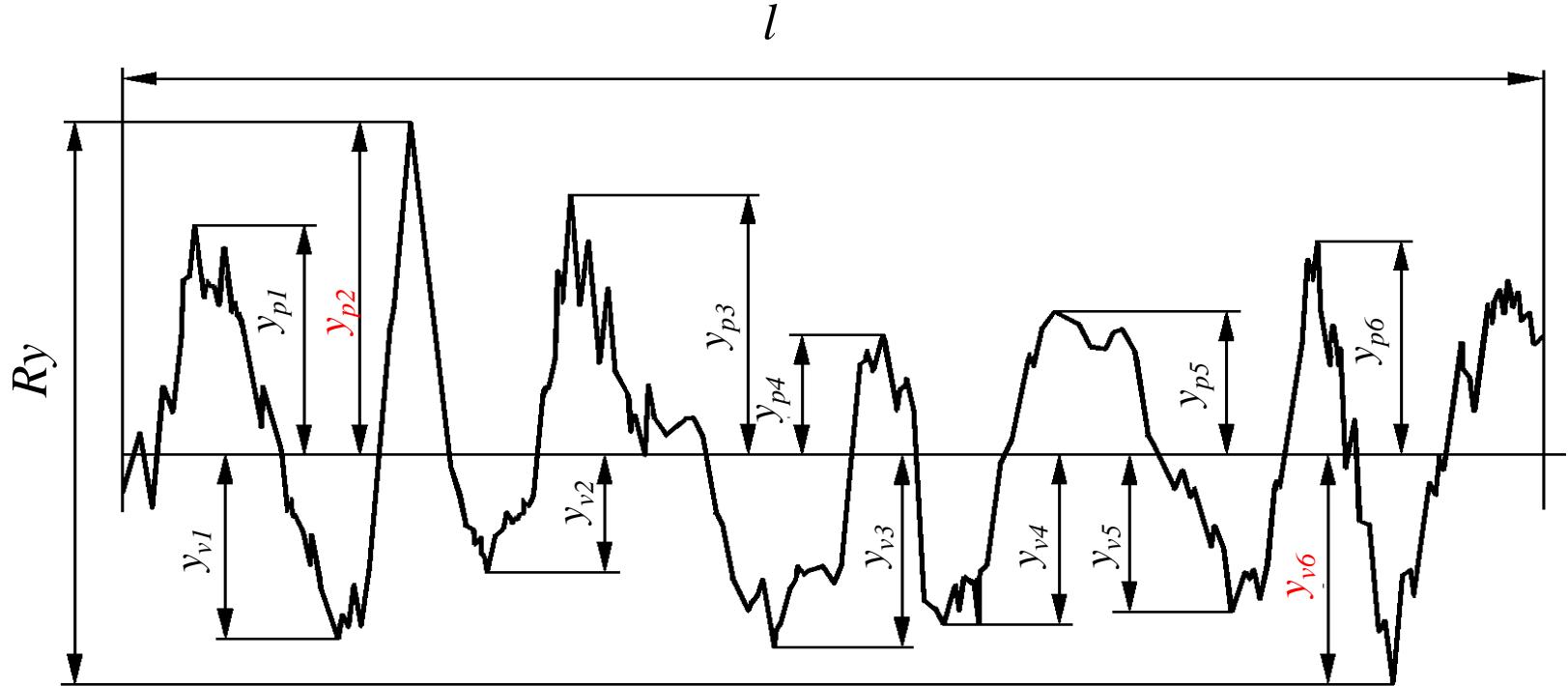
Posmatraju se mikrogeometrijske nepravilnosti površine „a“, tzv. efektivne površine u odnosu na idealnu površinu koja se želi dobiti na određenoj, izabranoj referentnoj dužini  $l$ .



*Profilna hrapavost ( $R$ )* je osnovni parametar za mjerjenje pametara hrapavosti profila.

*Profil površine* predstavlja presjek realne površine sa određenom ravni.





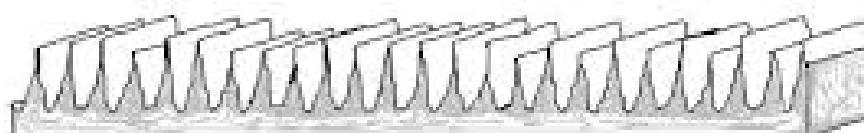
Ukupna visina profila ( $R_y$ ) predstavlja zbir najvećeg vrha profila ( $y_p$ ) i najveće dubine profila ( $y_v$ ) na referentnoj dužini profila  $l$ .

Srednja aritmetička ostupanje ( $R_a$ ) odstojanja svih tačaka efektivnog profila od srednje linije „m“ predstavlja srednje odstojanje profila, i najčešće je korišćeni parametar kriterijuma hrapavosti površine.

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx$$



$R_a = 2.4$



$R_a = 2.5$

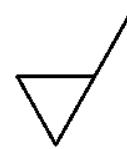


$R_a = 2.4$

Površine mašinskih elemenata su po svojoj hrapavosti razvrstane u 12 klasa, a osnovni parametar za ovo razvrstavanje je vrijednost parametra srednjeg odstupanja profila  $R_a$ .

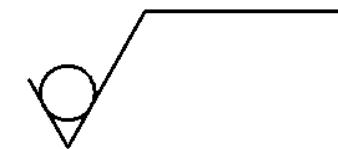
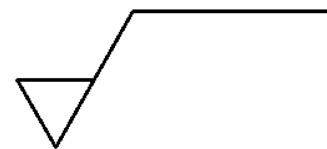
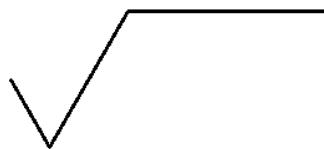
Oznaka klase hrapavosti	$R_a \text{ max } (\mu\text{m})$
N1	0,025
N6	0,800
N7	1,600
N8	3,200
N12	50,000

1  $\mu\text{m} = 0,001 \text{ mm}$

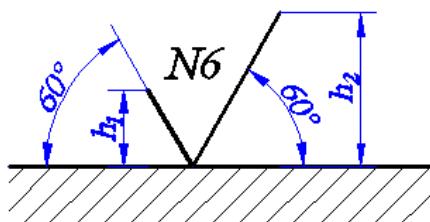


Površina obrađena  
skidanjem strugotine

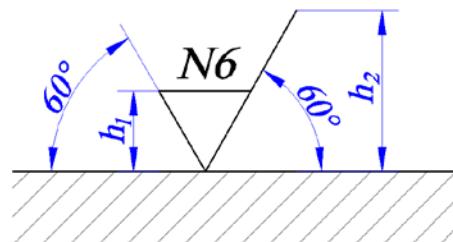
Površina obrađena bez  
skidanja strugotine



Kada je potrebno dopisivanje nekih dopunskih oznaka, dodaje se nastavak u obliku horizontalne linije.

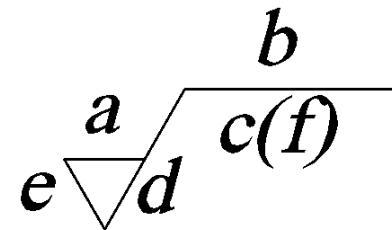


Osnovni grafički simbol



Mehanička obrada  
skidanjem strugotine

$h_1$	$h_2$	$d'$ (debljina linije)	Format papira
5	10	0,35	A3 i A4
7	14	0,5	A1 i A2
10	20	0,7	$\geq A0$



a – vrijednost hrapavosti  $R_a$  ( $\mu m$ ) ili broj klase hrapavosti (N1-N12)

b – postupak proizvodnje ili prevlaka

c – referentna dužina

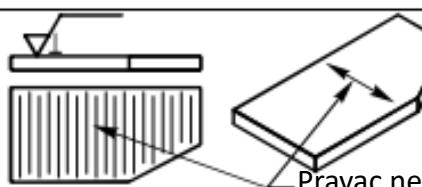
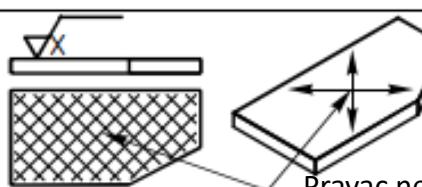
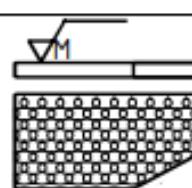
d – pravac prostiranja neravnina

e – dodatak za mašinsku obradu

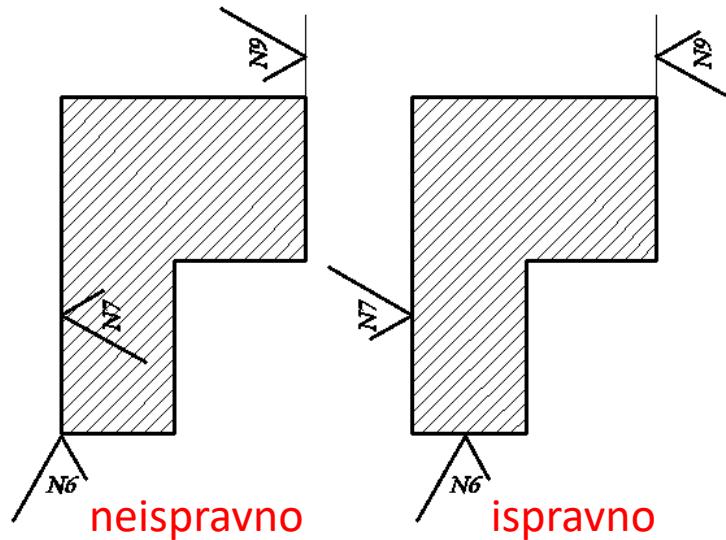
f – drugi kriterijum hrapavosti ( $R_y$ ,  $R_{max}$ )

Znak za površinsku obradu se koristi samo jednom za istu površinu u projekciji u kojoj je površina dimenzionisana.

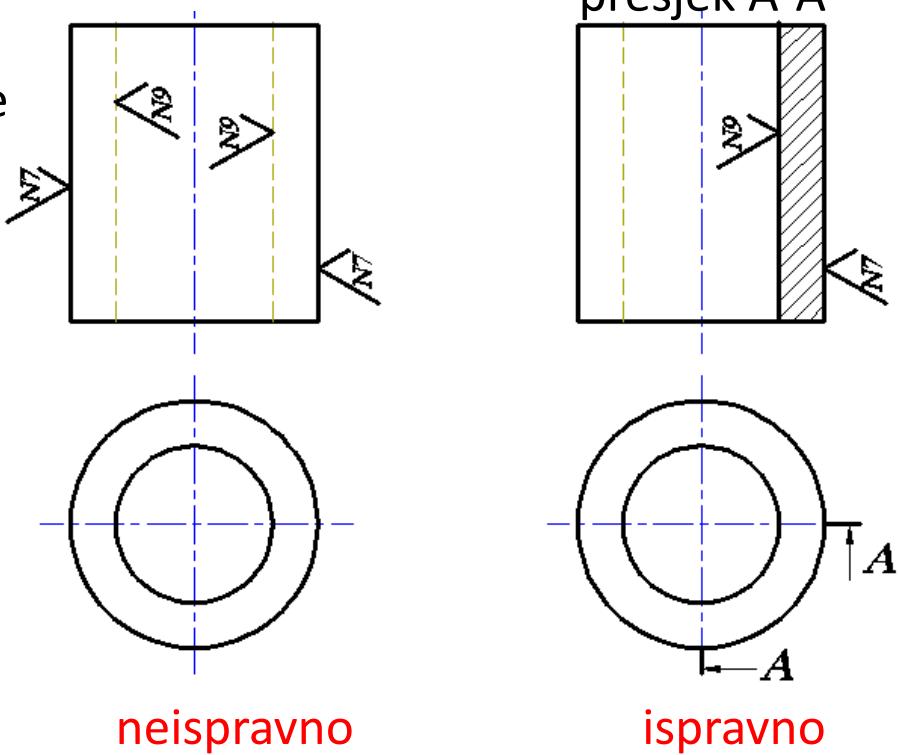
# Simboli za prostoranje neravnina po površini materijala

Grafički znak	Opis	Primjer
=	Paralelno na ravan projekcije u kojoj se nalazi znak.	 <i>Pravac neravnina</i>
⊥	Upravo na ravan projekcije u kojoj se nalazi znak.	 <i>Pravac neravnina</i>
X	Unakrsno u dva pravca na relativnu ravan projekcije u kojoj se nalazi znak.	 <i>Pravac neravnina</i>
M	U više pravaca.	
C	Približno kružno prema sredini površine na kojoj se znak nalazi.	
R	Približno radijalno prema sredini površine na kojoj se znak nalazi.	

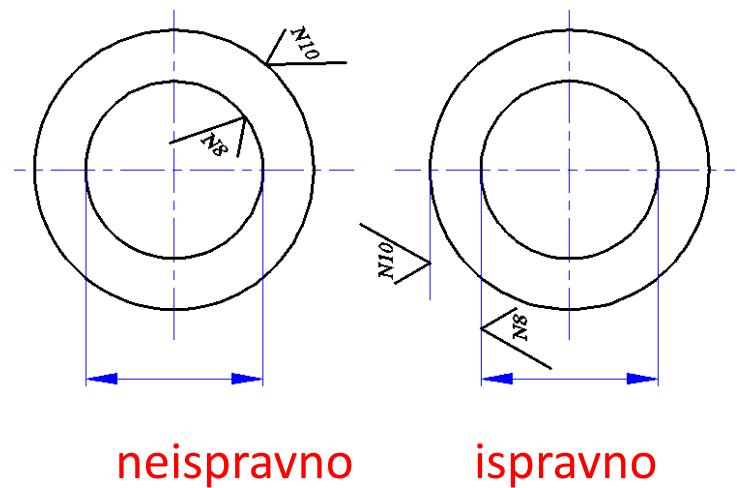
Vrh kukice simbolično predstavlja oštricu alata kojim se površina obrađuje. Iz tog razloga ispravno je da se kukica stavlja sa one strane sa koje prilazi alat pri obradi površine elementa.

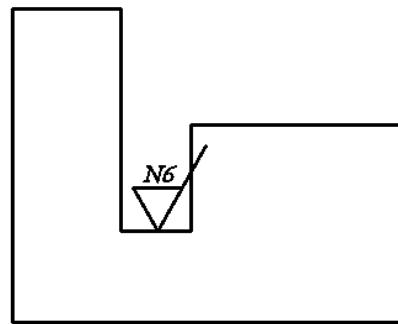


Kod cilindričnih površina kukice ne treba postavljati na obje konturne izvodnice iste površine, već samo na jednu. Takođe nije dozvoljeno postavljati kukice na nevidljive ivice predmeta.

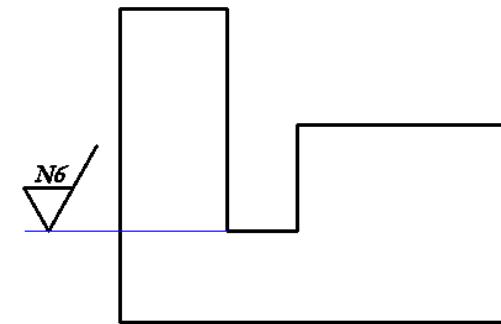


Kod kružnih projekcija cilindričnih površina, kukice se ne postavljaju direktno na krugove, već na pomoćnu kotnu liniju ili na posebno postavljenu produžnu pomoćnu liniju.



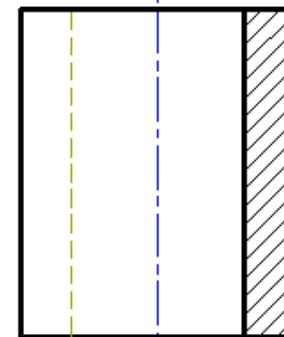


neispravno

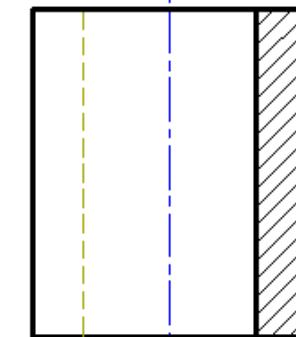


ispravno

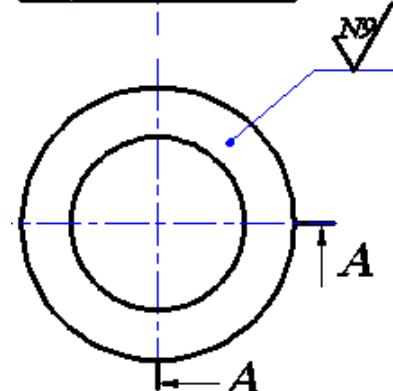
*presjek A-A*



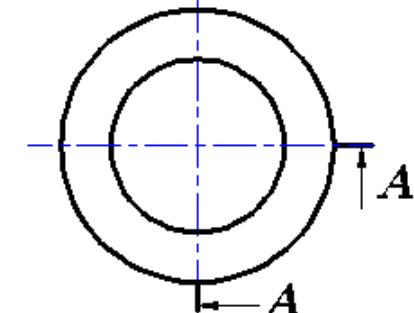
*presjek A-A*



Kukice se ne mogu postavljati na površine koje se u projekciji takođe pokazuju kao površine čak ni uz korišćenje pomoćne linije. Ovaj način može se koristiti ISKLJUČIVO U AKSONOMETRIJI.



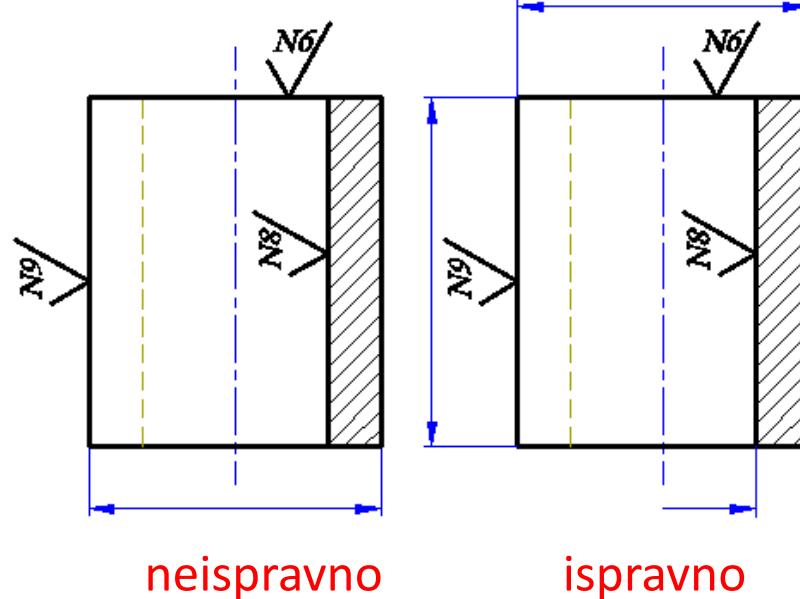
neispravno



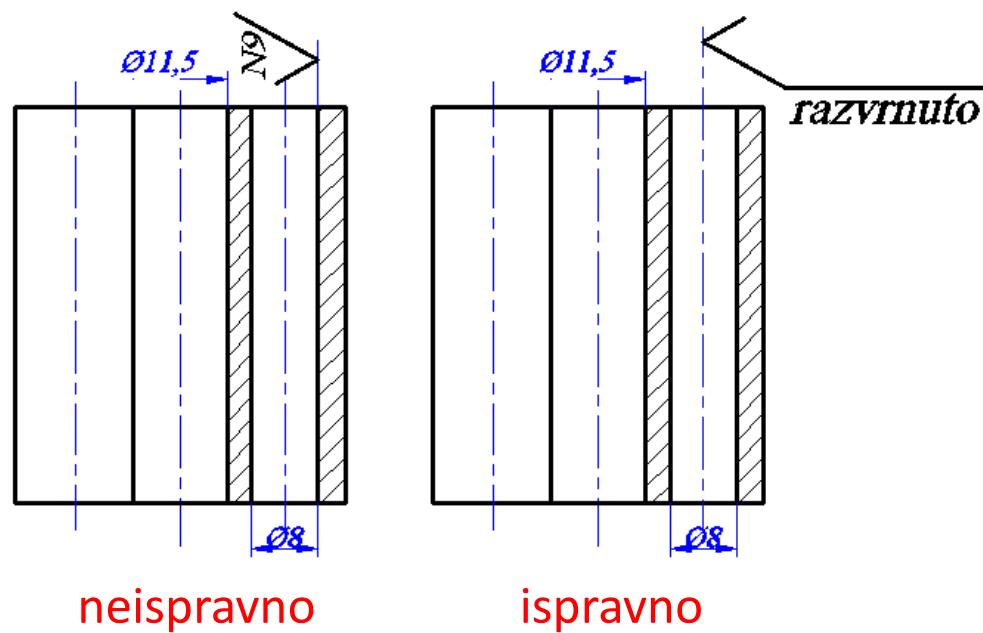
ispravno



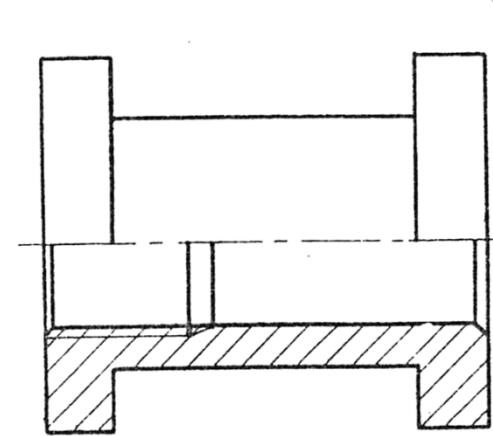
Znake obrade potrebno je postavljati na konture elementa koje su kotirane.



Za rupe prečnika manje od 10 mm znaci obrade se ne postavljaju sa vrhom kukice na cilindričnoj površini, niti je uobičajeno da se daje broj klase hrapavosti, već se vrh kukice naslanja na osu cilindra rupe, a daje se opis postupka završne obrade.

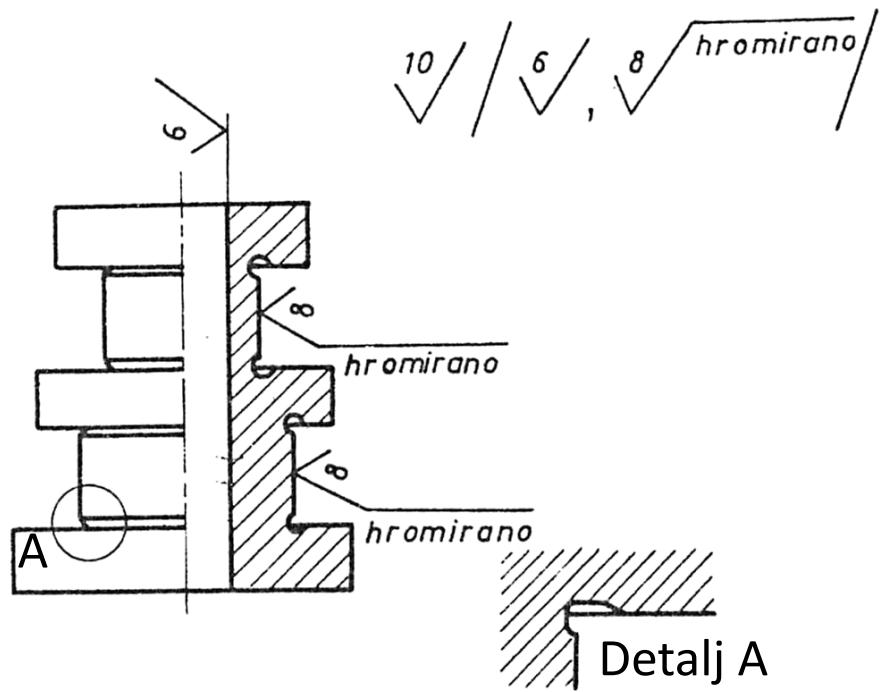


Ako sve površine mašinskog elementa imaju isti stepen hrapavosti onda se kukice ne upisuju na konturama predmeta, već se u desnom gornjem dijelu crteža stavlja uvećana zajenička oznaka.

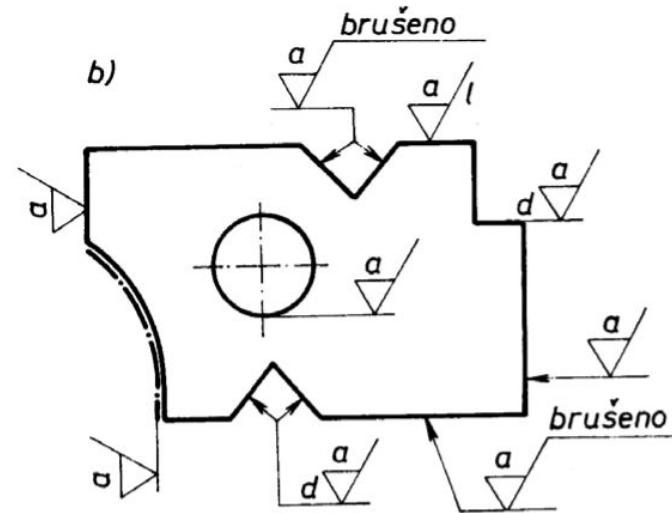
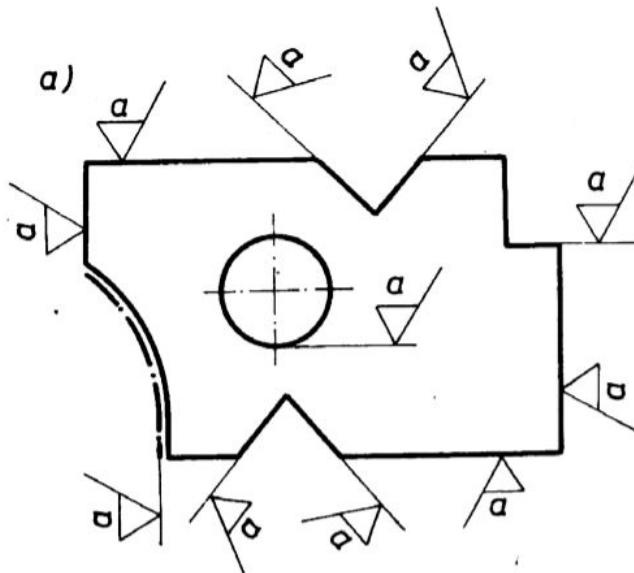


10 ✓

Za slučaj da na elementu preovlađuje istovjetni kvalitet stepena hrapavosti za veći broj površina, onda se ovaj znak obrade ne upisuje na konturama, dok se ostali upisuju.



## Dovođenje znaka u vezu sa odnosnom površi



# TEHNIČKA DOKUMENTACIJA

Metalurško-Tehnološki fakultet  
Univerzitet Crne Gore

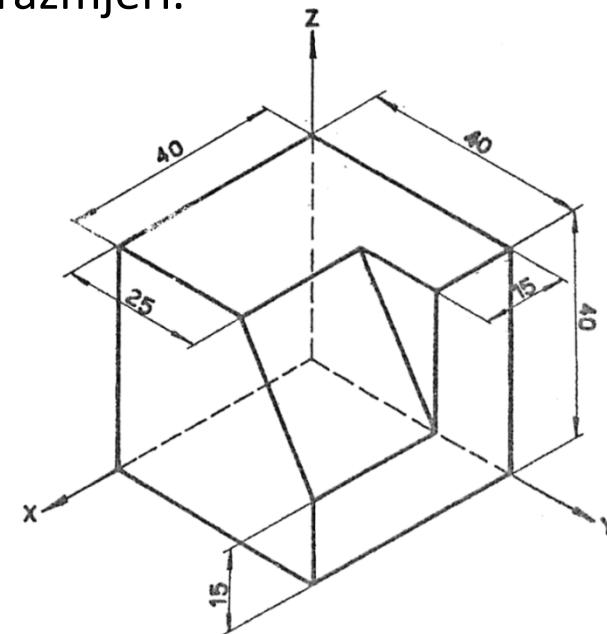
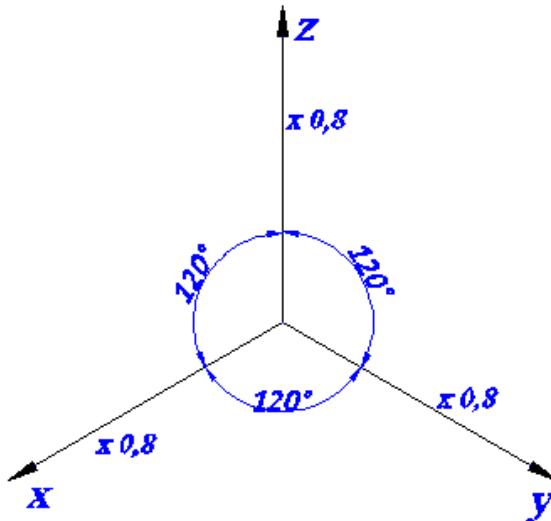
Prof. dr Darko Bajić  
2018.

## Aksonometrijski prikaz objekta

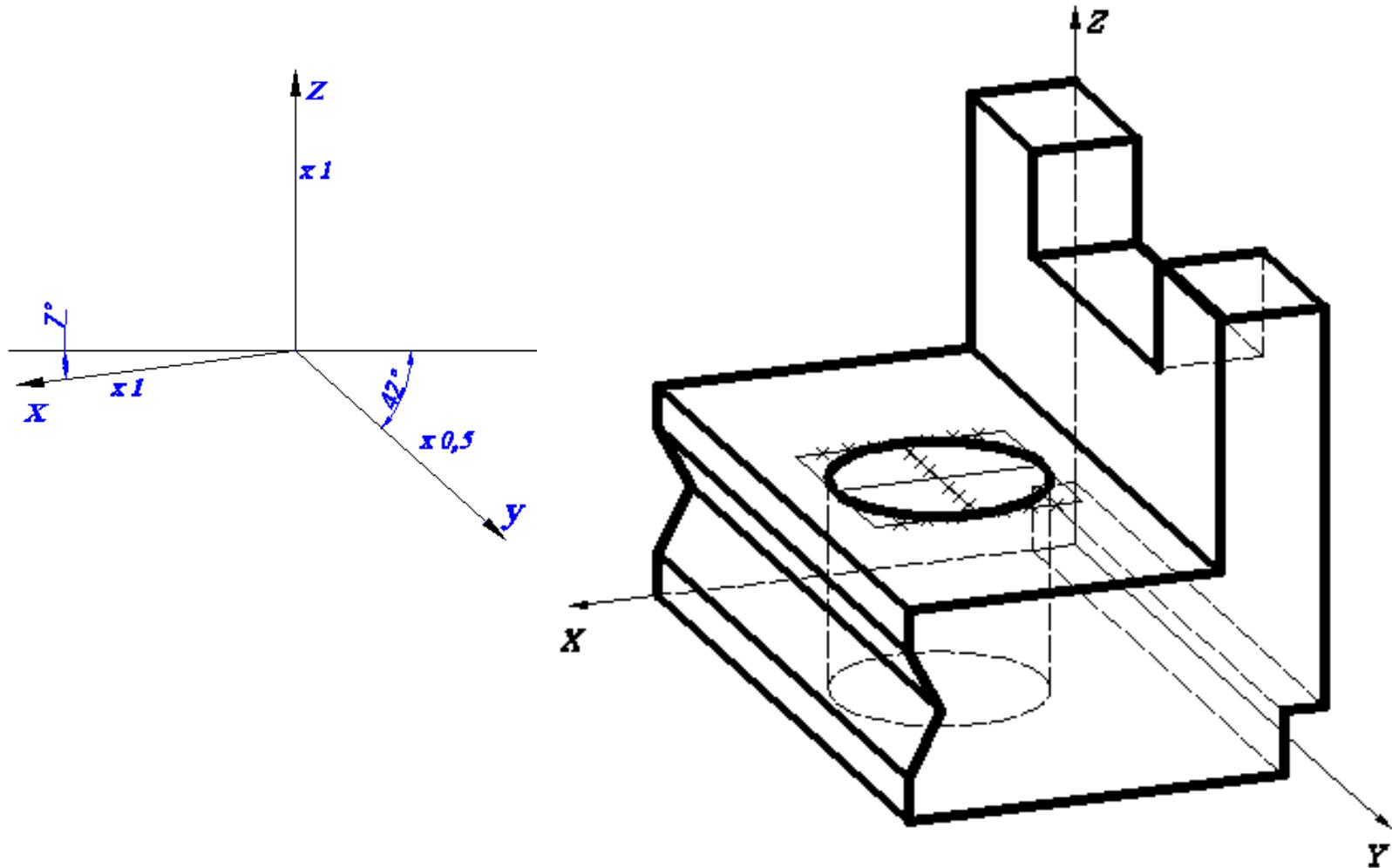
- Kada je potrebno da se predmet prikaže prostorno, shvatljivo na jednom izgledu koristi se **aksonometrijsko prikazivanje**.
- Aksonometrija znači odmjeravanje po osama.
- Primjenom aksonometrijske projekcije elementa, ivice elementa koje su paralelne u prostoru ostaju paralelne i na crtežu.

