



# INŽENJERSKA GRAFIKA

Metalurško-Tehnološki fakultet  
Univerzitet Crne Gore

Prof. dr Darko Bajić  
2018.

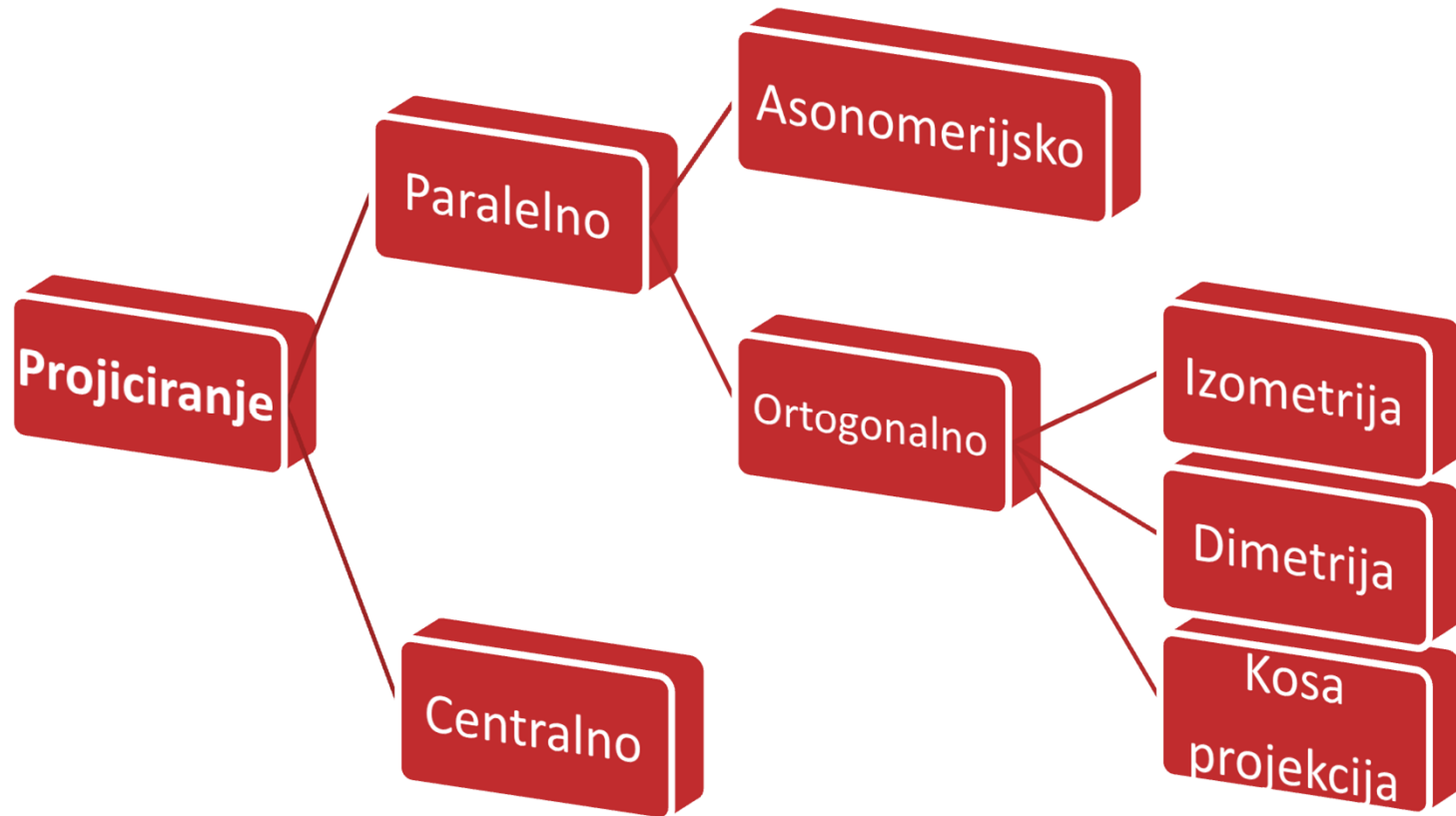
- Zadatak Inženjera grafike je da se kroz crtež ili sklop crteža u potpunosti jednoznačno definiše oblik, funkcija, veličina, vrsta obrade, materijal, kvalitet i ostale bitne karakteristike mašina, aparata, uređaja i njihovih dijelova (elemenata).
- Tehnička dokumentacija (Inženjerska grafika) koristi principe nacrtnge 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).

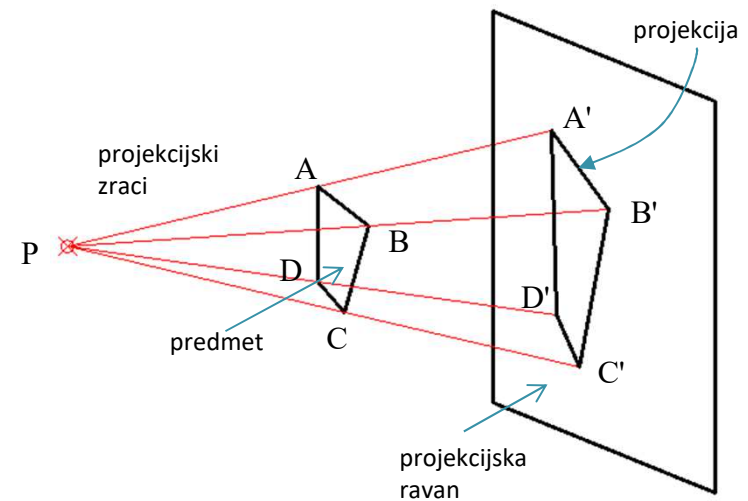
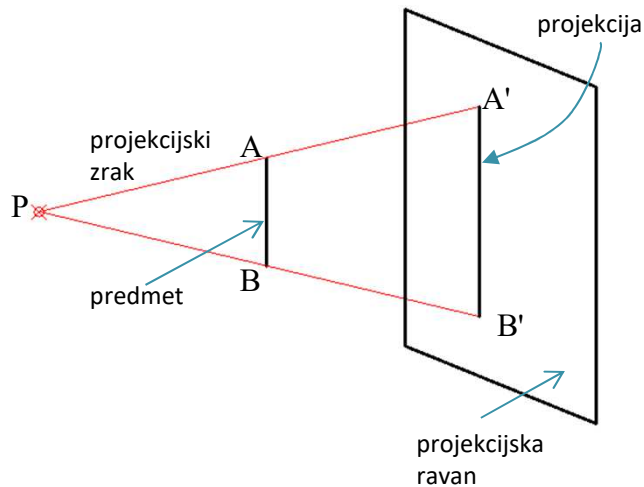
Ako se kroz neku tačku **A** u prostoru, postavi projekcijski zrak, tada će projekcija ove tačke u projekcijskoj ravni biti određena prodorom ovog zraka kroz istu ravan.

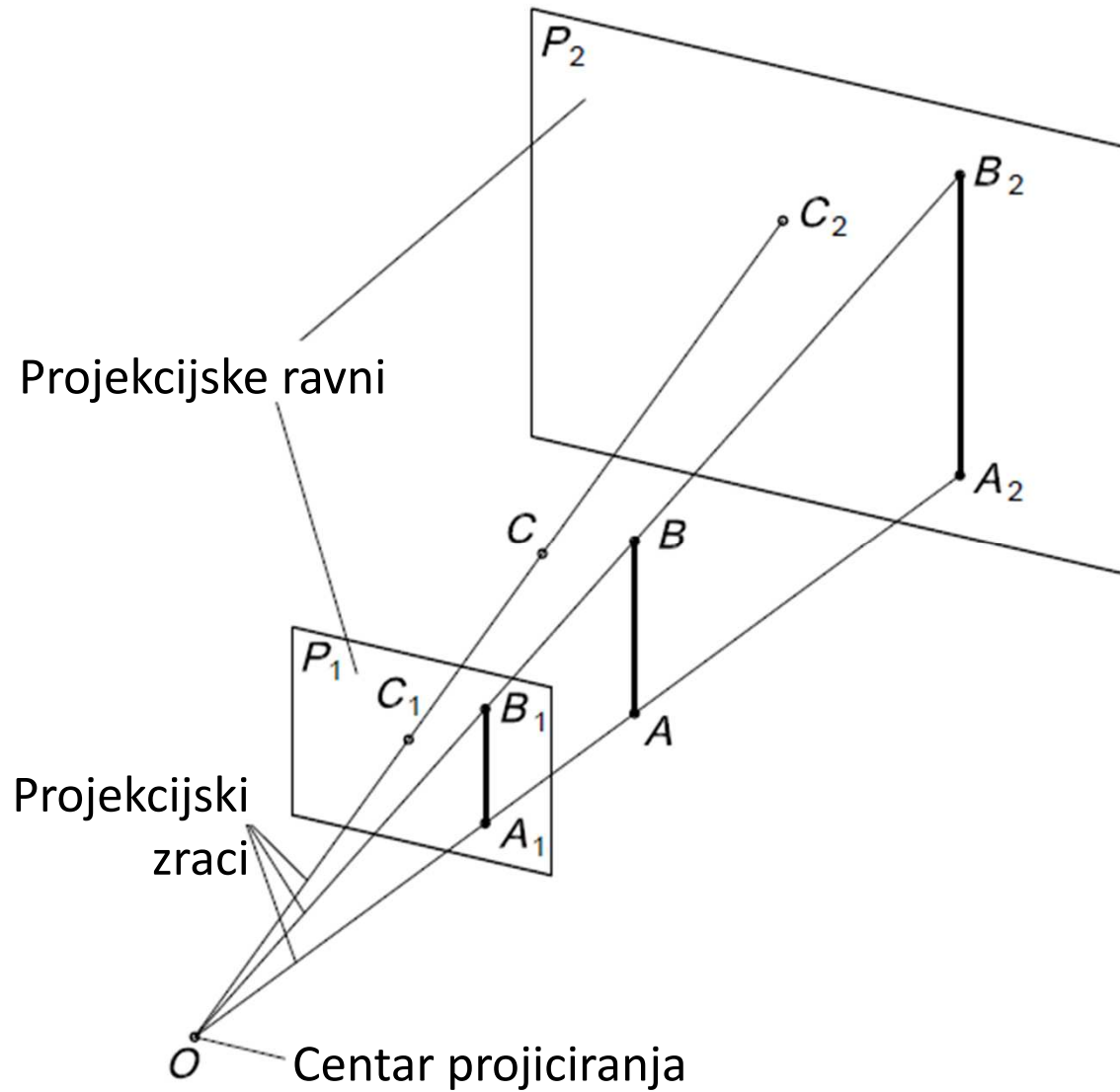


## Centralno projiciranje - perspektiva

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

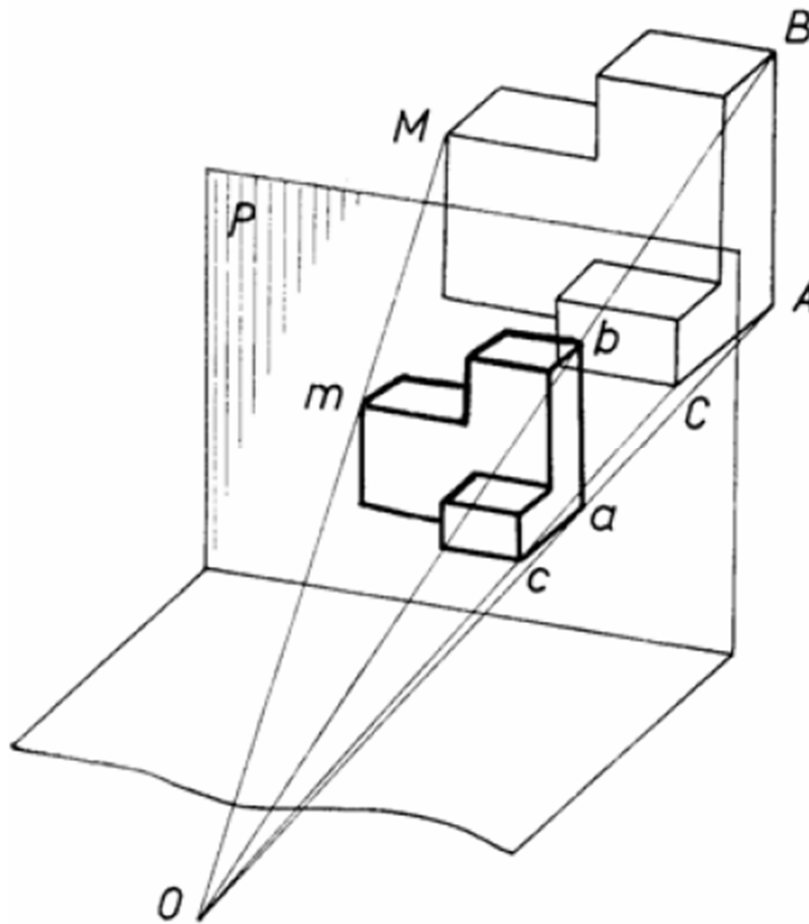
- ✓ Centar projiciranja je tačka – izvor svjetlosti ili zraka.
- ✓ Veličina centralne projekcije predmeta zavisi od međusobnog položaja projekcijske ravni, predmeta projiciranja i centra projiciranja (izvor).
- ✓ Projekcijski zraci se sijeku u jednoj tački (izvor).





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

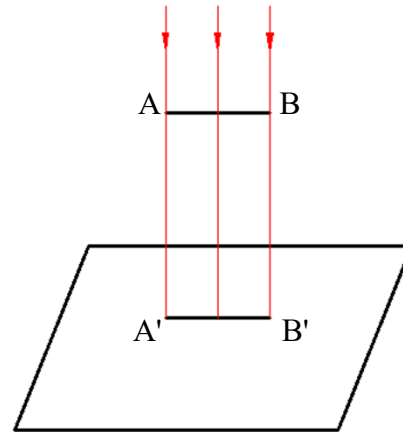
- ✓ Projekcija predmeta se dobija spajanjem projekcija njegovih tačaka istim redosledom kojim su spojene na predmetu.



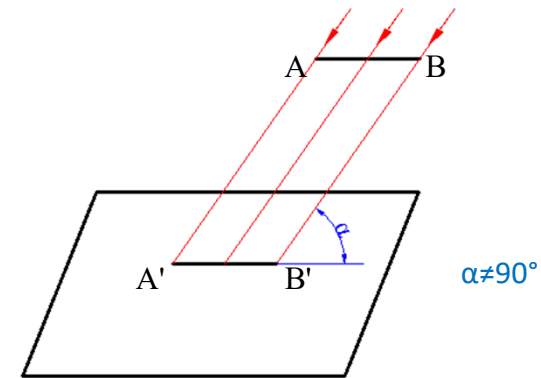
Igra sjenki

## Paralelno projiciranje

Kod su projekcijski zraci međusobno paralelni dobija se paralelna projekcija.



