

# PROSTORSKE PROJEKCIJE

## V poglavju Prostorske projekcije bomo spoznali:

- vrste projiciranja,
- ortogonalno aksonometrično in Mongeovo projekcijo in na začetku bomo risali enostavne modele v obeh projekcijah, kasneje pa že bolj zahtevne,
- razliko projiciranja v evropskih in ameriških državah ter risali projekcije in jih razvrščali na oba načina,
- posebnosti pri risanju delavniških in sestavnih risb.

## CILJI

- Poznamo osnovne načine projiciranja, ki se uporabljajo v tehniki, in jih znamo pojasniti.
- Znamo opisati pravila ortogonalne aksonometrične in Mongeove projekcije.
- Znamo narisati model v ortogonalni aksonometrični in Mongeovi projekciji.
- Znamo za podano ortogonalno aksonometrično projekcijo skicirati izometrično projekcijo in obratno.
- Znamo pojasniti razliko med ameriškim in evropskim načinom projiciranja, znamo narisati simbol, ki ponazarja vrsto projiciranja, in znamo za modele izdelati projekcije na oba načina.
- Pojasnimo posebnosti, ki jih uporabljamo pri risanju delavniških in sestavnih risb, ter jih znamo opisati in uporabiti.

Strojne elemente, ki imajo tri dimenzije, prikazujemo na risbah, ki so narisane na papirju, ki ima dve dimenziji. Izpad tretje dimenzije nadomestimo z ustreznimi načinom risanja.

Pri risanju predmete projiciramo. V strojništvu se največ uporablja **vzporedno projiciranje**, pri katerem so projekcijski žarki med seboj vzporedni in padajo pravokotno na ravnino risanja. Takšno projekcijo imenujemo tudi **pravokotna projekcija** in se najpogosteje uporablja za tehniške risbe.

Pri **središčni projekciji** gredo projekcijski žarki od izvora svetlobe in se širijo proti ravnini risanja. Kljub temu da daje takšna projekcija najboljšo predstavo o obliki in legi predmeta v prostoru, je neprimerna za tehniške risbe.

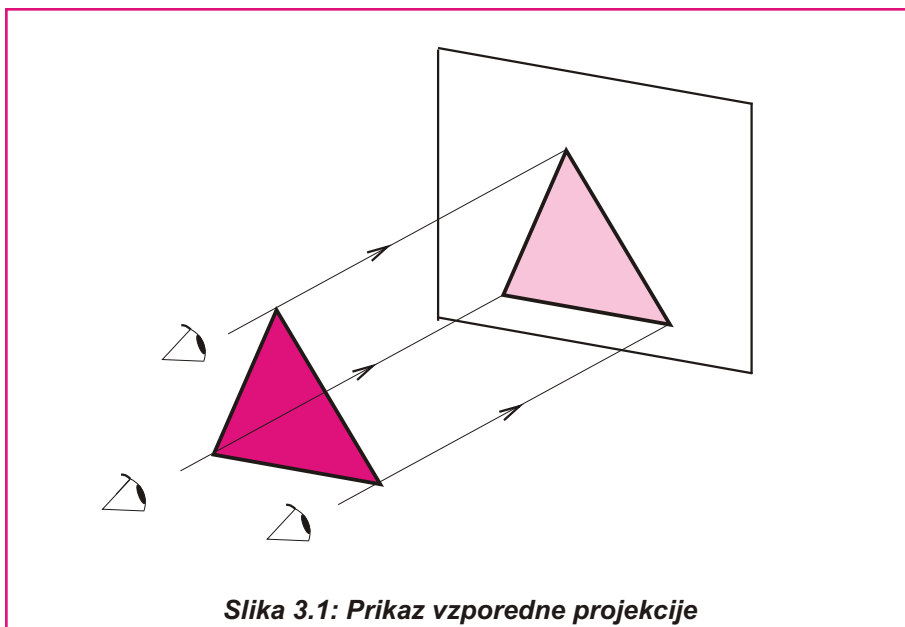
### 3.1 VRSTE PROJEKCIJ

Vsi predmeti so obdani s površinami različnih oblik in velikosti ter so tridimenzionalni: imajo določeno širino, višino in dolžino. Risalna ravnina pa je dvodimenzionalna: ima določeno dolžino in višino. Kljub temu mora dvodimenzionalna risba jasno podajati predstavo narisane tridimenzionalnega predmeta.

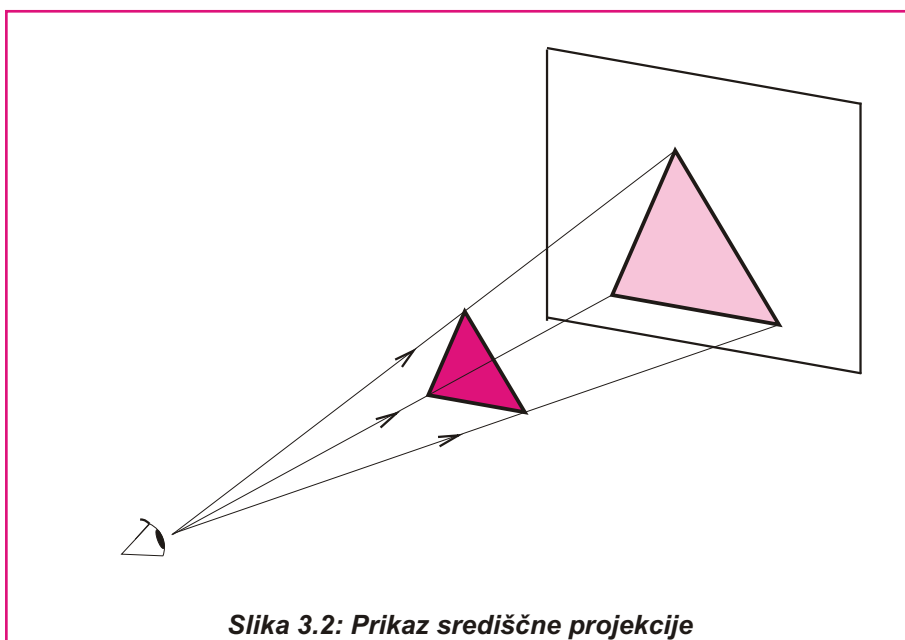
Projicirati pomeni predmet prikazati v eni ravnini. Risbo projiciranega predmeta imenujemo projekcija. Izpad tretje dimenzije pri risanju nadomestimo z risanjem v večih projekcijah.

Projiciramo na dva osnovna načina:

- središčno ali centrarno,
- vzporedno ali paralelno.



Slika 3.1: Prikaz vzporedne projekcije



Slika 3.2: Prikaz središčne projekcije

Na tehniških risbah prikazujemo predmete v:

- ortogonalni aksonometrični projekciji in
- ortogonalni Mongeovi projekciji.

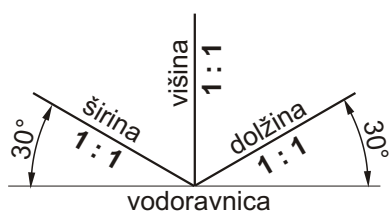
Aksonometrična projekcija prikazuje telo v eni sliki in zato je lahko razumljiva. Ker predmetov zapletenih oblik, narisanih v aksonometrični projekciji, ne moremo pregledno kotirati, rišemo na tehniških risbah, ki so namenjene proizvodnji, predmete v ortogonalni Mongeovi projekciji.

### 3.2 ORTOGONALNA AKSONOMETRIČNA PROJEKCIJA

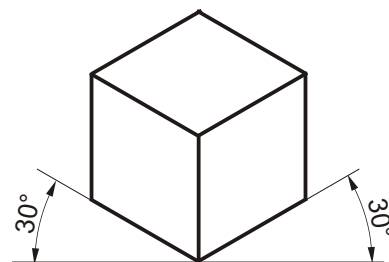
Na eni sliki je predmet prikazan v treh glavnih pogledih in je tako tehnično neizobraženim ljudem lahko razumljiva slika predmeta. V strojništvu uporabljamo pravokotno ali ortogonalno aksonometrično projekcijo za reklamna sporočila, prospekte, navodila za delovanje naprave. Za risanje delavniških in sestavnih risb je takšen način risanja neustrezen, ker ne moremo pregledno podajati mer (kotirati) in zelo zamudno je risanje krogov in zaokrožitvev.