## Izometrijski prikaz elementa

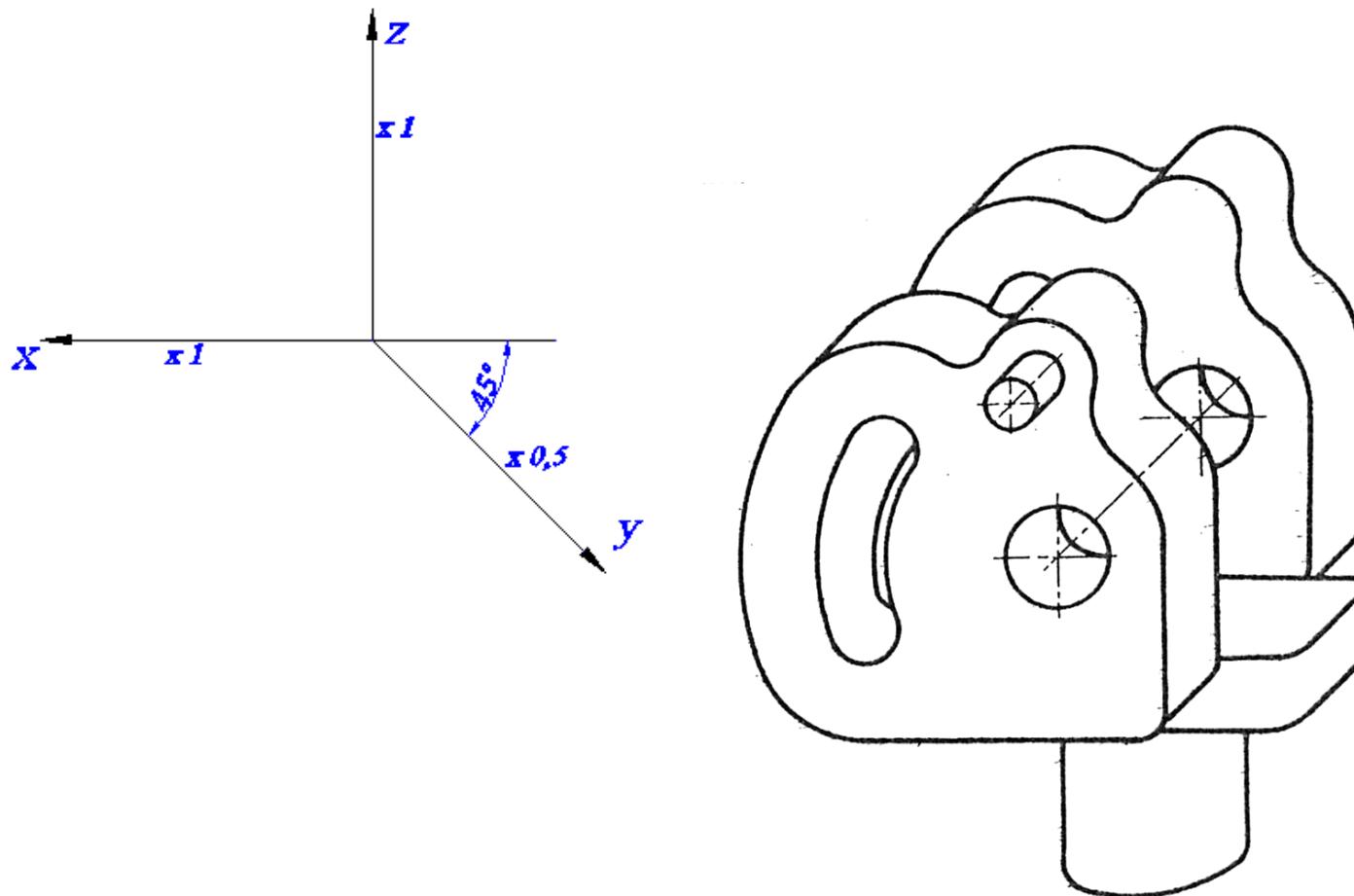
Sve tri dimenzije prikazane su u istoj razmjeri.



## Dimetrijski prikaz elementa



## Kosa projekcija



Kosa projekcija se koristi kada na čeonoj površini ima veliki broj kružnica, pa se crtaju kružnice i kružni lukovi, a ne elipse i eliptični lukovi.

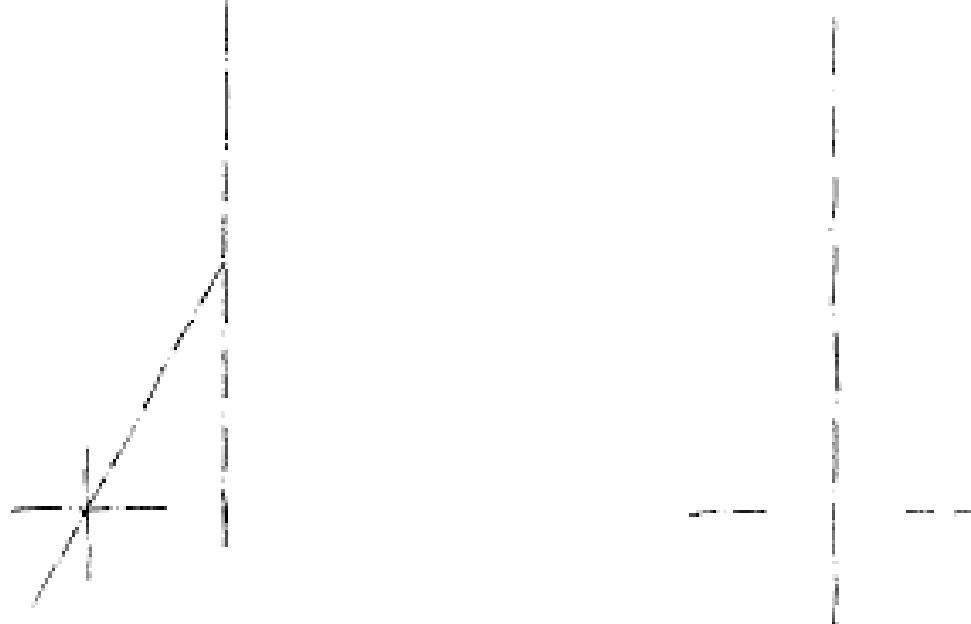
- Skiciranje elementa se vrši u ograničenim uslovima: na terenu ili radionici i kada nam nije na raspolaganju pribor za crtanje.
- Izrada skice prati postupak snimanja mašinskog elementa.
- Skica elementa predstavlja njegov radionički crtež urađen slobodnom rukom u proizvoljnoj razmeri sa što približnijim odnosom veličina i njegovog oblika.
- Skica treba da bude urađena u skladu sa pravilima tehničkog crtanja i da sadrži sve elemente radioničkog crteža:
  - neophodan broj projekcija i presjeka,
  - potrebne kote,
  - oznake za površinsku obradu i
  - oznake korišćenog materijala.



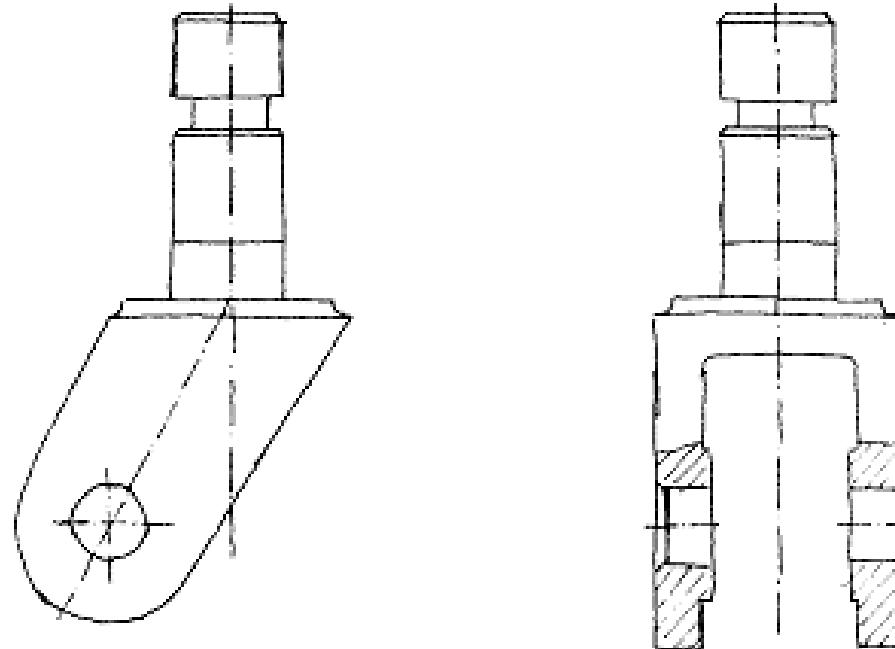
## Neophodne analize prije počekta izrade skice:

- analiza funkcije elemenat u sklošpu,
- analiza oblika i dimenzija,
- analiza tehnološkog postupka izrade
- analiza potrebnog broja projekcija
- analiza potrebnog broja presjeka,
- procjena potrebnog formata papira za izradu skice.

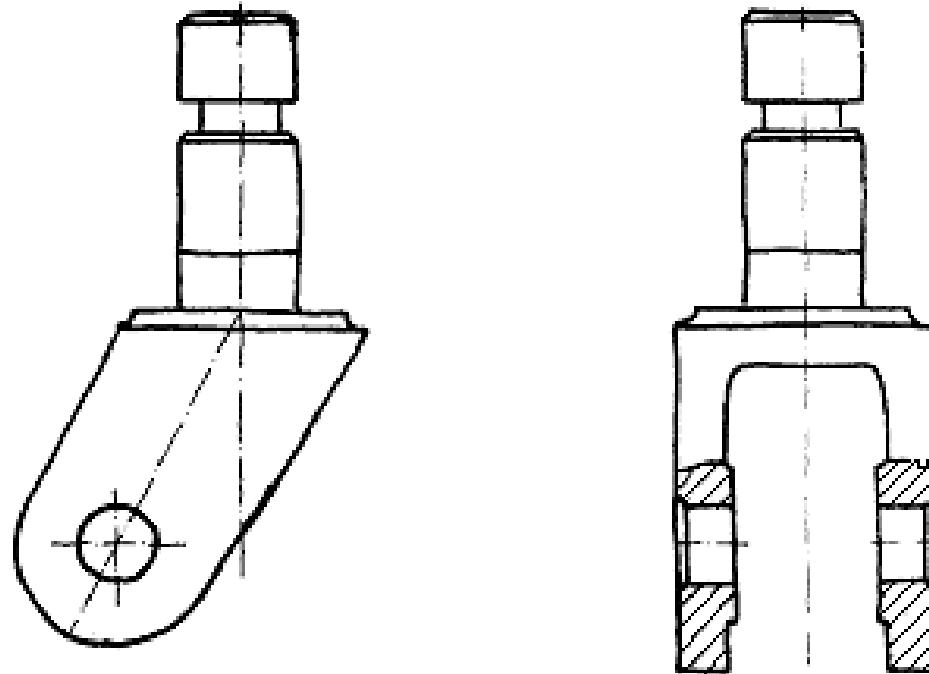
# Crtanje osa simetrije ili gabaritnih pravougaonika projekcija



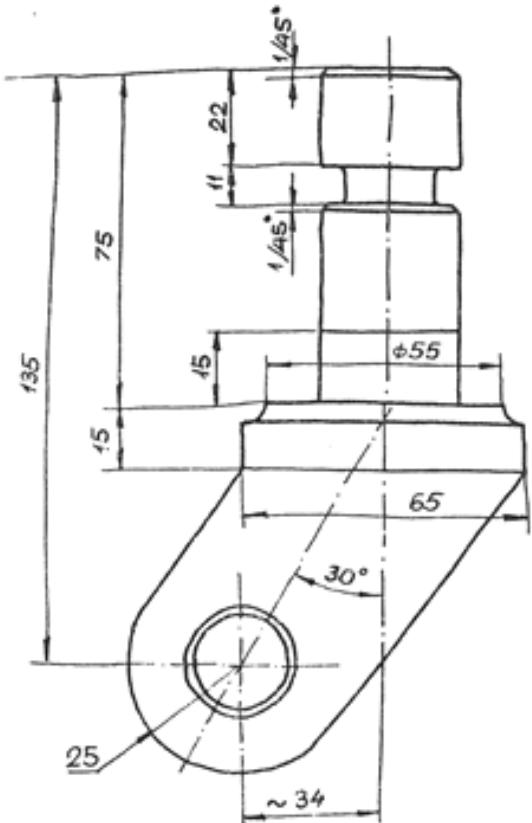
## Crtanje kontrunih ivica i presjeka bez pojačavanja linija



## Pojačavanje kontrurnih linija i šrafura

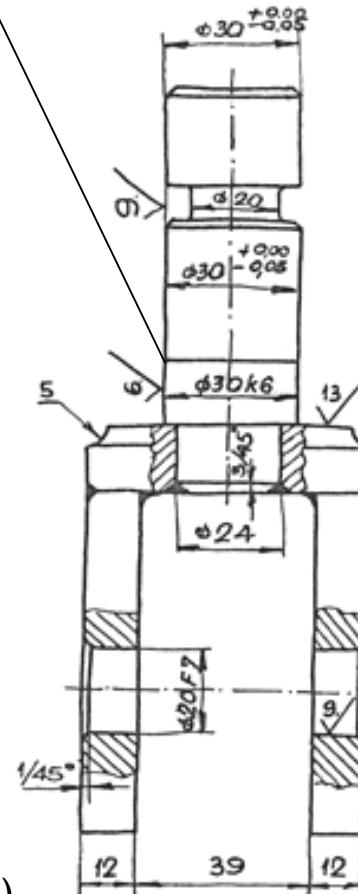


# Unošenje vrijednosti mjera, označavanje kvaliteta obrađenih površina, izbor materijala, broj komada

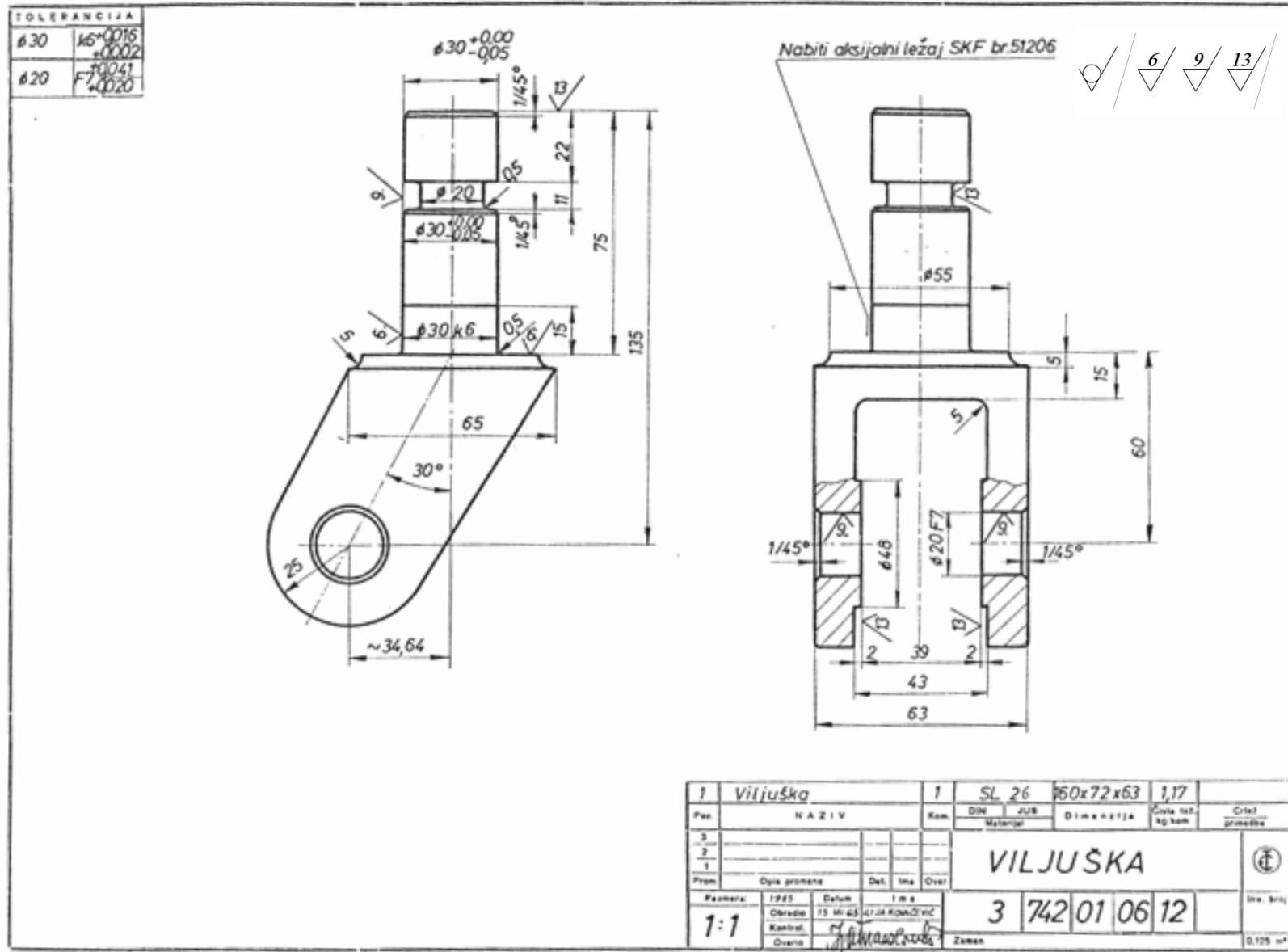


Materijal E295 (Č. 0545)  
Kom. 1

Nabiti aksijalni ležaj SKF br51206



# Izrada tehničkog crteža na osnovu skice.



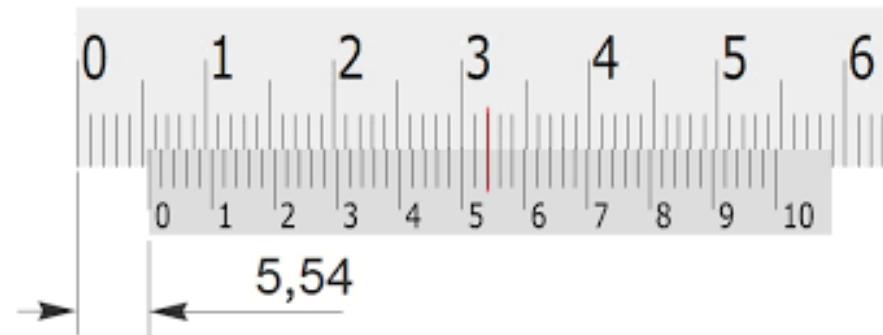
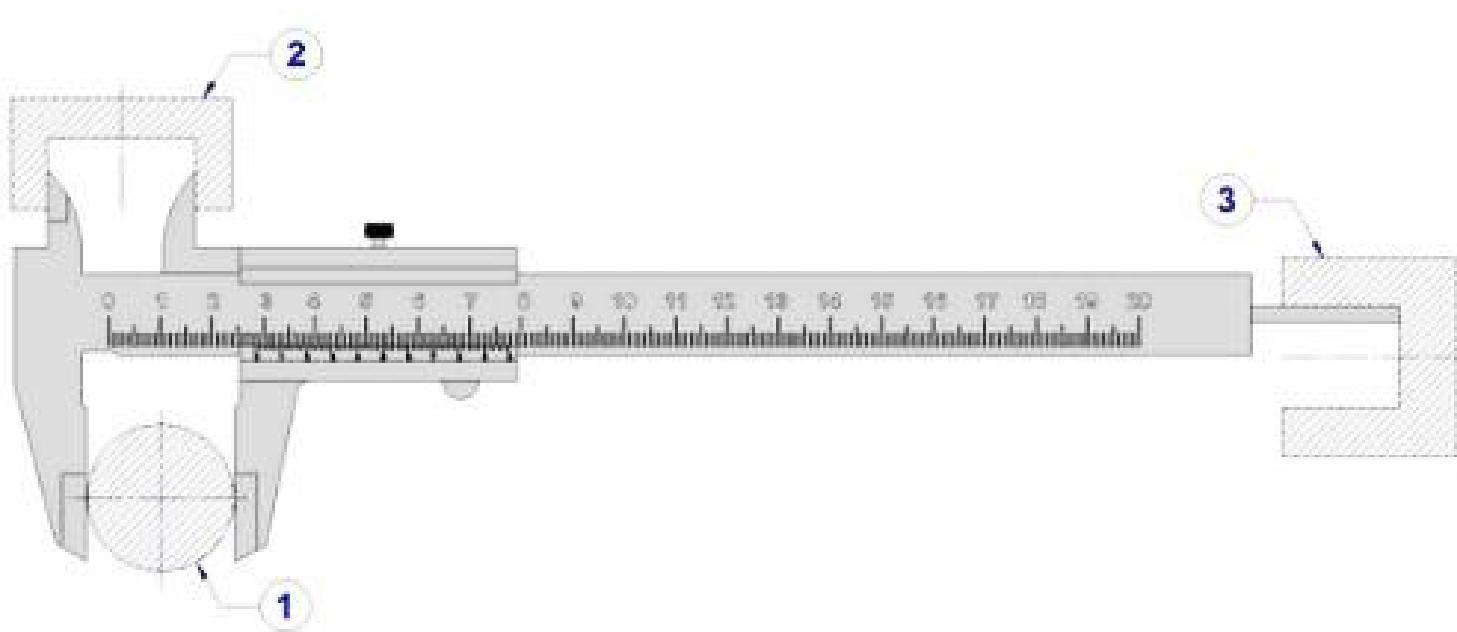
## Mjerenje elementa pri skiciranju

- Mjerenje pojedinih dimenzija pri skiciranju elementa vrši se pomoću mjernog pribora.
- Mjerenje se vrši na sobnoj temperaturi od 18-20°C.

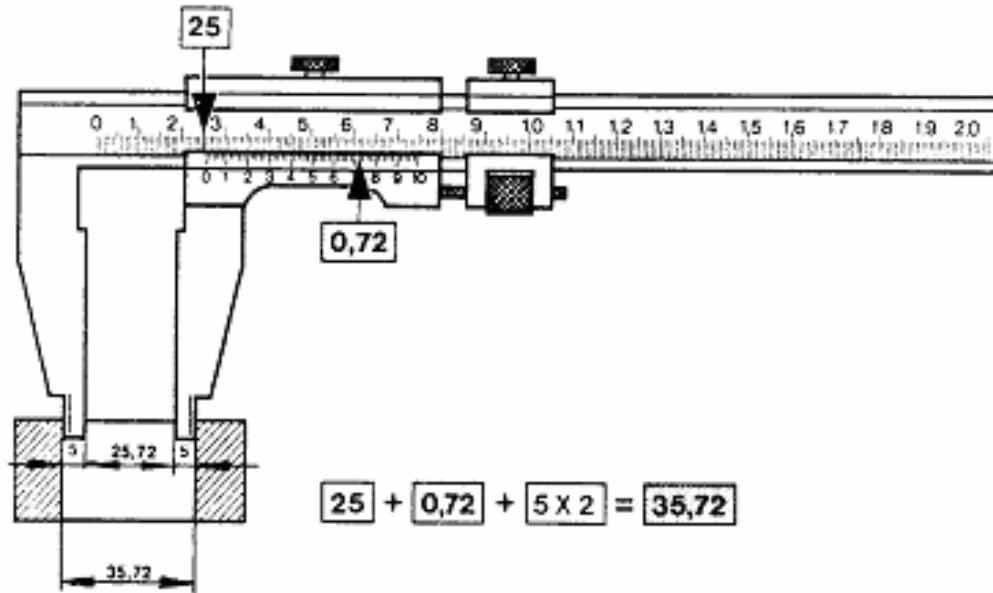
### Kljunasto pomično mjerilo



Koristi se za mjerjenje dužina (1), širina(2) i dubina(3).



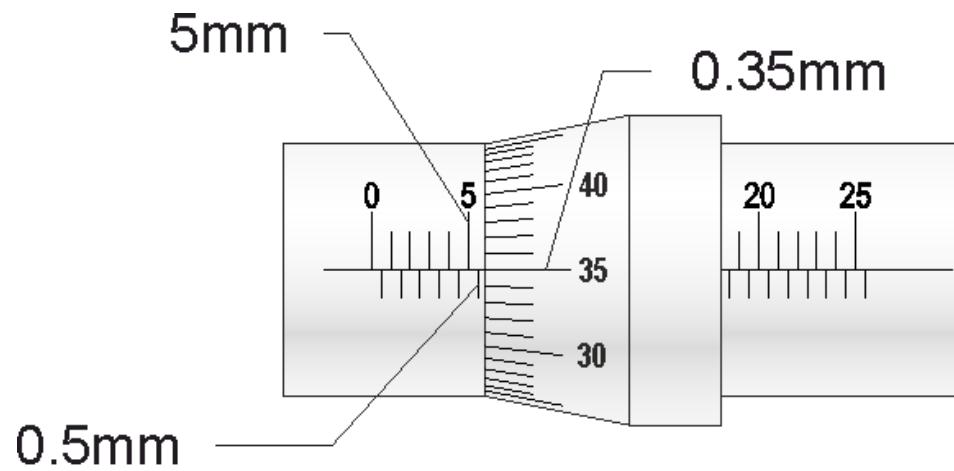
## Pomično mjerilo sa zaoblejnim kljunovima



## Mikrometar

- Koristi se za mjerjenje spoljašnjih i unutrašnjih mjera sa velikom preciznošću do 0,001 mm.





# Uglomjer



## Šablon za radijuse



## Šablon za korak navoja



# TEHNIČKA DOKUMENTACIJA

Metalurško-Tehnološki fakultet  
Univerzitet Crne Gore

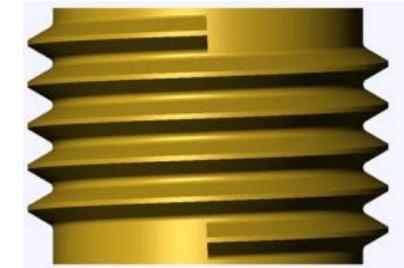
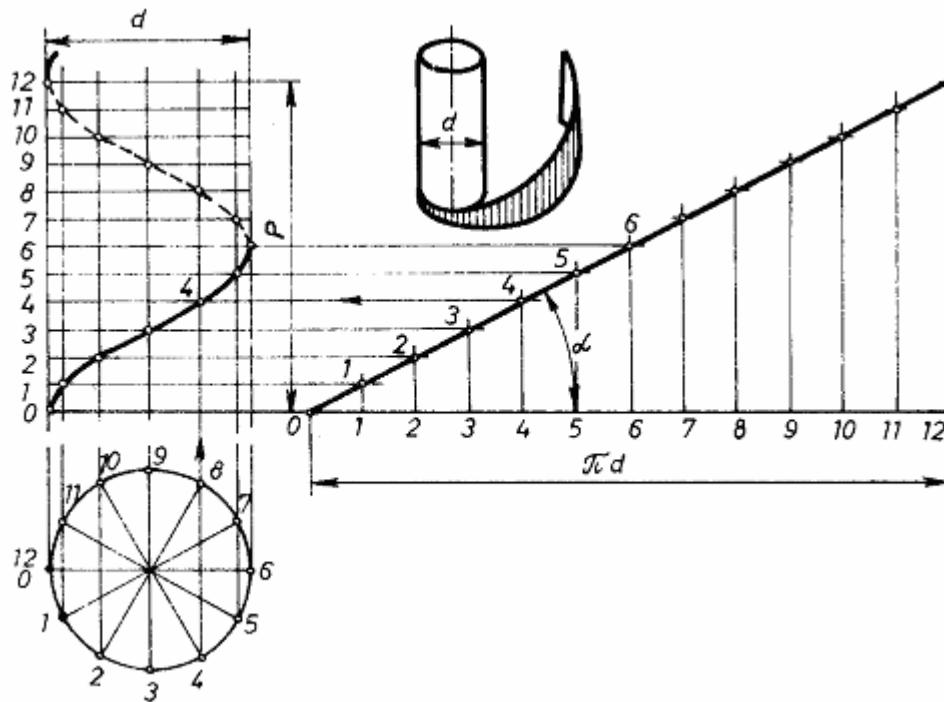
Prof. dr Darko Bajić  
2018.

- Spojevi se dijele na:
  - razdvojive i
  - nerazdvojive
- Razdvojivi spojevi su spojevi mašinskih dijelova ili elemenata koji se mogu rastaviti na komponente i ponovo sastaviti bez njihovog razaranja:
  - navojni spojevi,
  - presovani spojevi,
  - klinovi i
  - opruge.
- Nerazdvojivi ili nerastavljeni spojevi su oni koji se ne mogu rastaviti na komponente bez njihovog razaranja:
  - zavareni spojevi,
  - zakovani spojevi,
  - lemljeni spojevi i
  - lijepljeni spojevi.

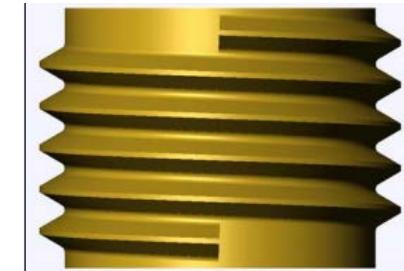


## Navojni spojevi

- Ako se pravougli trougao dužine kraće katete  $P$  i dužine duže katete  $\pi d$  obmota oko oblike prečnika  $d$ , hipotenuza tog trougla opisuje **zavojnicu**.
- Zavisno od smjera obmotavanja hipotenuze, razlikuje se: lijeva i desna zavojnica.

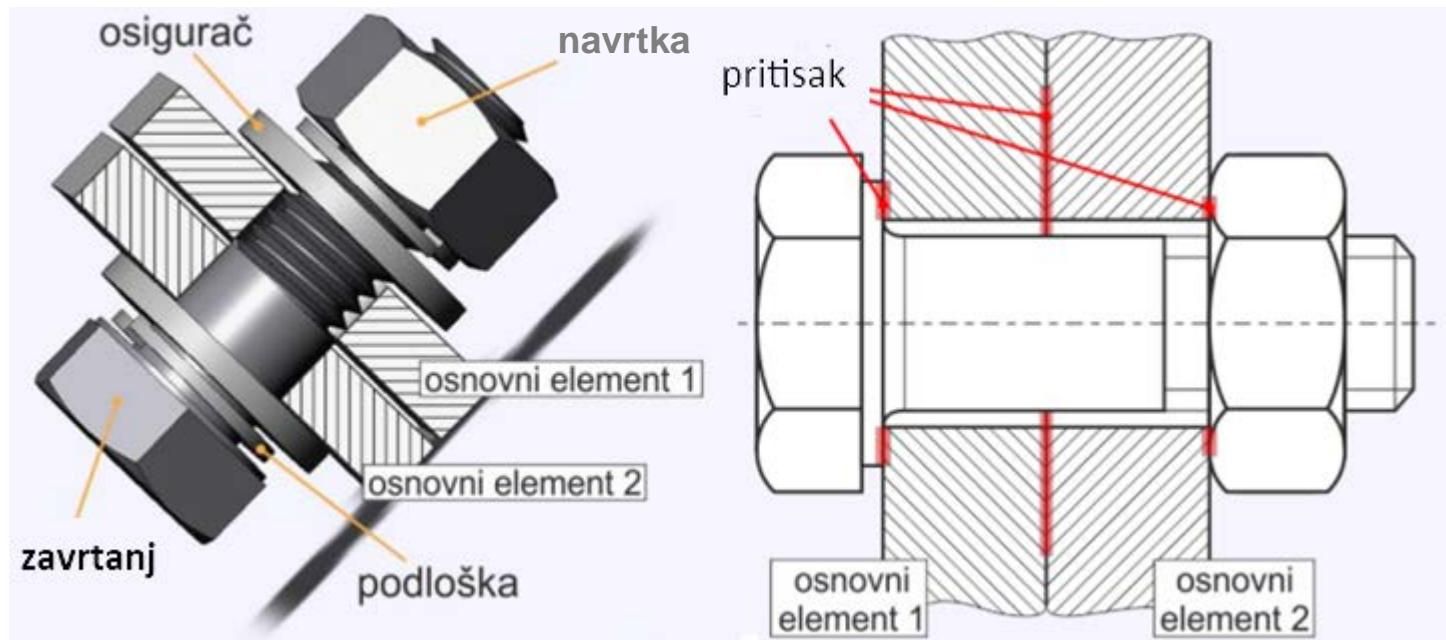


desna zavojnica



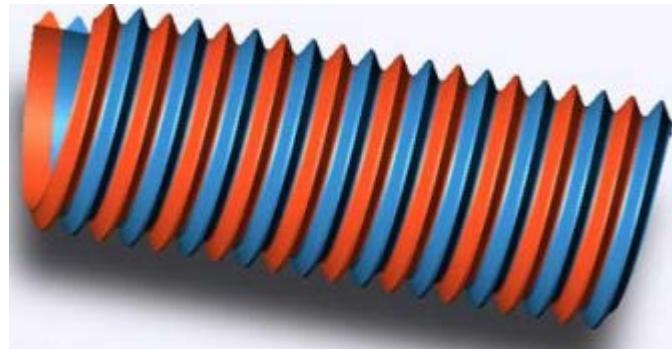
lijeva zavojnica

Navojni spoj - veza dva ili više mašinskih dijelova (elemenata) ostvarena posredstvom navoja.