Ortogonalna (pravougl) projekcija

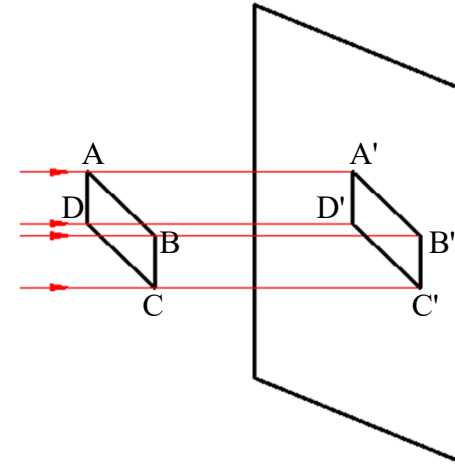
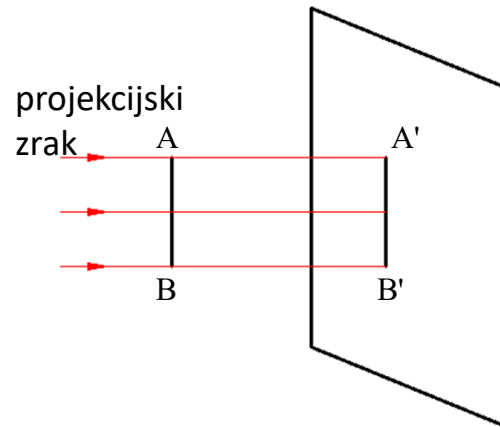


Kosa (kosougla) projekcija

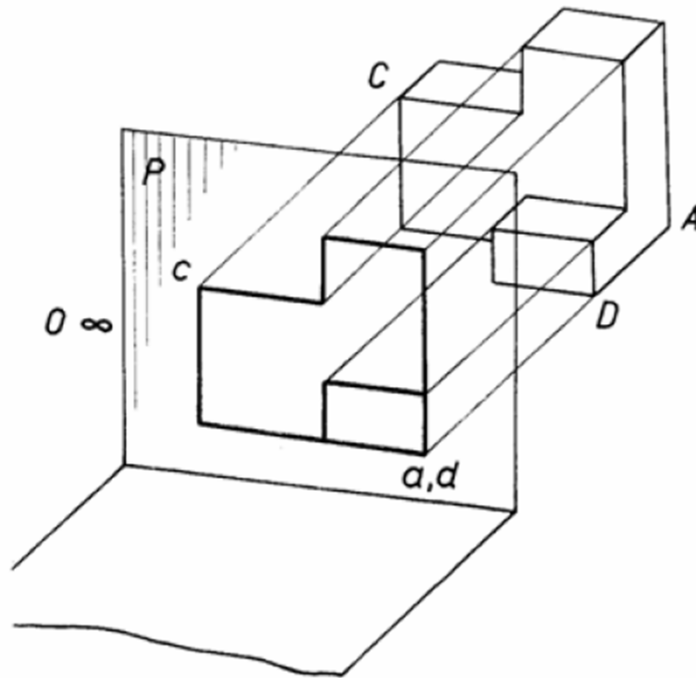


Udaljenost Sunca kao centra projiciranja od objekata na Zemlji je velika – smatramo da su sunčevi svjetlosni zraci paralelni.

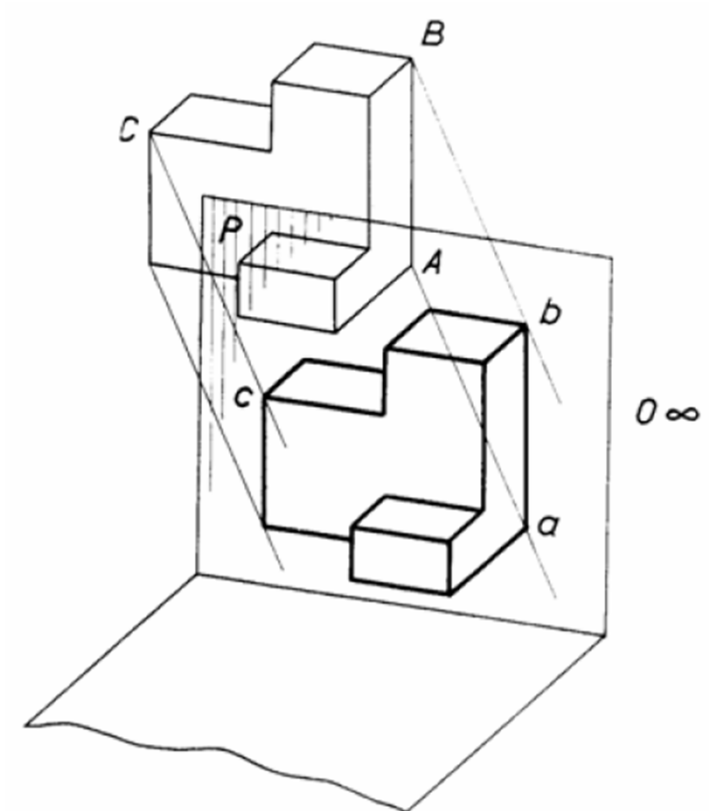




Sve ivice objekta koje leže u ravnima paralelnim sa projekcijskom ravni prikazuju se u stvarnoj dužini, a ostale ivice sa određenim skraćanjem.



Ortogonalno projiciranje



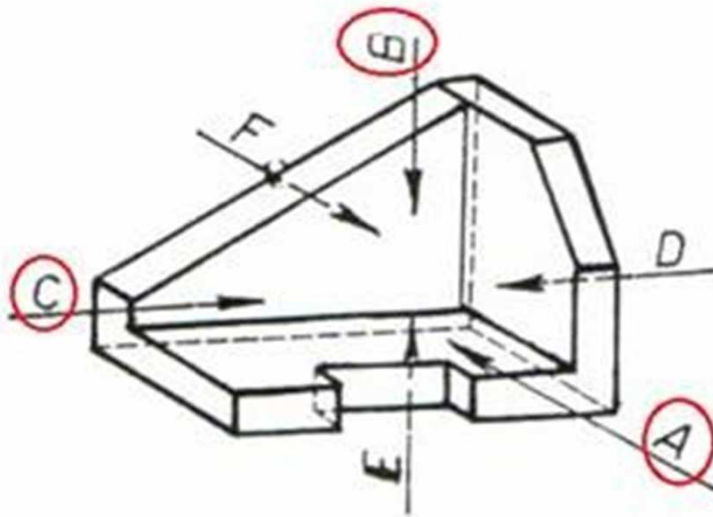
Koso projiciranje

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

## Ortogonalno projiciranje

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)

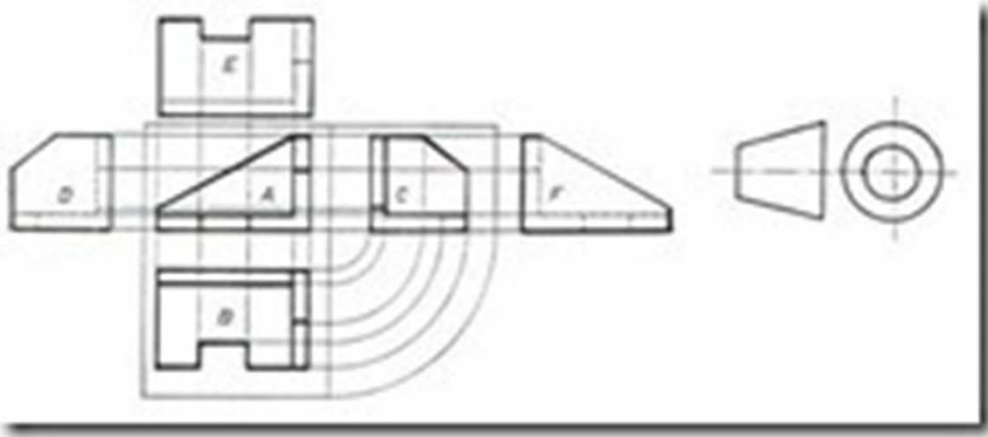
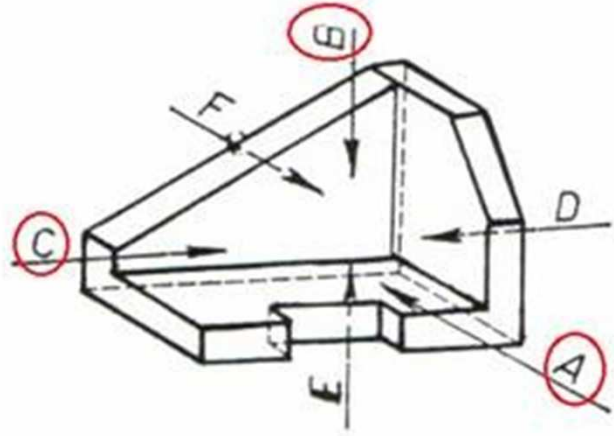
B – pogled odozgo

C – pogled sa lijeva

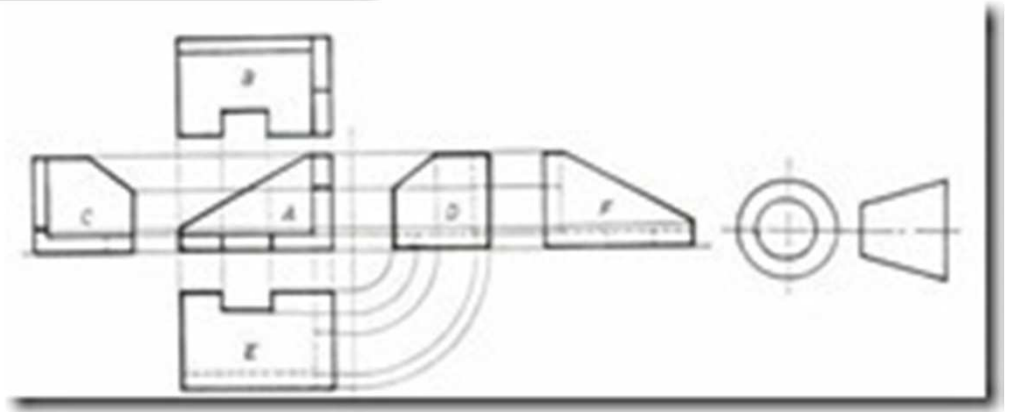
D – posled sa desna

E – pogled odozdo

F – pogled straga

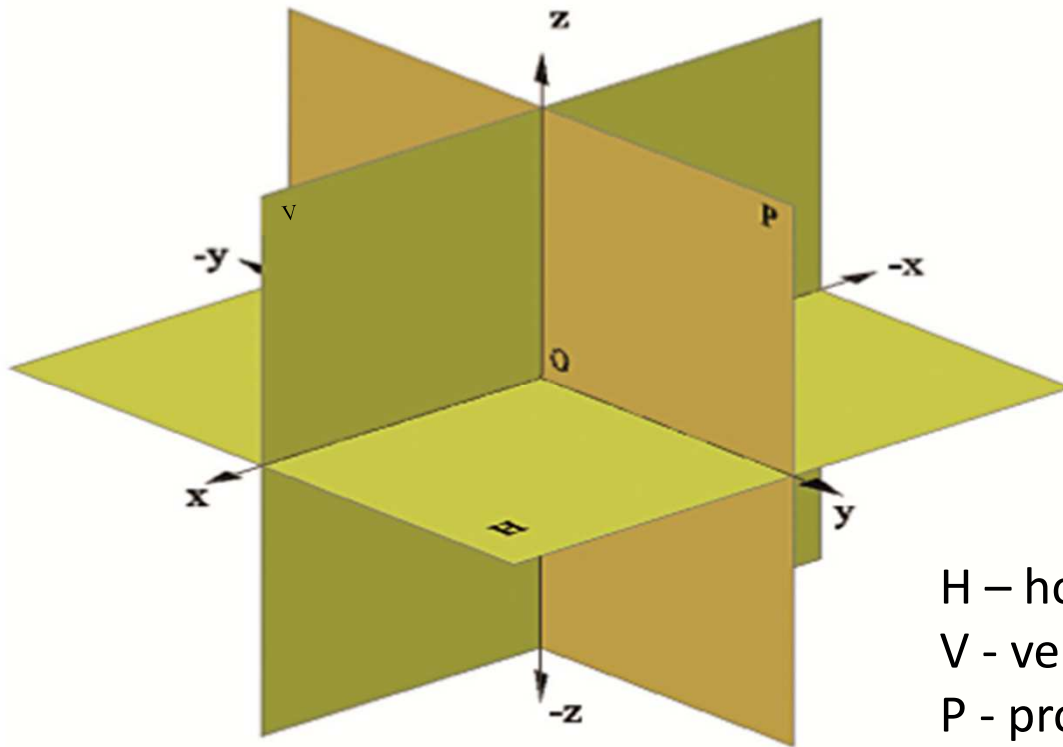


Evropski



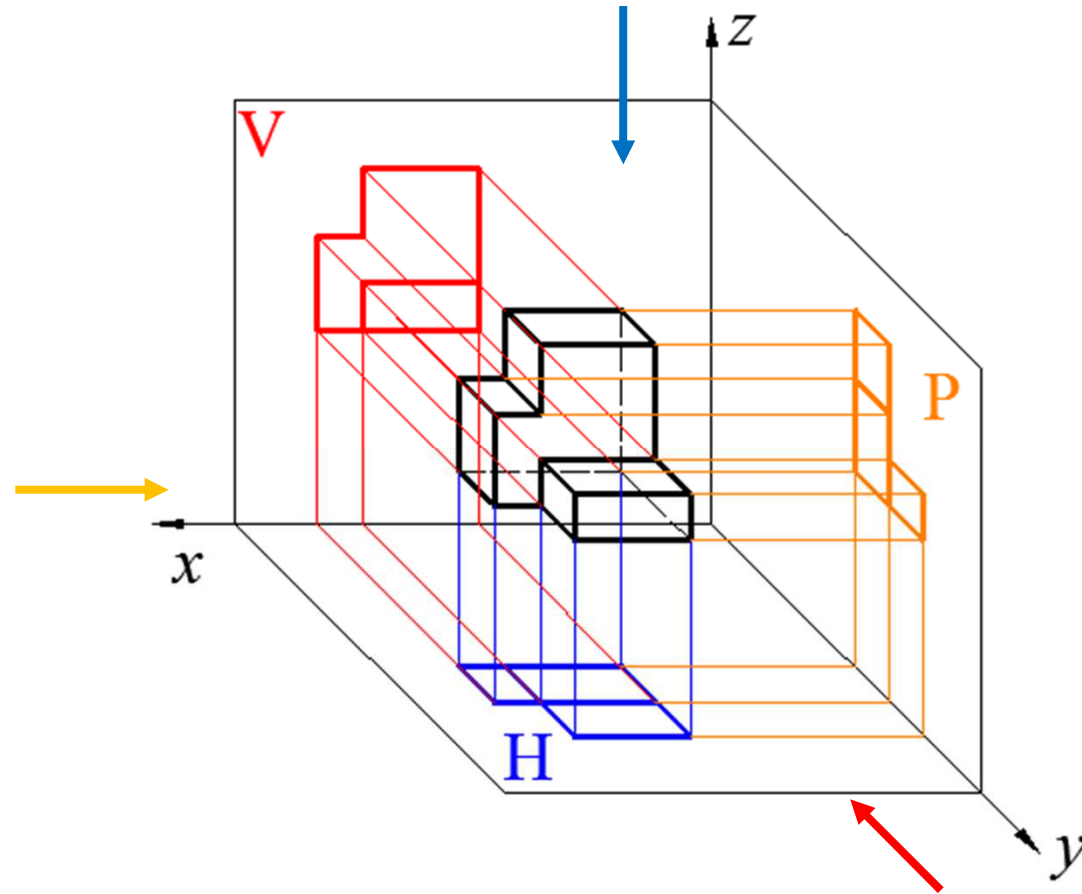
Američki

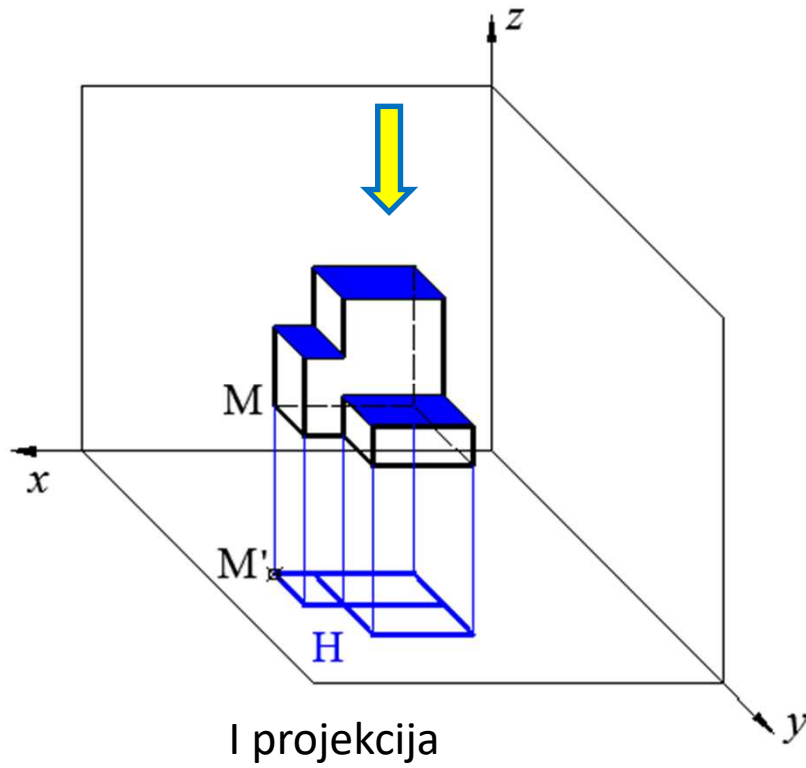
- ✓ Kod ove projekcije koristi se **pravougli lijevi dekartov koordinatni sistem (Oxyz)**.
- ✓ Sa tri međusobno upravne ravni, prostor je podijeljen na osam oktanata.