Slikovna ravnina je izbrana tako, da seka vse tri koordinatne osi prostorskega kota. Glede na razmerja meril na posameznih koordinatnih oseh ločimo izometrično, dimetrično in trimetrično projekcijo. Način prikazovanja risb v ortogonalnih aksonometričnih projekcijah je predpisan s standardom SIST ISO 5456.

#### 3.2.1 Izometrična projekcija



Slika 3.3: Pravila risanja v izometrični projekciji



Slika 3.4: Kocka v izometrični projekciji

**Aksonometrično projekcijo, pri kateri so merila na vseh treh koordinatnih oseh enaka in sta dolžina in širina risani pod kotom 30° nasproti vodoravnice, višina pa je navpična, imenujemo izometrična projekcija.**

- **Kocka v izometrični projekciji** ima vse tri robove enako dolge. Navpični robovi ostanejo navpični, robovi drugi dveh razsežnosti (dolžina, širina) pa tvorijo z vodoravnico kot 30°. Nobena ploskev kvadratov ni vzporedna z ravnino risanja, zato namesto kvadratov vidimo rombe, ki so enaki. Robovi nam predstavljajo tri glavne osi izometrične projekcije.

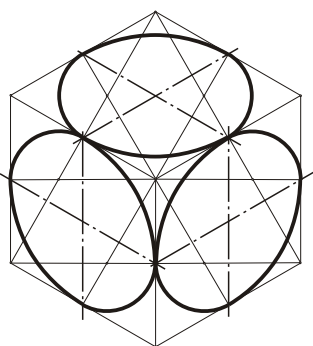
**Na tehniških risbah prikazujemo predmete v ortogonalni projekciji:**

- aksonometrični in
- Mongeovi.

Z ortogonalno aksonometrično projekcijo prikažemo na eni sliki vse tri dimenzije elementa. Slika elementa je lahko predstavljiva, zato jo uporabljamo za reklamna sporočila, prospekte in navodila. Za delavniško dokumentacijo je neprimerna, ker nam ne daje možnosti preglednega podajanja mer.



Izometrične projekcije krogov, ki ležijo vzporedno s projekcijskimi ravninami, so elipse. Pri konstruiranju kroga v izometrični projekciji si pomagamo z očitanimi kvadrati – rombi.



**Slika 3.5:**  
Krog v izometrični projekciji v vseh treh projekcijskih ravninah

Delovni zvezek

**VAJA 11**



Delovni zvezek

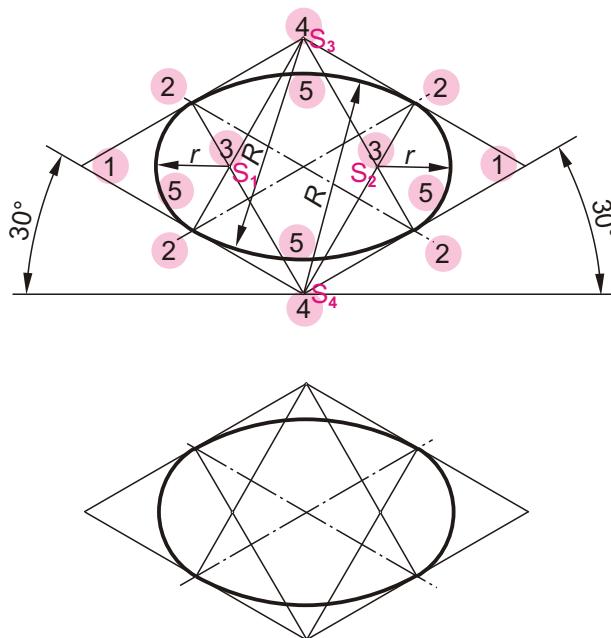
**VAJA 12**



- **Izometrična projekcija kroga**, ki leži vzporedno s projekcijsko ravnino, je elipsa. Pri konstruiranju kroga v izometrični projekciji si pomagamo z očitanimi kvadrati – rombi.

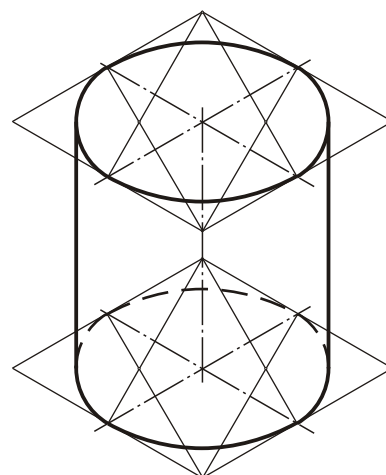
Postopek konstruiranja kroga v izometrični projekciji:

1. V ustrezni ravnini narišemo romb, ki ima dolžino stranice enako premeru kroga, ki ga rišemo.
2. S srednjico razdelimo stranice romba na pol.
3. Iz oglišč krajše diagonale v rombu narišemo pomožne črte v razpolovišča stranic romba.
4. Pomožne črte se sekajo v točkah  $S_1$  in  $S_2$ , ki predstavljata središči krožnega loka.
5. Krog v izometrični projekciji narišemo s štirimi krožnimi loki, ki imajo središče v ogliščih krajše diagonale v rombu  $S_3$  in  $S_4$  ter v točkah  $S_1$  in  $S_2$ .



**Slika 3.4:** Krog v izometrični projekciji

- **Valj v izometrični projekciji** rišemo tako, da najprej narišemo obe osnovni ploskvi valja. Na spodnji in zgornji ravnini narišemo kroga v izometrični projekciji, ki ležita točno eden nad drugim. Na koncu narišemo še zunanje robove, ki so tangenti na narisane kroge in vzporedni z višino, ter os valja.