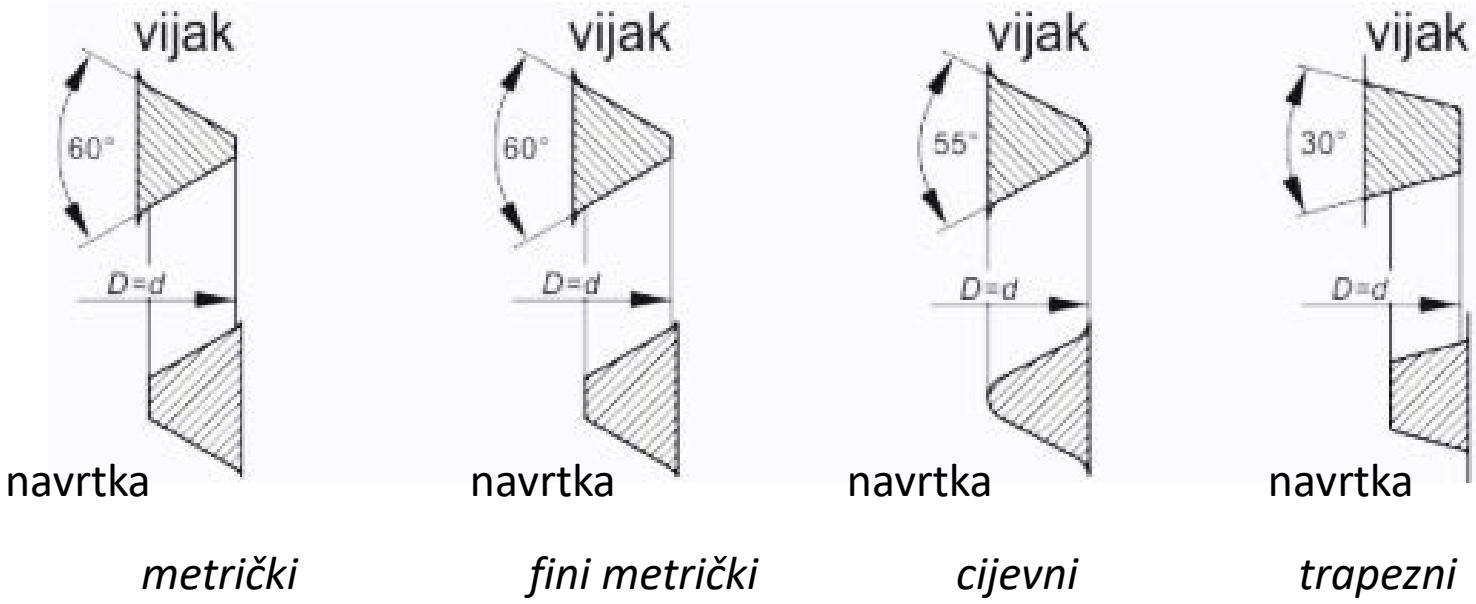


jedna zavojnica



dvije zavojnice

## PROFIL NAVOJA

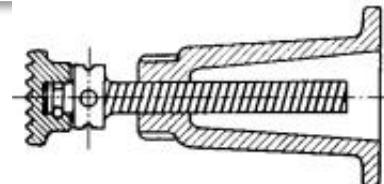
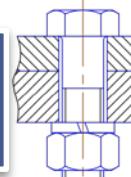


# NAVOJNI SPOJEVI

Nepokretni navojni spojevi



Pokretni navojni spojevi



Neposredni

Zavrtanjska veza

Poprečno opterećena

Podešene

Nepodešene

Uzdužno opterećena

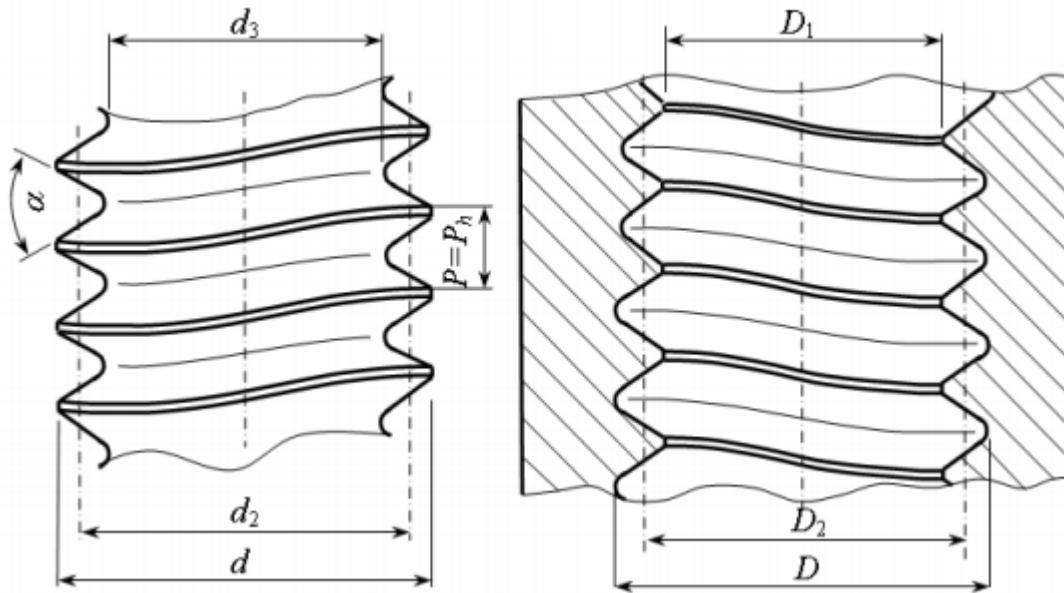
Nepritegnuta

Prtegnuta

Obična

Pritisna

- Navoj može biti : spoljašnji i unutrašnji.



Geometrijske mjere navoja:

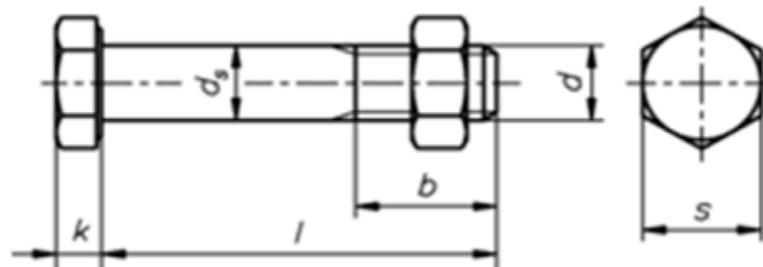
$d$  – spoljašnji (nazivni) prečnik spoljašnjeg navoja

$D$  – veliki prečnik unutrašnjeg navoja

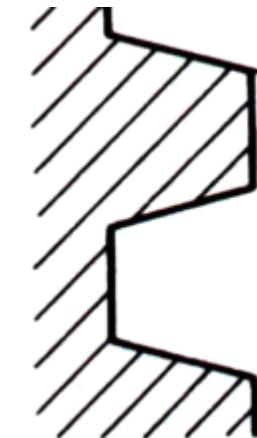
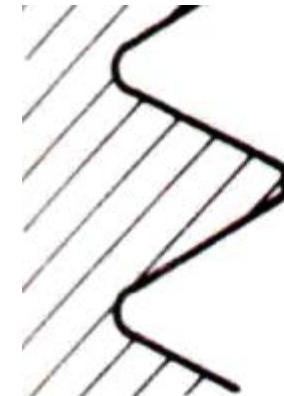
$d_2$  ( $D_2$ ) – srednji prečnik spoljašnjeg (unutrašnjeg) navoja

$d_3$  – prečnik korijena (jezgra) spoljašnjeg navoja

$D_1$  – mali prečnik unutrašnjeg navoja



- Obilježavanje navoja:  
M20x1,5
  - M – metrički navoj
  - 20 – nominalni prečnik ( $d$ )
  - 1,5 - korak navoja
- Obilježavanje navoja:  
Tr30x5
  - Tr – trapezni navoj
  - 30 – nominalni prečnik ( $d$ )
  - 5 - korak navoja



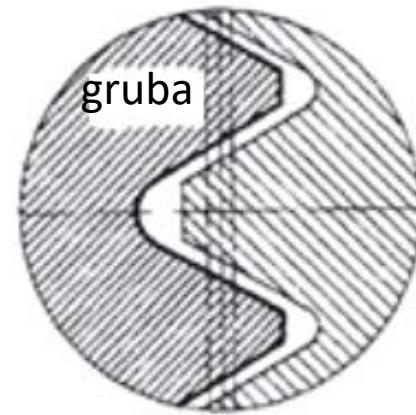
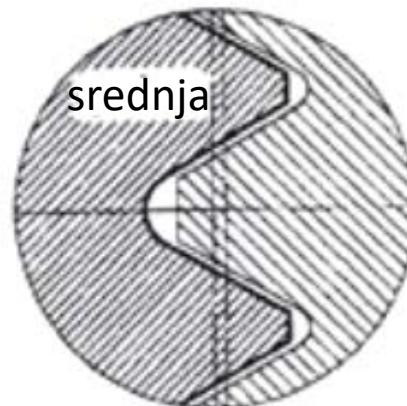
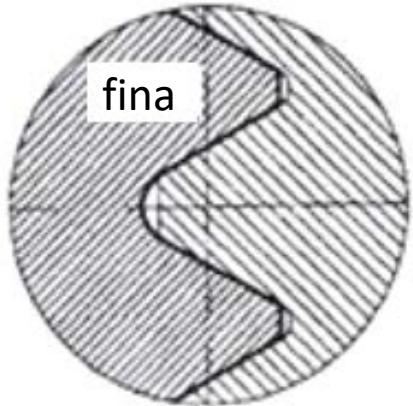
- Obilježavanje navoja:

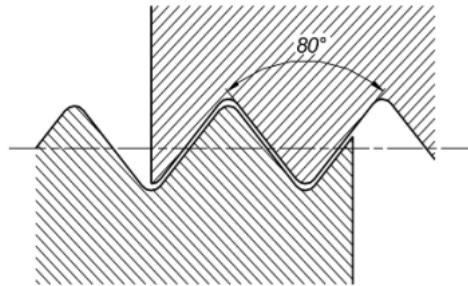
S50x4  
- S – kosi navoj  
- 50 – nominalni prečnik ( $d$ )  
- 4 – korak navoja (sitni)  
- 8 – normalni korak  
- 12 – krupni korak



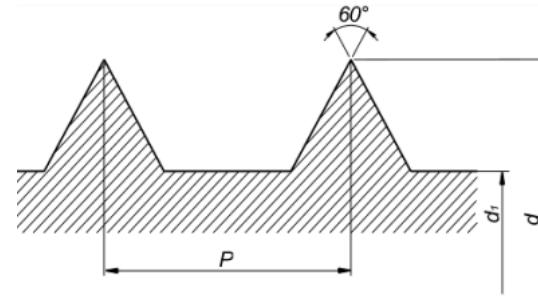
- Postoje tri klase nalijeganja:

- fina (precizno mašinstvo)
- srednja (opšte mašinstvo)
- gruba (bez posebnih zahtjeva)

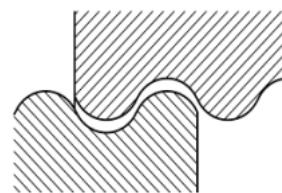




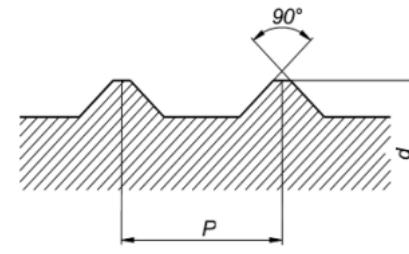
Navoj za cijevi (metal)



Navoj za drvo



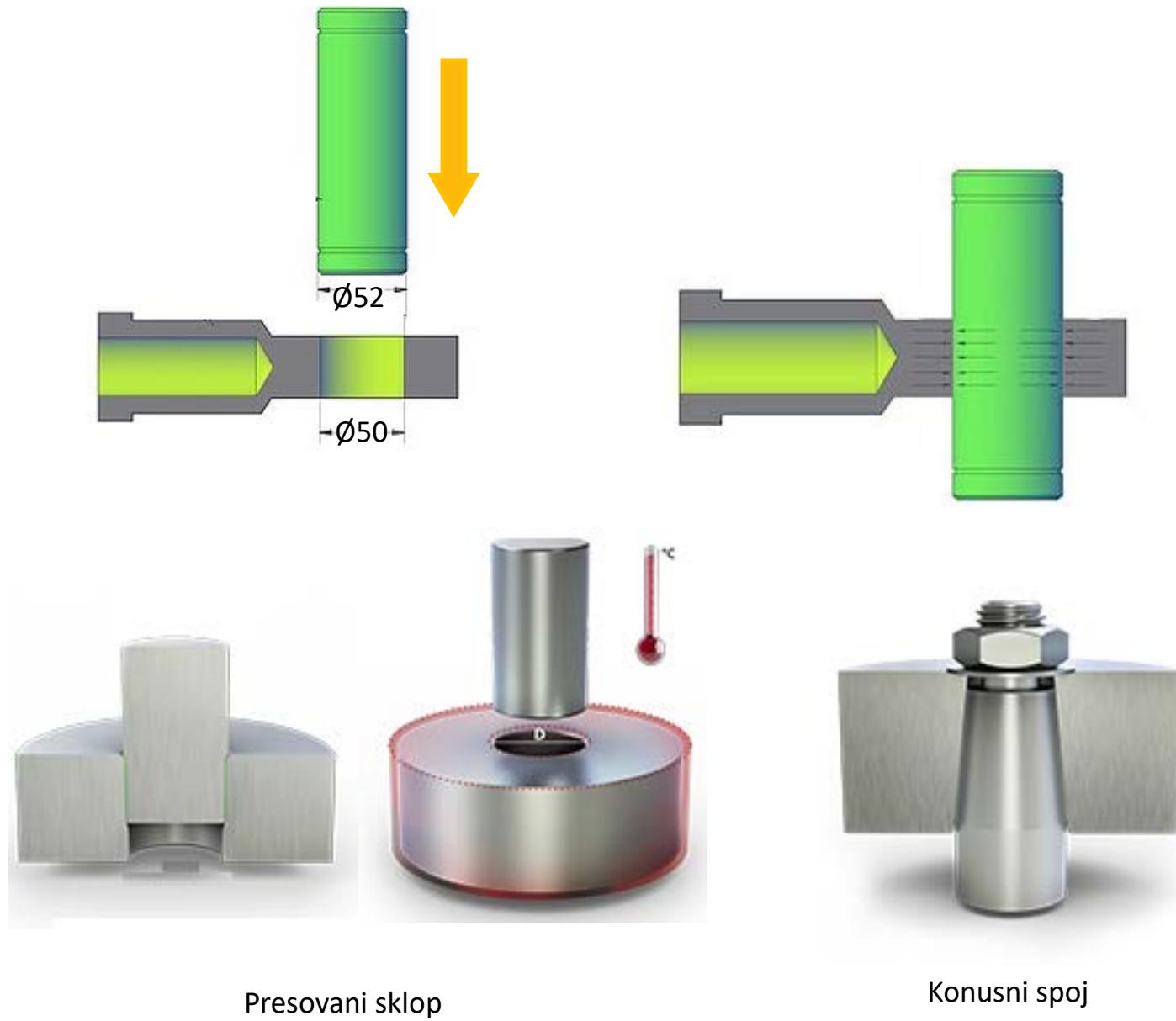
Navoj za elektro elemente  
(profil Edisonovog navoja)



Navoj za lim



## Presovani spojevi



## Opruge

- Mašinski elementi koji omogućavaju:
  - nesmetano pomjeranje elemenata u spoju (vješanje cijevnih elemenata)
  - ublažavanje udara (vozila i sredstva transporta),
  - akumulaciju energije (časovnik, igračke, oružje),
  - povratni hod (ventili, spojnice, kočnice)
- Posjeduju sposobnost elastičnog deformisanja pod dejstvom spoljašnjeg opterećenja.
- Podjela prema korišćenom materijalu za njihovu izradu:
  - metalne i
  - Nemetalne.
- Podjela prema obliku:
  - lisnate,
  - tanjuraste,
  - prstenaste i
  - zavojne.
- Podjela prema vrsti naprezanja:
  - zatezno-pritisna,
  - torziona,
  - fleksiona.



## Zavarni spojevi

Zavarivanje je multidisciplinarna oblast nauke koja objedinjuje metalurgiju, mašinstvo, tehnologiju i elektrotehniku.

Zavarivanje je postupak spajanja materijala koji je u potpunosti zamijenio postupak spajanja materijala zakivanjem, a u velikoj mjeri livenje i kovanje.

**1882. godine** ruski istraživači **Bernardos i Olševski** su za zavarivanje materijala primijenili **električni luk**, tako da se oni mogu smatrati pionirima elektrolučnog zavarivanja. Postupak – egljena elektroda (minus pol) i zavarivani element (plus pol), izvor struje je bio akumulator, dodatni materijal je ručno dopreman u zonu zavarivanja.

Intenzivan razvoj postupaka je u periodu 1950-1960 godine:

- **1951.** elektrozavarivanja pod troskom za zavarivanje debelozidih elemenata,
- **1953.** u SSSR-u je razvijen i primijenjen MAG postupak zavarivanja – zavarivanje topljivom elektrodom u zaštiti aktivnog CO<sub>2</sub> gasa,
- **1955.** primijenjen je postupak zavarivanja ultrazvukom i plazmom,
- **1956.** počinje intenzivna primjena postupka zavarivanja trenjem,
- **1957.** primjenjuje se zavarivanje elektronskim snopom,
- **1960.** razvijena su tri postuka zavarivanja: ultrazvukom, laserom i eksplozijom, a **1961.** zavarivanje plazmom.

Zavarivanje je tehnološki proces spajanja materijala i dobijanje monolitnih nerastavljivih spojeva istorodnih ili raznorodnih materijala.

**Osnovni materijal (OM)** - materijal od kojeg su izrađeni elementi koji se zavaruju ili leme.

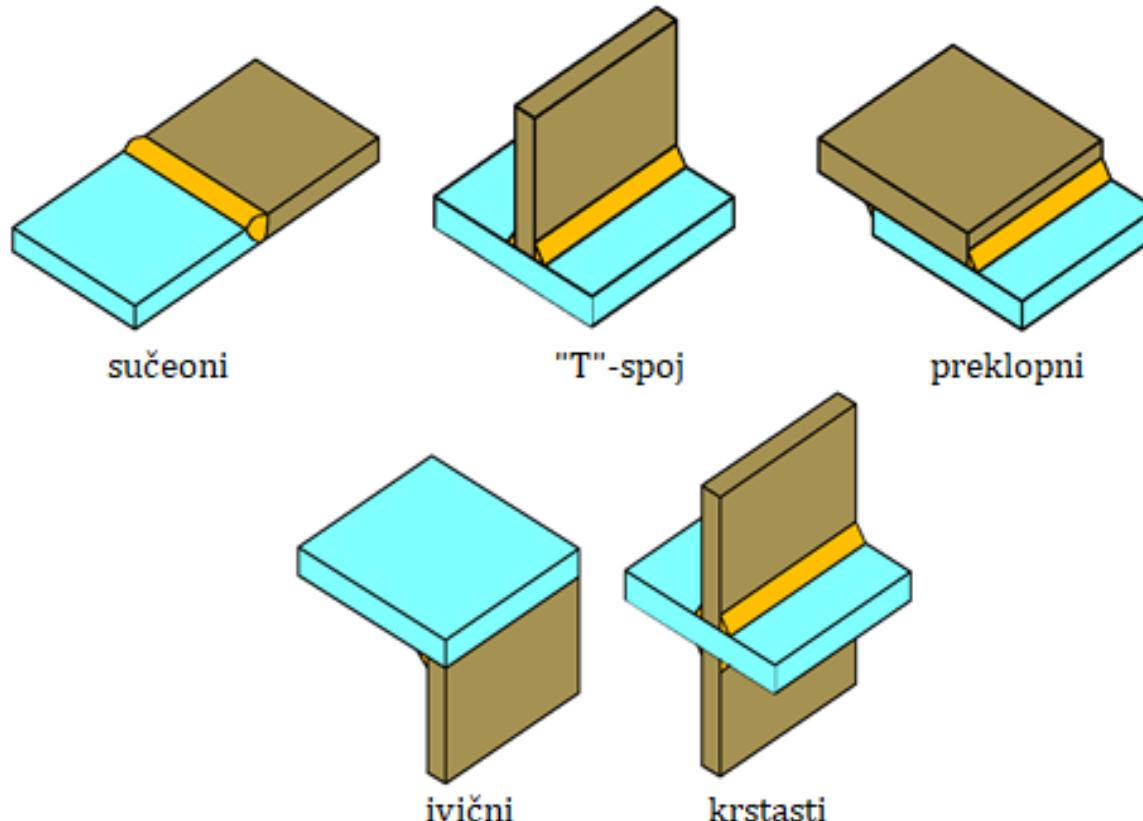
**Dodatni materijal (DM)** - materijal koji se dodaje u zoni topljenja, topi se sa ili bez osnovnog materijala pri zavarivanju, lemljenju ili nabrizgavanju.

**Zavareni spoj** - homogena cjelina ostvarena zavarivanjem, u čiji sastav ulaze dodirni dijelovi zavarenih elemenata, a karakteriše ga međusobni položaj zavarenih elemenata i oblik njihovih zavarenih krajeva.

**Zavar** – očvrsli rastopljeni dodatni i osnovni materijal nastao u jednom prolazu zavarivanja.

**Šav** – čini jedan (jednoproletazno zavarivanje) ili više zavara (višeprolazno zavarivanje).

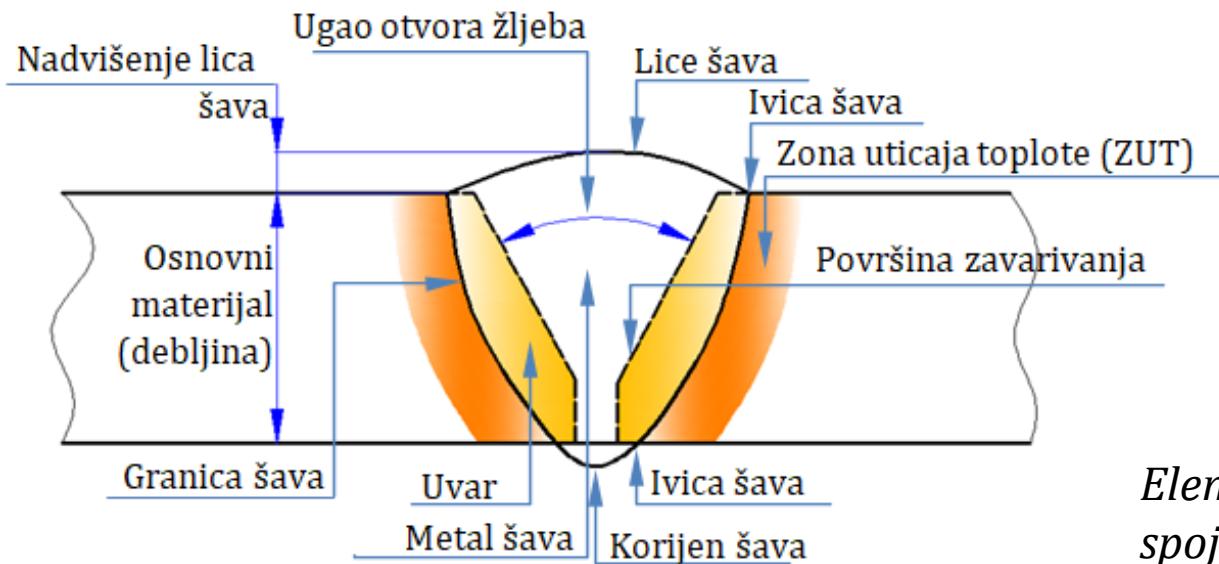
**Zona topljenja (ZT)** - (zavar, navar, šav) dio površine poprečnog presjeka zavarenog spoja koji je bio rastopljen. Sastoji se od mješavine osnovnog i dodatnog materijala, ali ponekad samo od dodatnog materijala (lemljenje) ili samo od osnovnog materijala (zavarivanje bez dodatnog materijala).



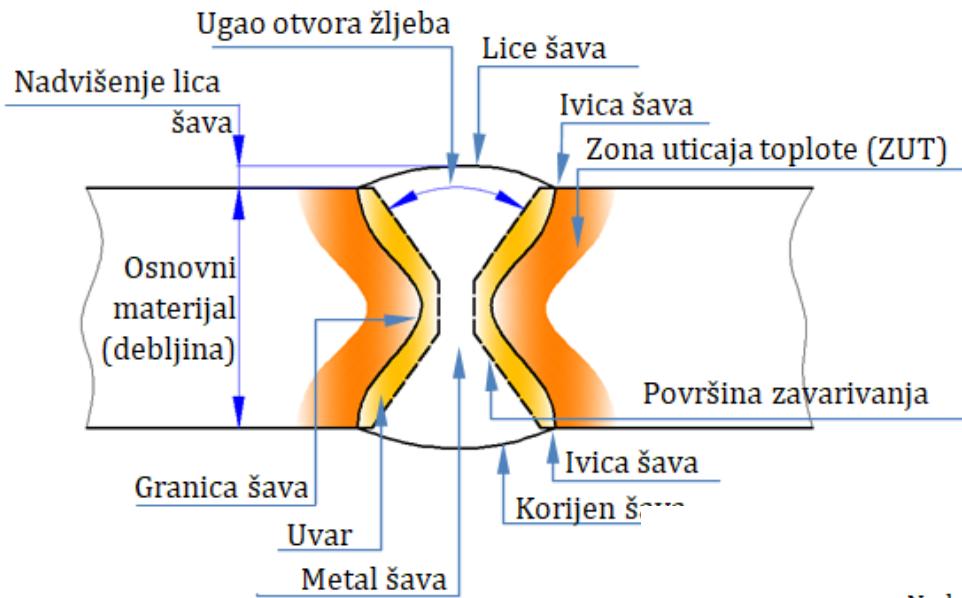
Vrste zavarenih spojeva

## ŠAV ZAVARENIH SPOJEVA

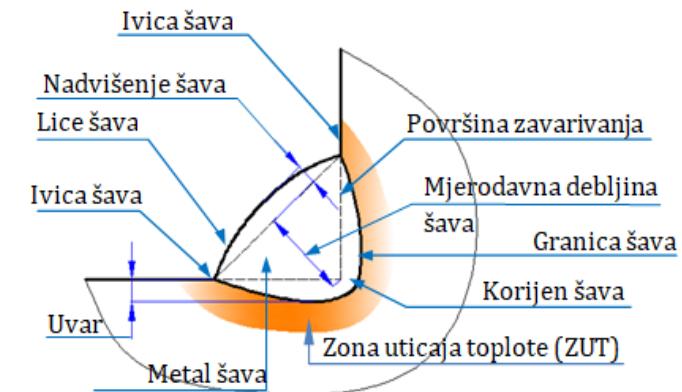
Šav je materijalizovano mjesto spajanja i predstavlja očvrsli rastopljeni materijal koji je nastao tokom zavarivanja topljenjem, a sastoji se od osnovnog materijala ili od osnovnog materijala i dodatnog materijala.