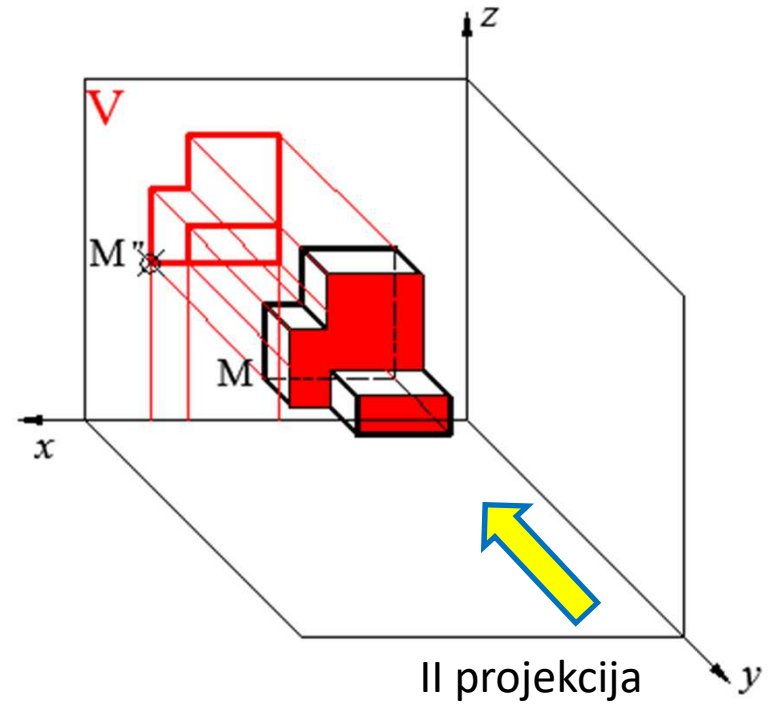
H – horizontalna ravan  
V - vertikalna (frontalna) ravan  
P - profilna ravan

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

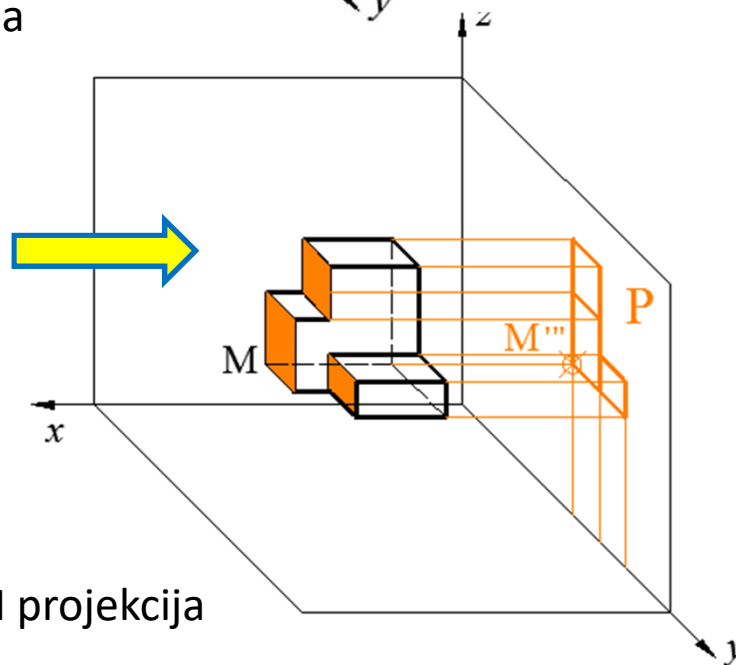




I projekcija

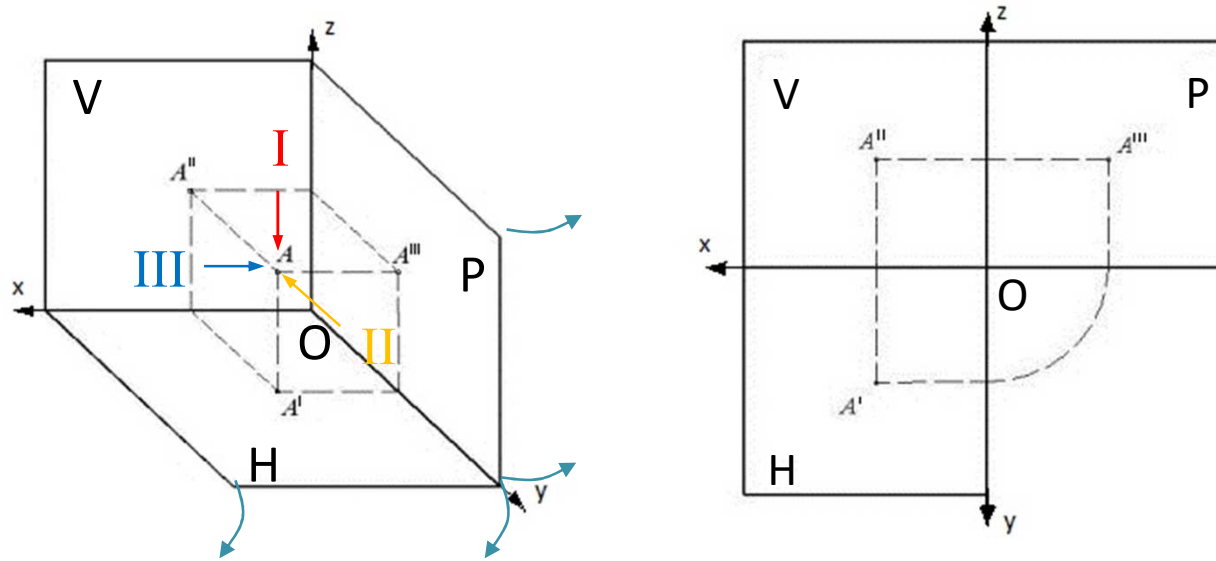


II projekcija



III projekcija

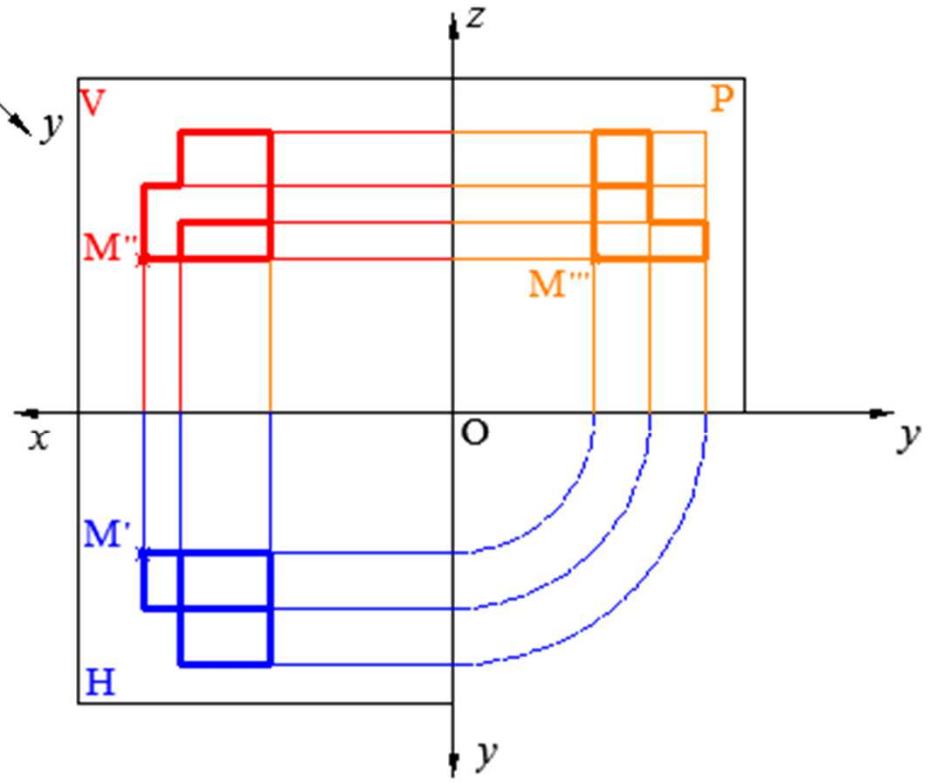
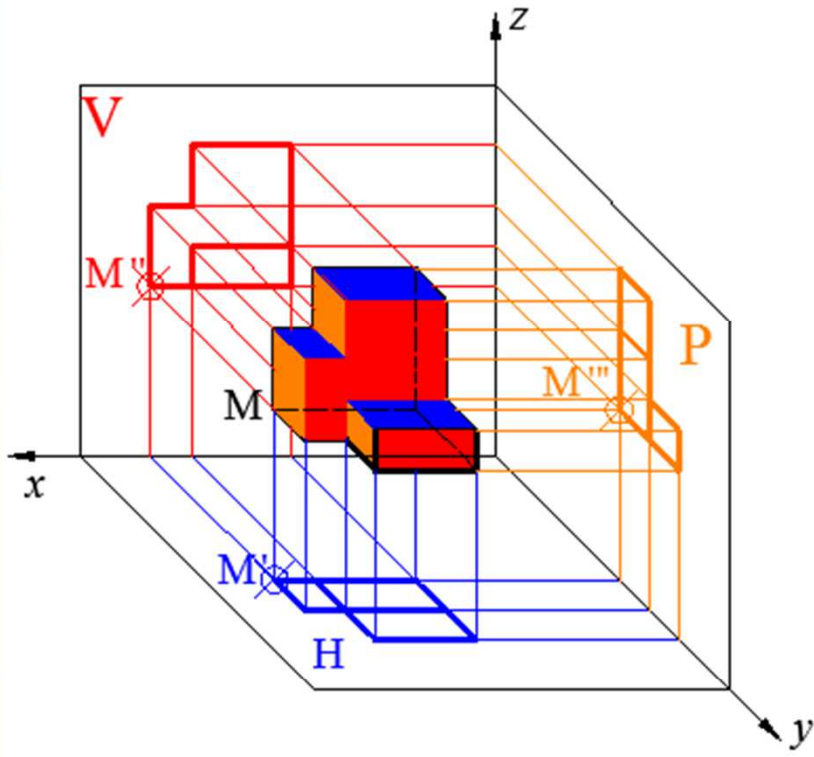
## Prikaz ortogonalnih projekcija u ravni



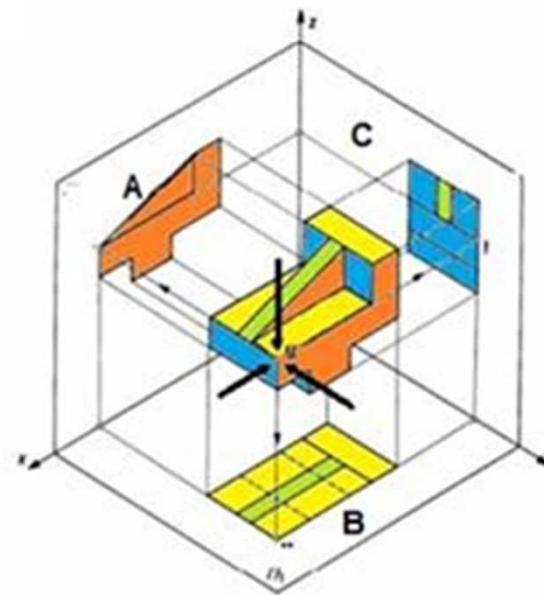
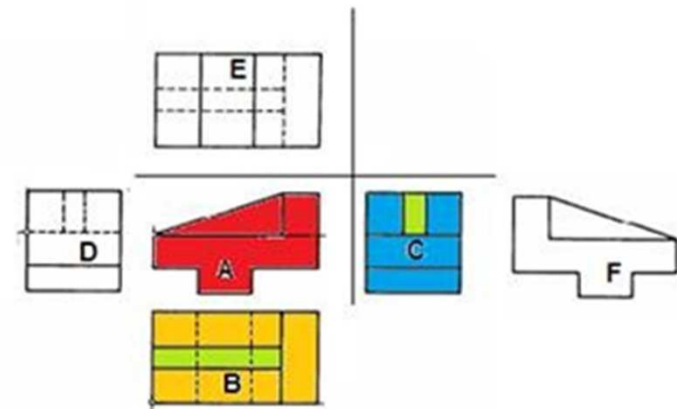
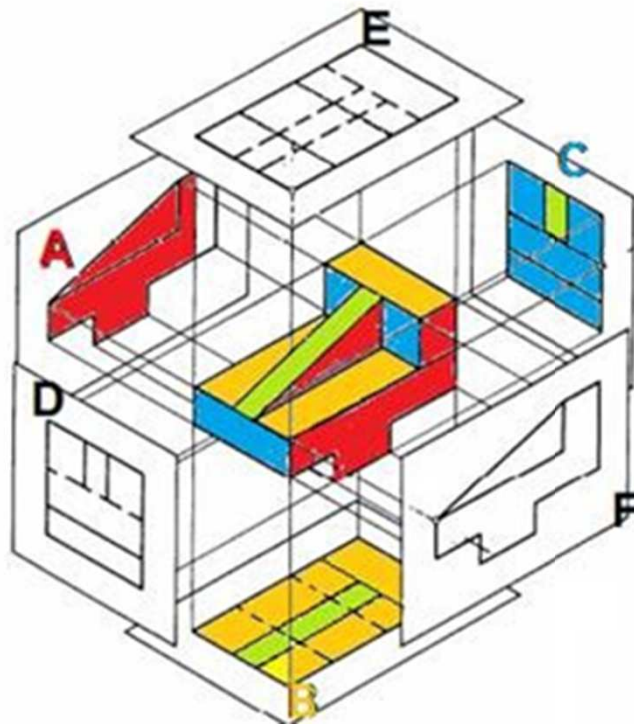
Osnovno pravilo:

- 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.