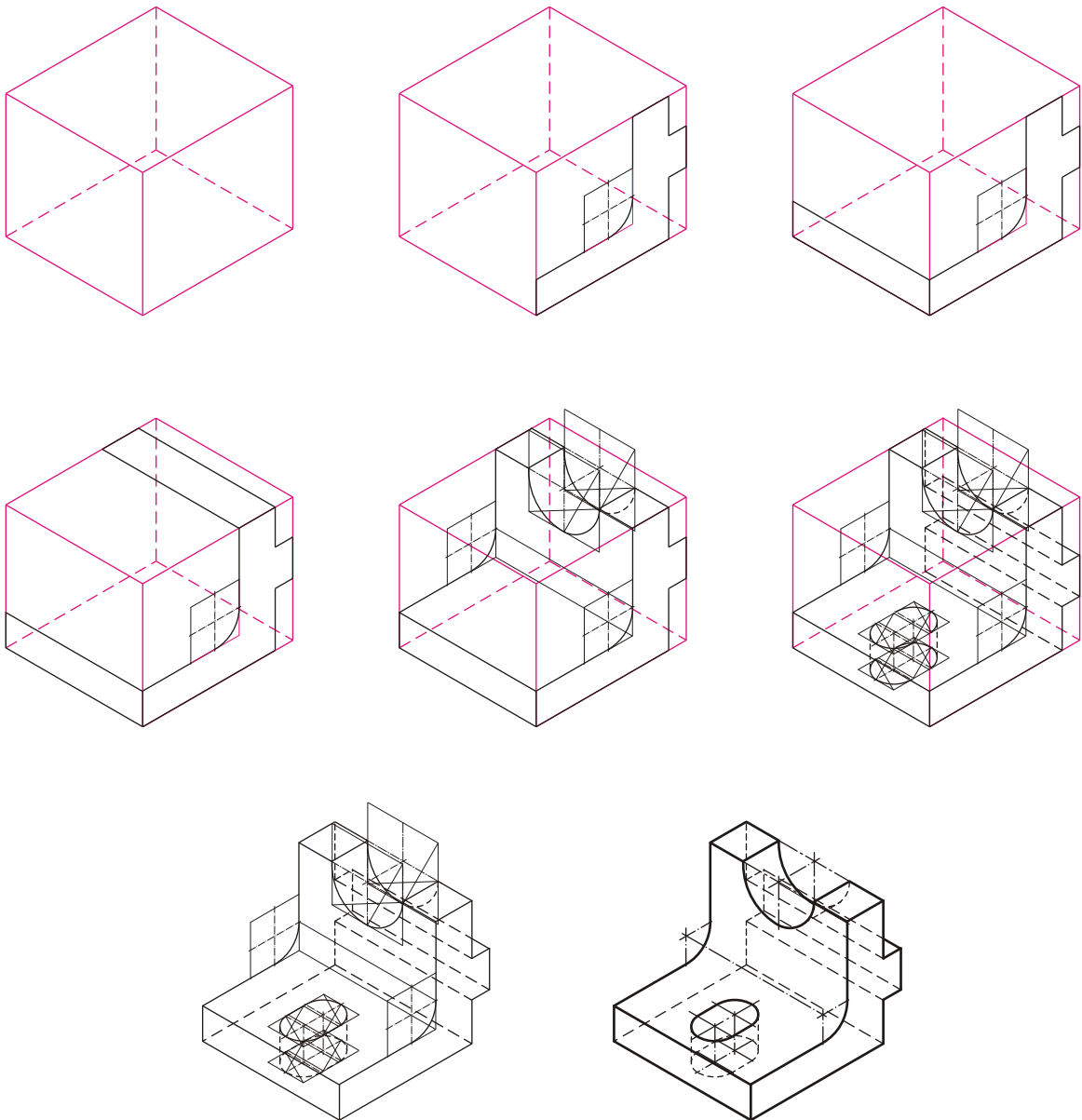


**Slika 3.6:** Valj v izometrični projekciji

**Postopek risanja predmeta v izometrični projekciji:**

1. Narišemo kvader v izometrični projekciji v merilu 1 : 1. Višina, dolžina in širina kvadra so enake največji višini, dolžini in širini predmeta, ki ga rišemo.
2. Narišemo obliko, ki jo ima predmet na sprednji površini kvadra.
3. Narišemo obliko, ki jo ima predmet na zgornji površini kvadra.
4. Narišemo obliko, ki jo ima predmet na levi stranski površini kvadra.
5. Oblikujemo končno sliko predmeta z risanjem medsebojno vzporednih robov, ki so vzporedni tudi na predmetu.
6. Vidne robove odebelimo, nevidne robove narišemo s prekinjeno črto in predmet kotiramo.

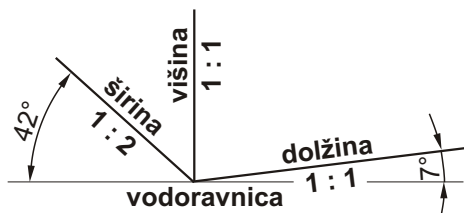
Delovni zvezek  
**VAJA 13**



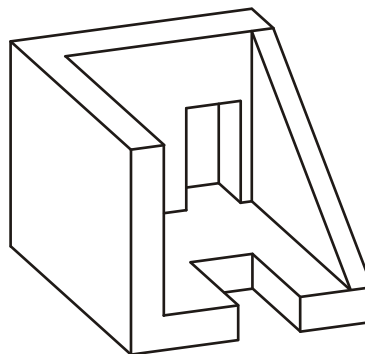
**Slika 3.7: Postopek risanja predmeta v izometrični projekciji**

### 3.2.2 Dimetrična projekcija

Dimetrično projekcijo uporabljamo za prikazovanje tistih predmetov, pri katerih je bistvena oblika predmeta vidna v enem pogledu. Dve dimenziji, višino in dolžino, rišemo v merilu 1 : 1, tretjo dimenzijo, v kateri element nima nobenih posebnosti, pa skrajšamo za polovico.



Slika 3.8: Pravila risanja v dimetrični projekciji



Slika 3.9: Predmet, narisan v dimetrični projekciji

Na delavniški in sestavni risbi prikazemo predmet v toliko ortogonalnih Mongeovih projekcijah, da so oblike in mere jasno podane.

Osnovne projicirne ravnine:

- $\pi_1$  – ravnina risanja tlorisa
- $\pi_2$  – ravnina risanja narisa
- $\pi_3$  – ravnina risanja stranskega risa

Osnovne projekcije:

- naris
- tloris
- stranski ris

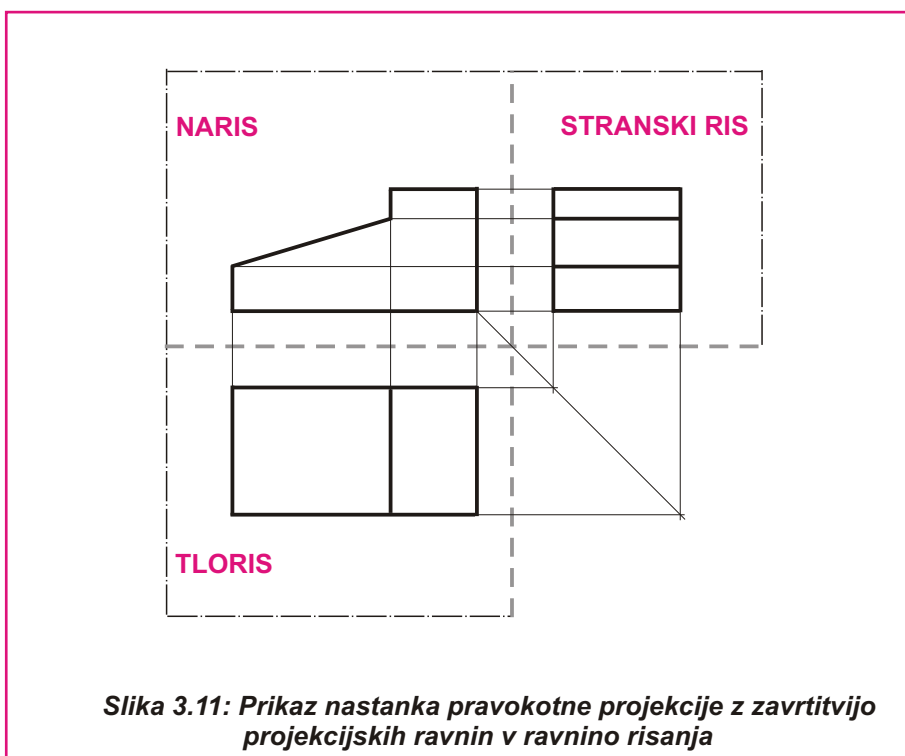
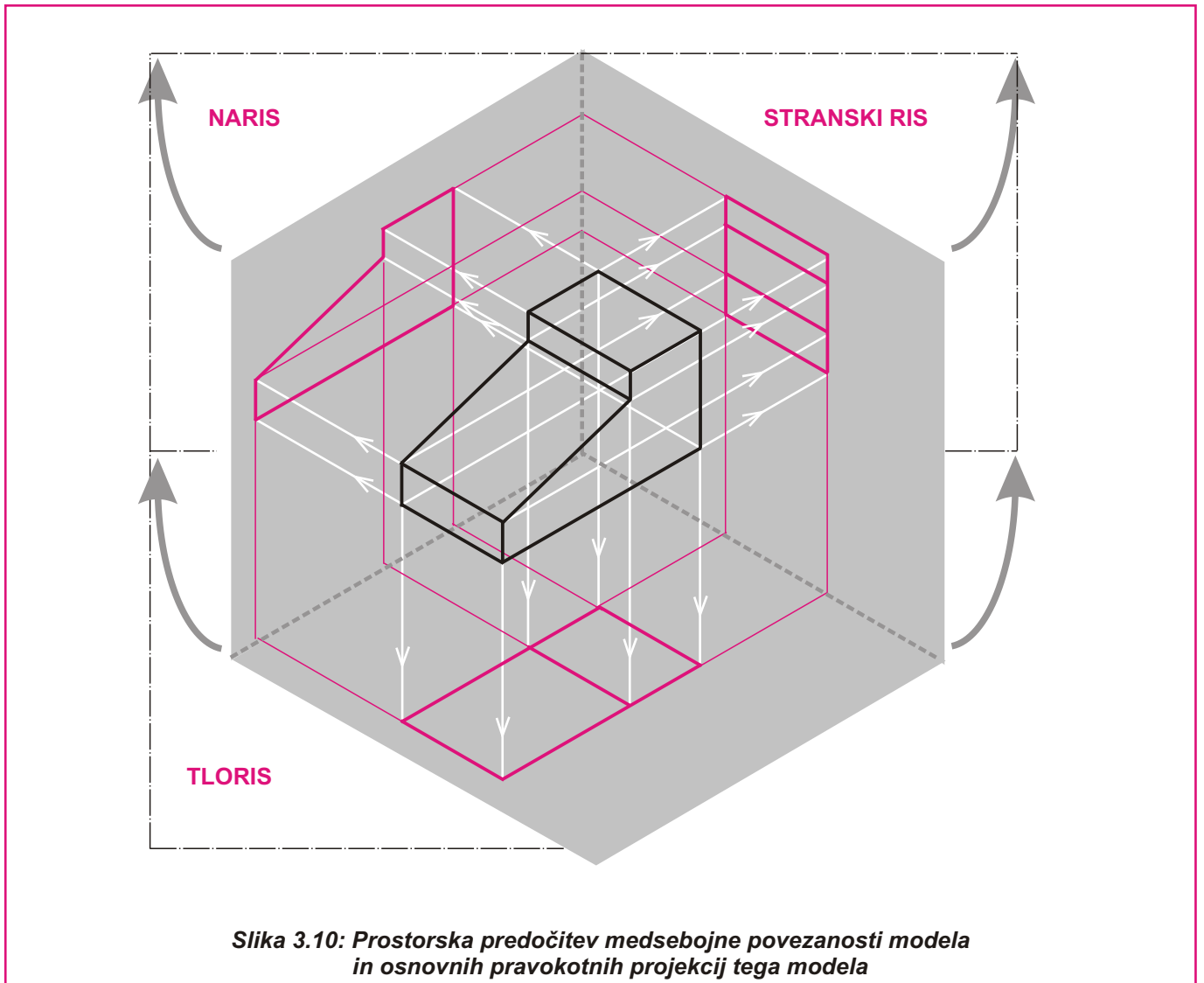
V strojništvu uporabljamo ortogonalno Mongoevo projekcijo za risanje delavniških in sestavnih risb. V tej projekciji lahko enopomensko podamo obliko predmeta in njegove mere.