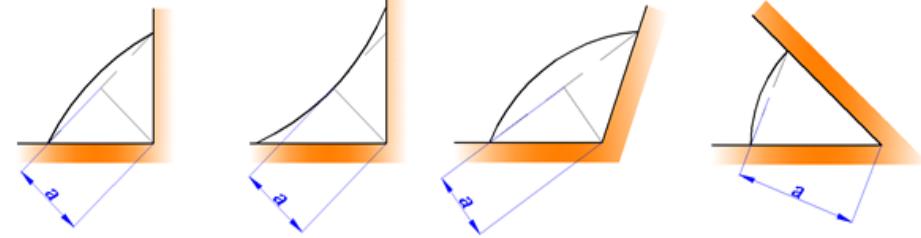
*Elementi zavarenog spoja "V" šava*

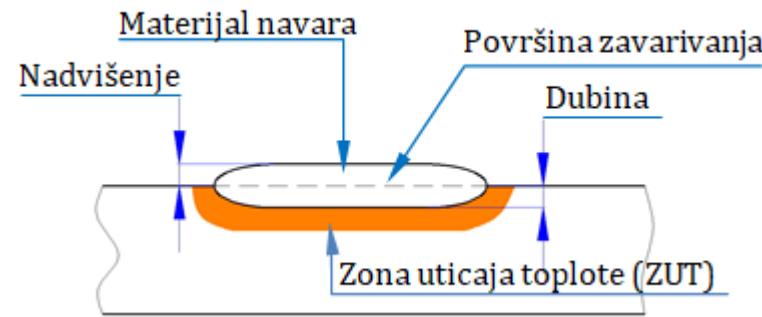


*Elementi zavarenog spoja  
 "X" šava*

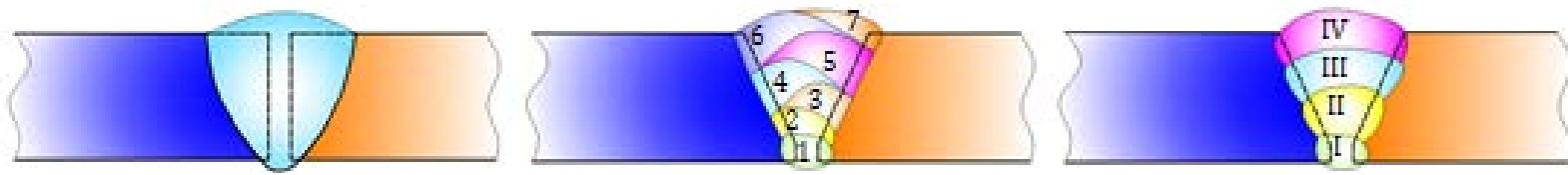


*Elementi zavarenog spoja  
 ugaonog šava  
 ( $a$  – debljina ugaonog  
 šava)*





*Elementi navara*



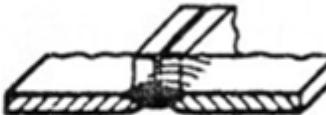
*jednoprolezni*

*višepronazni*

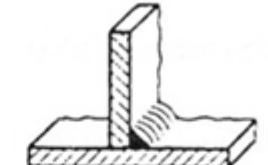
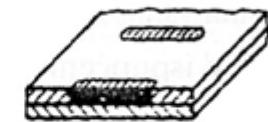
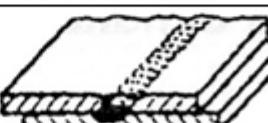
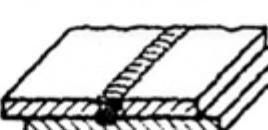
*višeslojni*

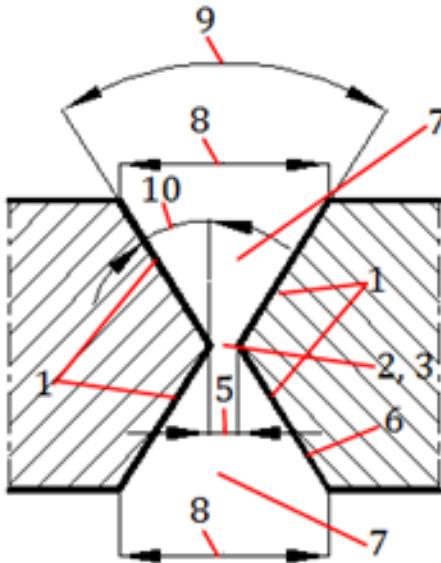
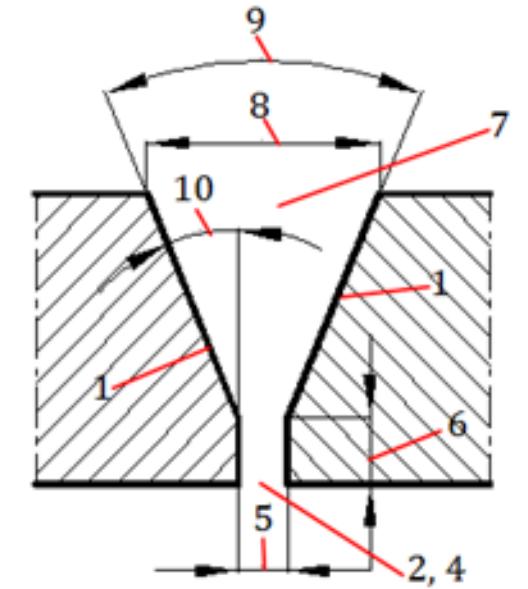
*Vrste šavova*

## Označavanje šavova

Redni broj	Naziv	Izgled šava	Oznaka
1	Ivični šav između limova sa povijenim stranicama (potpuno topljenje povijenih stranica)		八
2	Jednostrani "I" šav		
3	Jednostrani "V" šav		▽
4	Jednostrani "V" šav sa jednom zakošenom stranicom (HV)		✓
5	Jednostrani "Y" šav		Y
6	Jednostrani "Y" šav sa jednom zakošenom stranicom		Y
7	Jednostrani "U" šav (sa paralelnim ili kosim stranicama)		U
8	Jednostrani "J" šav		J



9	Potkorjeni zavar, odnosno šav		
10	Ugaoni šav		
11	Šav u otvoru		
12	Tačkasti šav	 	
13	Linijski šav	 	



- 1- stranica žljeba;
- 2- korijen žljeba;
- 3 - oštiri korijen žljeba;
- 4 – čeoni korijen žljeba;
- 5 - razmak u korijenu žljeba;
- 6 - zatupljenje korijena žljeba;
- 7 - otvor žljeba;
- 8 - širina otvora žljeba;
- 9 - ugao otvora žljeba;
- 10 - ugao zakošenja žljeba

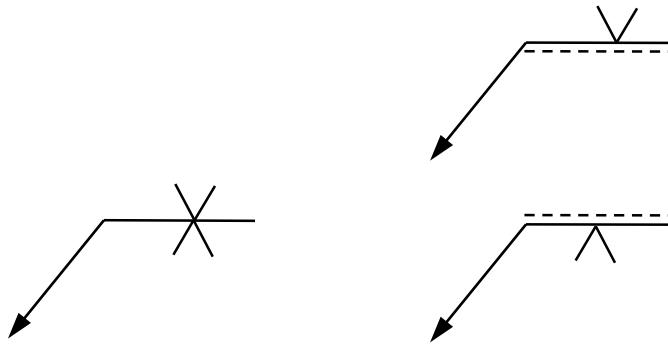
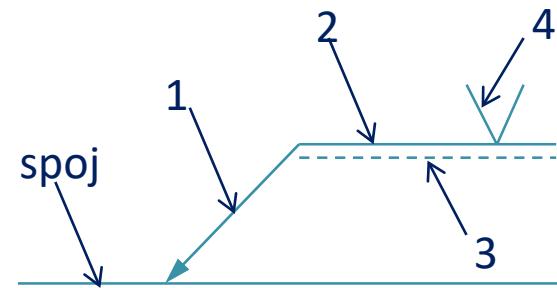
Da bi se moglo izvršiti zavarivanje materijala, neophodno je pripremiti ivice osnovnog materijala, tj. **pripremiti žljeb za zavarivanje**.

Oblik žljeba zavisi od debljine zavarivanog materijala.

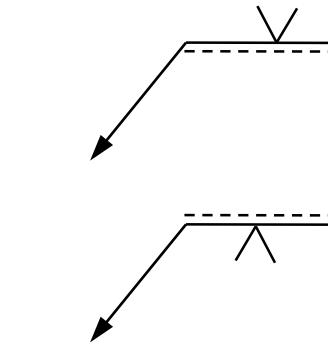
Oblik, dimenzije žljeba i osnovni pojmovi su definisani standardom EN 29692.

## OZNAČAVANJE ŠAVOVA NA CRTEŽIMA

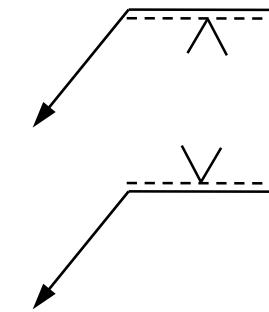
- 1– strelica (ukazuje na mjesto spoja i položaj strelice, može biti na istoj ili na suprotnoj strani spoja)
- 2– pokazna ili referentna (neprekidna) linija (prava linija koja je paralelna ili upravna sa donjom ivicom crteža)
- 3– identifikaciona (prekidna) linija
- 4– oznaka šava (sadrži brojne vrijednosti mjera)



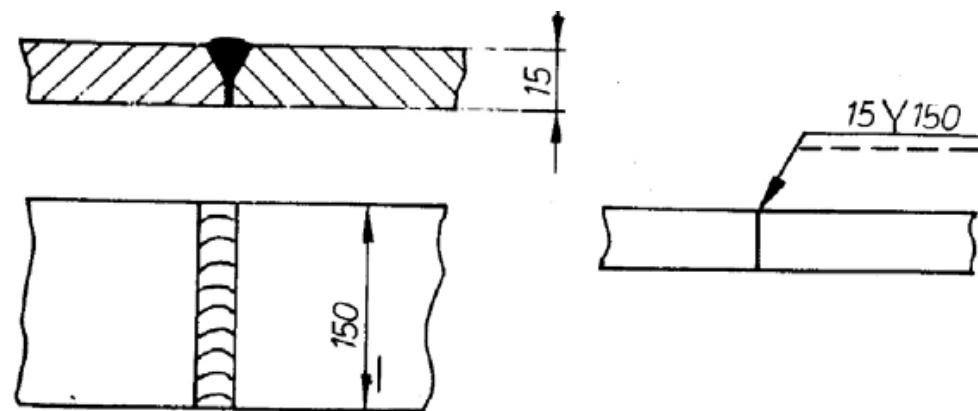
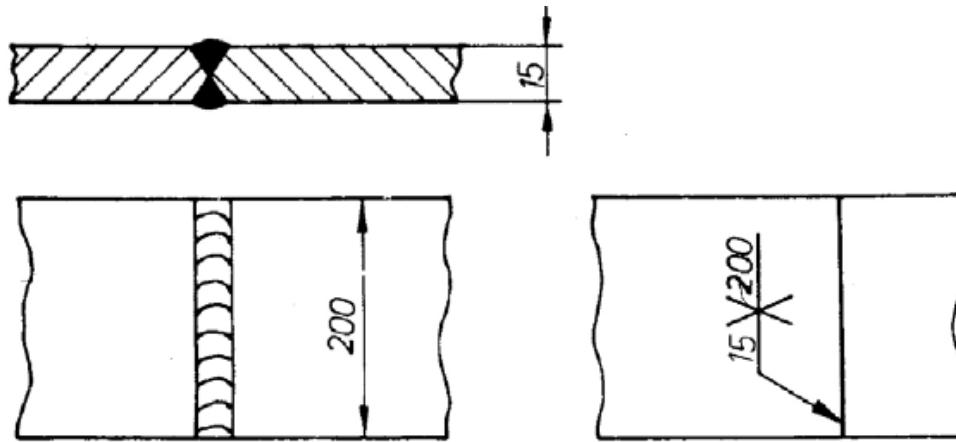
*simetrični šav*



*lice šava je na strani  
strelice*

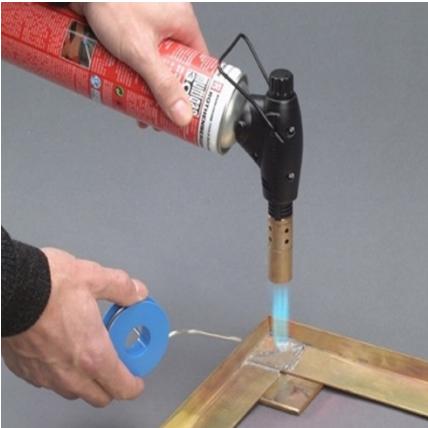


*lice šava je na suprotnoj  
strani*



## Lemljeni spojevi

- Lemljenje je jedan od najstarijih postupaka formiranja nerazdvojivih spojeva.
- Koristeći rastopljeni dodatni materijal (lem) vrši se spajanje metalnih ili nemetalnih dijelova.
- U ovom procesu osnovni materijal se ne topi - tačka topljenja je veća od tačke topljenja lema.
- U cilju postizanja kvalitetnijeg spoja, pri lemljenju se koriste "topitelji" (prašak, pasta) i/ili zaštitna atmosfera (gas ili vakum).
- Postupak se ranije najviše koristio za izradu nakita od zlata i platine, a kasnije i srebra.
- Sada se lemljenje koristi u elektronskoj, avio i automobilskoj industriji za spajanje metala, kompozitnih materijala i keramike i metala.



## Podjela lemljenja prema tački topljenja lema

Meko lemljenje  
(do 450 °C)

Tvrdo lemljenje  
(450 – 900 °C)

Visokotemperaturno  
lemljenje

Za spajanje:

- čelika,
- bakra i
- legura bakra.

Lem:

- legura olova,
- legura kalaja,
- legura antimona ...

Za odgovonije spojeve  
veće nosivosti.

1. Površine metala se premažu sredstvom na bazi bora (u cilju eliminacije metalnih oksida).
2. Osnovni materijal se zagrijava plamenom ili elektrotoporno.
3. Lemljenje se vrši u zaštitnoj atmosferi.

Lemljenje se vrši u  
zaštitnoj atmosferi ili  
vakumu.

Za lemljenje skupljih ili  
plemenitih metala.

Lemovi na bazi: nikla,  
kobalta, zlata ili legura na  
bazi cirkonijuma,  
berilijuma, titana,  
vanadijuma,....

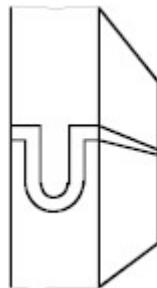
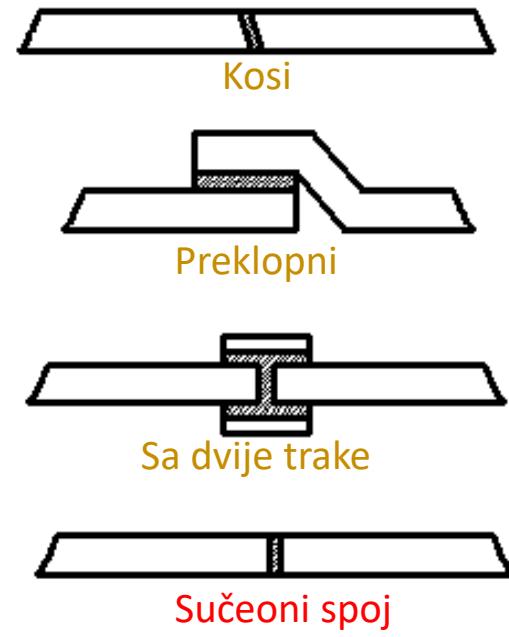
## Princip nastajanja spoja

- Pri lemljenju se javljaju fizičke pojave:
  - difuzija materijala lema u osnovni materijal,
  - adhezione sile između lema i površine osnovnog materijala,
  - kvašenje površina lemom,
  - površinski napon i
  - kapilarno djelovanje.

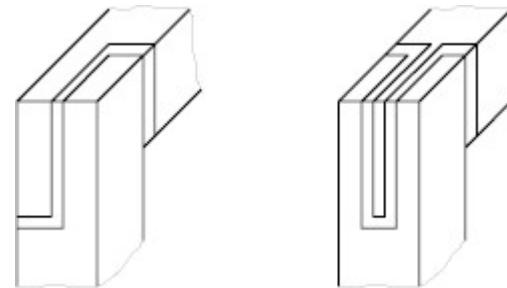
- Materijali za lemljenje su:
  - lemovi (lemlna žica ili tinol),
  - topitelji i
  - zaštitna atmosfera.



- **Lemovi** su metalni ili nemetalni materijali. Koriste se u obliku žice, štapa, lima, praška ili čestica u topitelju.
- **Topitelji** su nemetalni materijali. Nakon detaljnog čišćenja, nanose se na površine koje se žele lemiti. Služe za uklanjanje oksidnih slojeva.
- **Zaštitne atmosfere** pri zagrijavanju materijala štite od oksidacije njihove površine i lema istovremeno. Vakum je najbolje rješenje



sučevnih spojeva sa žljebom



ugaoni spojevi

## Prednosti:

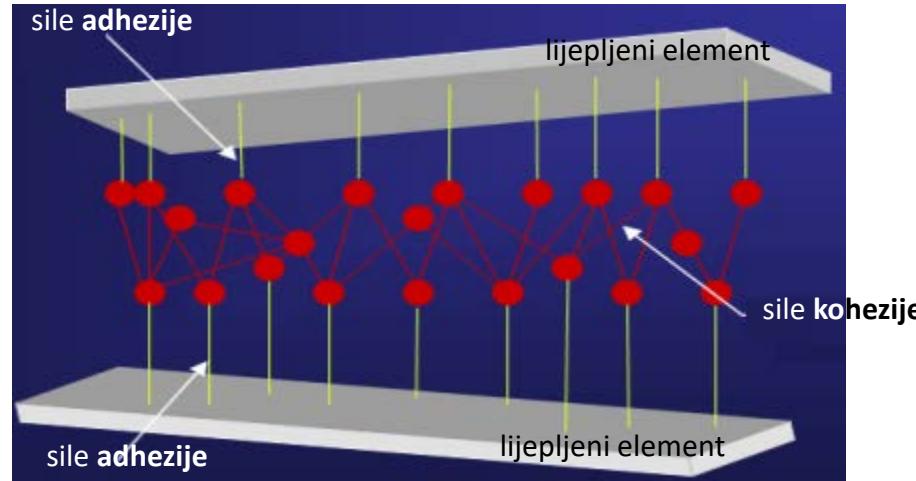
- Omogućeno spajanje metala s nemetalima.
- Omogućeno spajanje elemenata male debljine.
- Omogućeno spajanje različitih metala, kao i poroznih materijala.
- Omogućeno spajanje kompozitnih materijala.
- Nema zaostalih napona.

## Nedostaci:

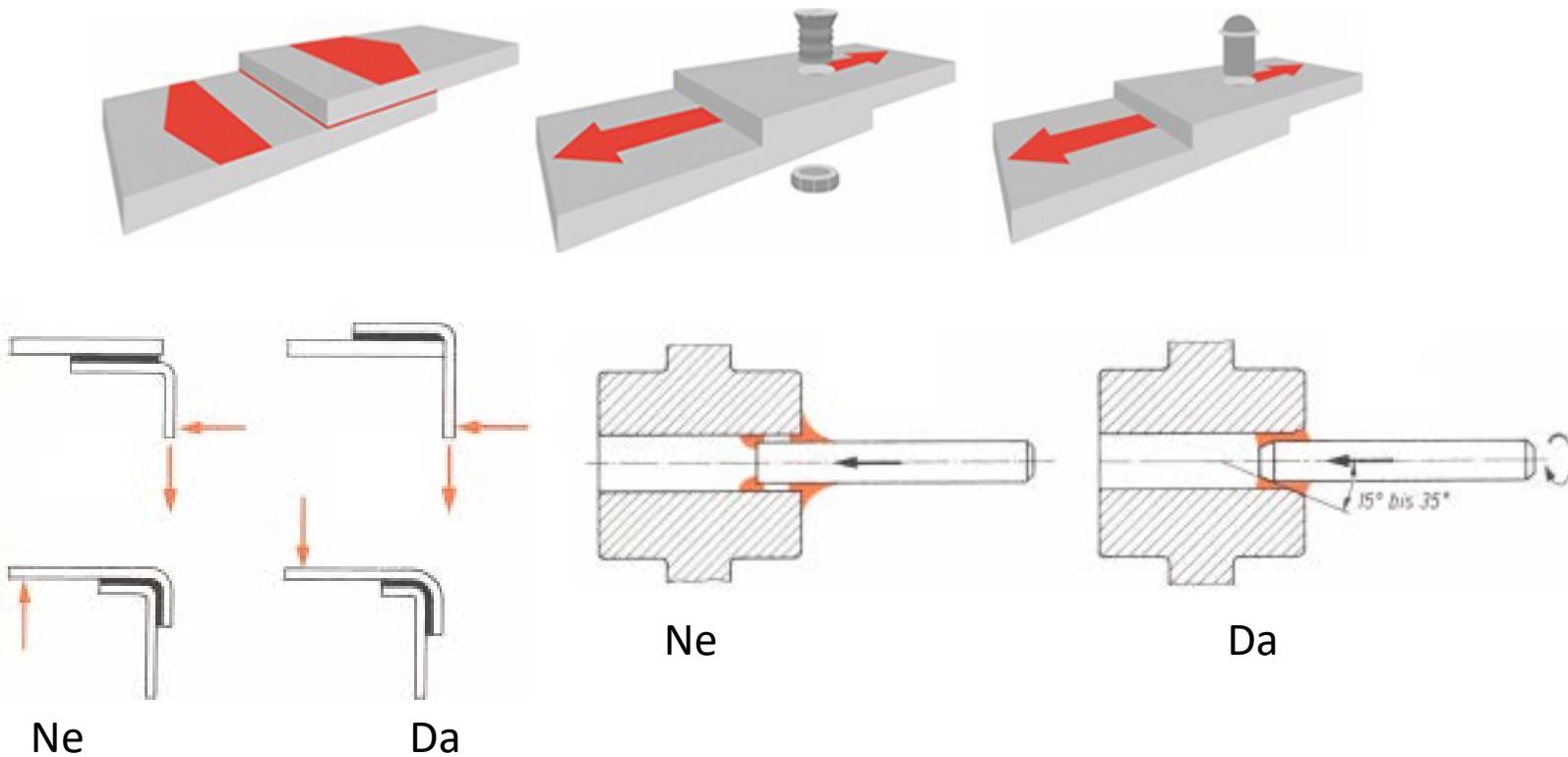
- Visoka cijena dodatnih materijala.
- Statička i dinamička nosivost spja je niža u poređenju sa zavarenim spojem

## Lijepljeni spojevi

- Lijepljenje je tehnološki postupak spajanja dva ili više elemenata (materijala) u cilju postizanja nerastavljive (nerazdvojive) veze.
- Razdvajanje elemenata je nemoguće uraditi bez fizičkog oštećenja jednog ili svih elemenata u spoju.
- Lijepljenjem se spajaju, najčešće, nemetalni materijali, a mogu i legure lakin metala.
- Zahvaljujući sili **adhezije** koja postoji između dodatnog materijala (ljepila) i osnovnog materijala (lijepljenih elemenata) i sili **kohezije** unutar ljepila formira se spoj.



- Izuzetno fleksiblan postupak.
- Primjena je izražena kod materijala koji su osjetljivi na povećanje temperature, kao što su plastika i prirodni materijali.
- Ljepila služe i kao izolatori jer ne provode električnu energiju.
- Lijepljeni spojevi treba da su opterećeni na smicanje.
- Lijepljni spojevi su nepropusni i otporni na koroziju.
- Ljepilo ima elastično svojstvo pamože amortizovati dilatacije elemenata spoja.



# LJEPILA

Očvršćavanje hemijskim procesom

Jednokomponentna

Poliadicijska

Polimerizacijska

Polikondenzacijska

Očvršćavanje fizičkim procesom

Topljenjem

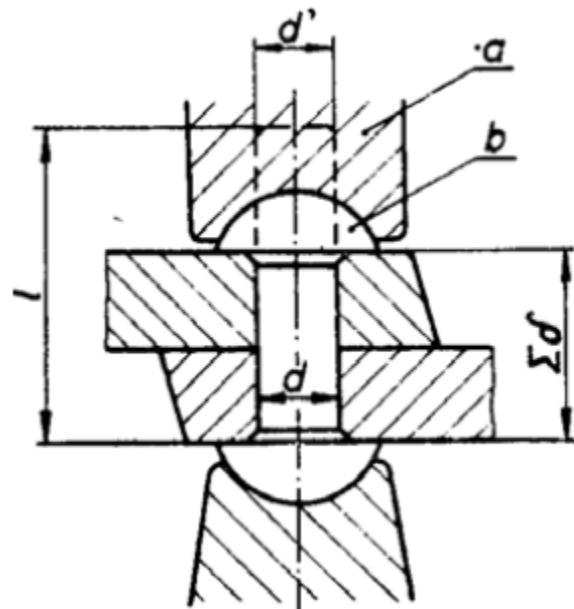
Rastvaranjem

Disperzijom

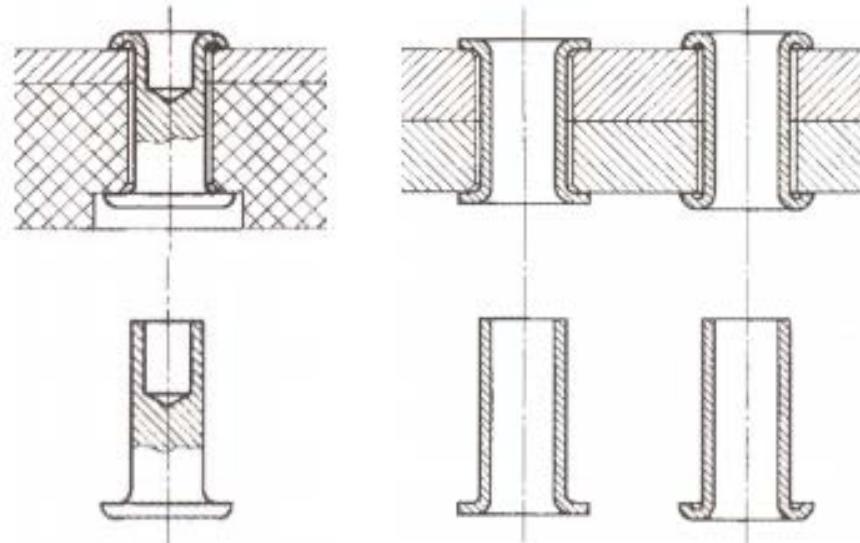


## Zakovani spojevi

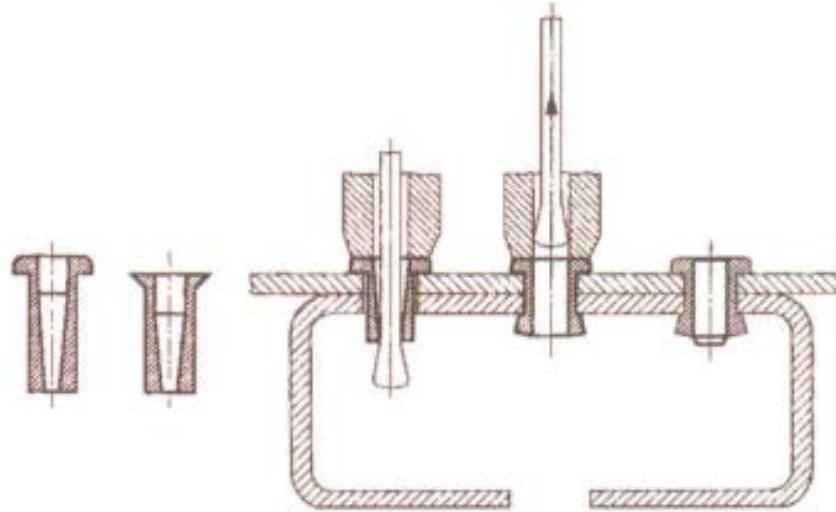
- Zakovani spojevi su nerastavljeni (nerazdvojni) spojevi dva ili više mašinska dijela ili elementa ostvareni pomoću zakovica.
- Vrše diskontinualno (lokalno) prenošenje opterećenja.
- Ograničene primejne jer zbog koncentracije napona, nosivost spja se smanjuje do 15 %.
- Zakovani spojevi su zamijenjeni zavarenim spojevima.



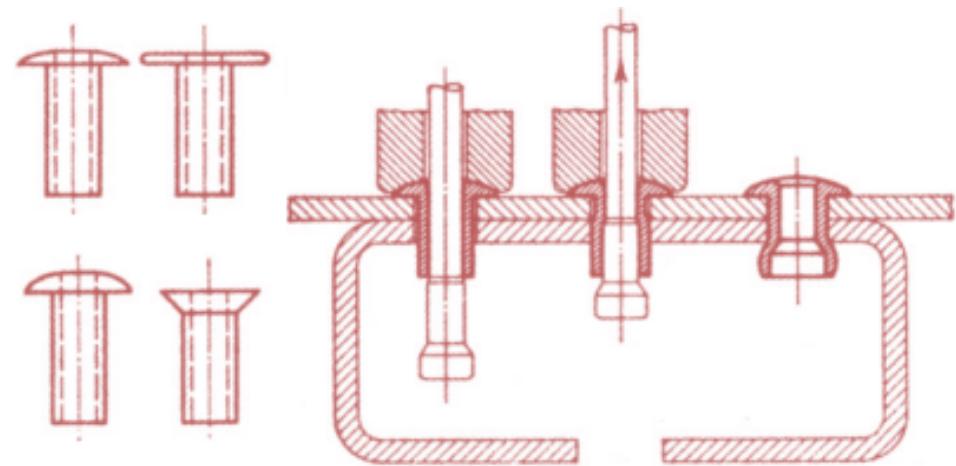
- Prilikom zakivanja izuzetno tankih limova, elastičnih materijala (guma, koža, plastika) i krtkih materijala (keramika, obloge na kočnicama) koriste se male sile zakivanja.
- Koriste se polušuplje ili šuplje zakovice.



- Slijepe zakovice, šuplje ili polušuplje se koriste prilikom zakivanja šupljih profila.



- Zakovica s trnom.





15. 03. 1888.



26. 12. 1888.



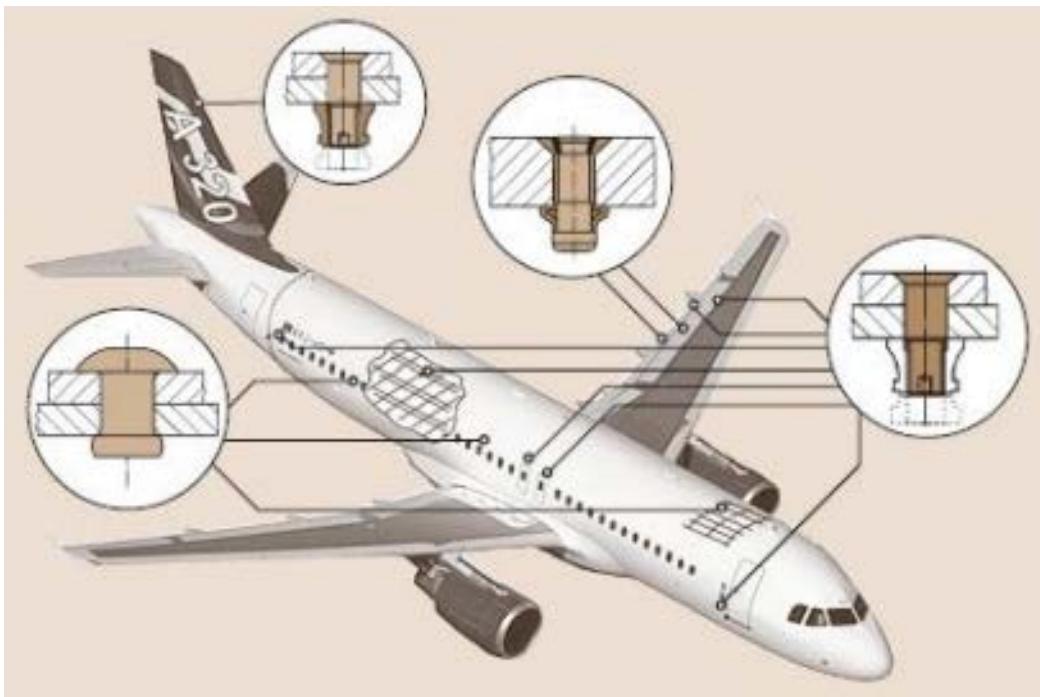
12. 03. 1889.

- Za spoj neophodna 4 čovjeka:
  - za zagrijavanje zakovice,
  - za držanje zakovice na predviđenom mjestu,
  - za oblikovanje glave i
  - za udaranje čekićem.
- Približno 2,5 miliona zakovica uraženo



Golden Gate – San Francisko

- U svakom tornju oko 600.000 zakovica.