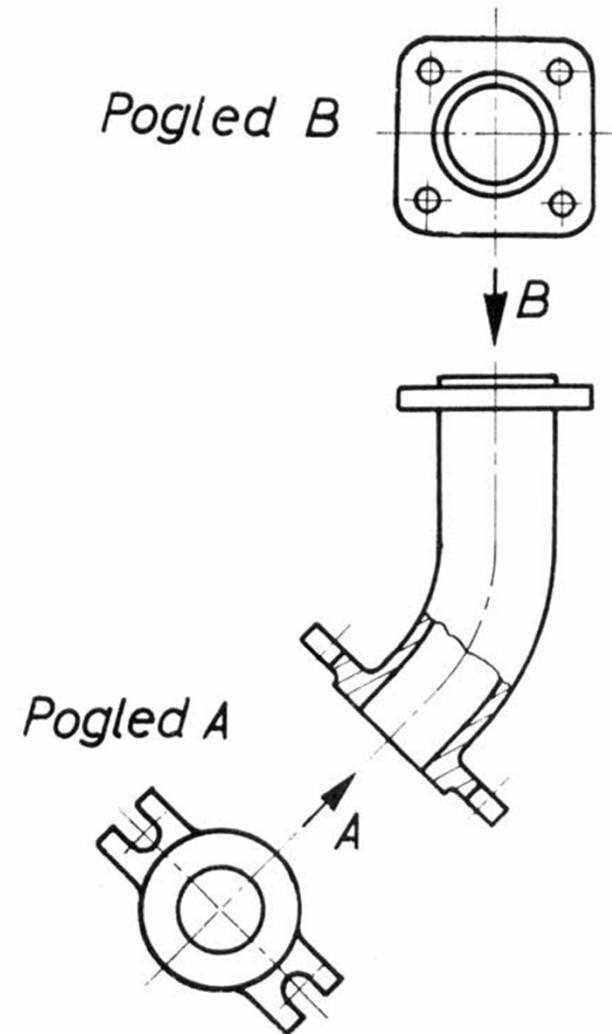
### Kako izabrati pogled elementa:

- ✓ 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.

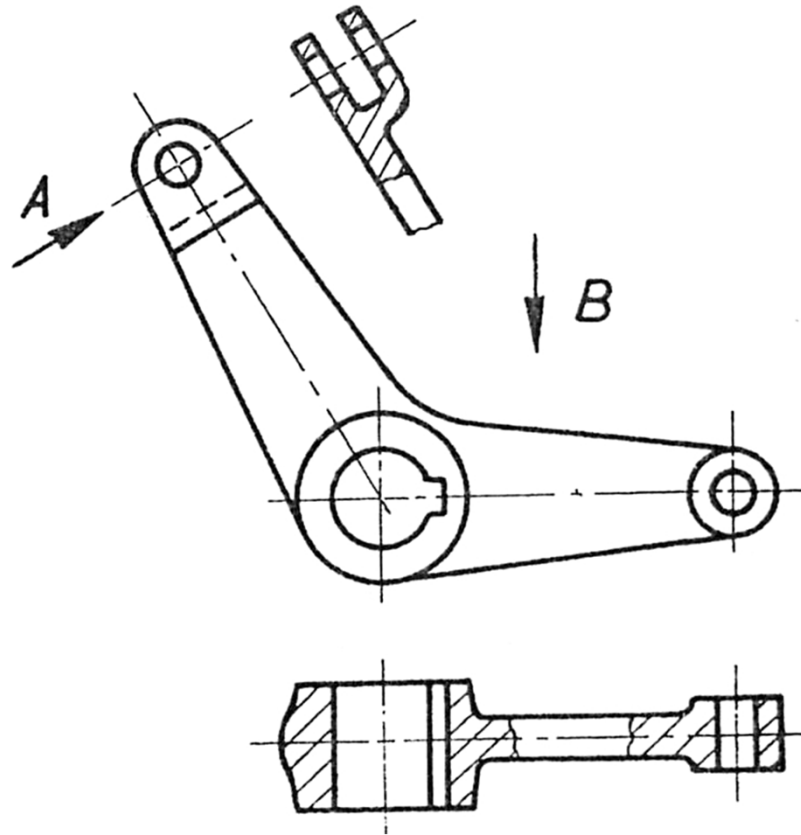
### Kako izabrati pogled sklopa:

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

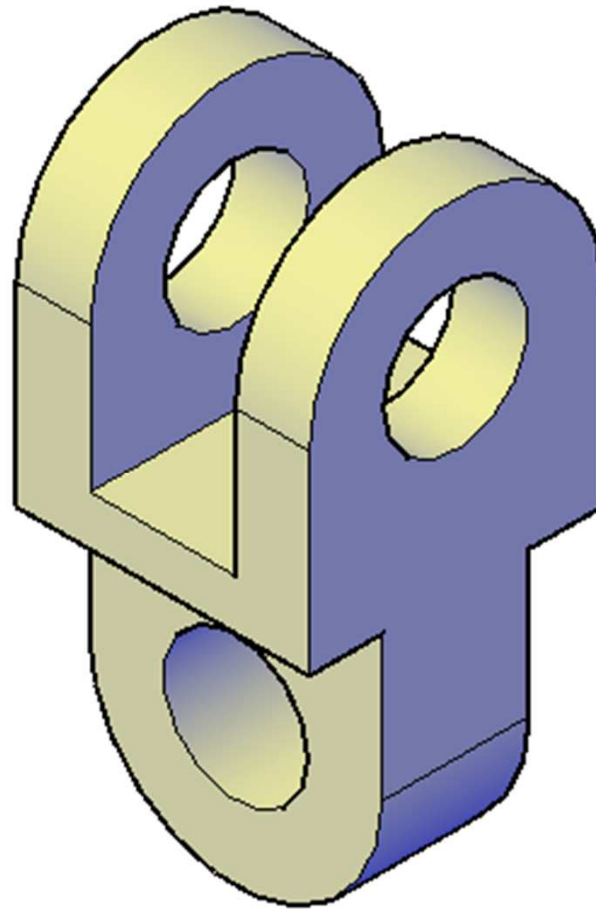
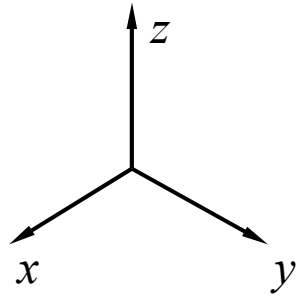
- ✓ U nekim slučajevima, potrebno je da se predmet prikaže u nekom izgledu koji odstupa od osnovnih.
- ✓ Strelicom naznačiti posebni pogled, a kod odgovarajućeg izgleda tekstom naznačiti iz kog je pogleda dobijen.

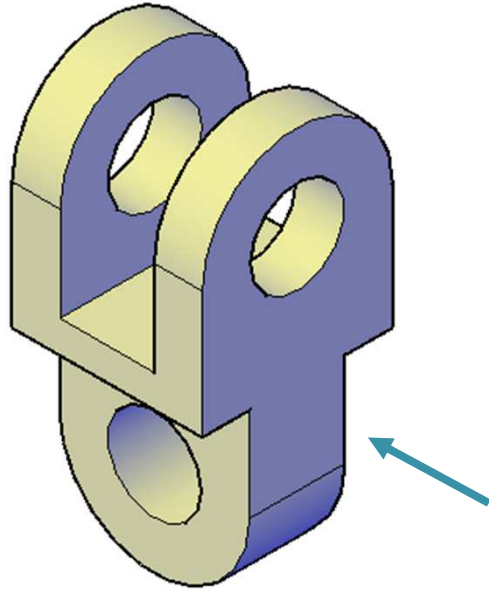
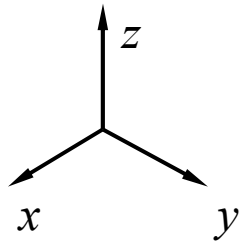


- ✓ Prikazivanje pojedinih detalja – primjena djelimičnog pogleda.
- ✓ Po pravilu u tom pogledu se ne crta cio predmet, već samo detalj važan za taj pogled.

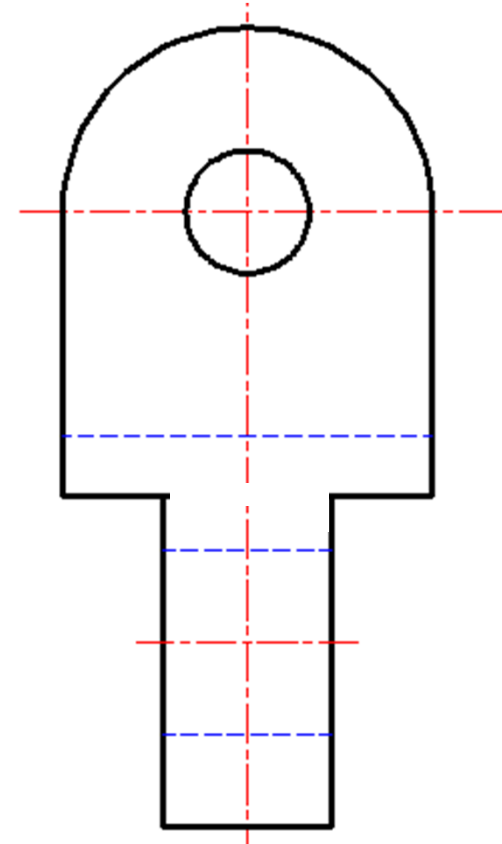


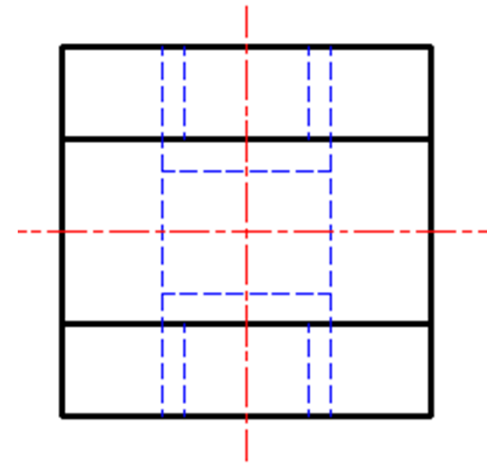
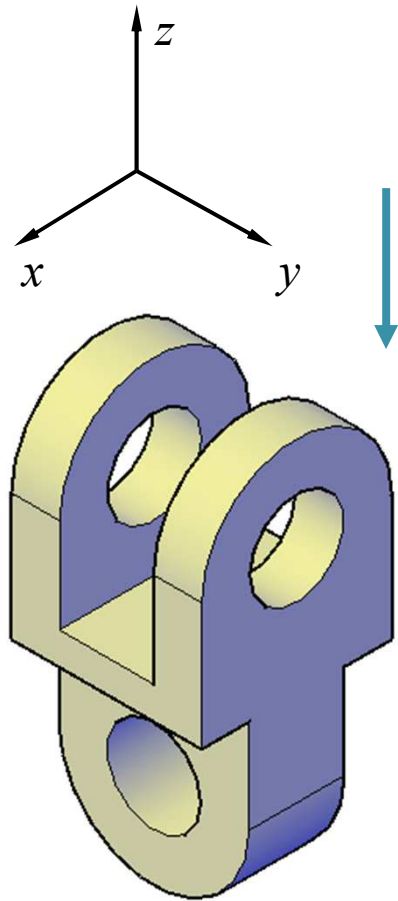
## Primjer ortogonalnog projiciranja





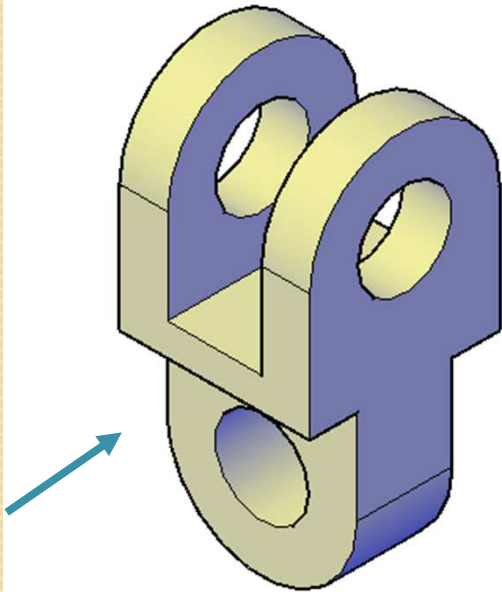
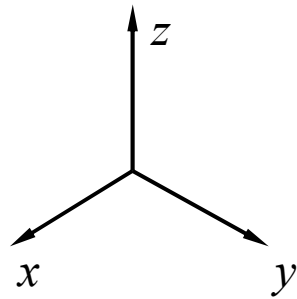
A – pogled sprijeda (glavni pogled)  
II projekcija