Projekcijski žarki pri Mongoevi projekciji padajo pravokotno na risarsko ravnino. Tako vsi robovi in ploskve, ki so vzporedni z risarsko ravnino, ohranijo svojo obliko in dimenzije. Vsi robovi, ki so na projekcijsko ravnino pravokotni, se združijo v eno samo točko, ravnine, ki so pravokotne na projekcijsko ravnino, pa v eno črto.

V eni projekciji prikazemo dve dimenziji predmeta. Tako nam projekcija predmeta na eno samo ravnino risanja ne da vseh podatkov o obliki in merah predmeta. Zato je potrebno risati najmanj dve projekciji, običajno pa rišemo tri.

Po SIST ISO 128 so v Mongeovi projekciji tri osnovne projekcije. Predmet postavimo v prostor in ga vzporedno projiciramo na tri projicirne ravnine  $\pi_1$ ,  $\pi_2$  in  $\pi_3$ .

- Na tlorisno ravnino  $\pi_1$  (horizontalna ravnina) rišemo **tloris** (pogled od zgoraj). V njem prikazemo dolžino in širino predmeta.
- Na narisno ravnino  $\pi_2$  (navpična ravnina) rišemo **naris** (pogled od spredaj). V njej prikazemo dolžino in višino.
- Na stranskorisno ravnino  $\pi_3$  (stranska navpična ravnina) rišemo **stranski ris** (pogled iz leve strani). V njem prikazemo višino in širino.



Z zavrtitvijo ravnin  $\pi_1$ ,  $\pi_2$  in  $\pi_3$  okoli presečiščnic ravnin dobimo vse tri projekcijske ravnine v eni ravnini  $\pi_0$  ravnini risanja.

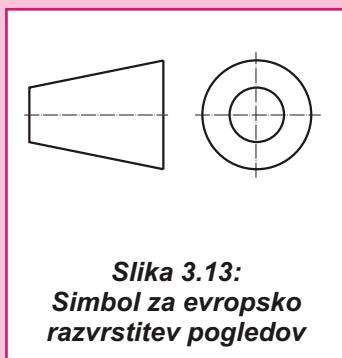


Na tehniških risbah ne rišemo osi in pomožnih črt. Zraven projekcij tudi ne pišemo imen projekcij, ker je lega projekcij na listu predpisana. Moramo pa podati mere predmeta, da ga lahko izdelamo.

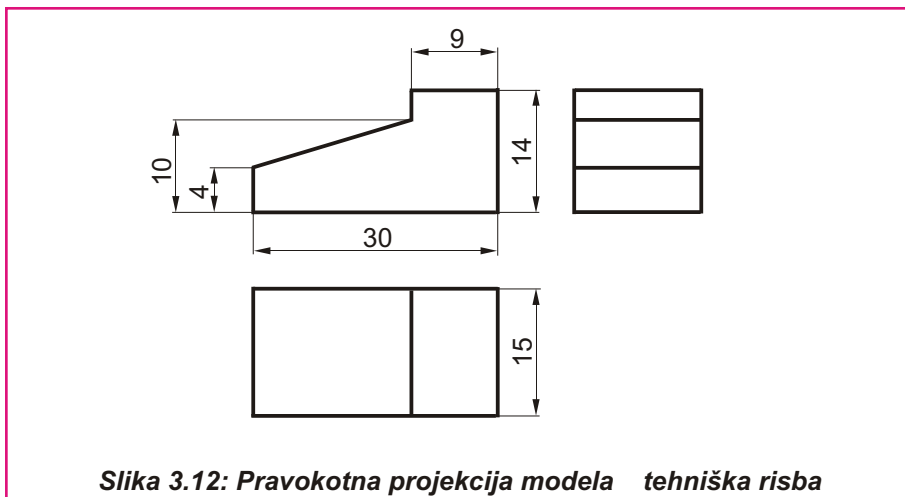
Kadar s tremi osnovnimi pogledi ne moremo jasno definirati oblike in kotirati vseh mer, predmet prikažemo še v dodatnih pogledih:

- drugi naris,
- drugi tloris,
- drugi stranski ris.

Vsaka risba mora biti označena s simbolom, ki pove, v katerem načinu projiciranja je narisana.



**Slika 3.13:**  
**Simbol za evropsko razvrstitev pogledov**



**Slika 3.12: Pravokotna projekcija modela tehniška risba**

### 3.3.1 Razvrstitev pogledov in dodatni pogledi

Izdelke zapletenih oblik je treba prikazati v več pogledih, da lahko podamo njihovo obliko in mere. Osnovnim pogledom dodamo še tri dodatne poglede:

- pogled od zadaj, drugi naris,
- pogled od spodaj, drugi tloris,
- pogled z desne, drugi stranski ris.

Glede na način projiciranja ločimo evropsko razvrstitev pogledov in ameriško razvrstitev pogledov.