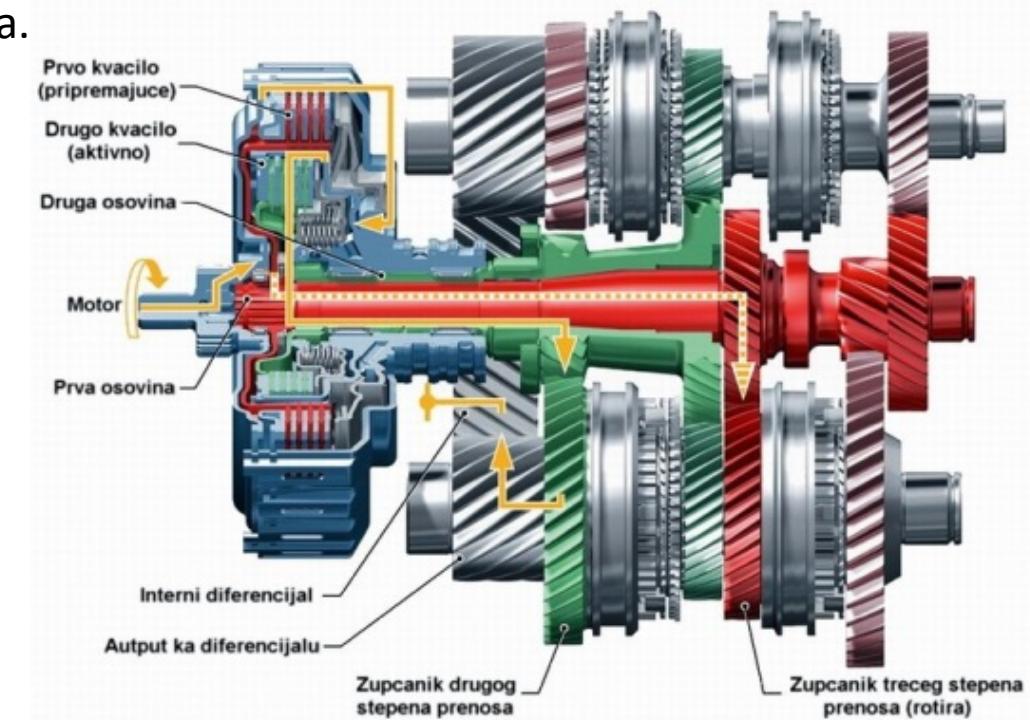
# TEHNIČKA DOKUMENTACIJA

Metalurško-Tehnološki fakultet  
Univerzitet Crne Gore

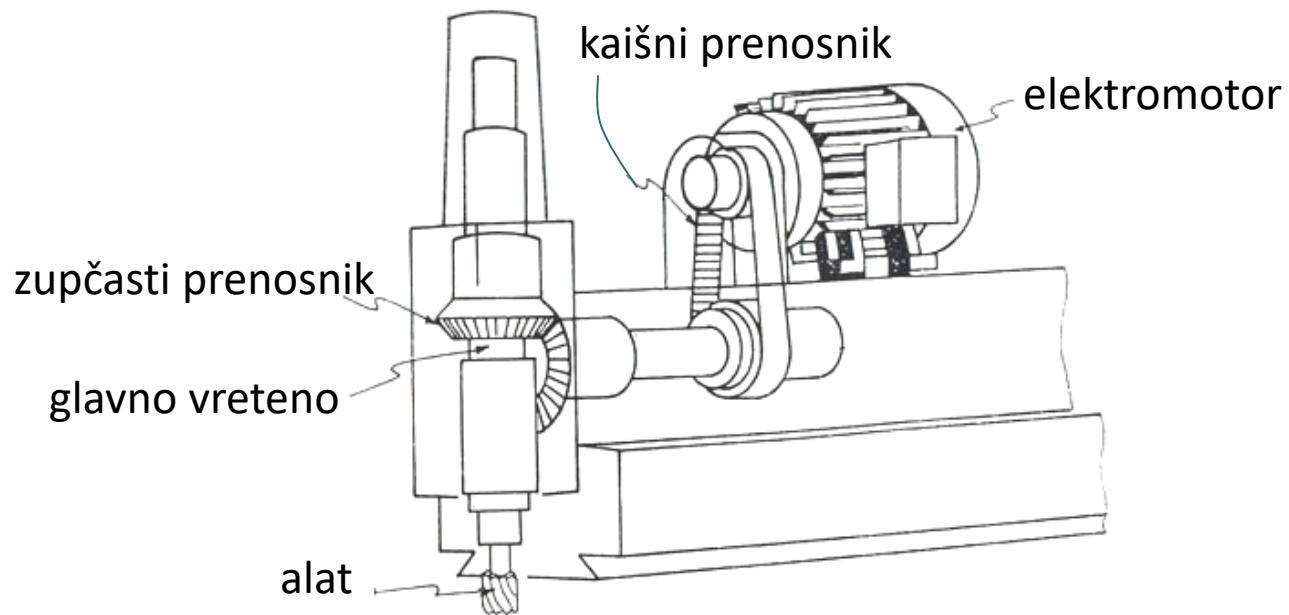
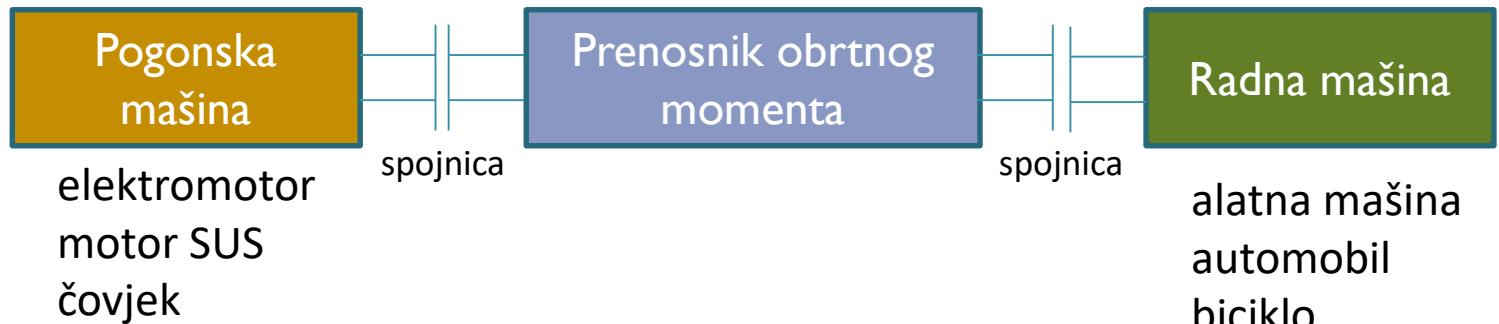
Prof. dr Darko Bajić  
2018.

## Elementi za prenos obrtnog momenta (i snage)

- Elementi za prenos (prenosnici) obrtnog momenta i snage su mašinski elementi koji se koriste za prenos mehaničke energije od pogonske do radne mašine koja treba da izvrši neki rad.
- Pogonske mašine su: elektromotor, motor SUS, parna turbina, čovjek ...
- Elementi za prenos omogućavaju promjenu:
  - snage,
  - ugaone brzine,
  - obrtnog momenta.

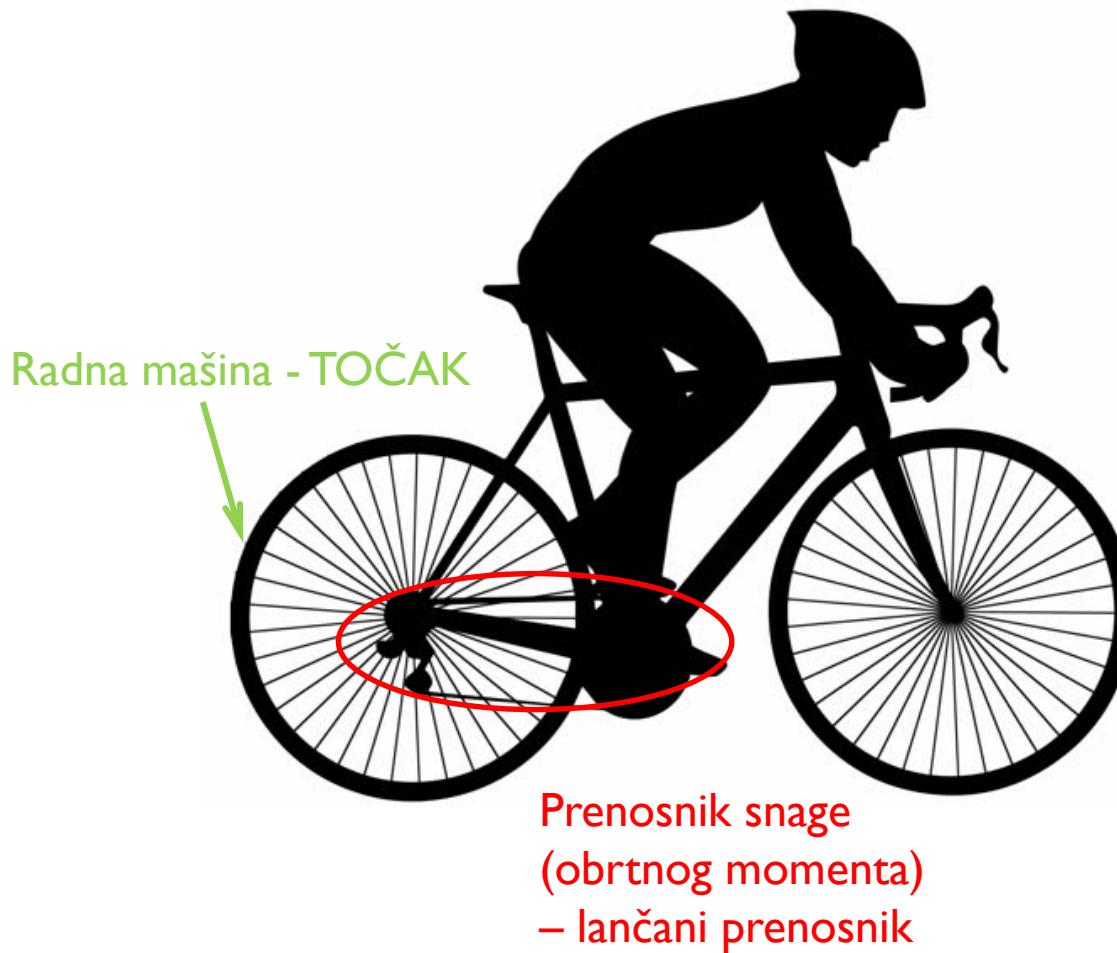


## Čemu služe prenosnici obrtnog momenta i snage?





## Pogonska mašina - ČOVJEK



## Pogonska mašina - elektromotor



Izlaz za radnu mašinu

Prenosnik snage  
(obrtnog momenta)  
– reduktor



**Prema principu i  
načinu prenosa  
mehaničke energije**

Mehanički

Hidraulički

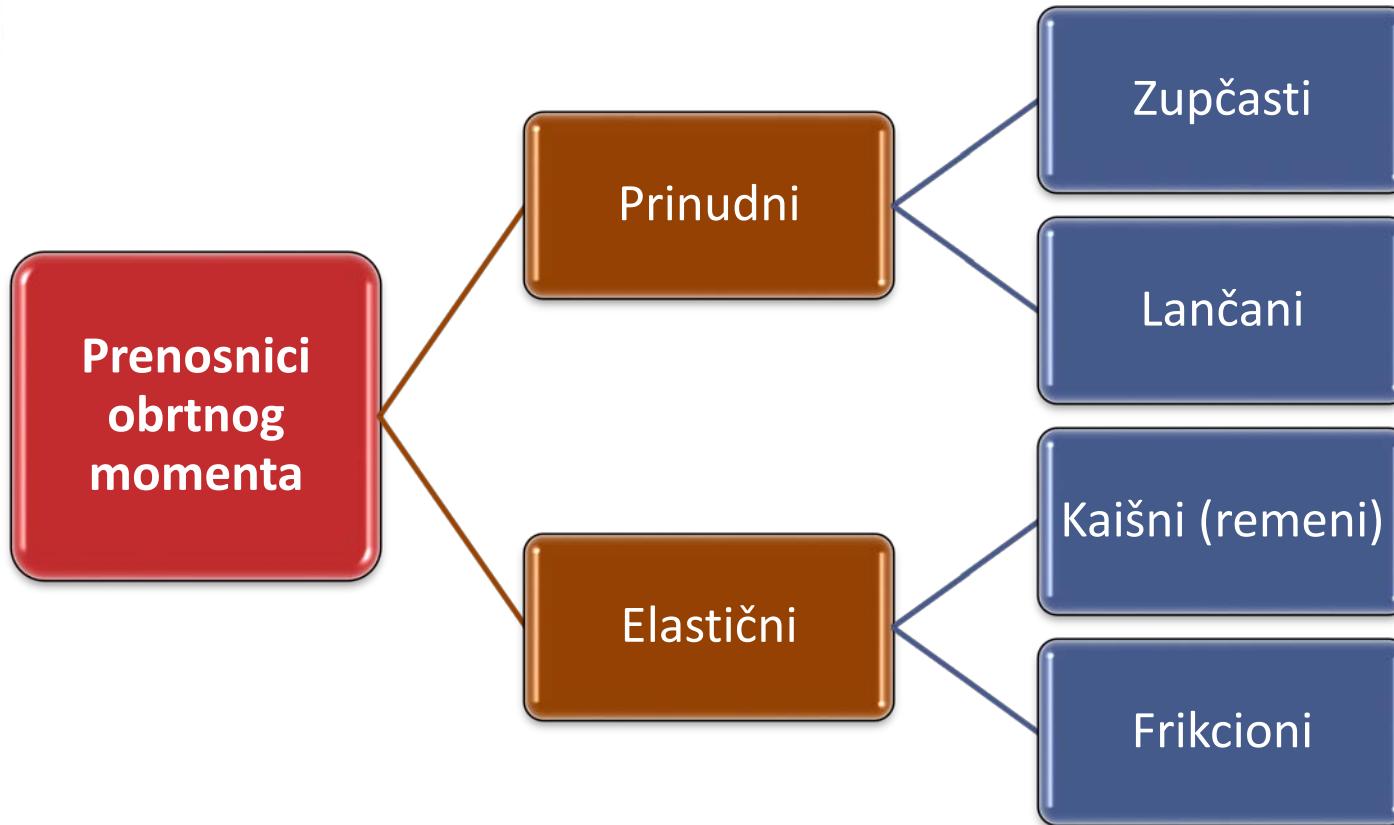
Pneumatski

**Prema položaju osa  
ulaznog i izlaznog  
vratila**

Paralelne ose

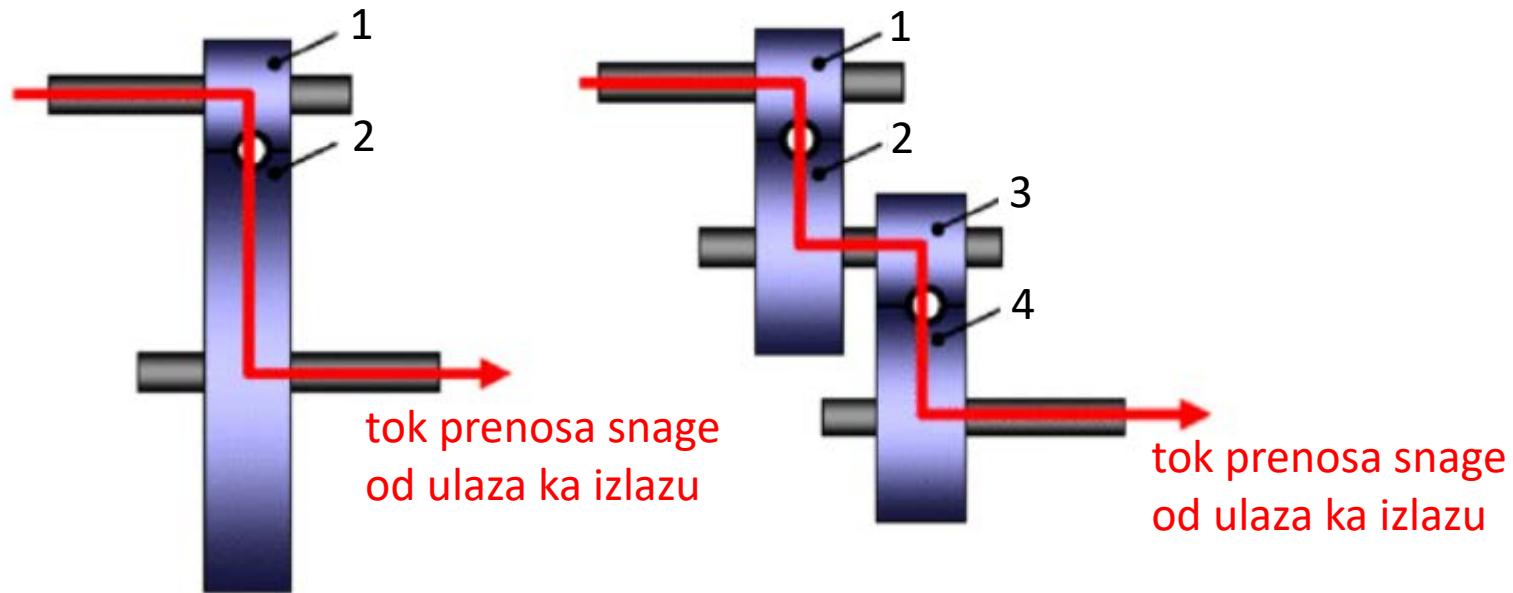
Ukrštene ose

Mimoilazne ose



Podjela prenosnika snage prema broju koliko se puta transformiše snaga:

- jednostepene
- dvostepene i
- višestepene.



Jednostepeni prenosnik snage  
- dva prenosnika (jedan par)

Dvostepeni prenosnik snage  
- četri prenosnika (dva para)

## Glavne karakteristikе prenosnika

- Prenosni odnos ( $i$ ):

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

$n_1$  i  $n_2$  - broj obrtaja prvog i drugog točka

$D_1$  i  $D_2$  - prečnik prvog i drugog točka

$i > 1$  - prenosnik vrši smanjenje broja obrta, a povećava obrtni moment od ulaznog ka izlaznom vratilu – **reduktor**.

$i < 1$  - prenosnik vrši povećanje broja obrta, a smanjuje obrtni moment od ulaznog ka izlaznom vratilu – **multiplikator**.

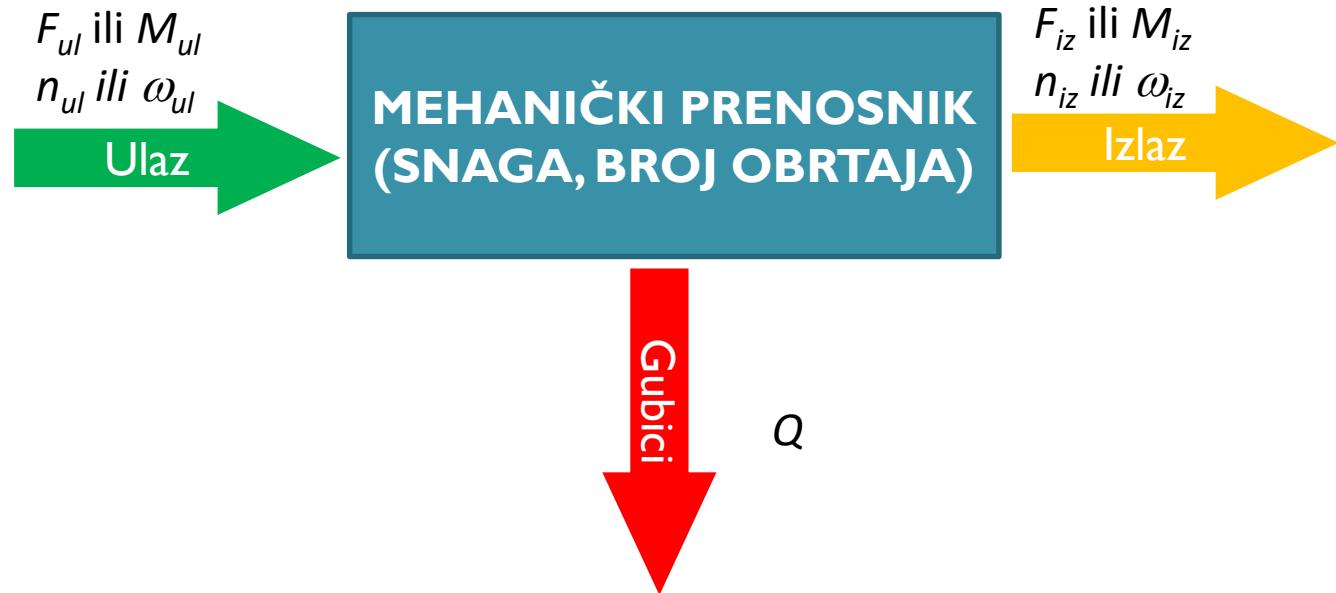
- Snaga ( $P$ ):

$$P = M \cdot \omega \text{ (kW)}$$

$M$  (Nm) – obrtni moment

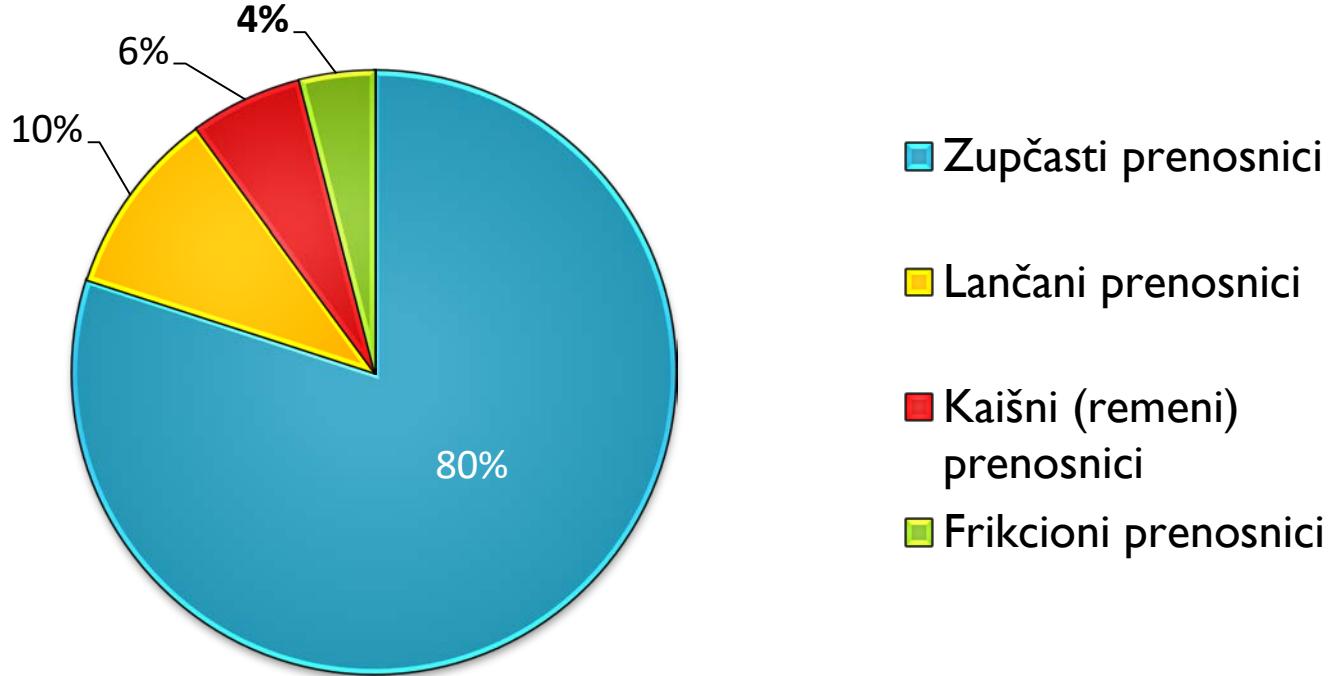
$\omega = \frac{n \cdot \pi}{30}$  ( $s^{-1}$ ) - ugaona brzina

$$M_n = 9549 \cdot \frac{P}{n} \text{ (Nm)} - \text{nominalni obrtni moment}$$

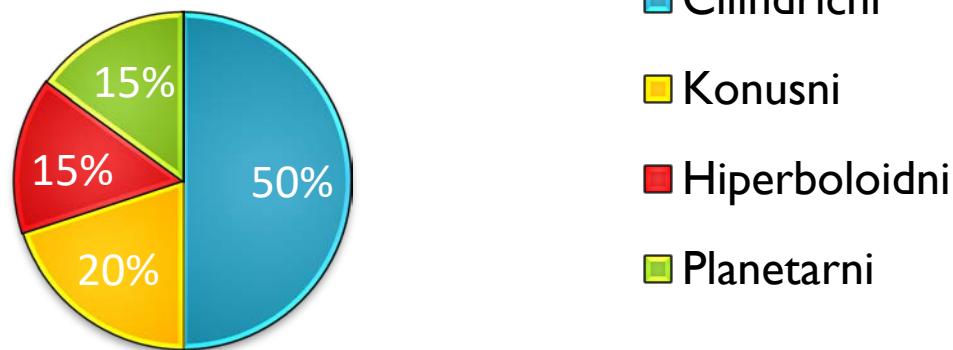


$$\text{STEPEN ISKORIŠĆENJA} = \frac{\text{SNAGA NA IZLAZU}}{\text{SNAGA NA ULAZU}}$$

## Zastupljenost prenosnika snage



## Zastupljenost zupčastih prenosnika snage



## Frikcioni prenosnici

- Frikcioni prenos se ostvaruje neposrednim dodirom točkova.
- Može doći do proklizavanja.
- Snaga i obrtni moment se prenosi silom trenja - pripadaju grupi prenosnika koji opterećenje prenose prijanjanjem.
- Frikcioni prenosnici su najjednostavnija sredstva za prenos snage i momenta.
- Jedan točak je pogonski, a drugi gonjeni.

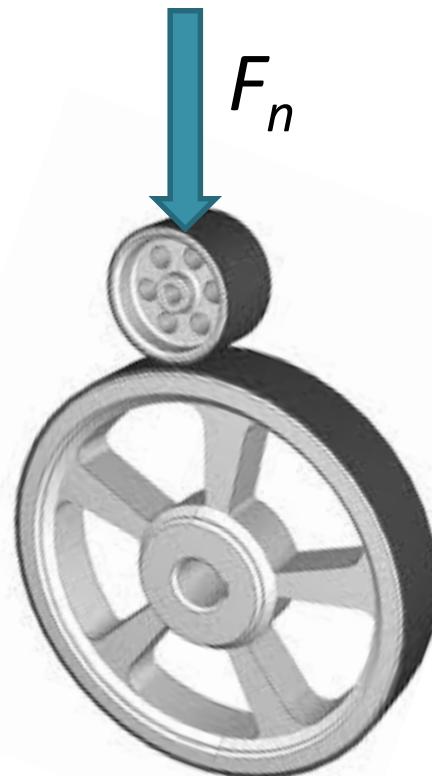
Prednosti:

- jednostavna konstrukcija,
- jednostavna izrada,
- niska cijena koštanja
- jednostavno održavanje,
- bešuman rad,
- dobra zaštita od mogućeg preopterećenja - dolazi do proklizavanja točkova.



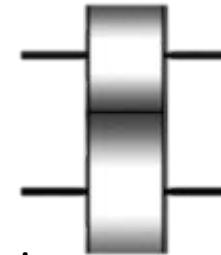
## Nedostaci:

- usled klizanja dolazi do habanja točkova,
- neophodno stvaranje normalne sile ( $F_n$ ) koja će ostvariti i održavati potreban pritisak između točkova,
- normalne sile ( $F_n$ ) izaziva oštećenja kod ležajeva i vratila,
- Teško ostvarljiv precizan i tačan prenosni odnos – uzrok je klizanje točkova.



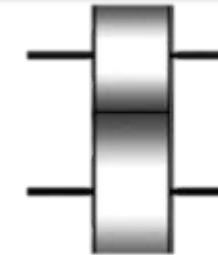
## Frikcioni prenosnici bez promjene prenosnog odnosa

Oblik kinematskih površina

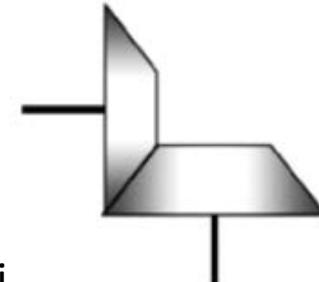


cilindrični

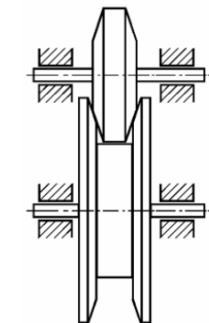
Oblik radnih površina



ravne

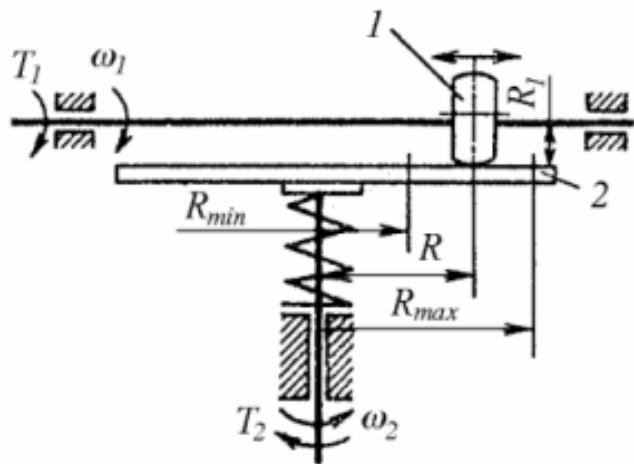


konusni

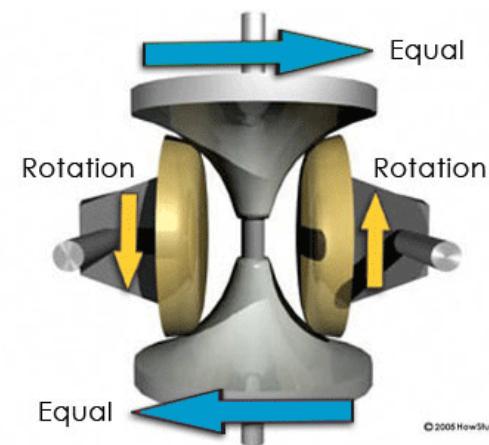
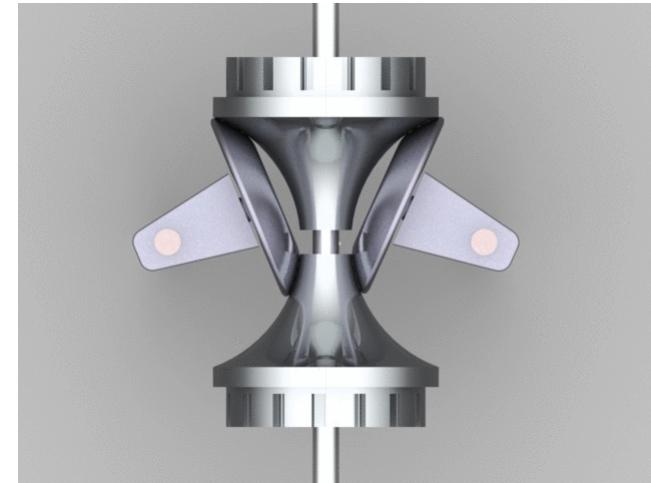


ožljebljene

## Frikcioni prenosnici sa promjene prenosnog odnosa (varijatori)

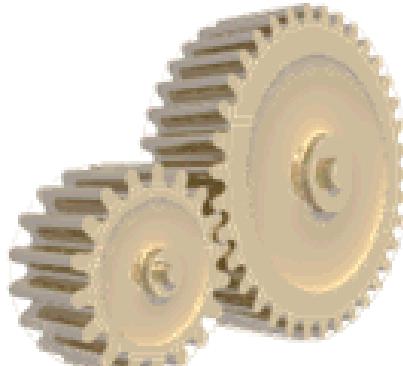


$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{R}{R_1}$$



## Zupčasti prenosnici

- Kada je potreban tačan prenosni odnos.
- Pripadaju grupi prenosnika koji opterećenje prenose zupcima.
- Kada je malo rastojanje između pogonske i radne mašine.