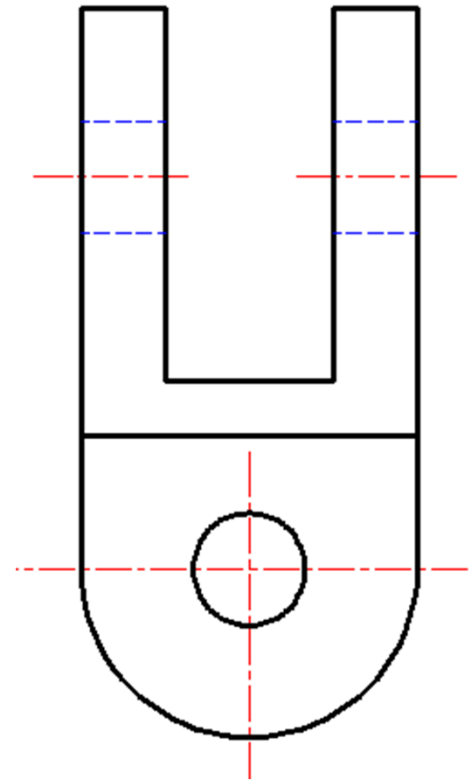


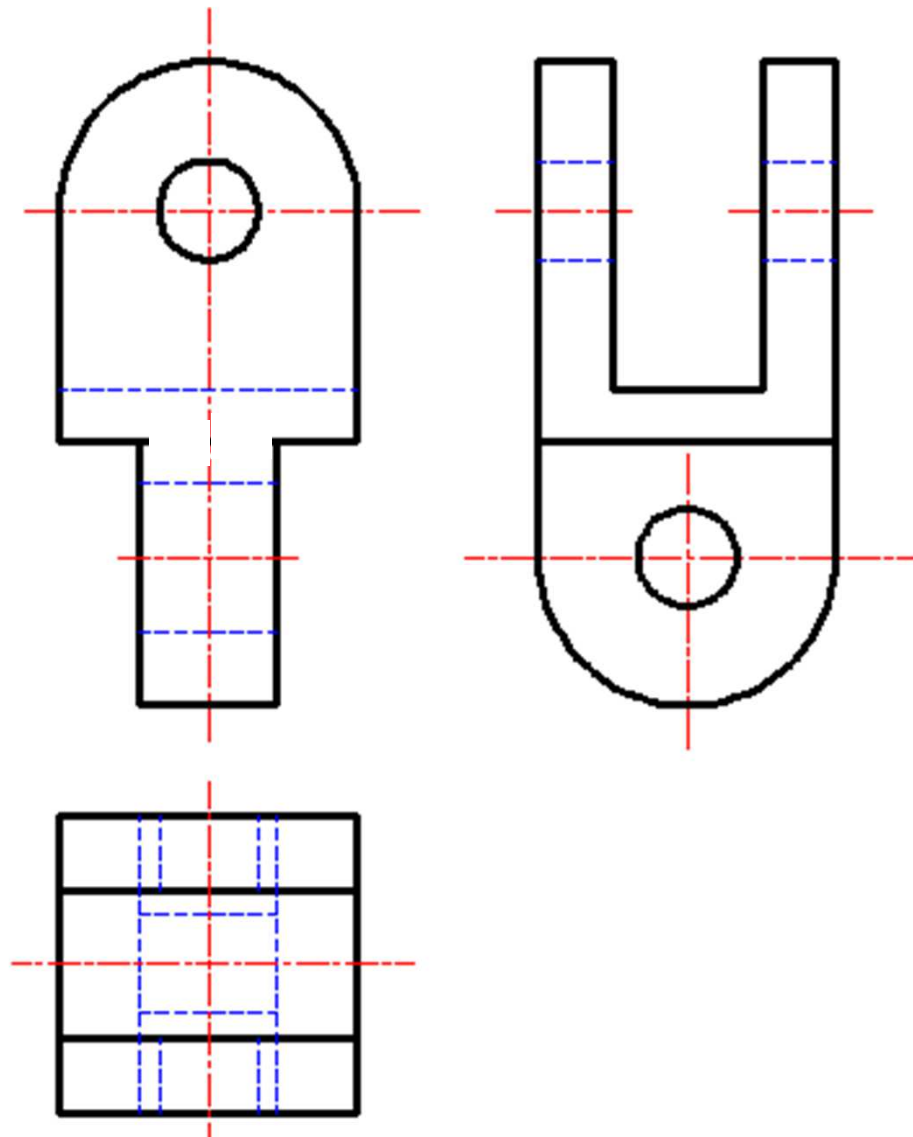
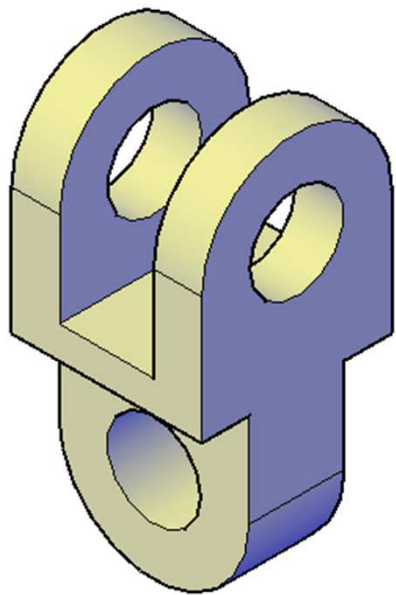
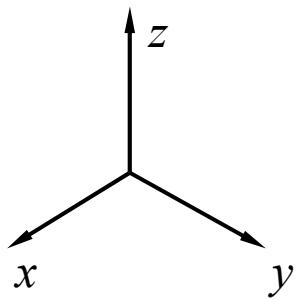
B – pogled odozgo  
I projekcija



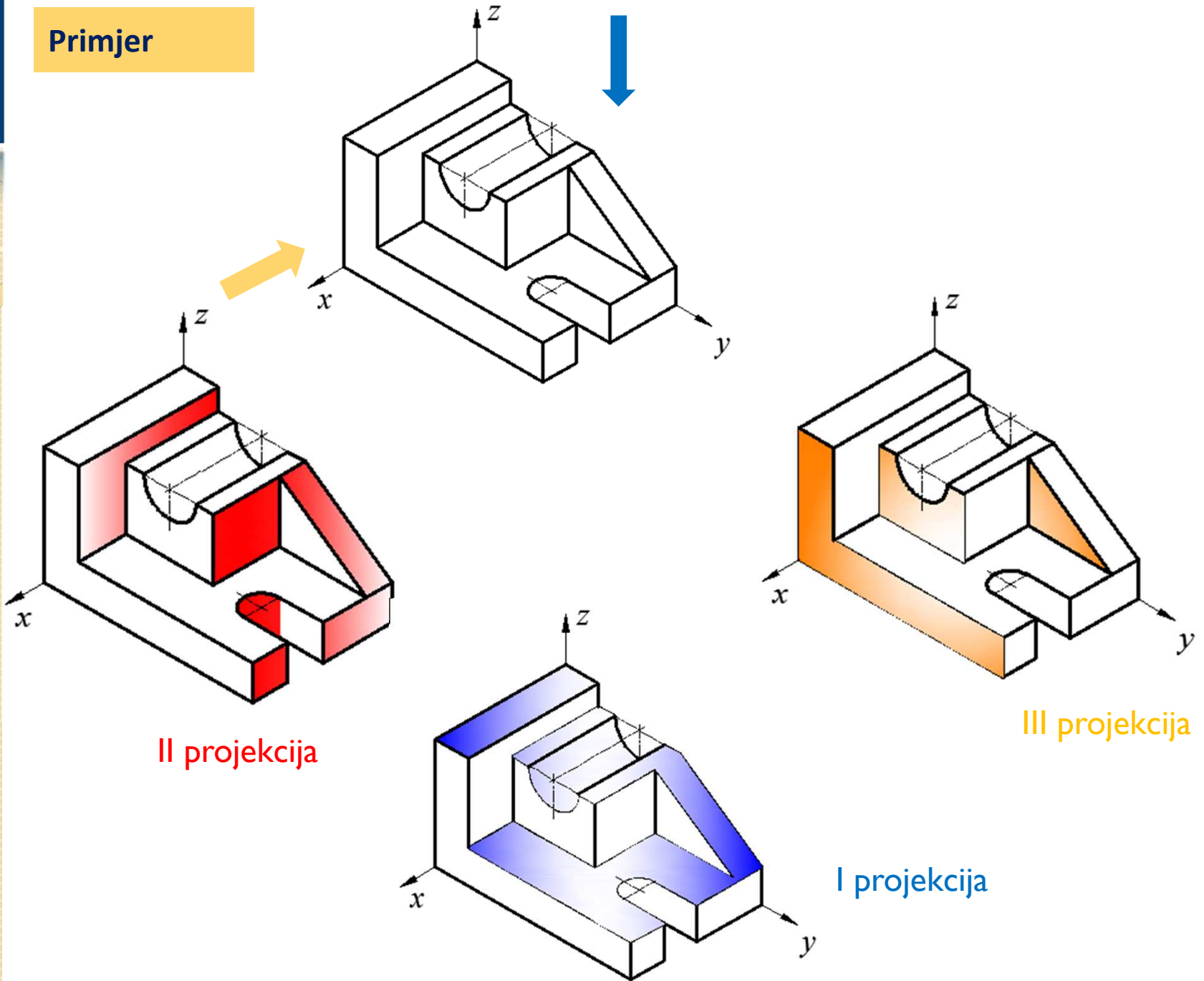


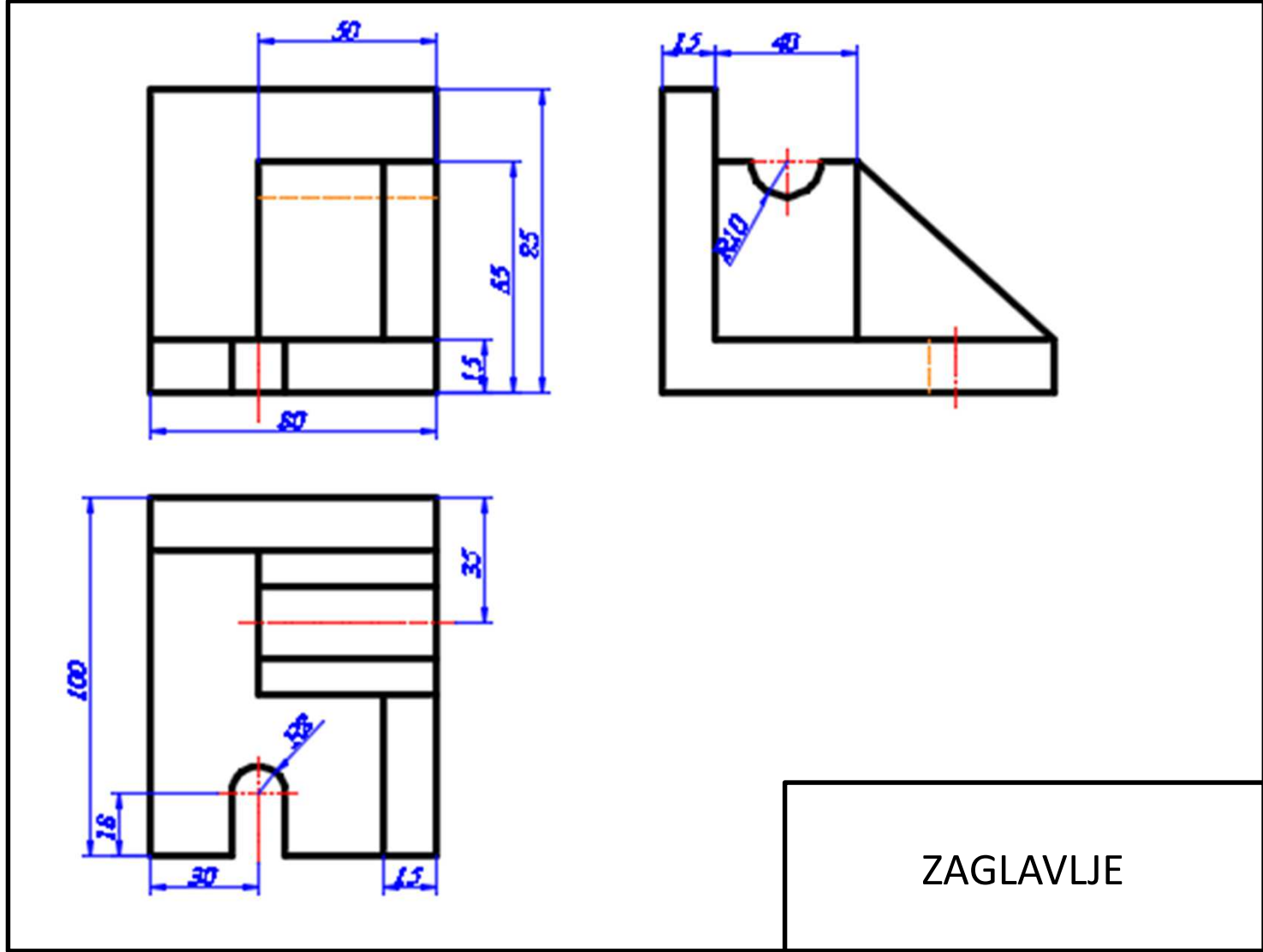
C – pogled sleva  
III projekcija

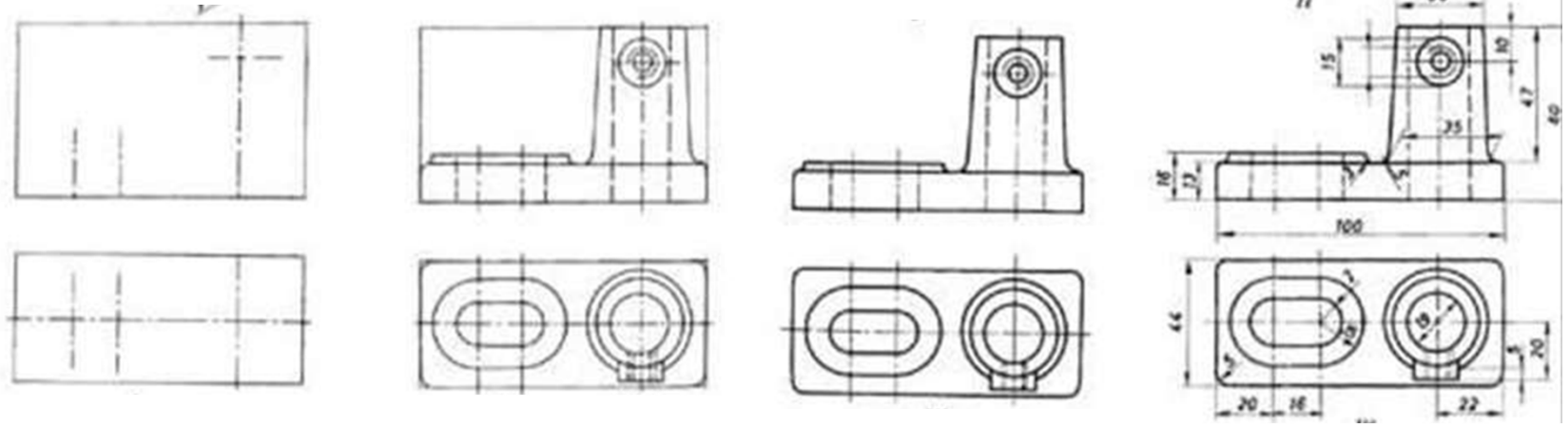
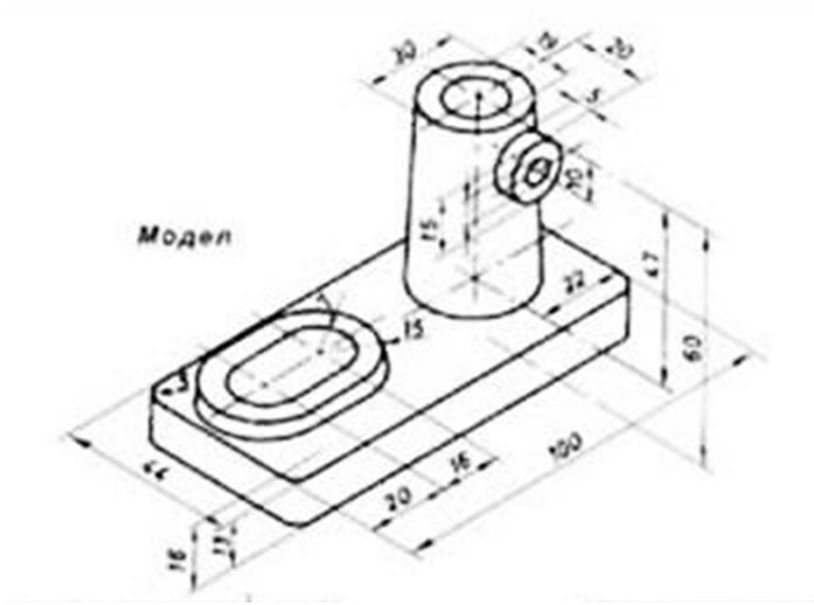




Primjer





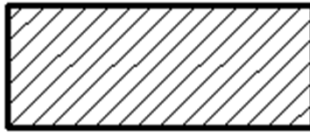


## Presjeci

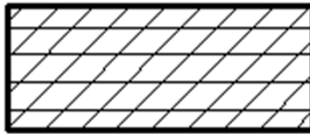
Standard MEST ISO 128-44:2011 - Tehnički crteži - Opšti principi prikazivanja - Dio 44: Presjeci na mašinskim crtežima

- ✓ Presjek predstavlja zamišljeni izgled predmeta ukoliko bi ovaj bio presečen 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.