#### ● Evropska razvrstitev pogledov

Pri evropskem načinu projiciranja je predmet med opazovalcem in projicirno ravnino. Posamezne projekcije tako rišemo na nasprotno stran opazovanja (pogled z leve rišemo na desno stran).

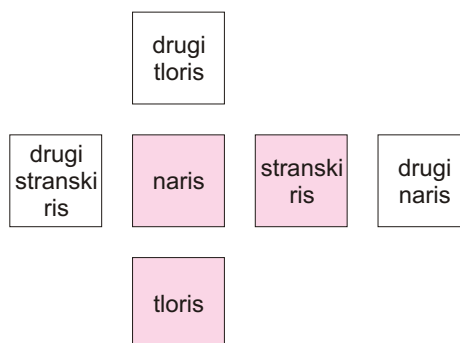
#### Evropska razvrstitev pogledov:

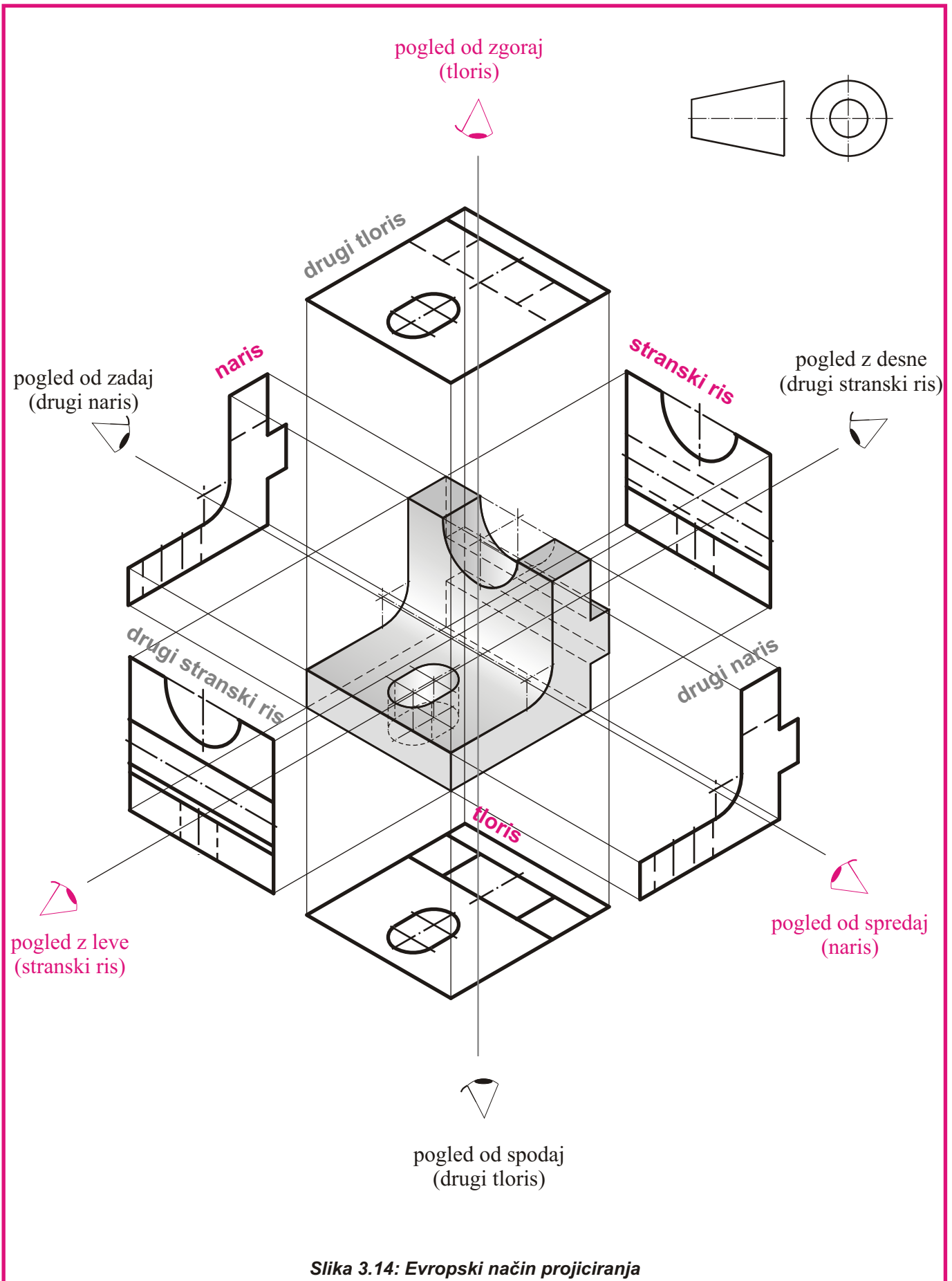
glavni pogledi:

- naris, pogled od spredaj, narišemo tako, da bodo vse projekcije na sredini risalne površine,
- tloris, pogled od zgoraj, rišemo pod narisom,
- stranski ris, pogled z leve strani, rišemo desno zraven narisa,

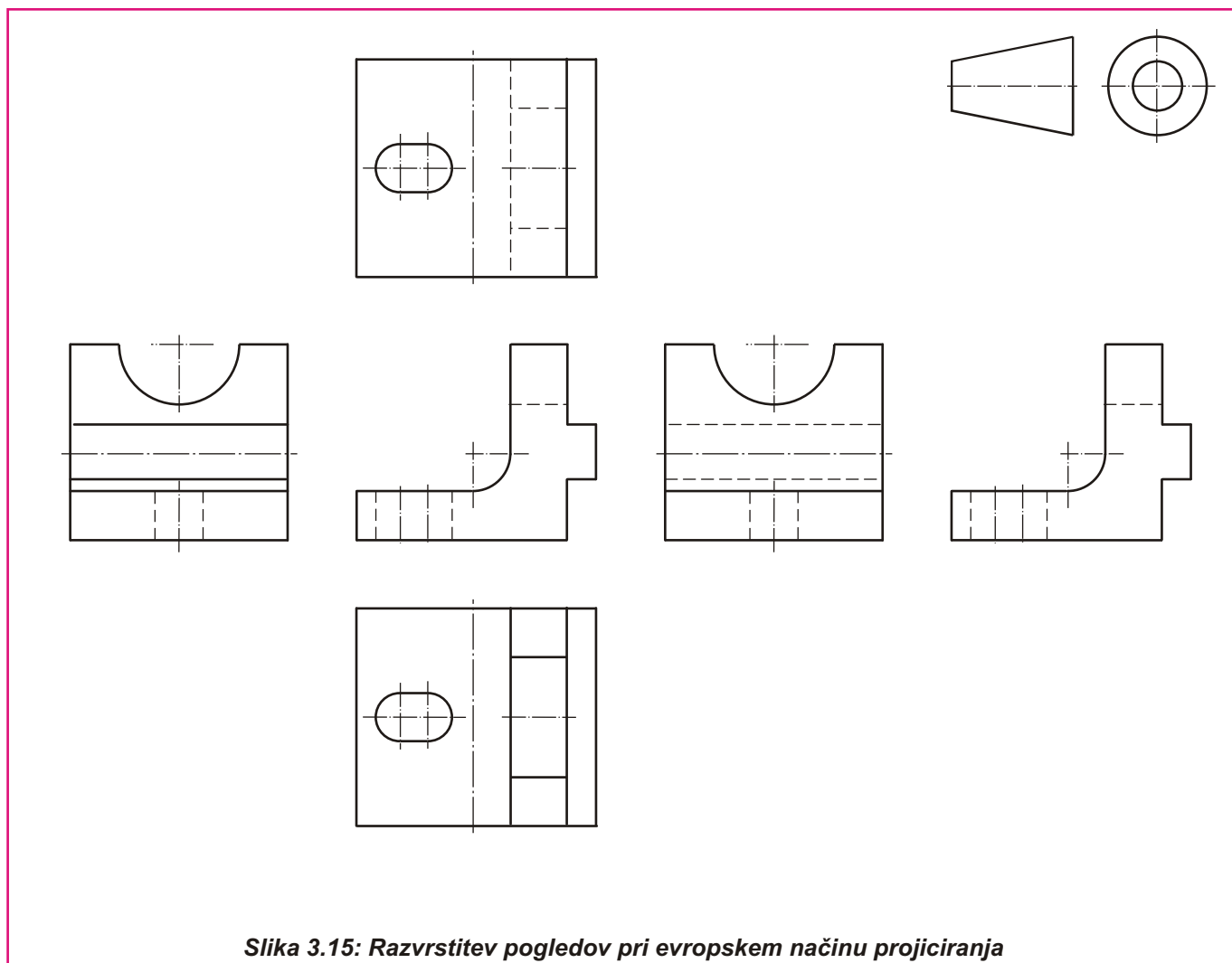
dodatni pogledi:

- pogled od spodaj rišemo nad narisom,
- pogled z desne strani rišemo levo zraven narisa,
- pogled od zadaj rišemo levo zraven stranskega risa.