Cilindrični zupčasti par:  
- pravi zubi  
- kosi zubi



Konusni zupčasti par

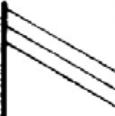
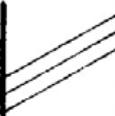
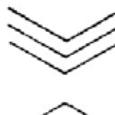


Pužni zupčasti par



Zupčanik i zupčast a letva

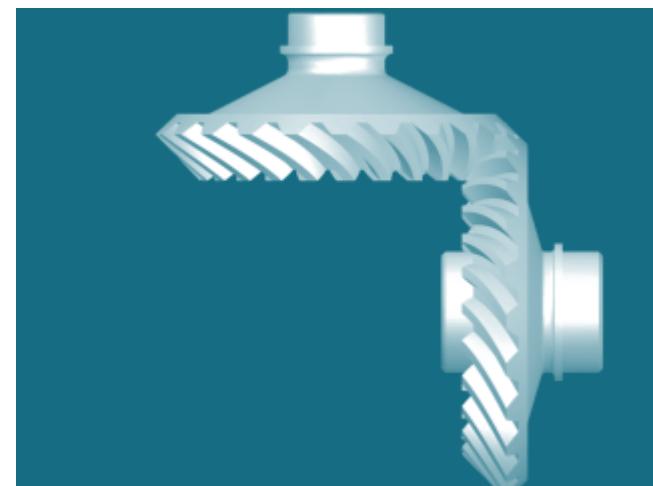
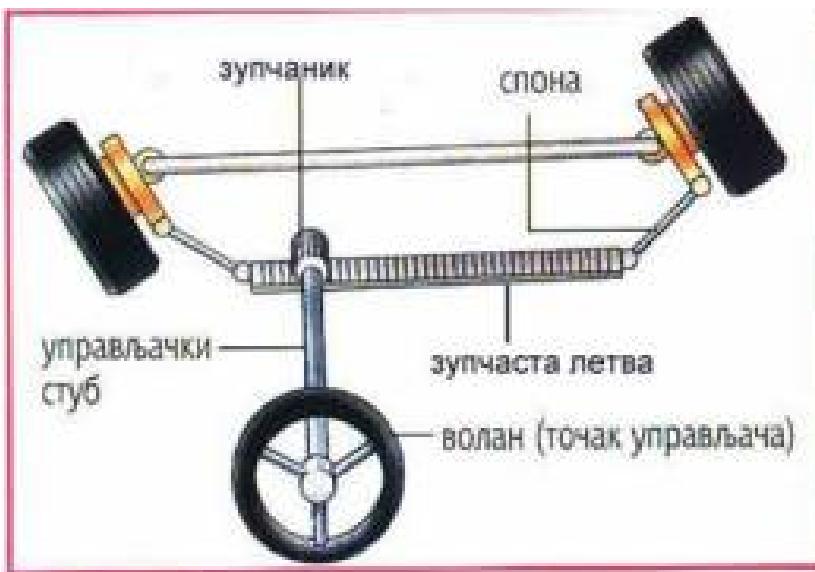
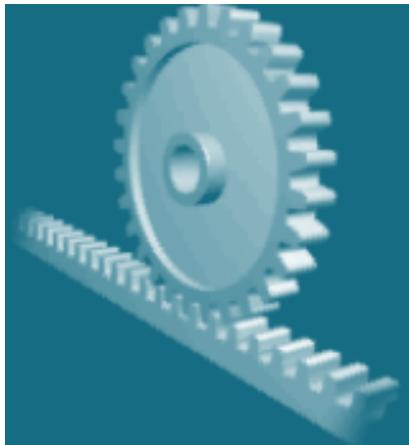
## Prikaz simbola zupca različitog oblika

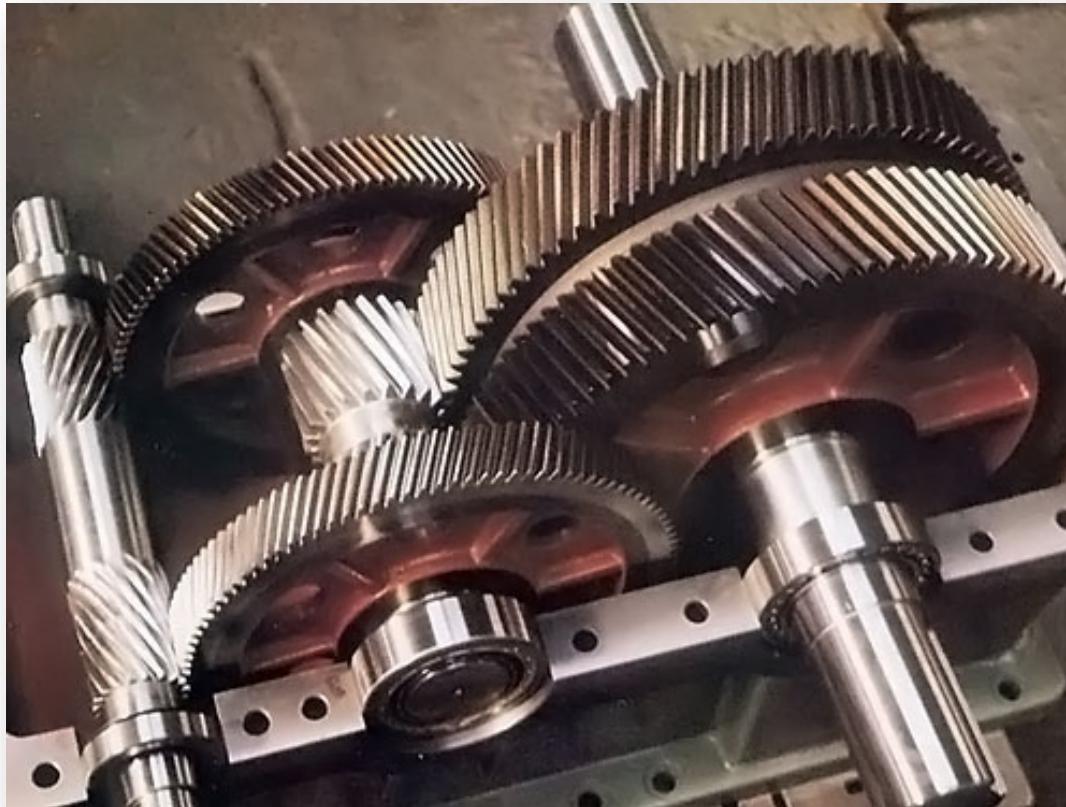
<i>Oblik (pravac) zupca</i>	<i>Simbol zupca</i>
<i>Kosi desni</i>	
<i>Kosi levi</i>	
<i>Strelasti</i>	
<i>Zavojni</i>	



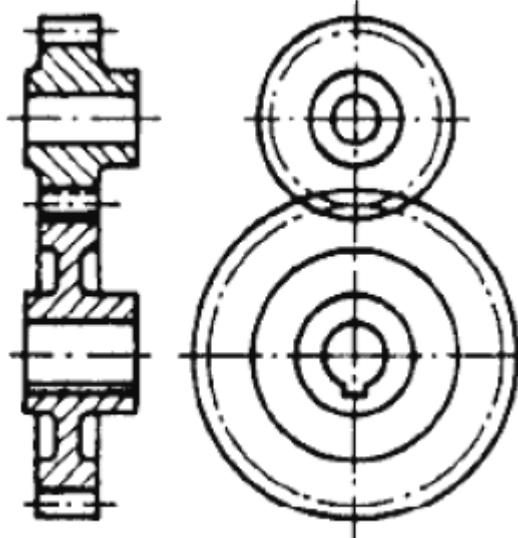
© F. A. Lohmüller, 2010

Postoji spoljašnje i unutrašnje ozubljenje

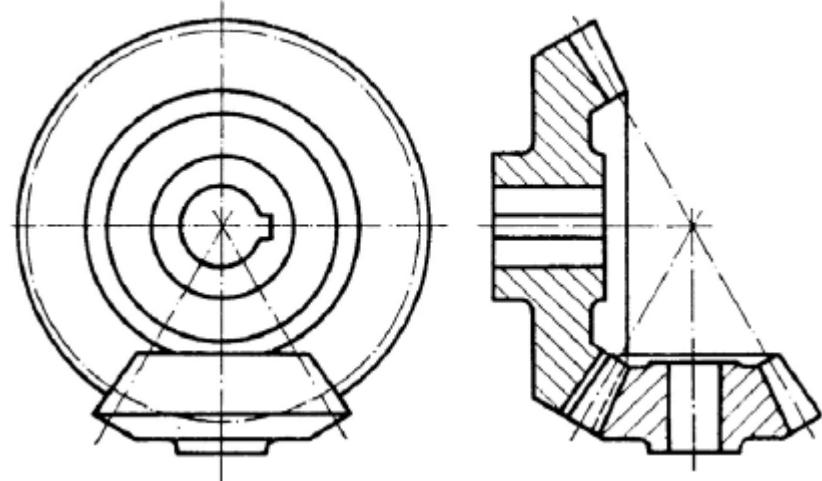




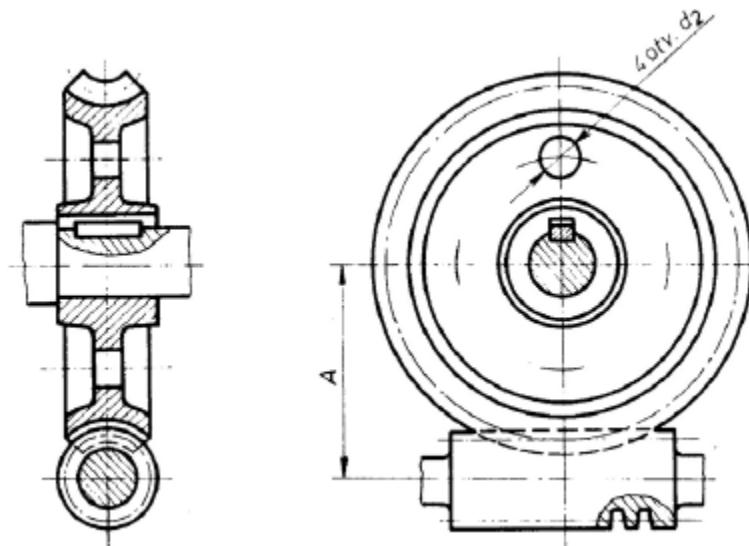
## Uprošćeno prikazivanje zupčanika



Cilindrični zupčasti par

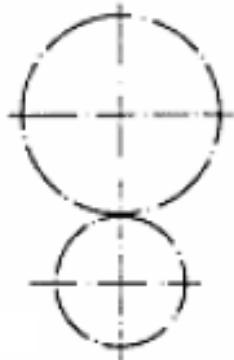


Konični zupčasti par

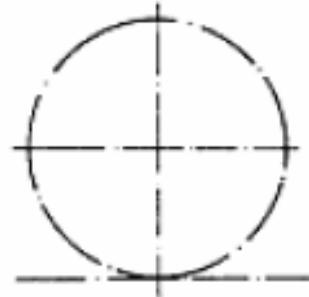


Pužni zupčasti par

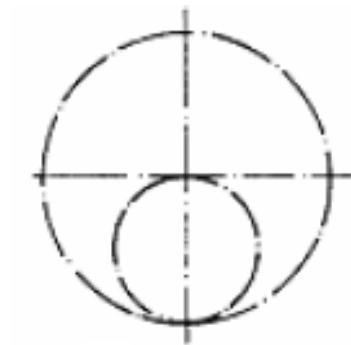
## Šematsko prikazivanje zupčastih parova



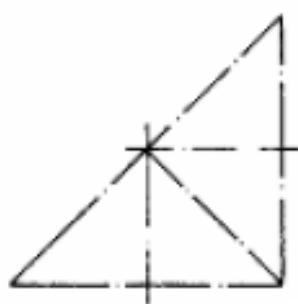
Cilindrični zupčasti par



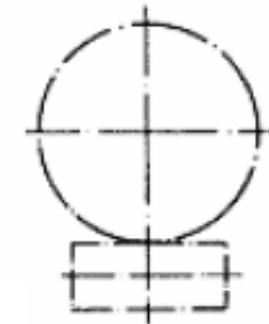
Zupčanik i zupčasta letva



Cilind. zup. par sa  
unutrašnjim ozubljenjem



Konični zupčasti par



Pužni zupčasti par

### Prednosti:

- pouzdani tokom rada,
- precizan i tačan prenosni odnos,

### Nedostaci:

- složena izrada,
- veoma bučni,
- neophodno podmazivanje (ulje ili mast),
- stvaraju se vibracije pri velikom broju obrtaja.
- složena montaža.

## Kaišni (remenji) prenosnici

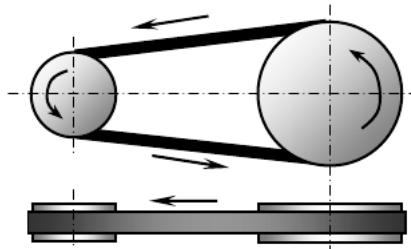
- To su elastični prenosnici snage i broja obrtaja.
- Pripadaju grupi prenosnika koji opterećenje prenose prijanjanjem.



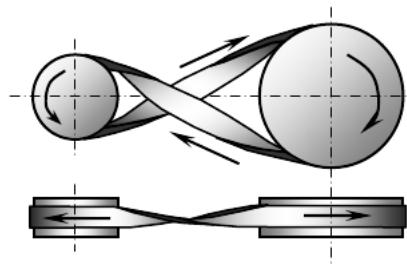




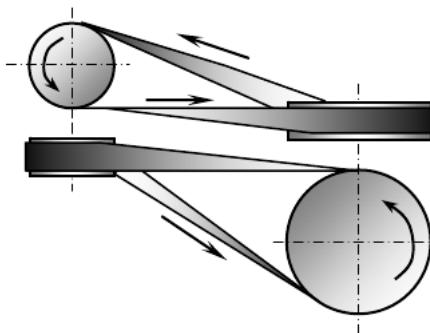
U zavisnosti od osa pogonskog i gonjenog kaišnika remeni prenosnici mogu biti:



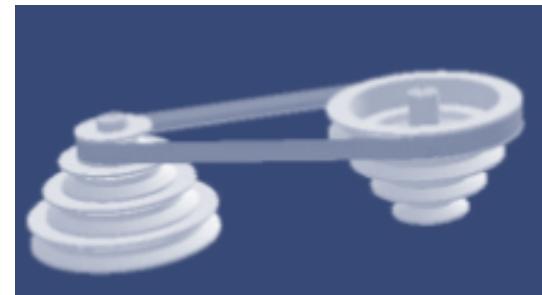
Otvoreni remeni prenos



Ukršteni remeni prenos



Poluukršteni remeni prenos



Stepenasti remeni prenos

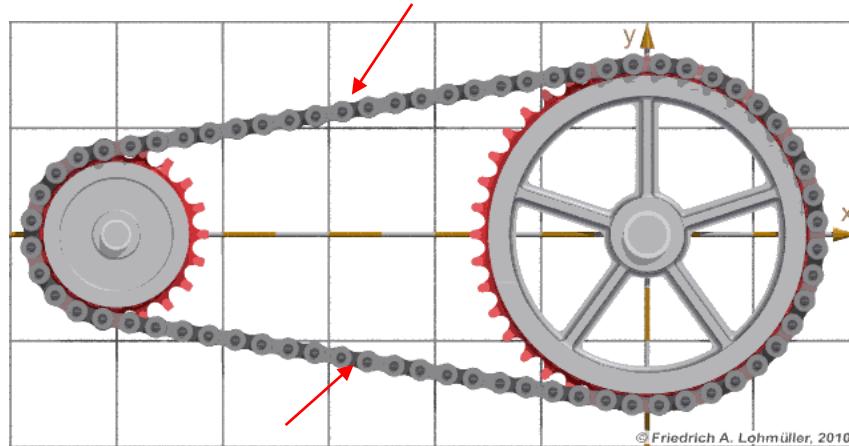


- Kaišni prenosnici pripadaju grupi elastičnih prenosnika.
- Prenos snage se ostvaruje savitljivim elementima – kaiševima (remenima).
- Radno opterećenje se prenosi posredstvom sile trenja.
- Primjenjuje se za prenos snage i obrtnog kretanja vratila koja se nalaze na međusobno većem osnom rastojanju.
- Realtivno tih rad.
- Ukoliko dođe do preopterećenja radne mašine, javlja se proklizavanje – zaštita da ne dođe do loma dijelova mašine.

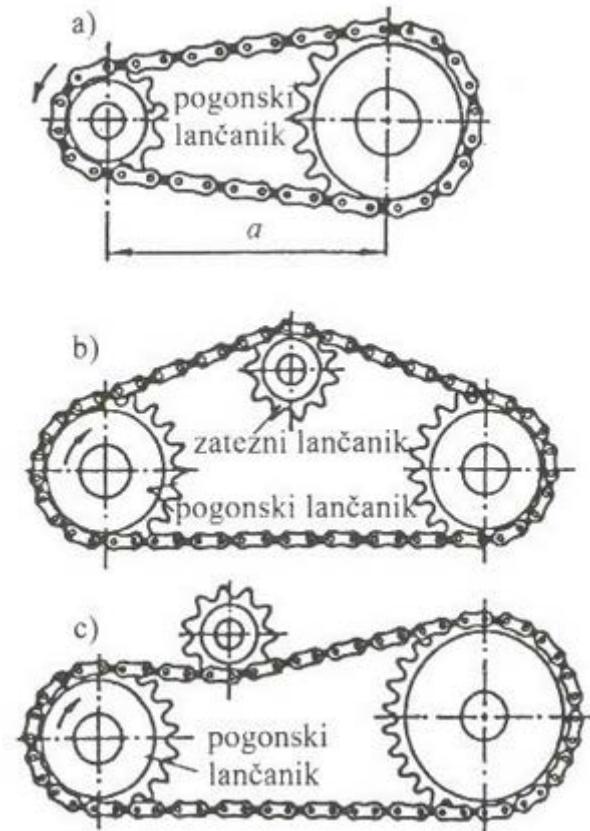
## Lančani prenosnici

- Lančani prenosnici pripadaju grupi prinudnih posrednih prenosnika.
- Prenos snage ostvaruje se fleksibilnim elementima - lancima.
- Pripadaju grupi prenosnika koji opterećenje prenose zupcima.
- Elementi lančanog prenosnika su:
  - lanac,
  - lančanici (dva nazubljena točka),
  - uređaj za zatezanje i
  - urađaj za podmazivanje.

Radni (vučni) krak lanca

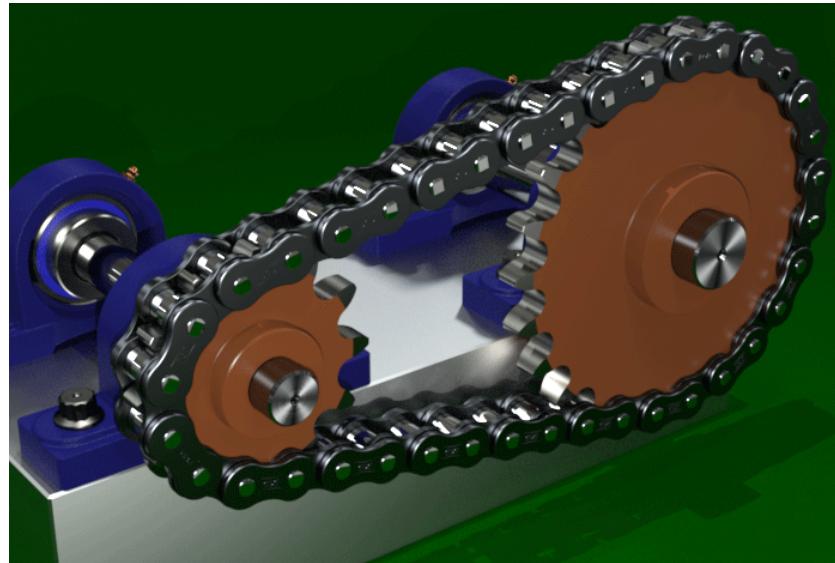


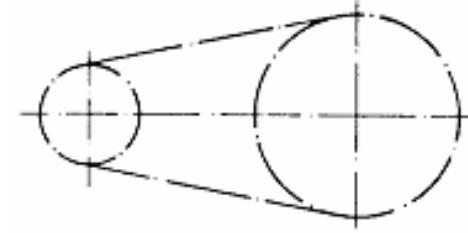
Slobodni (neradni) krak lanca





© Friedrich A. Lohmüller, 2010





Shematski prikaz lančanog prenosnika

# TEHNIČKA DOKUMENTACIJA

Metalurško-Tehnološki fakultet  
Univerzitet Crne Gore

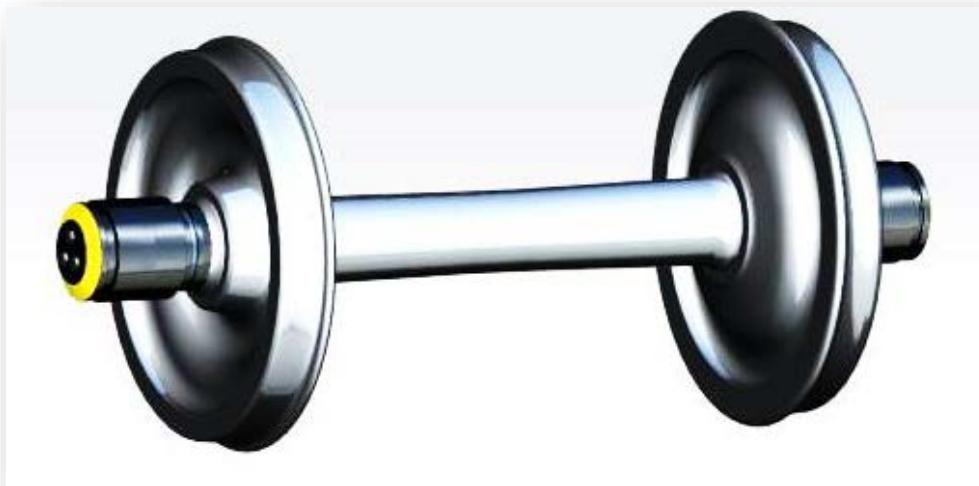
Prof. dr Darko Bajić  
2018.

## Elementi obrtnog kretanja

- Osnovno kretanje kod svih radnih mašina je obrtno kretanje.
- Transportna sredstva funkcionišu na osnovu obrtnog kretanja.
- Elementi obrtnog kretanja su:
  - osovine,
  - vratila,
  - spojnice i
  - ležajevi.

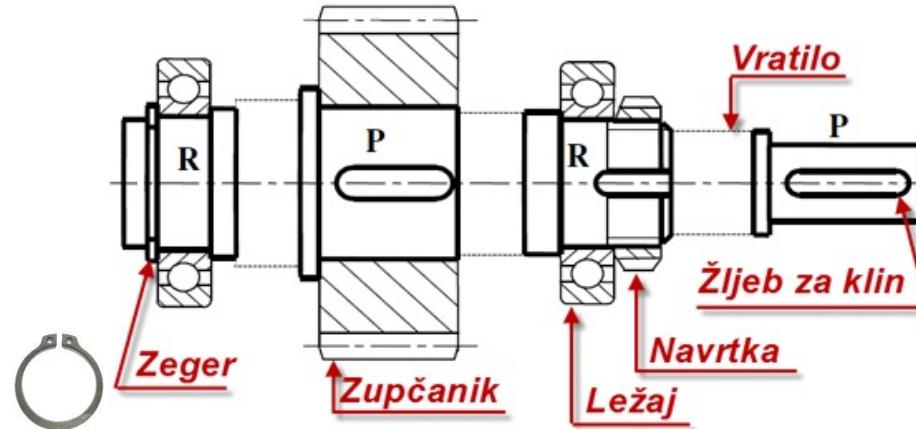
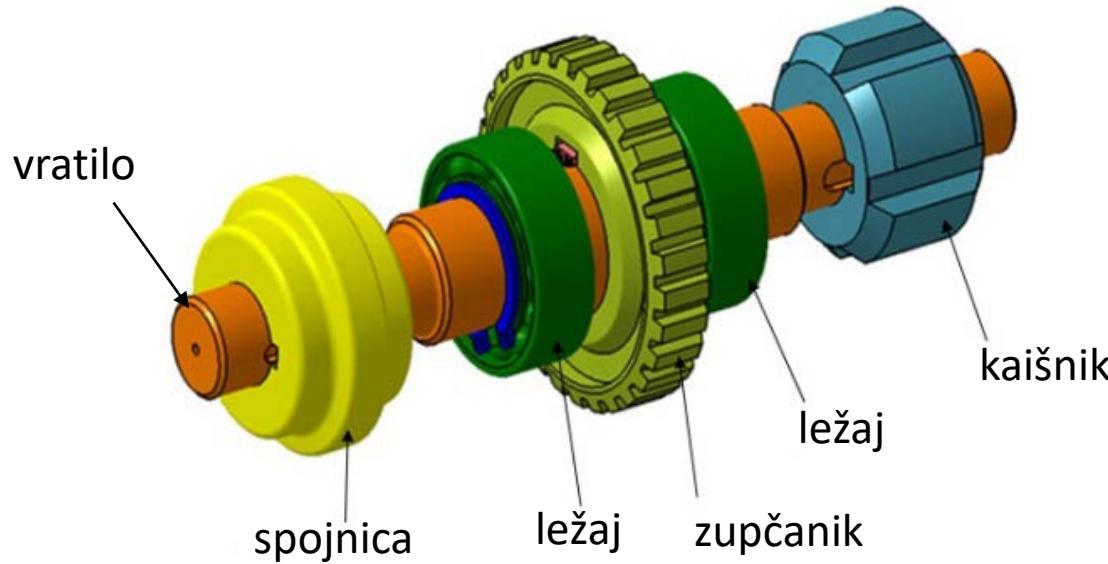
## Osovine

- Osovine služe za nošenje mirnih i obrtnih mašinskih dijelova: točkova, zupčanika, kaišnika ...
- Osovine ne prenose snagu/moment pa su **opterećene samo na savijanje, zatezanje, odnosno pritisak.**

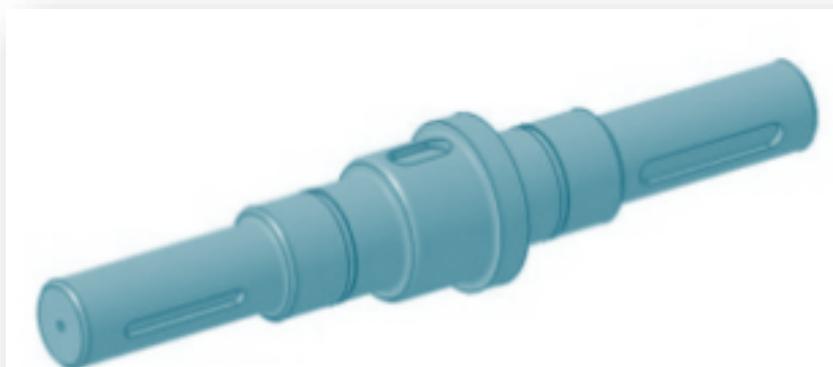


## Vratila

- Vratila služe za spajanje elemenata (zupčanici, lančanici, kaišnici, frikcionni točkovi, ležajevi, spojnice, navrtke, zegeri i klinovi) u funkcionalnu cjelinu.



- Vratila služe za prenošenje kretanja i opterećenja.
- Izložena su složenom opterećenju: **savijanje + uvijanje**.
- Prema obliku vratila se dijele na:
  - prava,
  - koljenasta,
  - bregasta,
  - kardanska i
  - gipka.
- **Prava vratila** (osa prava linija) se koriste kod elektromotora i reduktora.  
Poprečni presjek je kružni.



Stepenasto vratilo

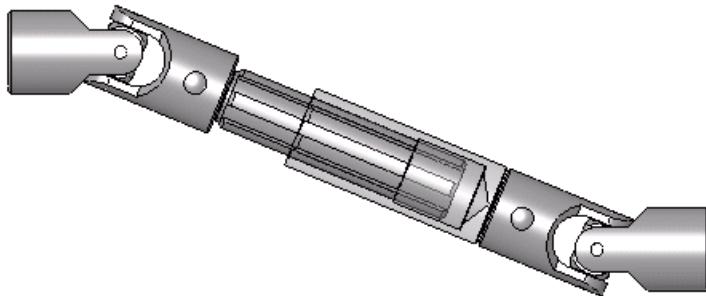


Glatko vratilo

- **Koljenasto vratilo** se koristi kod motora SUS (kao glavno vratilo), klipnih kompresora, ekscentar presa i dr. transformiše pravolinijsko u obrtno kretanje ili obrtno u pravolinijsko kretanje.
- **Bregasto vratilo** se koristi za kontrolu rada usisnih i izduvnih ventila kod motora SUS. Od funkcijonisanja ovog elementa zavisi cjelokupni rad motora: izlazna snaga, potrošnja goriva, radni vijek motora itd.

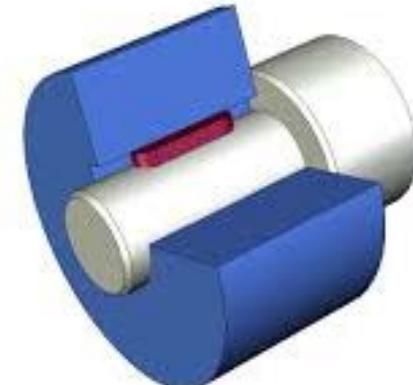
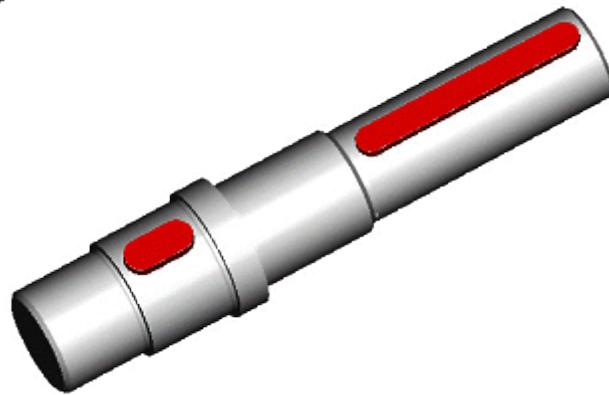
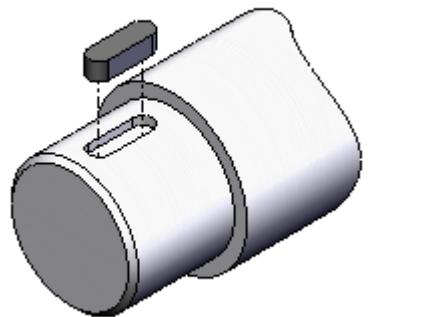


- **Kardansko vratilo** se koristi za prenos obrtnog kretanja od motora do diferencijala (motorna vozila).  
Primjena kod radnih mašina.

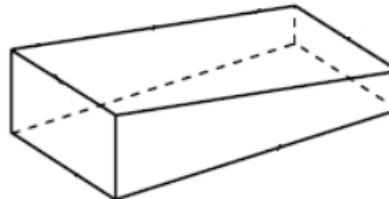


## Klinovi

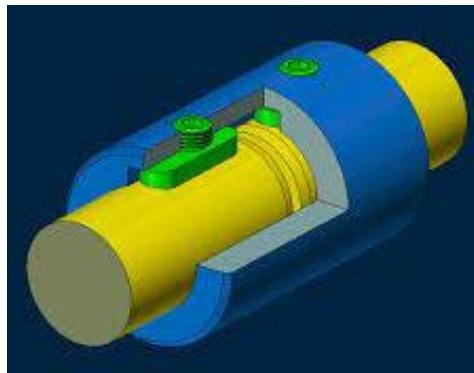
- **Klinovi** se koristi za povezivanje, osiguranje i podešavanje mašinskih elemenata u sklopu tehničkog sistema.
- Zavisno od položaja klina, razlikujemo **uzdužne** (poduzni) i **poprečne** klinove.



- **Uzdužni klinovi** se postavljaju duž ose vratila i mogu biti:
  - Sa nagibom – za prenošenje obrtnog kretanja od vratila ka glavčini ili obrnuto, prenose uzdužne sile i za osiguravanje dijelova spoja .

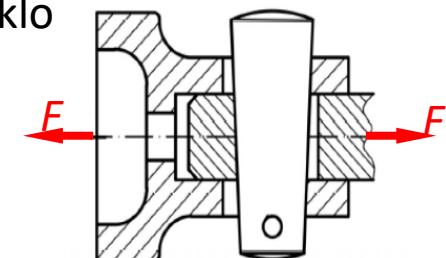


- Bez nagiba - isključivo i samo za prenošenje obrtnog kretanja od vratila ka glavčini ili obrnuto.



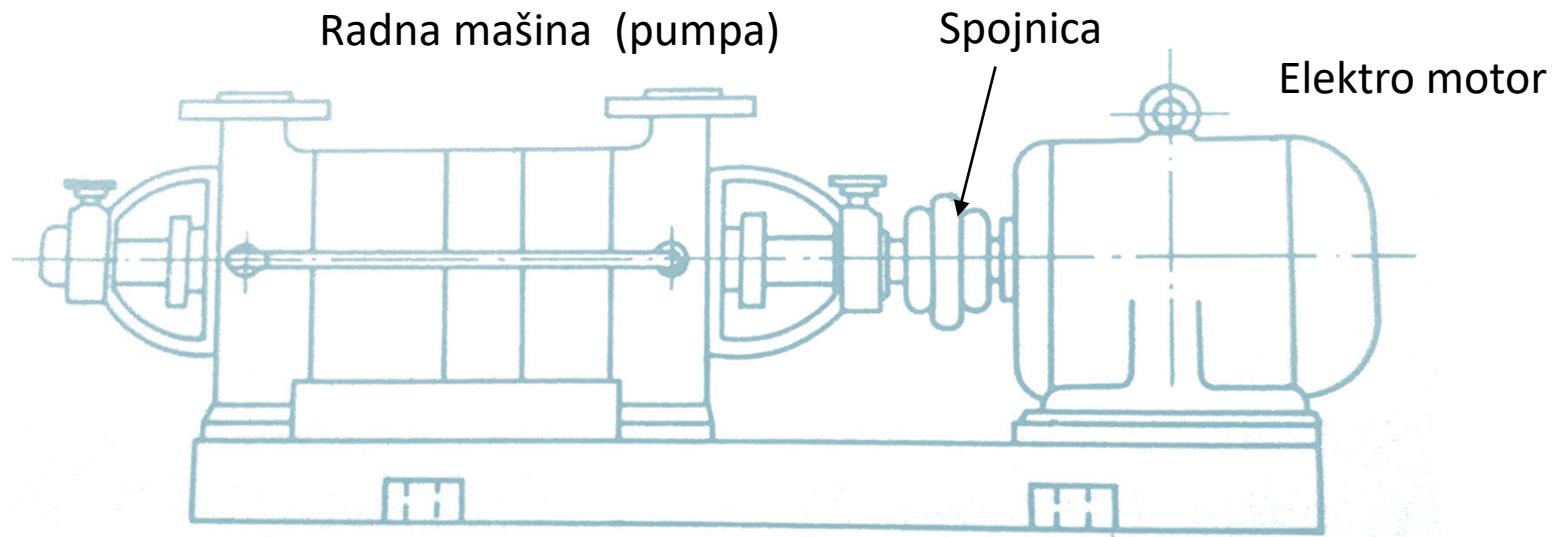
Uzdužni klin  
(segmentni) klin za  
prenos malih  
obrtnih momenata.