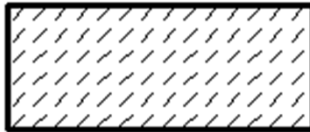
## Oblik šrafure zavisi od vrste materijala!



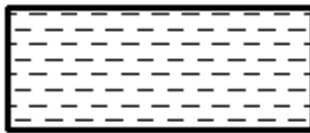
Metal



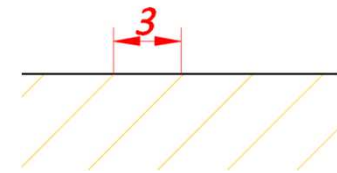
Izolacioni i zaptivni materijali



Nematlni materijali (kamen, beton, ...)



Tečnosti



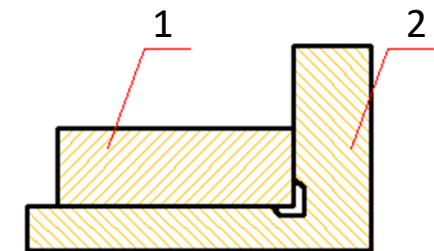
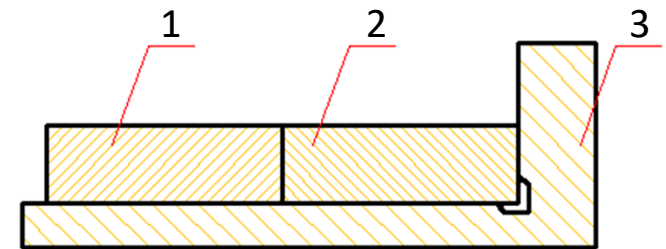
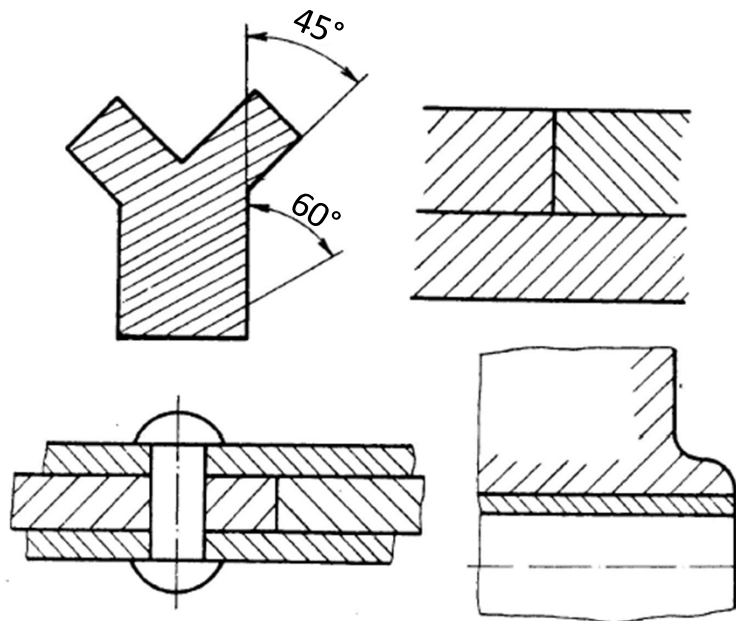
- ✓ Element izrađen od određenog materijala čiji smo zvršili presjek obilježava se šrafurom, koja predstavlja „trag kontakta“ materijala i ravi presjeka.
- ✓ Linije šrafure su tanke pune linije.
- ✓ Razmak između linija šrafure zavisi od formata crteža. Kod najčešće korišćenih formata razmak linija je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

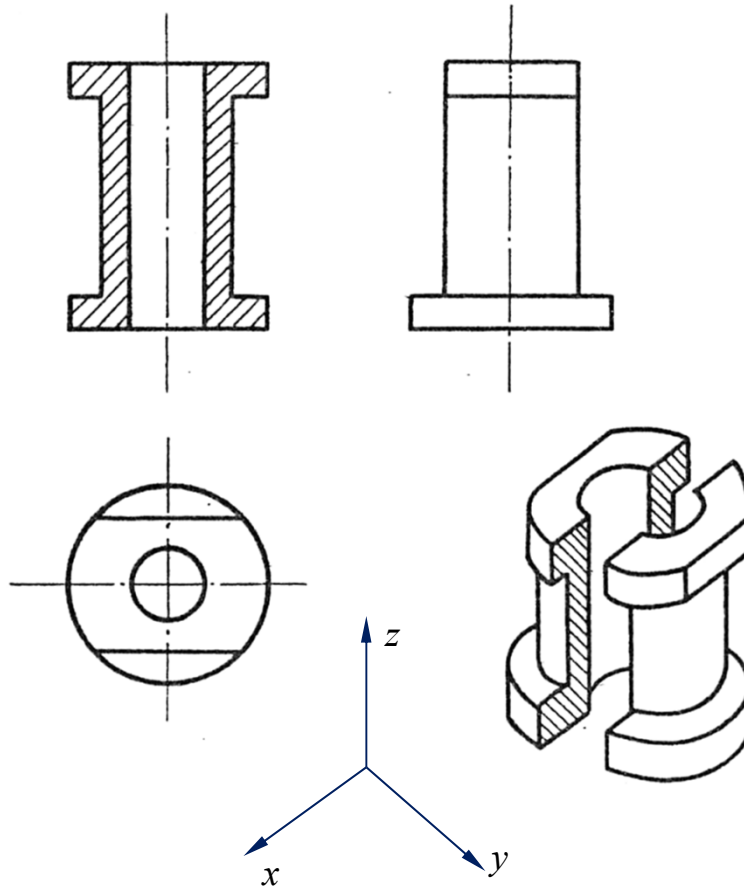


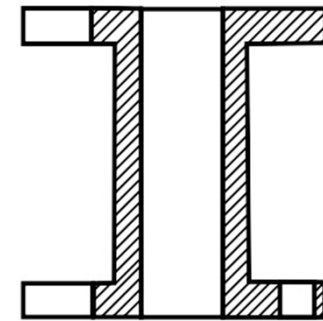
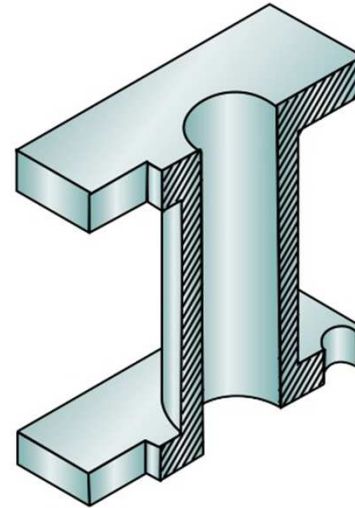
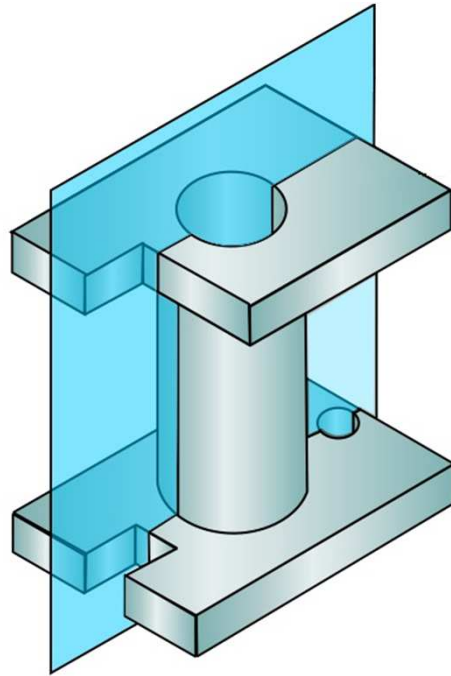


## Pun presjek

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

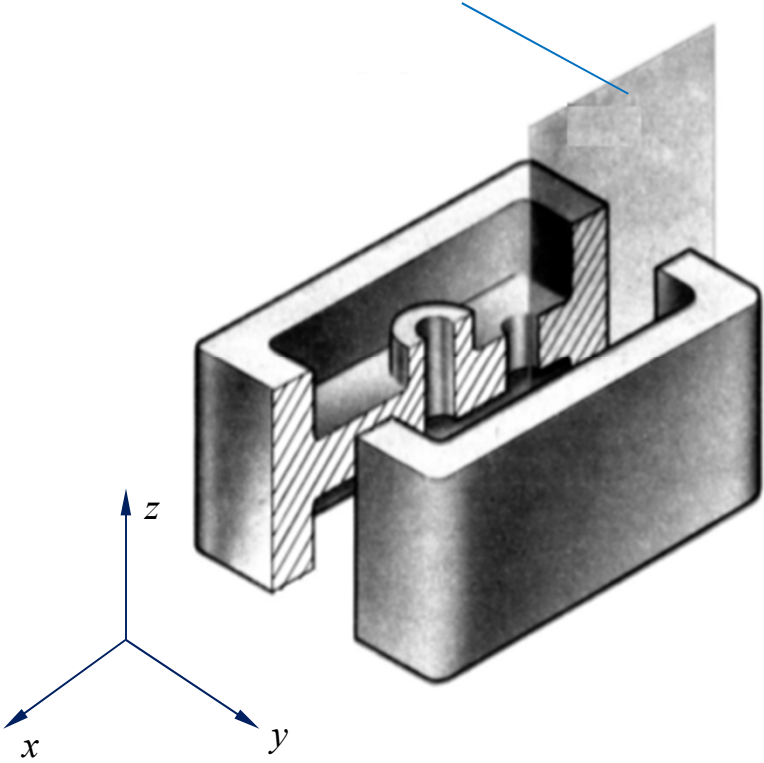
Šrafura koja imitira tragove zaostale od sječenja, crta se pod uglom od  $45^\circ$ .



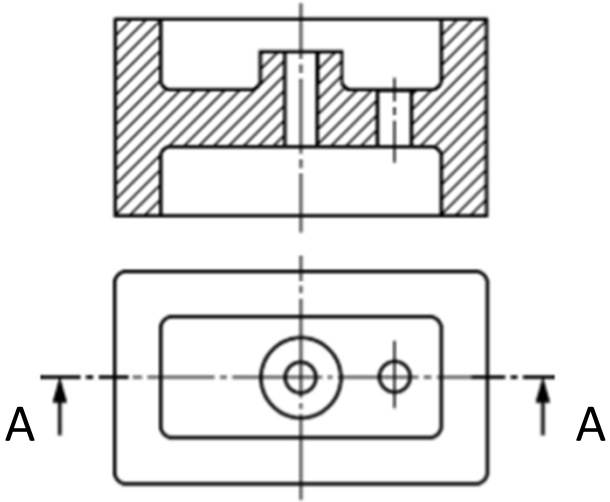


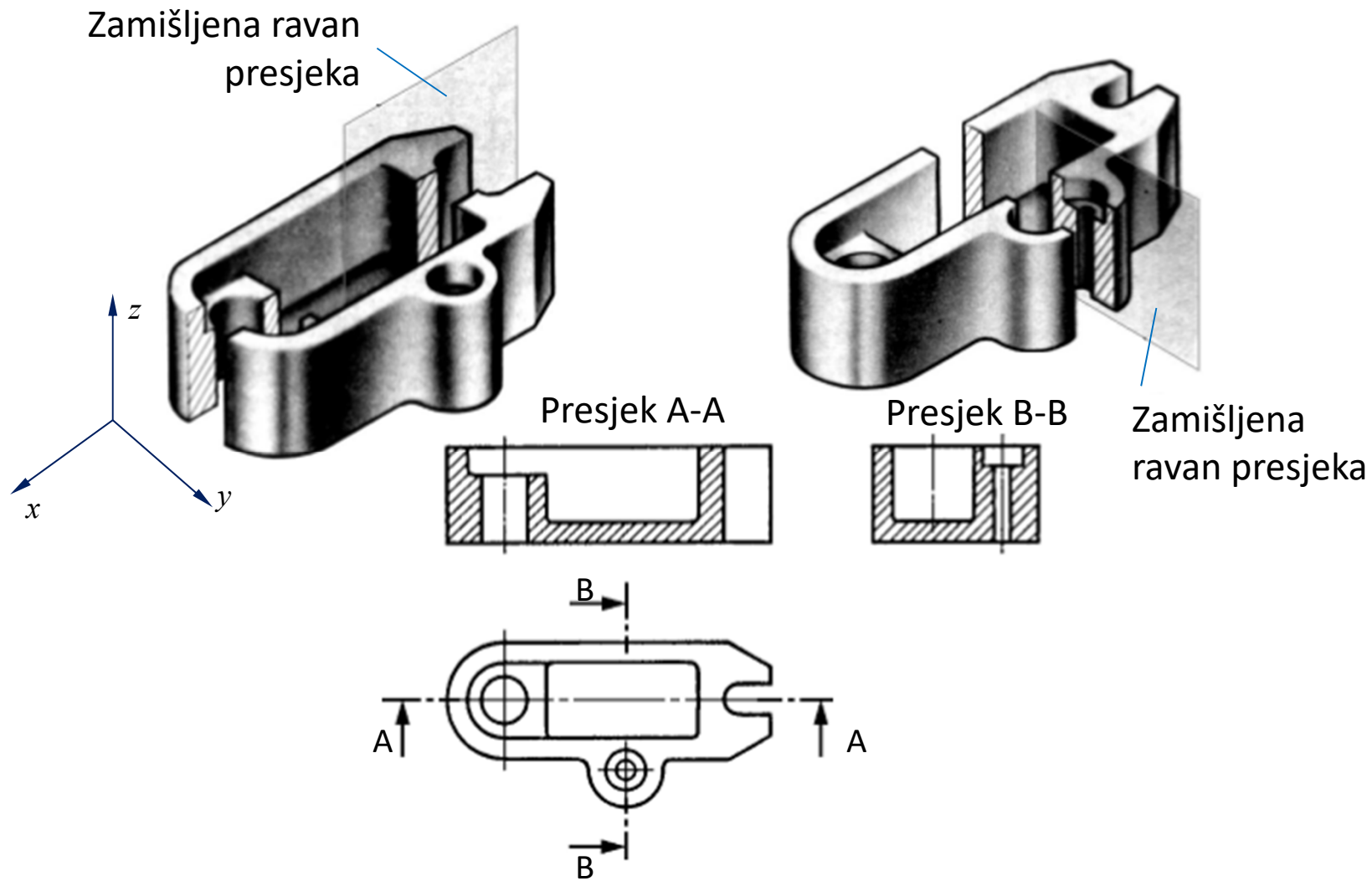
- ✓ Primjenjuje se kod elemenata koji imaju bar jednu ravan simetrije.
- ✓ Presječna ravan se poklapa sa ravni simetrije elementa.