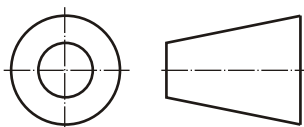


Slika 3.14: Evropski način projiciranja



Slika 3.15: Razvrstitev pogledov pri evropskem načinu projiciranja

V angleško govorečih državah uporabljajo drugačen način projiciranja kot pri nas. Opazovalec je med predmetom in projicirno ravnino. Tako se pogledi rišejo na tisto stran, s katere opazujemo.



Slika 3.16:  
Simbol za ameriško  
razvrstitev pogledov

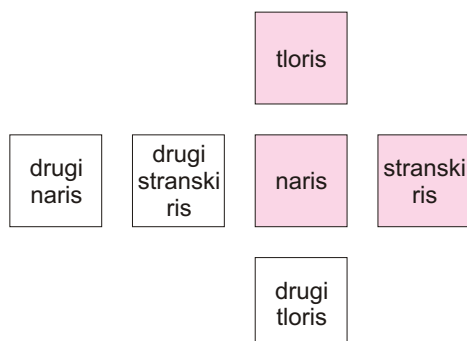
#### Ameriška razvrstitev pogledov:

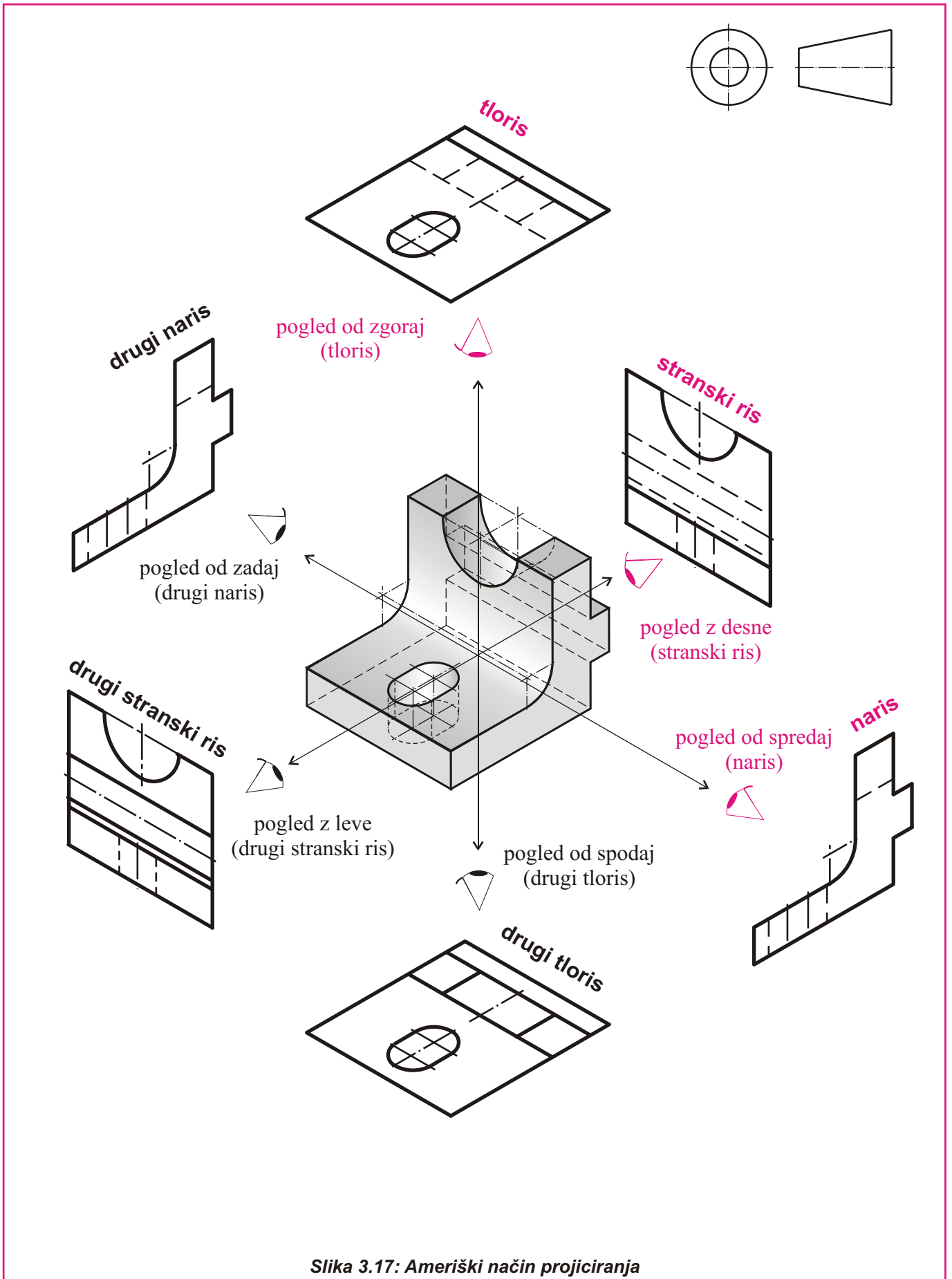
##### glavni pogledi:

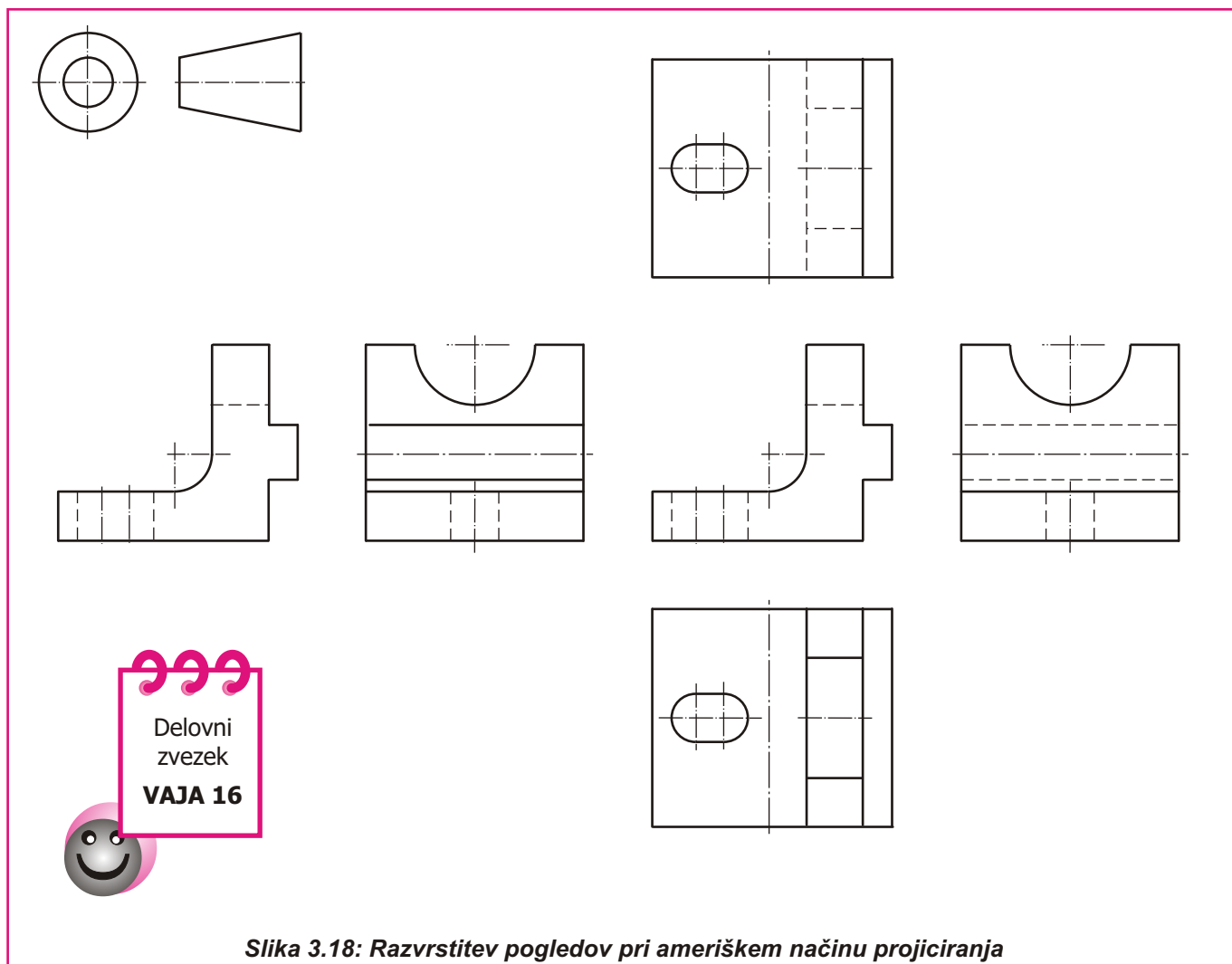
- naris, pogled od spredaj, narišemo tako, da bodo vse projekcije na sredini risalne površine,
- tloris, pogled od zgoraj, rišemo nad narisom,
- stranski ris, pogled z desne strani, rišemo desno zraven narisa,

##### dodatni pogledi:

- pogled od spodaj rišemo pod narisom,
- pogled z leve strani rišemo levo zraven narisa,
- pogled od zadaj rišemo levo zraven pogleda z leve strani.







Slika 3.18: Razvrstitev pogledov pri ameriškem načinu projiciranja

Delavniške in sestavne risbe rišemo v Mongeovi projekciji, poleg tega si pomagamo z drugimi priporočili in posebnostmi, ki veljajo pri risanju tehniških risb.

Risba naj prikaže element v legi, kot je uporabljen. Kot glavni pogled si izberemo pogled, v katerem je najmanj skritih robov in lahko najbolj jasno prikažemo obliko elementa.

### 3.4 POSEBNOSTI PRI RISANJU DELAVNIŠKIH IN SESATVNIH RISB

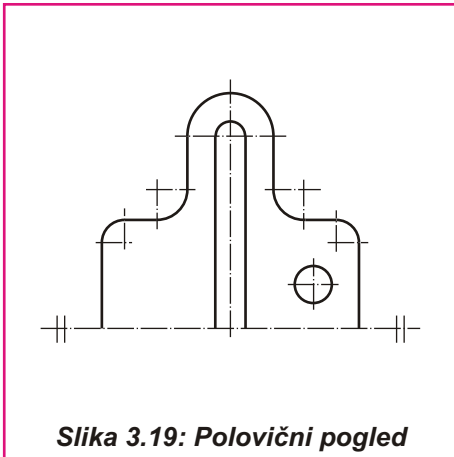
Delavniške in sestavne risbe rišemo izključno v Mongeovi projekciji. V katerih pogledih in kako naj bo tehniška risba narisana, je določeno s priporočili in posebnostmi pri risanju.

#### • Izbira pogledov

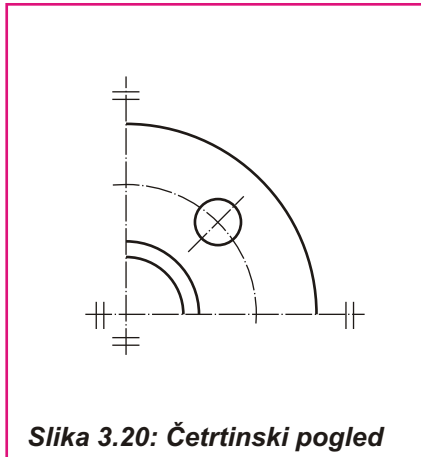
Običajno je glavni pogled naris. Izberemo ga tako, da je v njem najmanj nevidnih robov in da podaja čim bolj jasno obliko predmeta. Rišemo le toliko pogledov, da podamo obliko in mere.

#### • Delni in posebni pogledi

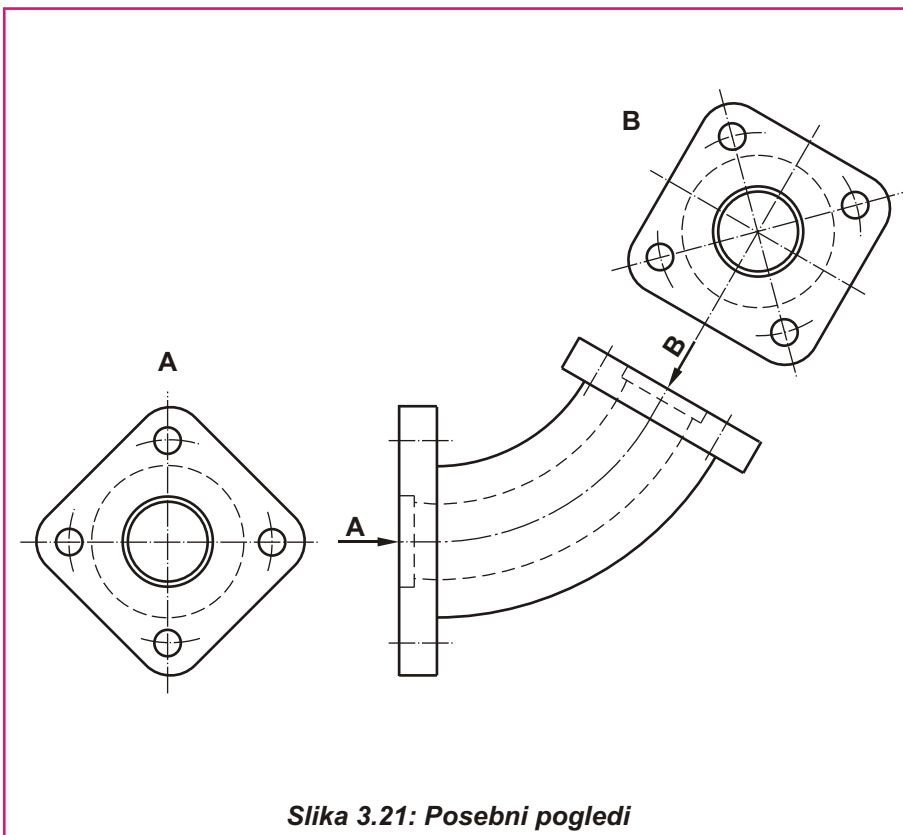
Delne poglede uporabljamo pri risanju simetričnih elementov. Rišemo jih v polovičnem ali četrtinskem delnem pogledu. Delni pogled označimo z dvema črticama, pravokotnima na simetralo. Posebne poglede uporabljamo, kadar z običajnimi pogledi ne moremo dovolj jasno podati oblike ali mer elementa. Označimo jih s puščico v smeri pogleda in s črko velike abecede, ki jo zapišemo tudi zraven narisane posebnega pogleda.