- **Poprečni klinovi** (uvijek sa nagibom) koriste se za prenošenje uzdužnih (aksijalnih) sila i za podešavanje međusobnog položaja dijelova u sklopu ulazne i izlazne osove.
  - Postavljaju se upravno na osu spojenih dijelova.
  - Opterećeni su na savijanje i smicanje.



## Spojnice

- Mašinski elementi koji imaju funkciju prenosa obrtnog momenta i kretanje između koaksijalnih vratila (vratila sa radijalnim, aksijalnim i ugaonim odstupanjem osa).



- Spojnice ne utiču na promjenu inteziteta i smjera obrtnog momenta.
- Vrše prigušenje udarnih opterećenja i torzionih oscilacija tokom rada sistema.
- Podjela spojnica prema:
  - načinu prenošenja obrtnog momenta,
  - načinu ostvarivanja svoje funkcije.

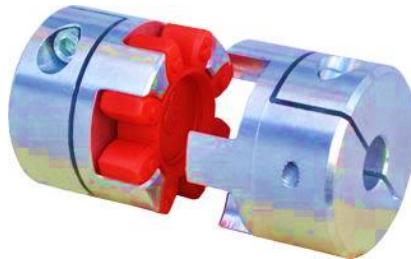




- Podjela spojnica prema:
  - načinu prenošenja obrtnog momenta: **mehanička, elektromagnetna i hidraulična,**
  - načinu ostvarivanja svoje funkcije: **nerazdvojive, razdvojive i specijalne.**
- Podjela spojnica prema mogućnosti razdvajanja veze:
  - rastavljive: **uključno-isključne i specijalne,**
  - nerastavljive: **krute i prilagodne.**

**Rastavljive spojnice** - aktiviranje funkcije moguće tokom rada sistema:

- Uključno-isključne spojnice mogu biti:



a) kandžaste



b) zupčaste



c) frikcione

- Specijalne spojnice mogu biti:



a) sigurnosne,



b) centrifugalne



c) jednosmjerne

**Nerastavljive spojnice** - konstantan prenos obrtnog momenta:

- Krute spojnice mogu biti:

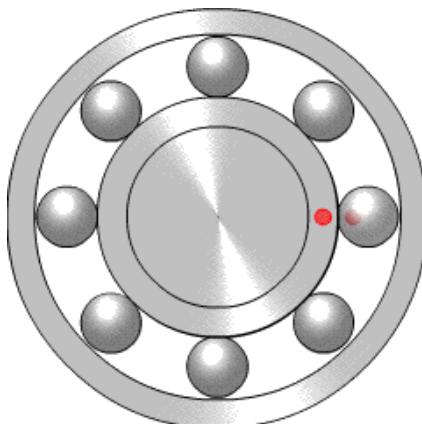
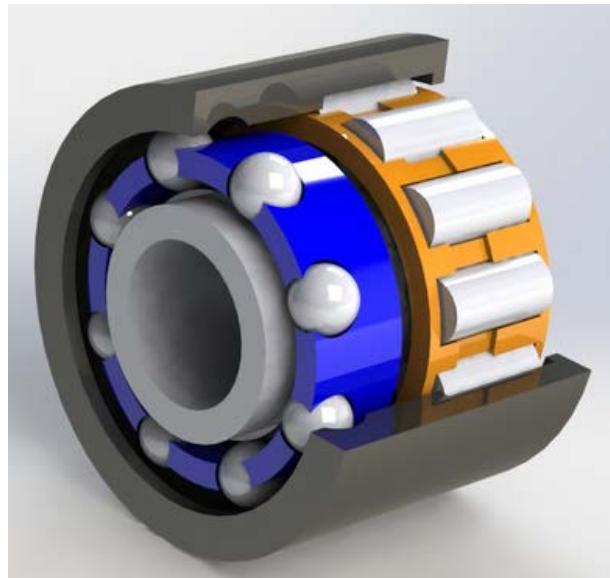
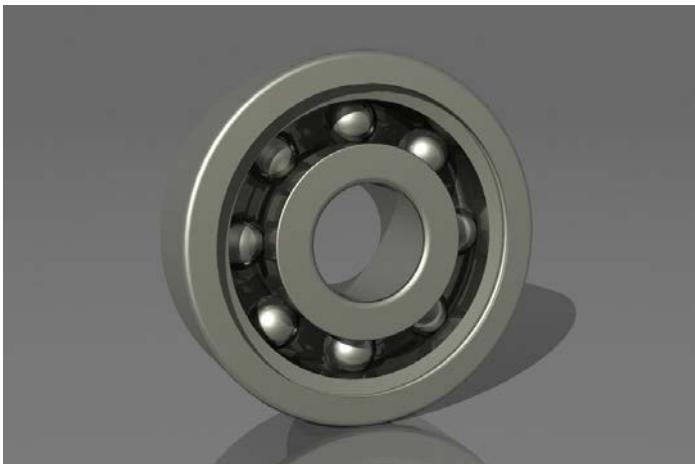
- a) spojnice sa naglavkom,
- b) spojnice sa obodom,
- c) oklopne spojnice.

- Prilagodne spojnice mogu biti:

- a) neelastične,
- b) elastične.

## Ležajevi

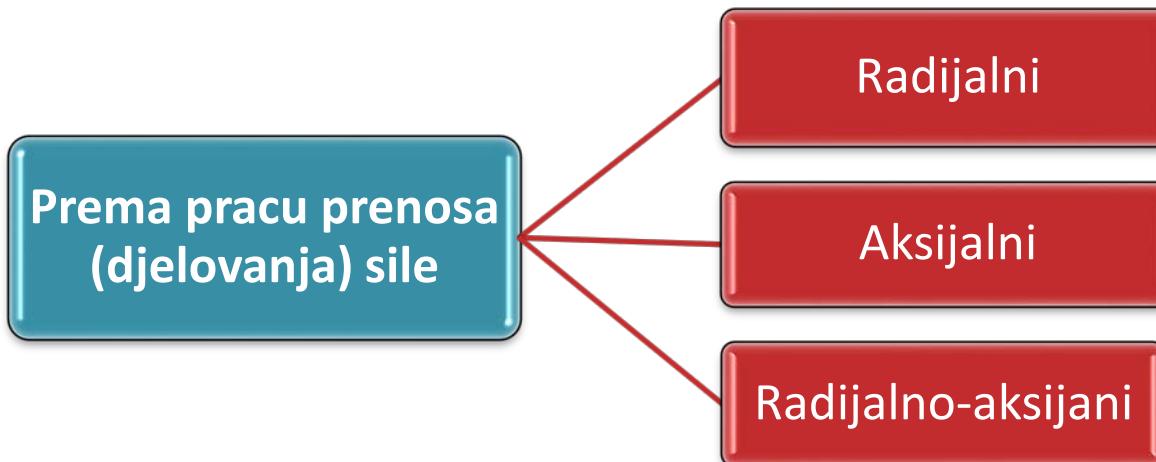
- Ležajevi su mašinski elementi koji imaju funkciju vođenja i nošenju osovina i vratila u kućištima i prenošenja opterećenja između obrtnih elemenata.





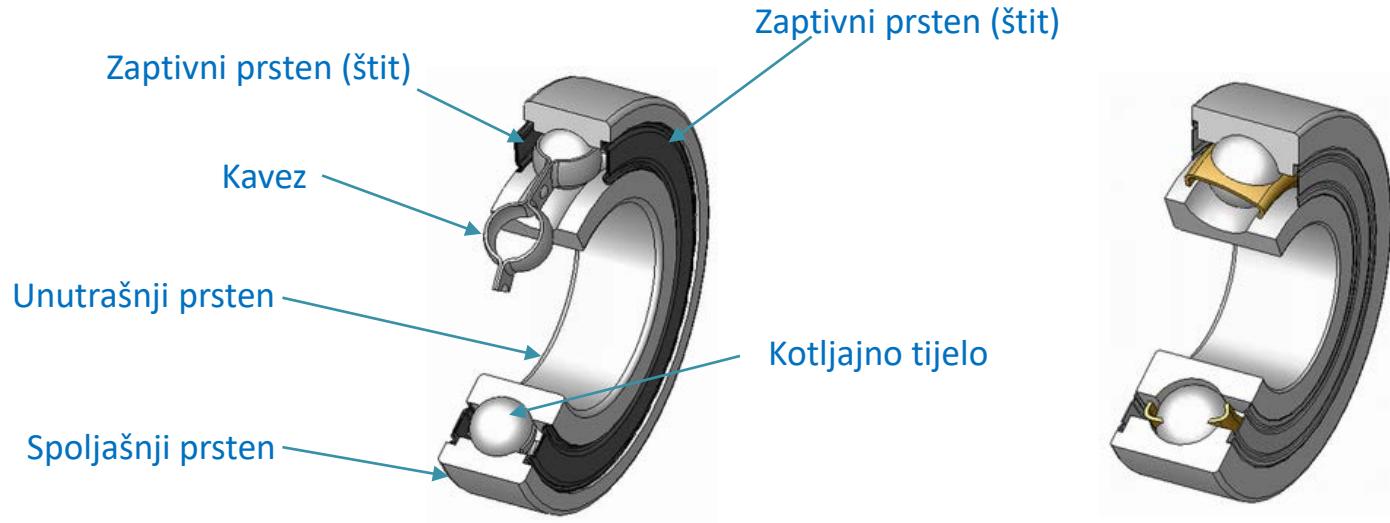
- Leonardo da Vinci je konstruisao ležaj čiji se model koristio sve do kraja XIX vijeka.
- Najstariji ležaj savremene konstrukcije je iz 1780. godine (Sprouston, Engleska), koji se koristio u vetrenjaci.
- Filip Moric Fiser je 1853. godine konstruisao prvi bicikl i prvu automatsku vodenicu - prvi put se u ležaju koriste čelične kuglice.
- Šveđanin Sven Wingquist (osnivač "SKF-a") je 1907. godine prvi konstruisao samopodesivi ležaj.





- Podjela ležajeva prema broju redova kotrljajnih tijela:
  - jednoredni i
  - višeredni.
- Podjela ležajeva prema prilagorljivosti deformacije vratila u osloncu ležaja:
  - krute (nepodesive) i
  - zglobne (podesive).

- Osnovni elementi ležaja



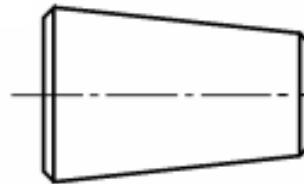
#### Kotljajno tijelo



kuglično



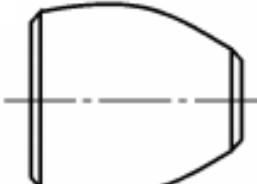
valjkasto



konusno-valjkasto



cilindrično-valjkastio



bačvasto



igličasto



kuglično



valjkasto



konusno-valjkasto



cilindrično-valjkasto

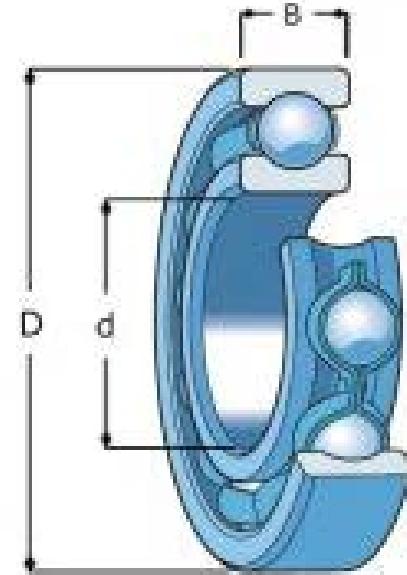


bačvasto

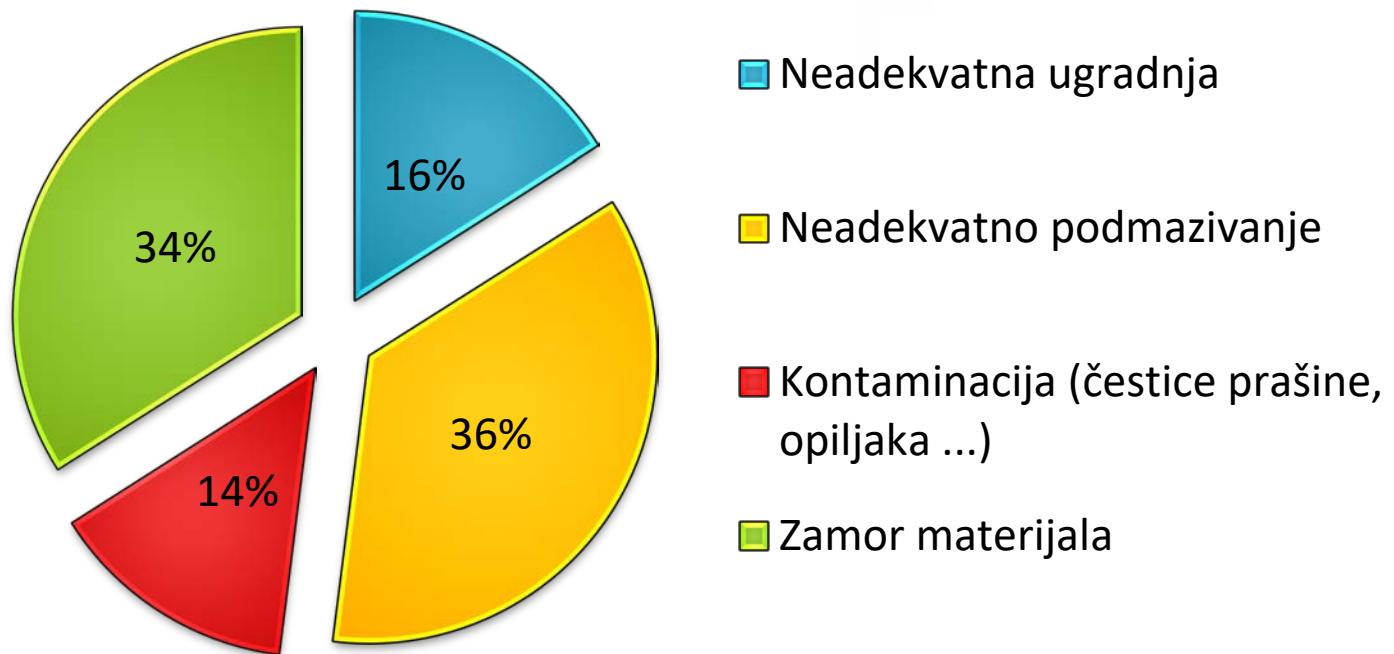


igličasto

- Pri izboru ležaja, važne su tri dimenzijske:
  - nominalni prečnik otvora ležaja –  $d$
  - spoljašnji prečnik –  $D$
  - širina ležaja –  $B$ .



### *Uzroci otkaza ležaja*



# TEHNIČKA DOKUMENTACIJA

Metalurško-Tehnološki fakultet  
Univerzitet Crne Gore

Prof. dr Darko Bajić  
2018.

## Posude pod pritiskom

- Posude pod pritiskom spadaju u najodgovorniju i najzahtjevniju grupu zavarenih proizvoda.
- Karakterišu se povećanim ili visokim rizikom od otkaza za čovjeka, čovjekovu okolinu i materijalna dobra.
- Kvalitet i pouzdanost zavarenih spojeva su osnovni parametri pri procjeni pouzdanosti posude pod pritiskom u cjelini.
- Terminologija i definicije za posude pod pritiskom definisani su standardom **MEST EN 764-1:2016**.
- **Posuda pod pritiskom** – posuda čija je unutrašnja šupljina hermetički zatvorena, a predviđena je za rad pod pritiskom.
- **Najveći dozvoljeni pritisak (PS)** je najveći pritisak za koji je oprema projektovana i koji je utvrdio proizvođač.
- **Proračunski pritisak** – pritisak na osnovu kojeg se vrši proračun otpornosti, čvrstoće i krutosti dijelova i spojeva aparata.

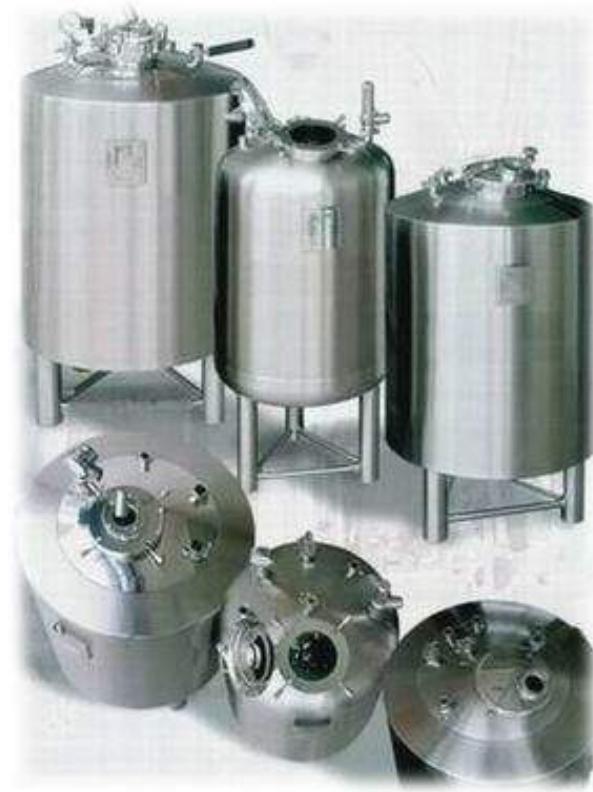
- Prema definiciji, proizvoljna posuda se smatra posudom pod pritiskom ako su ispunjeni uslovi:

$$\left. \begin{array}{l} p > 0,5 \\ p \cdot V \geq 0,3 \end{array} \right\}$$

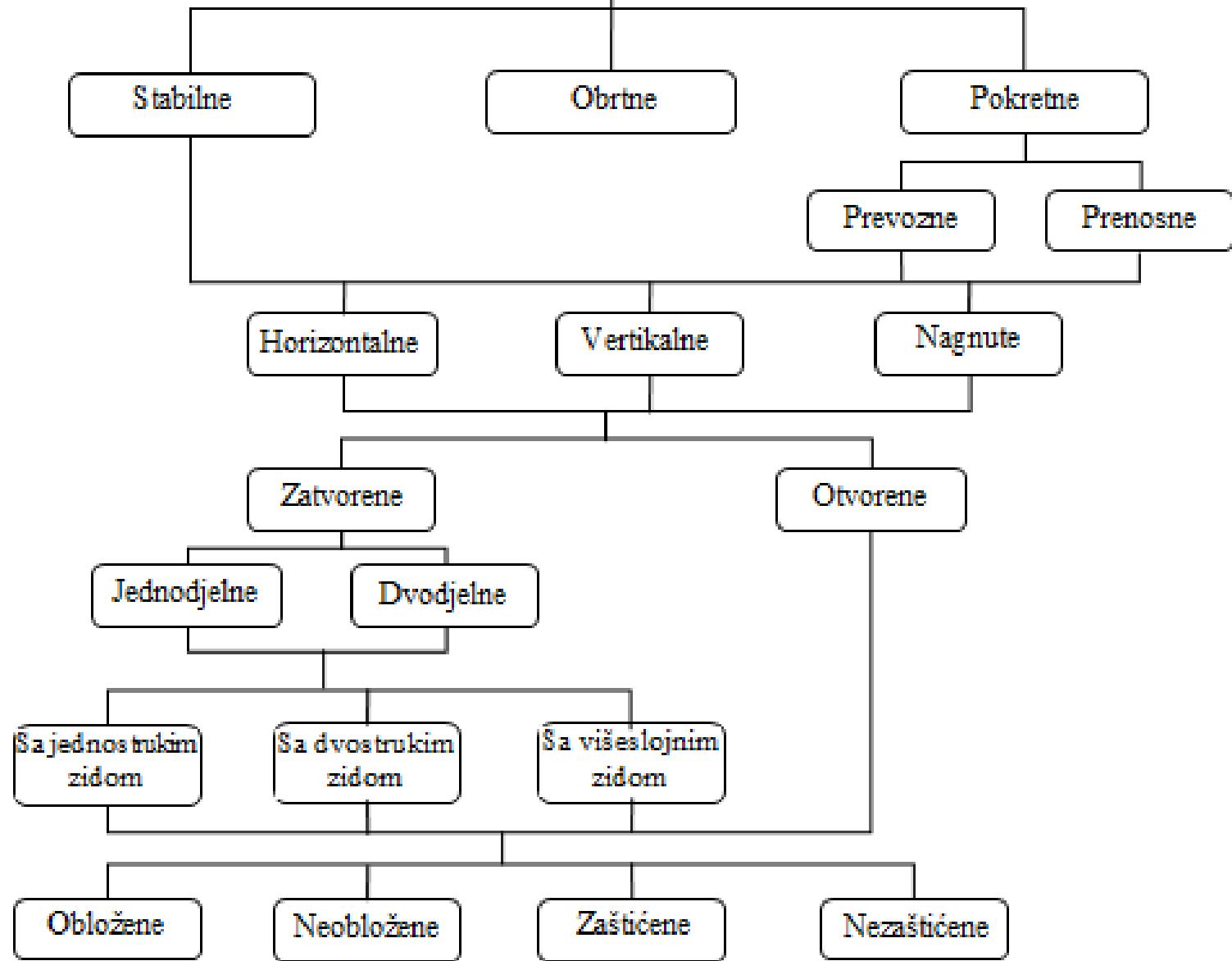
$p$  – najveći radi pritisak, [bar]

$V$  – radna zapremina, [ $\text{m}^3$ ]

i ako iz nje radna materija može ekspandovati u okolinu.



## POSUDE POD PRITISKOM



- **Klasa posude je nivo pouzdanosti funkcionisanja posude pod pritiskom u predviđenim uslovima eksplotacije i radnom vijeku trajanja.**
- Razlikuju se tri klase posude:
  - **Projektna klasa** – zahtijevani nivo pouzdanosti posude, a određuje se prema standardom definisanoj tabeli.
  - **Izvedena klasa** – ostvareni nivo pouzdanosti nakon izrade i montaže posude, a prije početka njene eksplotacije.
  - **Trenutna klasa** – trenutni nivo pouzdanosti posude.
- Faktori koji se uzimaju u obzir prilikom određivanja klase posude pod pritiskom:
  - opšti i
  - lokacijski.



<b>I klasa</b>	glavne posude u nuklearnim postrojenjima, posude sa otrovnom, eksplozivnom i zapaljivom radnom materijom
<b>II klasa</b>	veće posude u procesnim postrojenjima: reaktori, kolone, izmjenjivači, velike posude pod pritiskom, veliki i srednji parni kotlovi
<b>III klasa</b>	važne posude u procesnim postrojenjima: izmjenjivači, kolone, srednje posude, manji parni kotlovi
<b>IV klasa</b>	manje posude s neutralnom radnom materijom



podzemni rezervoar



nadzemni rezervor



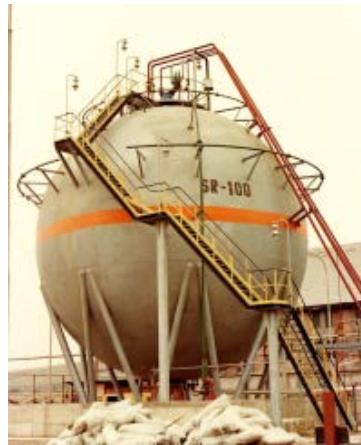
visinski rezervoar



bunker



boca za TNG



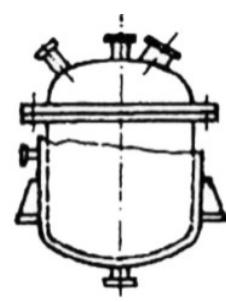
sferni rezervoar za  
gasove pod pritiskom



parni kotao

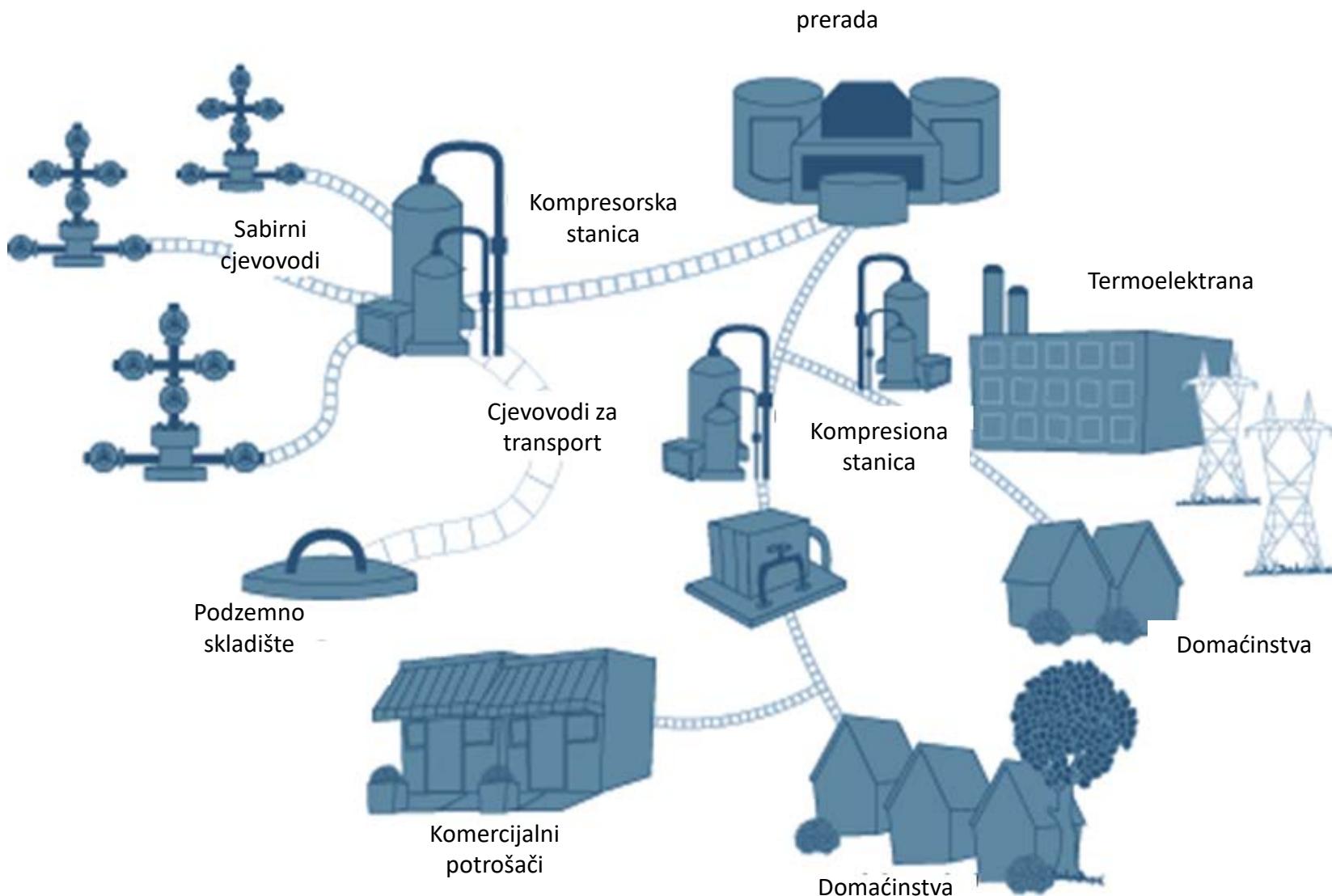


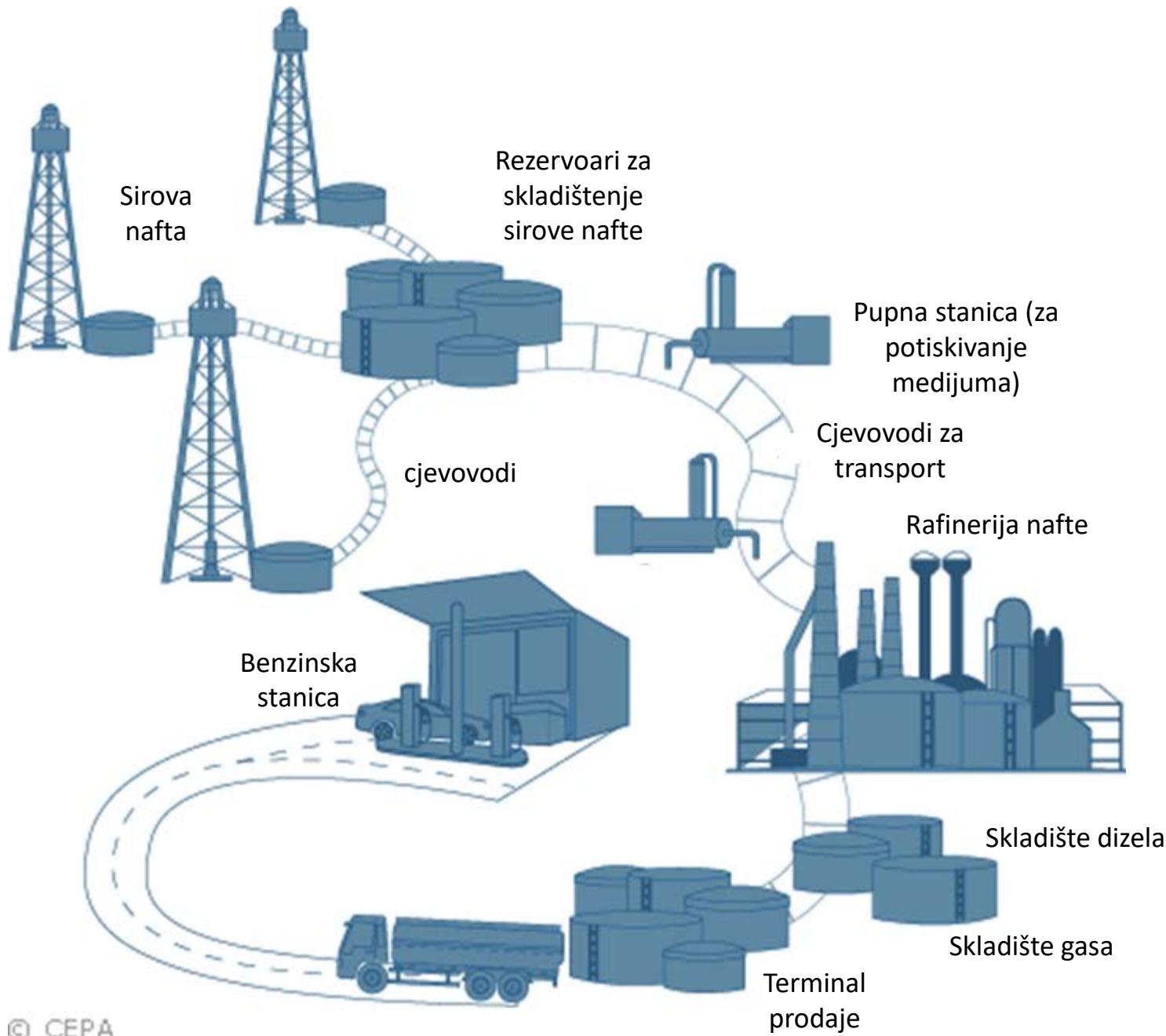
posuda za  
kuvanje



reaktor

- **Cjevovod čini niz međusobno spojenih cijevi sa pratećim elementima (kompenzatori, odgovarajuća armatura, mjerna i kontrolna tehnika) koji obezbjeđuje nepropusnost.**
- Život ljudske zajednice temelji se na okruženju u kojem energija ima dominantnu ulogu.
- **Rasprostranjenost mreža cjevovoda prati visok životni standard ljudi i visok tehnološki razvoj.**
- Da bi se zadovoljila potreba za naftom, gasom ili vodom, koriste se cjevovodi za njihov transport od izvora do krajnjeg potrošača.
- Cjevovodima se transportuju velike količine fluida kontinuiranim strujanjem.
- Da bi se došlo do optimalne konstrukcije cjevnog sistema neophodne su kompleksne inženjerske studije, kako bi se definisali osnovni parametri: **prečnik cjevovoda, upotrebljeni materijal, maršruta cjevovoda, potrebni kapaciteti pumpi koje vrše kompresiju transportovanog fluida.**





U zavisnosti od transportovanog medija, cijevi se označuju različitim bojama:

- ✓ voda – zeleno,
- ✓ para – crveno,
- ✓ vazduh – plavo,
- ✓ zapaljivi gas – žuto s crnim prstenom,
- ✓ nezapaljivi gas – žuto,
- ✓ kiseline – narandžasto,
- ✓ lužine – ljubičasto i
- ✓ katran – crno.