Zamišljena ravan presjeka



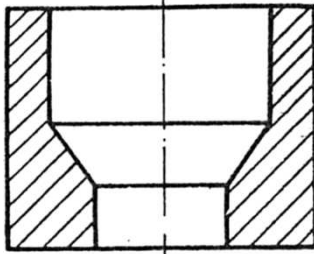
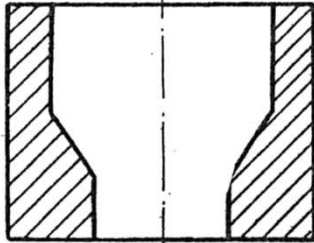
Presjek A-A



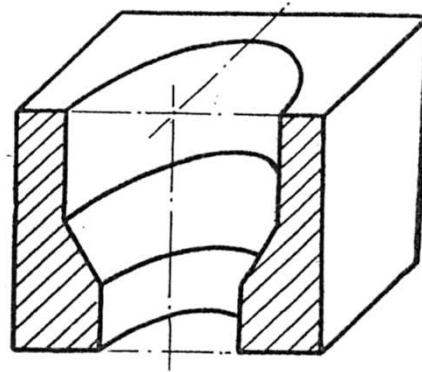


Kod crtanja sa punim presjecima treba ucrtati sve vidljive konture koje postoje u šupljini.

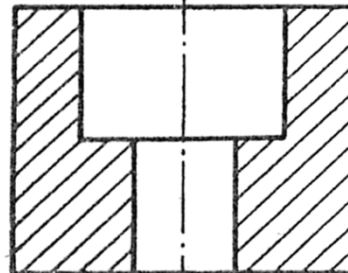
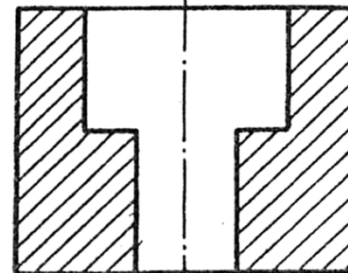
neispravno



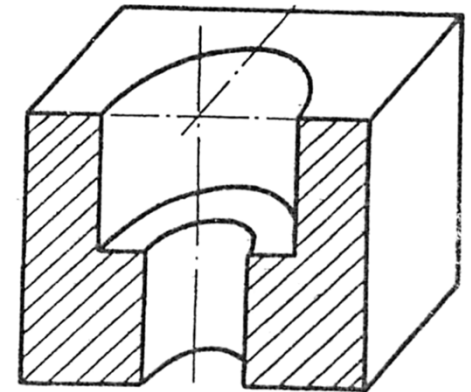
ispravno



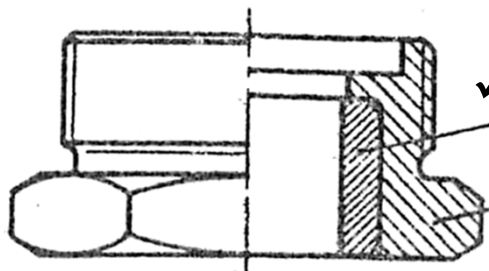
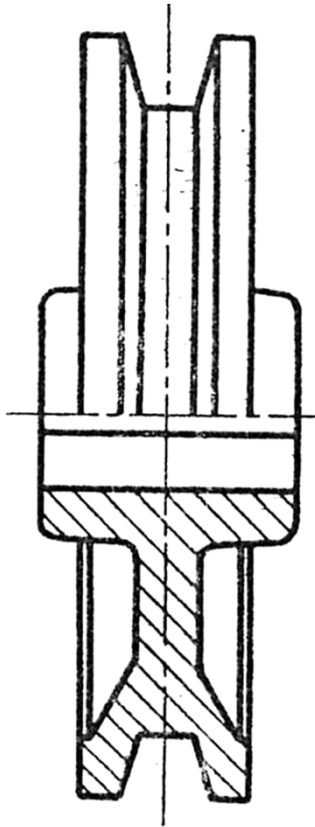
neispravno



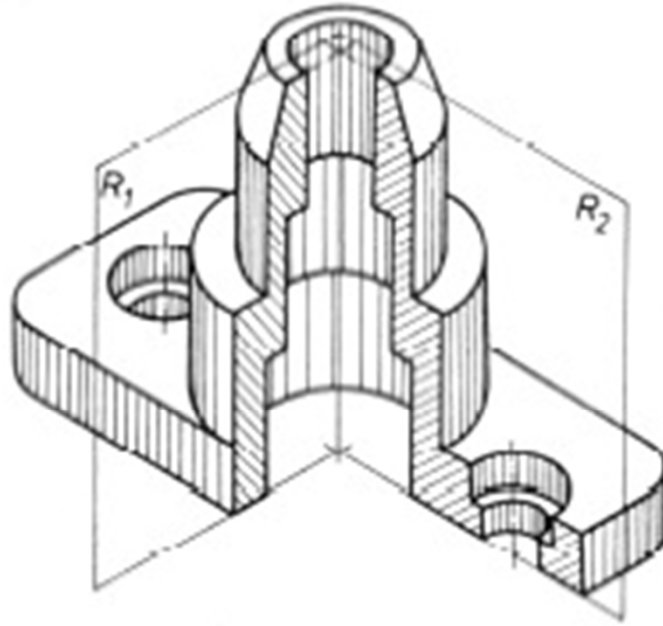
ispravno



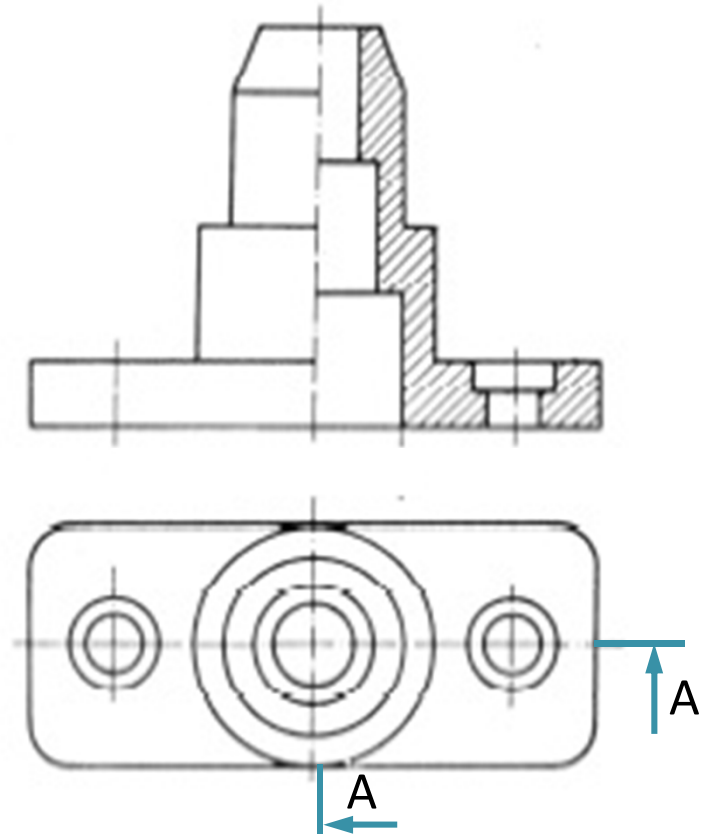
## Polupresjek



- ✓ Kod simetričnih elemenata najracionalnije je koristiti polupresjek. Polovina elementa se prikazuje u izgledu, a druga polovina u presjeku.
- ✓ Polupresjek se primjenjuje kod elemenata koji imaju bar dvije ravni simetrije koje 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

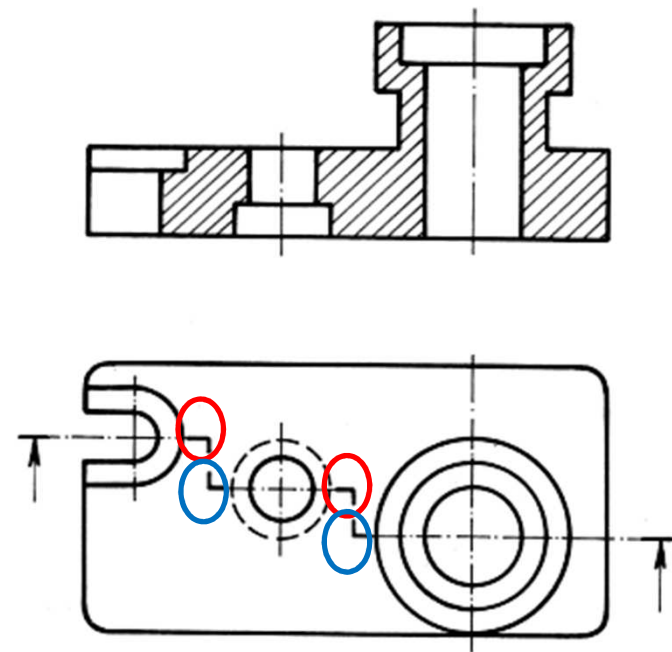
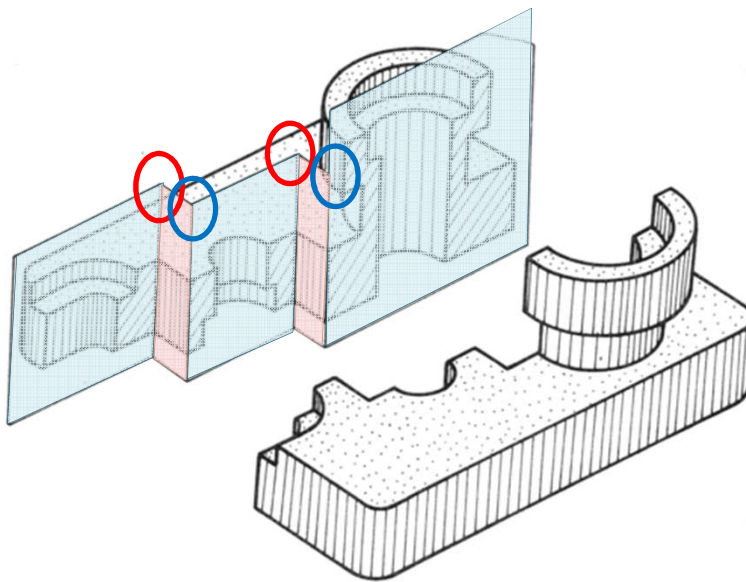


Presjek A-A



## Presjek sa više paralelnih ravni

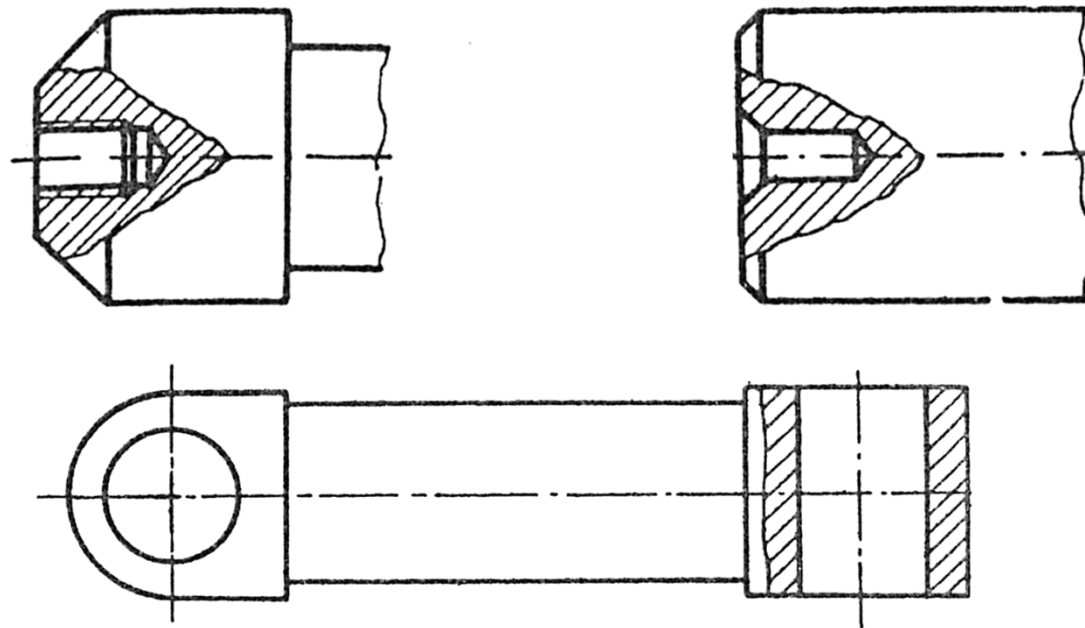
- ✓ Koristi se kada je potrebno da zamišljena ravan presjeka prođe kroz veći broj otvora i šupljina.
- ✓ Koriste se dvije ili više zamišljenih ravni presjeka koje su međusobno paralelne.
- ✓ Kada ravan presjeka ne prolazi samo kroz ravan simetrije predmeta, potrebno je naznačiti projekcije ravni presjeka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