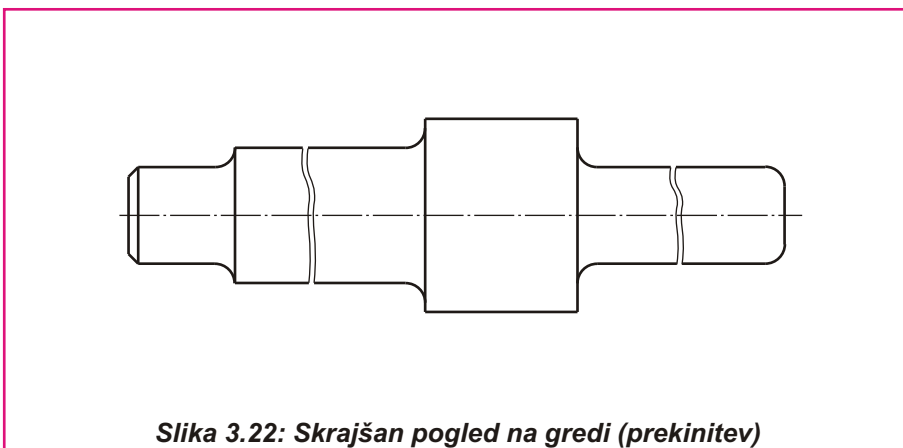
Slika 3.19: Polovični pogled



Slika 3.20: Četrtnski pogled



Slika 3.21: Posebni pogledi



Slika 3.22: Skrajšan pogled na gredi (prekinitve)

● **Simetrični elementi**

Simetrične elemente rišemo v polovičnem ali četrtnskem pogledu.

● **Posebni pogledi**

Kadar ne moremo jasno podati oblike in mer z običajnimi pogledi, rišemo posebne poglede. Smer pogleda označimo s puščico in črko velike abecede.

● **Prekinitve**

Dolge predmete, ki imajo enak prerez po celotni dolžini, lahko rišemo skrajšano. Prekinitvev označimo s tanko prostoročno črto (črta C). V skrajšanem pogledu lahko rišemo tudi nagibe in zoženja.

- **Nevidni robovi**

Nevidne robove rišemo s tanko črtkano črto (črta F). Risbe elementov zahtevnih oblik bi postale nepregledne, če bi risali vse nevidne robove, zato rišemo le tiste, ki so potrebni za jasno predstavitev oblike elementa.

- **Tekstovna pojasnila**

Dele iz pločevine, ki imajo konstantno debelino, rišemo v enem pogledu. Debelino pločevine podamo s tekstovnim pojasnilom na risbi "debelina pločevine 5" ali z oznako " $t = 5$ ".

- **Srednjice in simetrale**

Srednjice rišemo pri rotacijskih elementih, simetrale pa pri simetričnih elementih. Srednjice in simetrale rišemo s tanko črto-piko-črto (črta G).

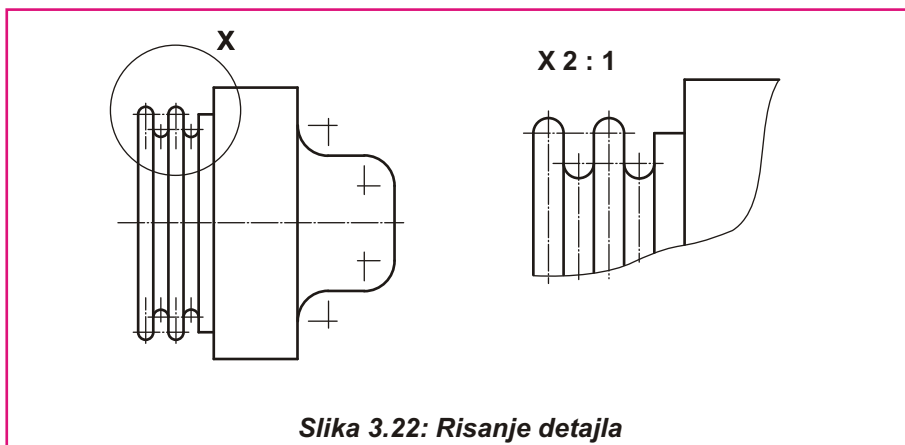


Delovni  
zvezek  
**VAJA 17**

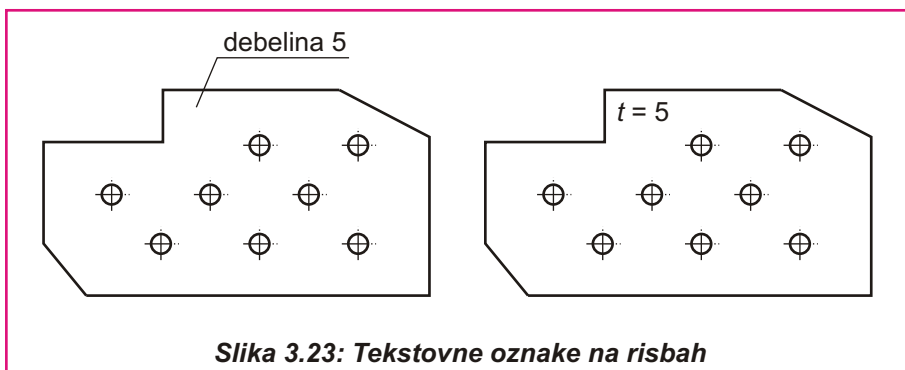


- **Detajli**

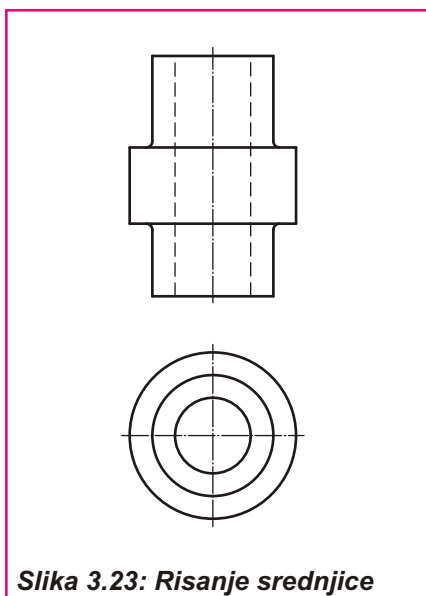
Večkrat imajo elementi določene podrobnosti, ki jih ne moremo jasno prikazati in kotirati v merilu, ki smo ga izbrali za risanje elementa. Takšno podrobnost obkrožimo s tanko neprekinjeno črto (črta B) in jo označimo s črko velike abecede. Obkrožen del narišemo ponovno v povečanem merilu. Zraven zapišemo predhodno izbrano črko in merilo v katerem je detajl narisano.



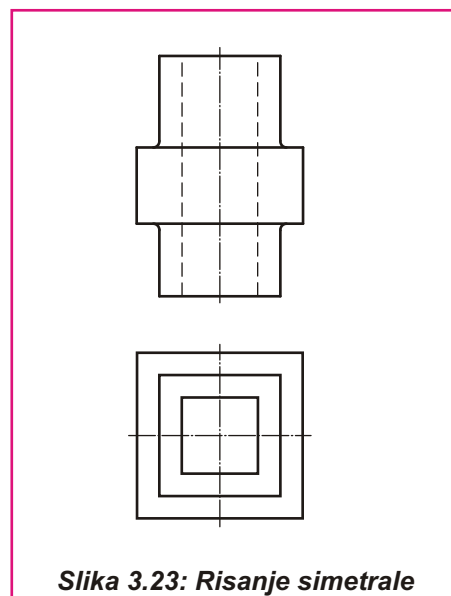
Slika 3.22: Risanje detajla



Slika 3.23: Tekstovne oznake na risbah



Slika 3.23: Risanje srednjice



Slika 3.23: Risanje simetrale