Cjevovodi mogu biti **jednostavne** (obično gumeno crijevo) ili **složene** konstrukcije.

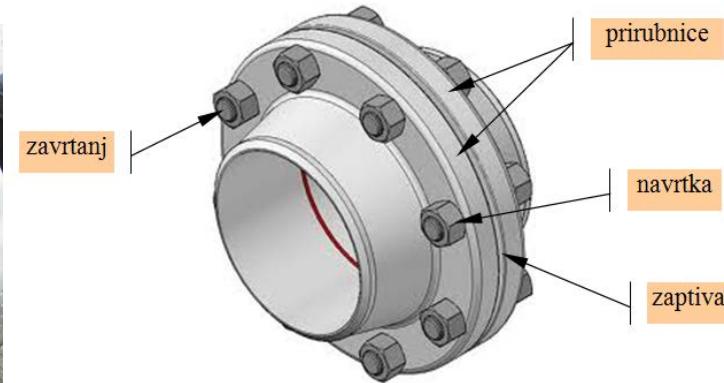
Kod cjevovoda složene konstrukcije postoje:

- ✓ cijevi,
- ✓ elementi za spajanje i nastavljanje cijevi,
- ✓ elementi za zaptivanje,
- ✓ elementi za promjenu pravca cjevovoda i kompenzaciju dilatacije,
- ✓ elementi za regulaciju i zatvaranje protoka,
- ✓ sigurnosni elementi,
- ✓ instrumenti,
- ✓ prateći elementi (npr. za redukciju pritiska) i
- ✓ elementi za oslanjanje cijevi.

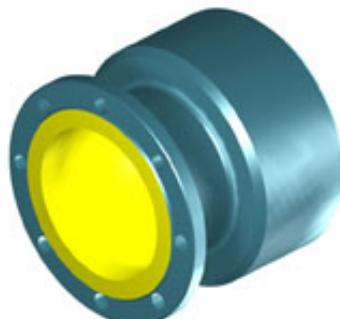
Cjevovodi se dijele prema namjeni:

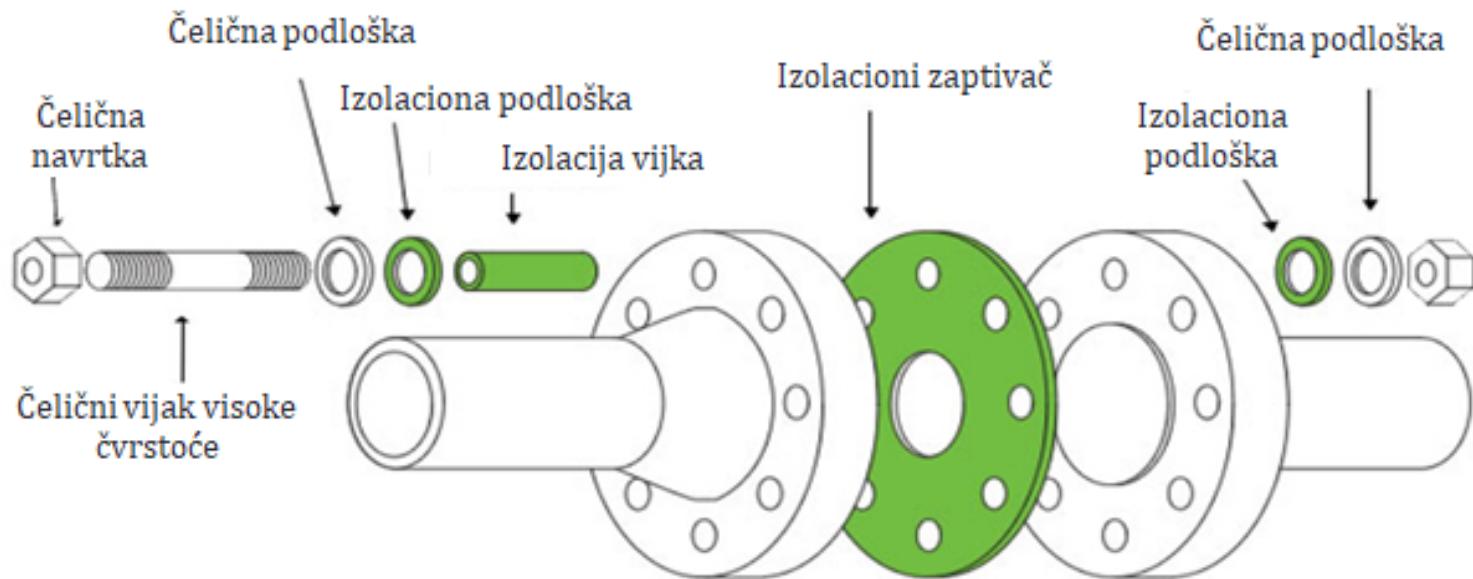
- ✓ **tehnološki cjevovodi** – koriste se za transport sirovine, poluproizvoda ili otpadnih materija u tehnološkom procesu rada nekog postrojenja,
- ✓ **sanitarno-tehnički cjevovodi** – koriste se za vodovode, gasovode, grijanja itd.,
- ✓ **cjevovodi za hidrauličke i pneumatske instalacije kod mašina i uređaja,**
- ✓ **cjevovodi specijalne ili posebne namjene.**

- Cjevovod, kao jedinstvenu konstrukcionu cjelinu, postižemo međusobnim povezivanjem svake pojedinačne cijevi.
- Nastavljanje cijevi (šavne i bešavne) vrši se primjenom:
  - tehnologije zavarivanja, kao nerastavljive veze,
  - korišćenjem prirubničke veze i hermeto spojevi (za male prečnike cijevi), kao rastavljive veze.



- Livene cijevi se proizvode (izlivaju) zajedno sa prirubnicama.







- Pod cijevnom armaturom (elementi cijevne opreme) prodržumijevo se niz uređaja koji služe za regulisanje ili upravljanje protokom fluida kroz cijev koristeći se efektom promjene površine protočnog presjeka.

**Prema namjeni**, cijevna armatura se dijeli u grupe:

- ⇒ cijevni zatvarači (ventili, zasuni, slavine, priklopci);
- ⇒ sigurnosni elementi (sigurnosni i povratni ventili);
- ⇒ elementi za redukciju pritiska (tzv. reducir ventili);
- ⇒ elementi za kompenzaciju dilatacije (kompenzacione cijevi, lire i dilatacione kutije);
- ⇒ elementi za odvajanje kondenzata i ispuštanje vazduha i
- ⇒ oslonci i nosači cjevovoda i postrojenja.

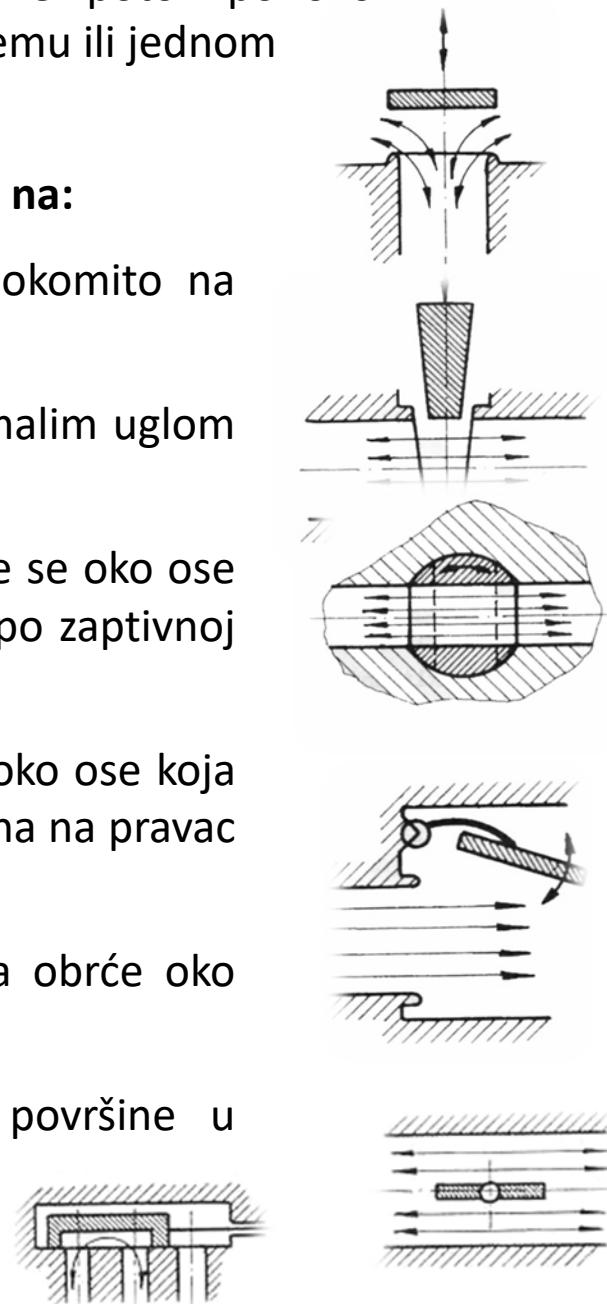
**Prema funkciji**, cijevna armatura se dijeli na:

- **zapornu** – vrši odvajanje jednog dijela cjevovoda od drugog,
- **prigušnu** – vrši prigušenje (redukciju) pritiska ako se javi potreba na sistemu,
- **jednosmjernu** – dozvoljava strujanje fluida samo u jednom smjeru,
- **regulišuću** – vrši regulaciju pritiska, temperature ili protoka fluida u cjevovodu,
- **sigurnosnu** – vrši automatsko otvaranje protočnog presjeka ukoliko pritisak fluida ispred ventila prekorači prag dozvoljene vrijednosti,
- **havarijsku** – vrši automatski prekid strujanja fluida ka mjestu havarije,
- **aeracionu ili odzračnu** – koristi se za ispuštanje gasova iz cjevovoda koji služe za transport tečnih materija i
- **kondenznu** - služi za uklanjanje kondenzata iz cjevovoda koji služi za transport zasićene pare.

- Osnovna funkcija zatvarača je da po potrebi prekine i potom ponovo uspostavi strujanje fluida u cijelom cijevnom sistemu ili jednom njegovom dijelu.

**Prema obliku i kretanju zatvarača armatura se dijeli na:**

- **Zaporne ventile** – kojim se zatvarač kreće okomito na zaptivnu (brtvenu) površinu (sjedište ventila).
- **Zasune** – zatvarač se kreće paralelno ili pod malim uglom u odnosu na zaptivnu površinu.
- **Slavine** – zatvarač sa prolaznim otvorom obrće se oko ose koja je upravna na pravac strujanja fluida i klizi po zaptivnoj površini na kućištu.
- **Priklopce** – zatvarač u obliku diska se okreće oko ose koja se nalazi izvan protočnog presjeka i koja je upravna na pravac strujanja fluida.
- **Leptire** – zatvarač prilagođen presjeku kanala obrće oko ose u središtu presjeka kanala.
- **Razdjelnike** – zatvarač klizi duž zaptivne površine u aksijalnom pravcu, upravno na osu otvora.



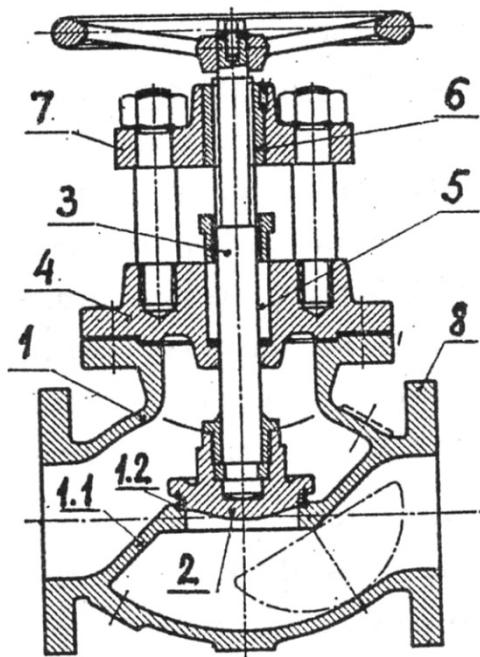
Kod ventila zatvarač se kreće upravno na zaptivnu površinu (sjedište ventila) bez klizanja.

### Osnovne prednosti:

- lako i brzo otvaranje i zatvaranje i
- visina podizanja zatvarača je relativno mala

### Glavni nedostaci:

- veliki protočni otvor,
- zbog naglog zatvaranja ili otvaranja hidraulički udar je moguć.

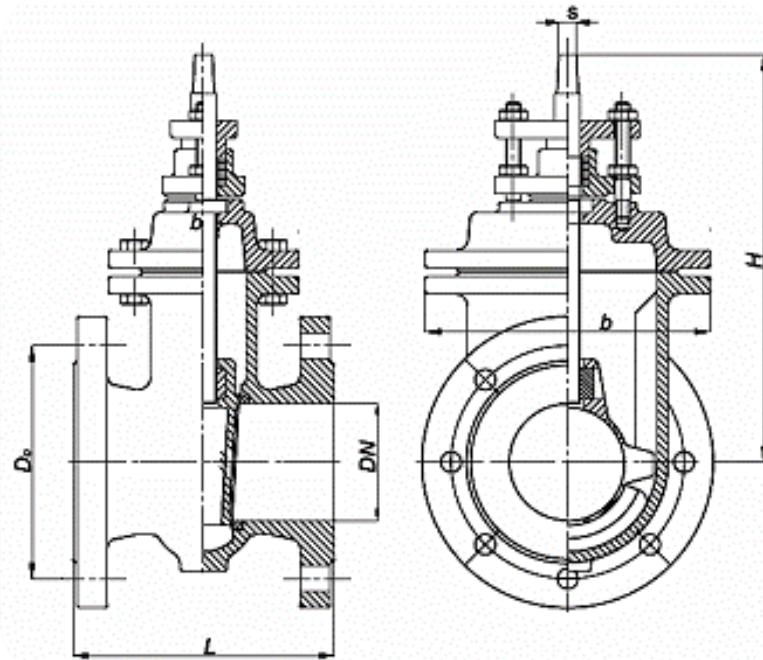


### Zaporni ventil:

- 1 - kućište (tijelo) ventila
  - 1.1 - pregrada
  - 1.2 - sjedište ventila
- 2 - zatvarač (pečurka)
- 3 - vreteno
- 4 - poklopac
- 5 - meka (ili metalna) zaptivka
- 6 - navrtka vretena
- 7 - disk
- 8 - prirubnica



- Zatvarač **zasuna** se kreće paralelno ili pod malim uglom u odnosu na zaptivne površine i naliježe na oba sjedišta (lijevo i desno).
- Za razliku od ventila, kod zasuna se javlja trenje koje uzrokuje pojavu habanja zaptivnih površina.
- Zasuni se koriste za nizivne prečnike od  $50 \div 2000$  mm.



*Zasun sa metalnim i gumenim zaprivanjem*

Zasuni kod većih prečnika cijevi upravljaju se korišćenjem električnog pogona i reduktora.

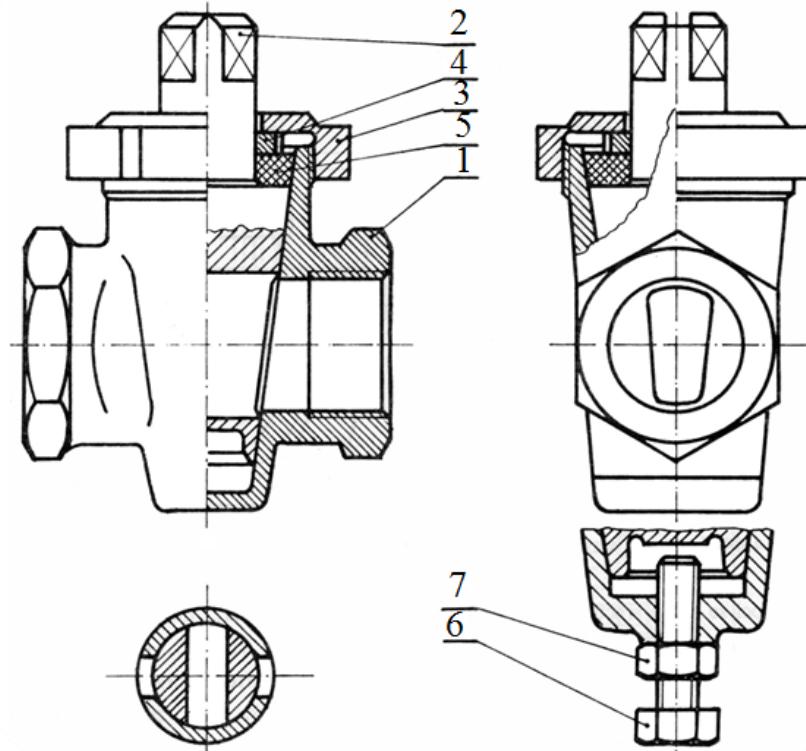


U odnosu na ventile, zasuni posjeduju:

- manji otpor strujanju fluida,
- manje su dužine, ali su znatno viši,
- za iste parametre transportovanog fluida i za iste eksplotacione karakteristike, skuplji su,
- postoji značajno manja opasnost od hidrauličkog udara jer je hod zatvaranja (otvaranja) dosta duži nego kod ventila,
- slabije su karakteristike prigušivanja i regulisanja protoka,
- nema razlike sa promenom smjera proticanja (jednako zaptivaju u oba pravca),
- sila otvaranja zasuna je  $\sim 1/\mu$  puta manja ( $\mu$  - koeficijent trenja klizanja zatvarača po zaptivnoj površini),
- zaptivne površine su izložene većem habanju u radu ....

Zatvarač **slavina**, obrće se oko svoje ose upravne na pravac strujanja fluida u cjevovodu te tako klizi po zaptivnoj površini kućišta slavine.

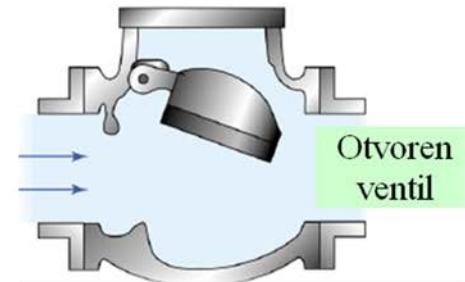
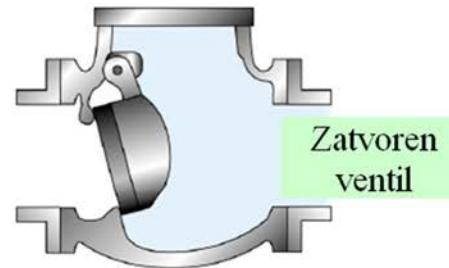
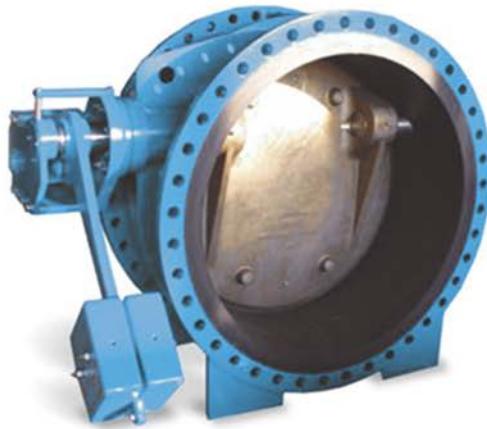
Odlikuju se velikom brzinom otvaranja, pa realno postoji opasnost od udara struje fluida, i velikom silom zatvaranja zbog trenja zaptivnog tijela.



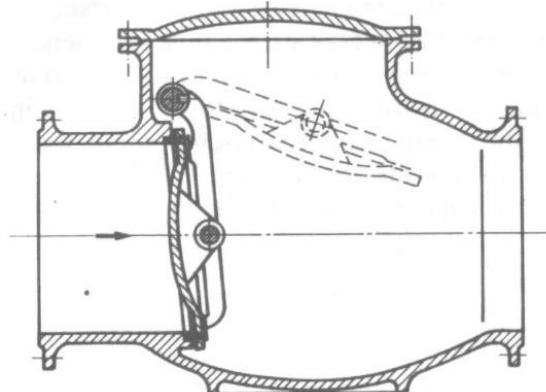
*Konstrukcija mesingane slavine: 1 – tijelo slavine; 2 – zaptivno tijelo;  
3 – navrtka; 4 – prsten; 5 – zaptivač 6 – vijak; 7 – navrtka*

## PRIKLOPCI

- Zatvarač **priklopca (klapne)** se obrće oko ose koja je upravna na pravac strujanja fluida i nalazi se van protočnog presjeka cijevi.
- Glavni nedostatak priklopca je što se ne postiže potreban nivo zaptivanja.



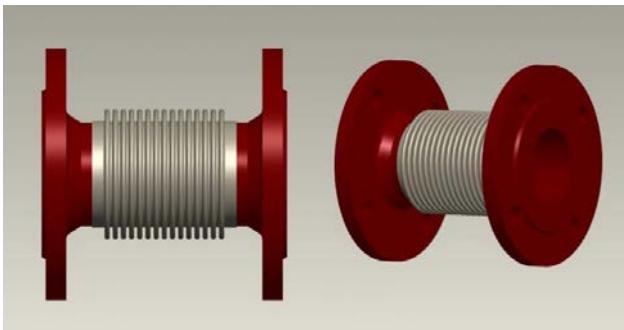
*Priklopac tipa V2-09*



# KOMPENZATORI

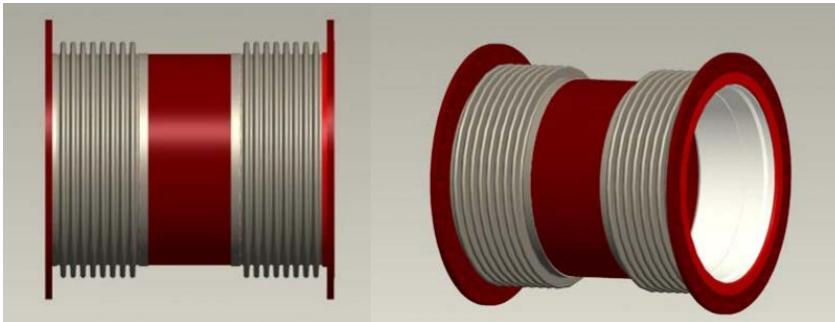
- Pomjeranje unutar sistema cjevovoda može se ublaži prirodnom savitljivošću sklopa ili pojedinih elemenata sklopa.
- **Kompenzatori** služe za uravnoteženje pomjeranja cijevnog sistema.
- Savitljive zavojnice oblikuju se od materijala koji može da bude metal, guma, ili smjesa na bazi elastomjera.
- Pomjeranje može da bude izazvano toplotnim širenjem, slijeganjem, ili drugim pomjeranjem krajnjih tačaka, vibracijom ili drugim spoljnim opterećejima.

## Aksijalni kompenzatori (AR)



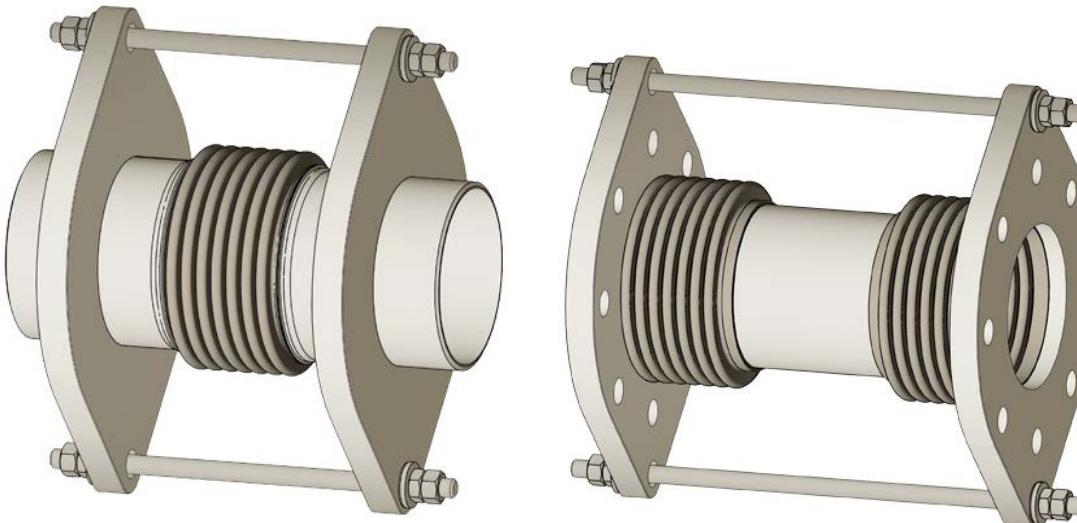
- Postavljaju se na pravim vodovima kako bi se ublažilo aksijalno pomjeranje cijevnog sistema.

## Dvostruki nespregnuti kompenzator

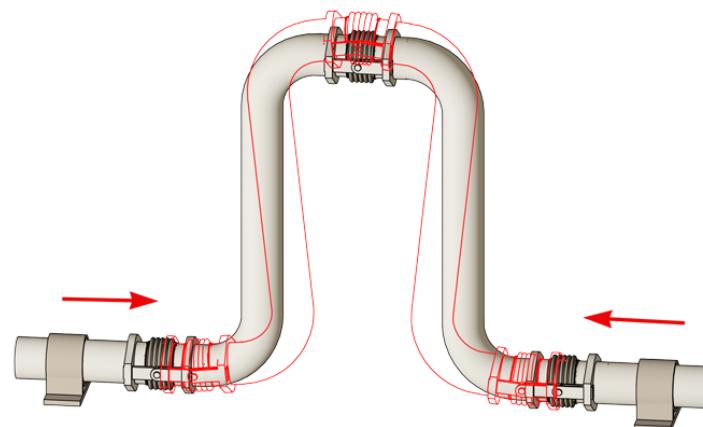
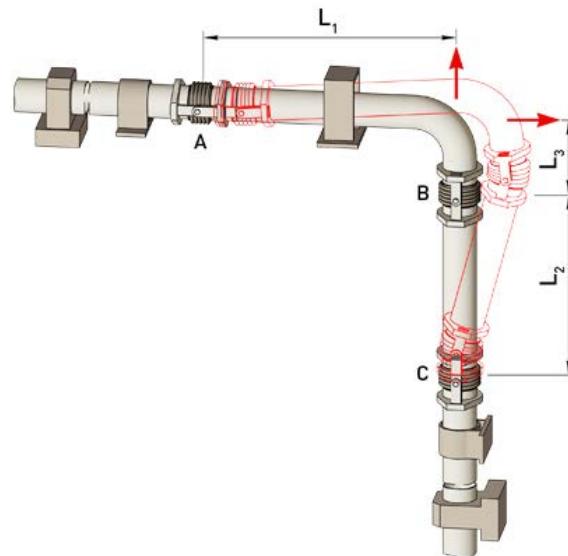


- Primjenjuju se kod cjevovoda nižeg pritiska (do 16 bar) u cilju preuzimanja aksijalnih i radikalnih pomjeranja.

## Spregnuti kompenzator



Preuzimanje velikih poprečnih pomjeranja u svim smjerovima.



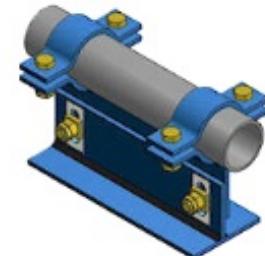
- Jedan od oblika eliminacije sila koje se javljaju kod cijevnog sistema je korišćenje elemenata koji preuzimaju i prenose ova opterećenja na noseću konstrukciju cjevovoda - **oslonci**.
- Cijevni oslonci mogu se svrstati u :
  - nepokretne (čvrste) oslonce,
  - opružne (fleksibilne) oslonce i
  - prigušni član ili amortizere.

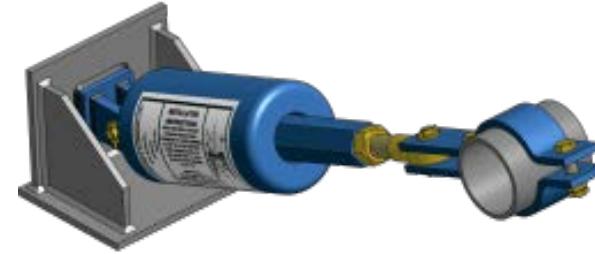
## Nepokretni (čvrsti) oslonci

- Ograničavaju pomjeranje cijevi u definisanom pravcu:
  - a) podupirači
  - b) kruti podupirači i
  - c) viseći nosači.

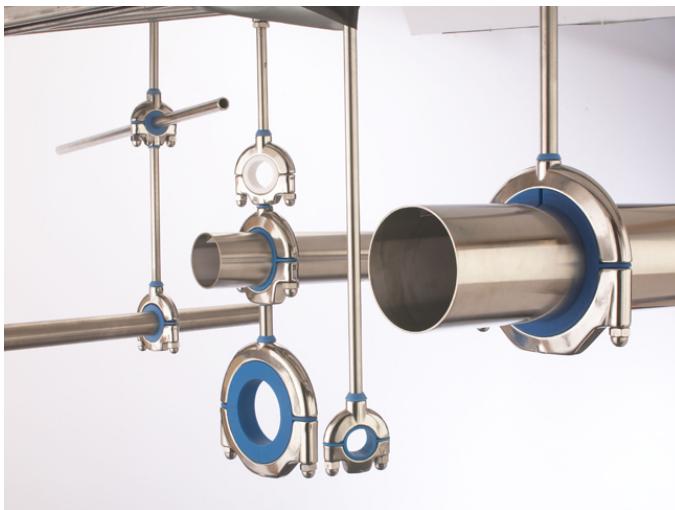


**podupirači**





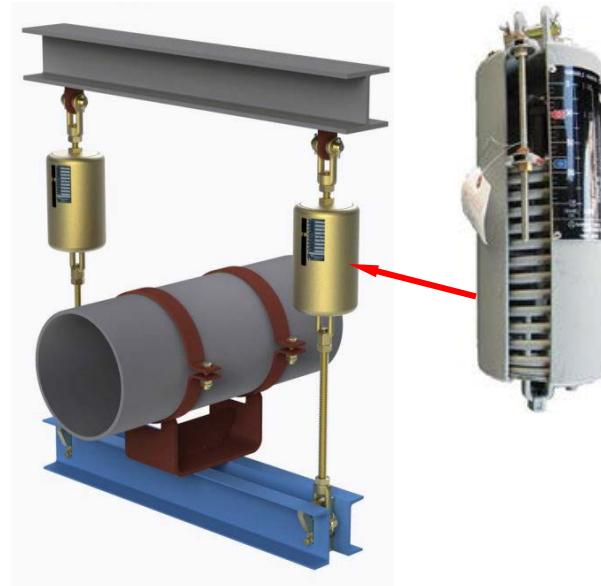
**kruti podupirači**



**viseći nosači**

## Opružni (fleksibilni) oslonci

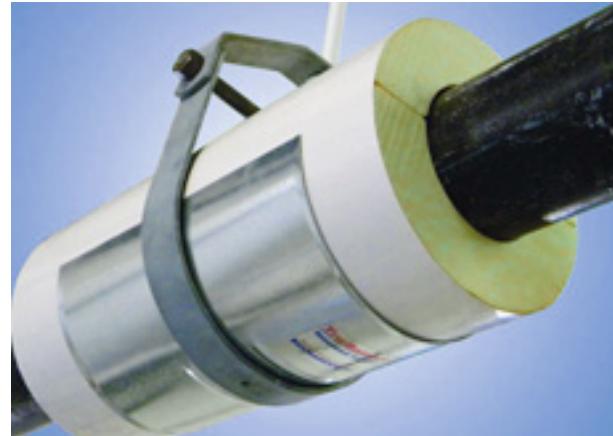
*Opružni oslonci podesive dužine*



## Prigušni član ili amortizer

Ovi oslonci se koriste u ekstremnim uslovima:

- udari vjetra,
- poremećaji strujanja fluida,
- nagli porast opterćenja,
- smanjenje gubitaka energije
- smanjenje oscijacija cijevi ...



**Zahvaljujem na pažnji!**