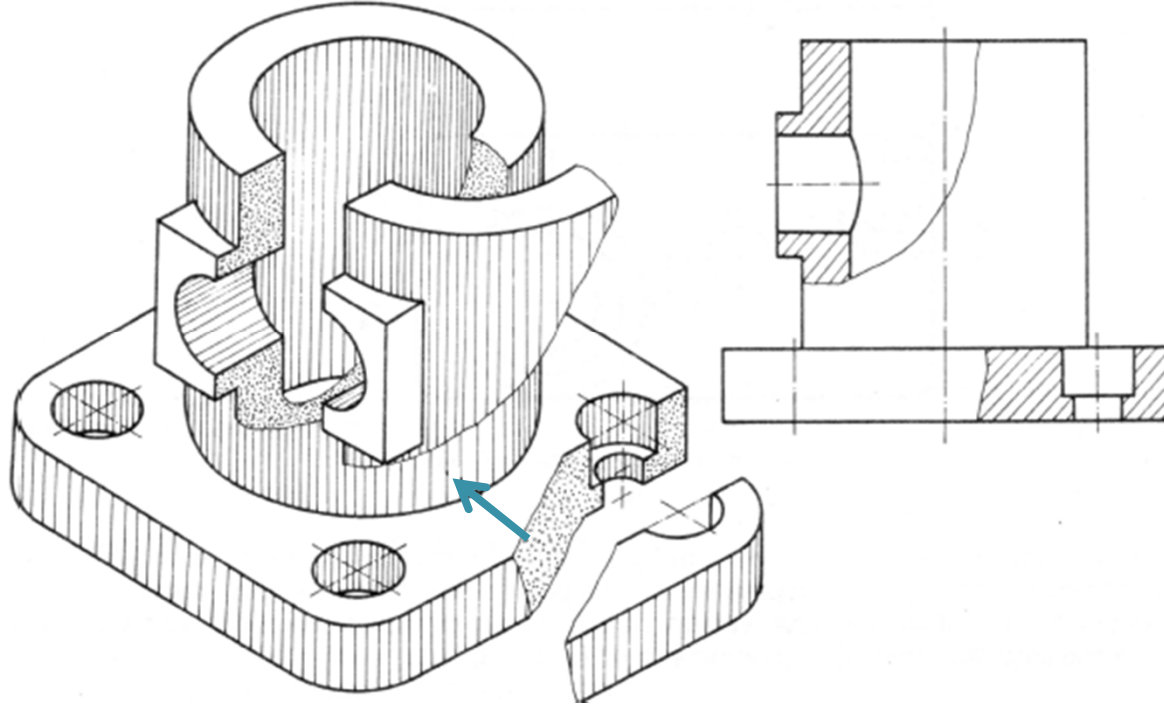




## Djelimični presjek

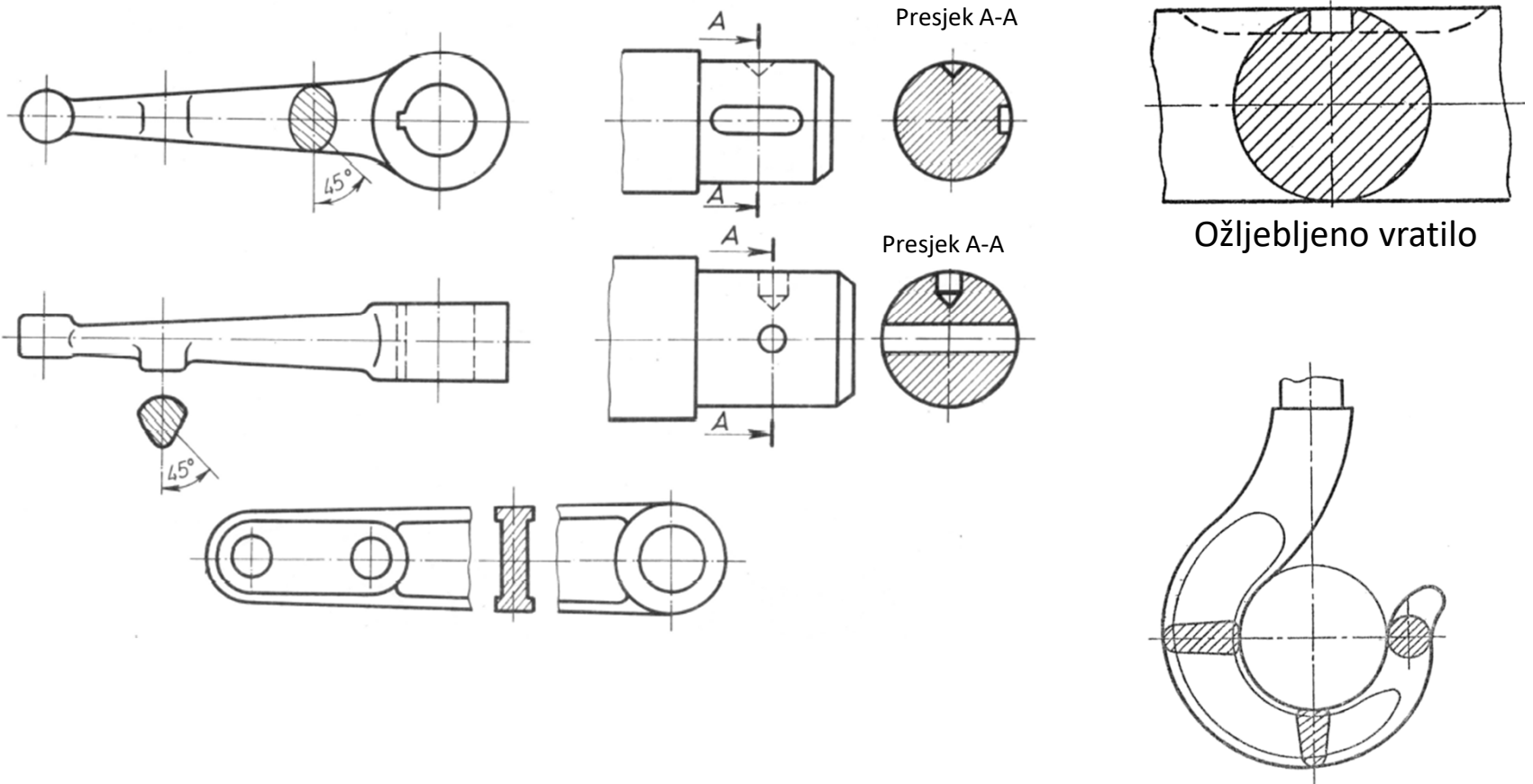
- ✓ Kod djelimičnog presjeka koristi se slobodoručna linija „f“ u cilju ograničenja mjesta djelimičnog presjeka.
- ✓ Koristi se pri pojašnjenju nekog karakterističnog detalja elementa.





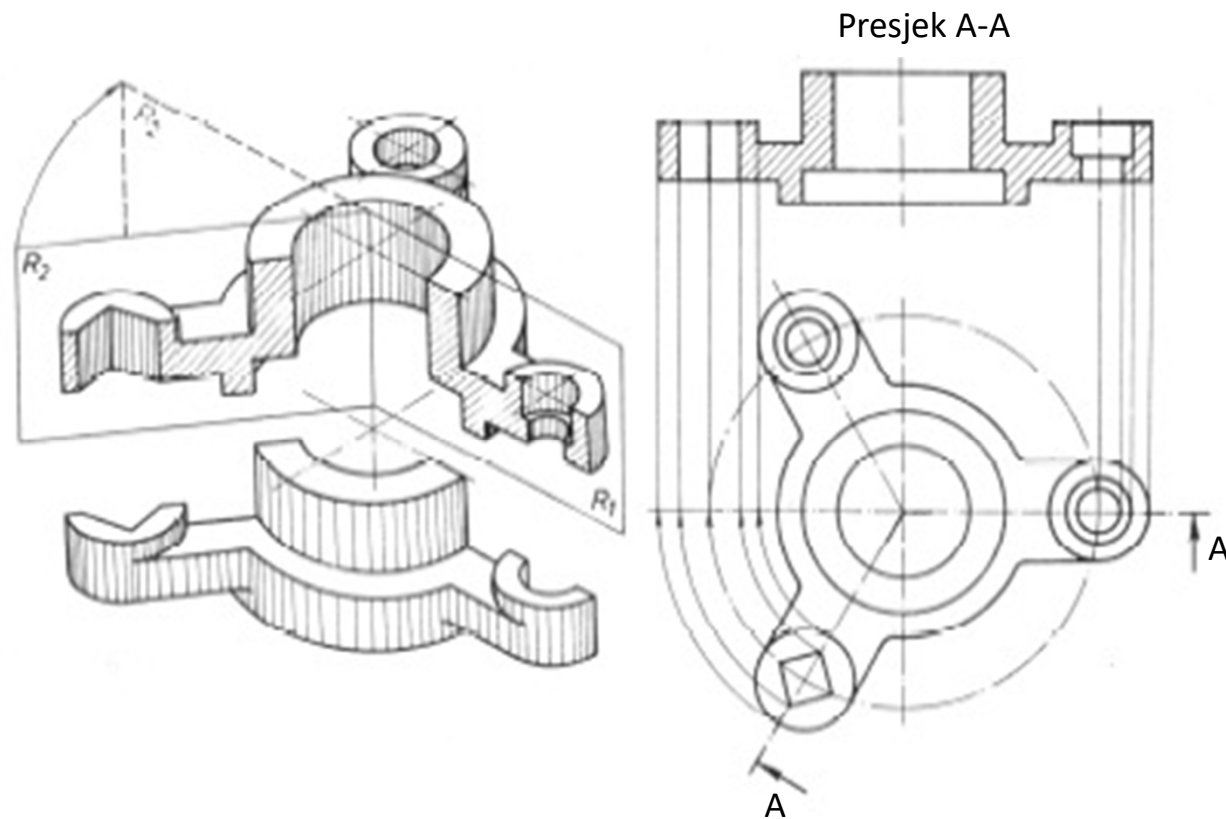
## Lokalni presjek

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



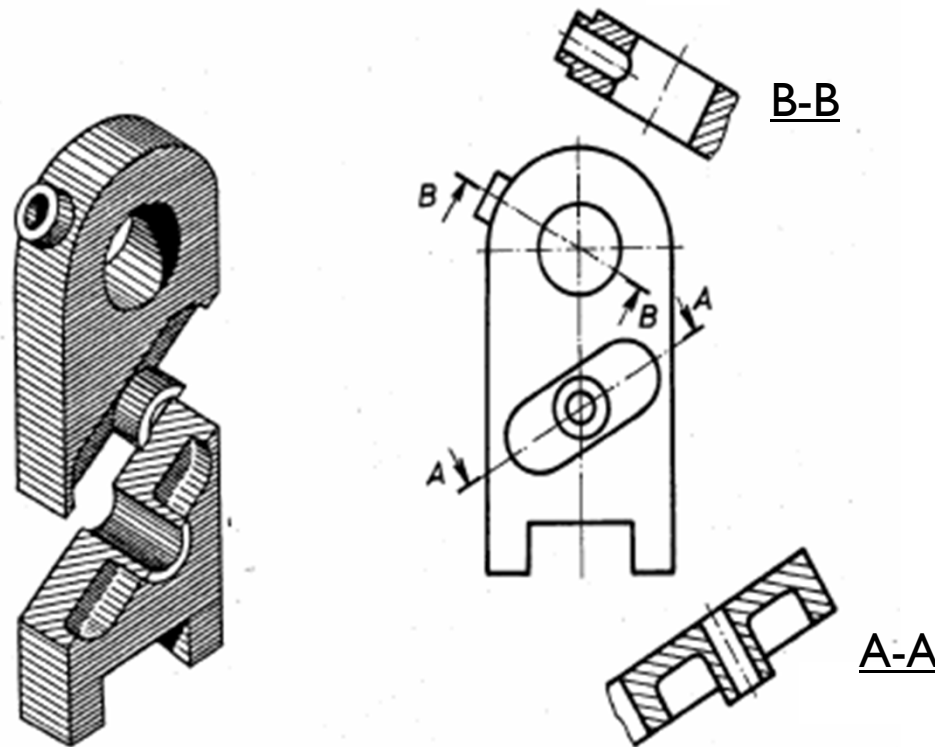
## Zaokrenuti presjek

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



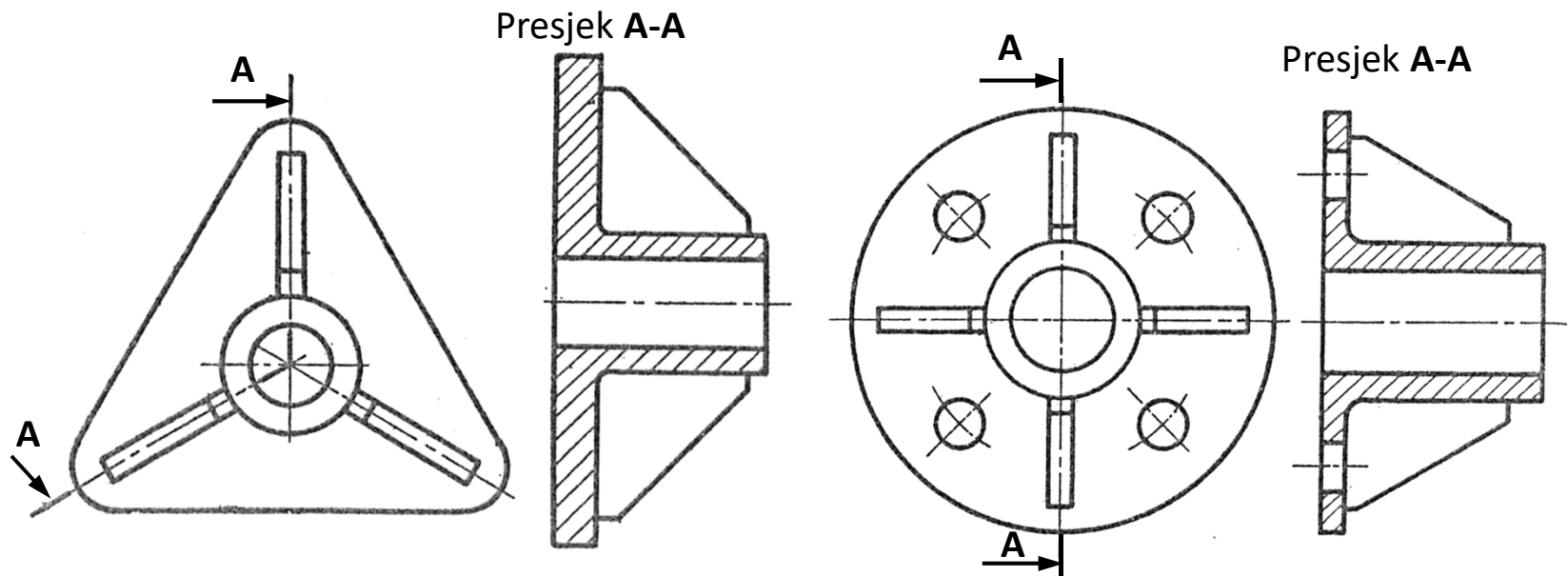
## Presjek nesimetričnog elementa

- ✓ 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

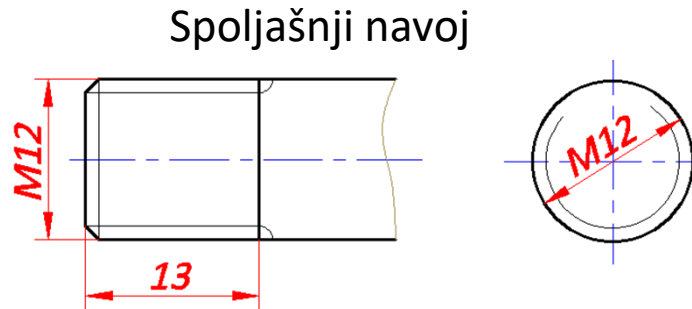
- ✓ Kada ravan presjeka ne prolazi kroz jednu od ravni simetrije, potrebno je u drugom izgledu naznačiti projekcije ravni presjeka, odnosno mjesta presjeka.
- ✓ Projekcije ravni presjeka označavaju se linijom „e“ (crta-tačka-crta). Mjesto preloma ove linije označavaju se linijom „a“. Istom linijom pojačava 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

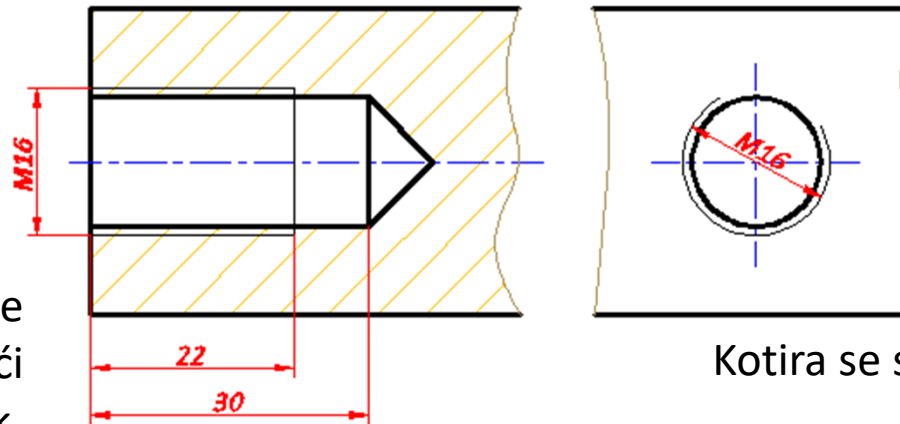


Kotira se najveći prečnik.

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

*“Investicija u znanje plaća najbolje kamate.”*

Bendžamin Frenklin

8 životnih lekcija Bendžamina Frenklina:

- Pobjednici ustaju rano.
- Razbistrite svoje misli.
- Planirajte.
- Nikada ne prestajte da učite.
- Navike su važne.
- Dajte sebi oduška.
- Pronađite vreme za prijatelje, porodicu i zabavu.
- Pronađite vrijeme da se preispitate.



**Zahvaljujem na pažnji!**