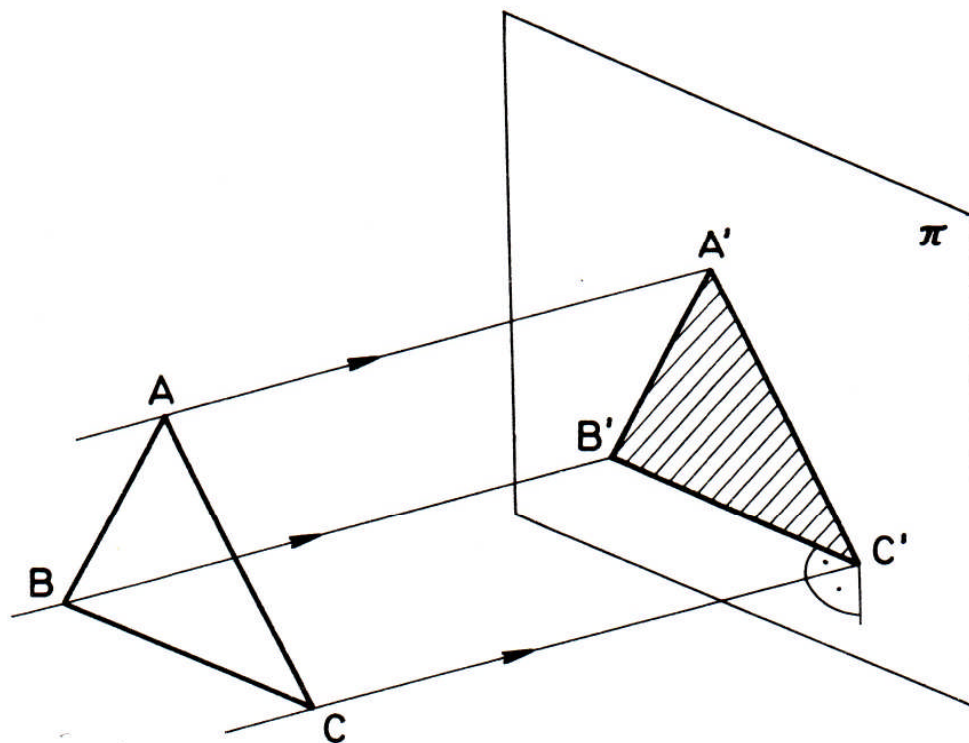


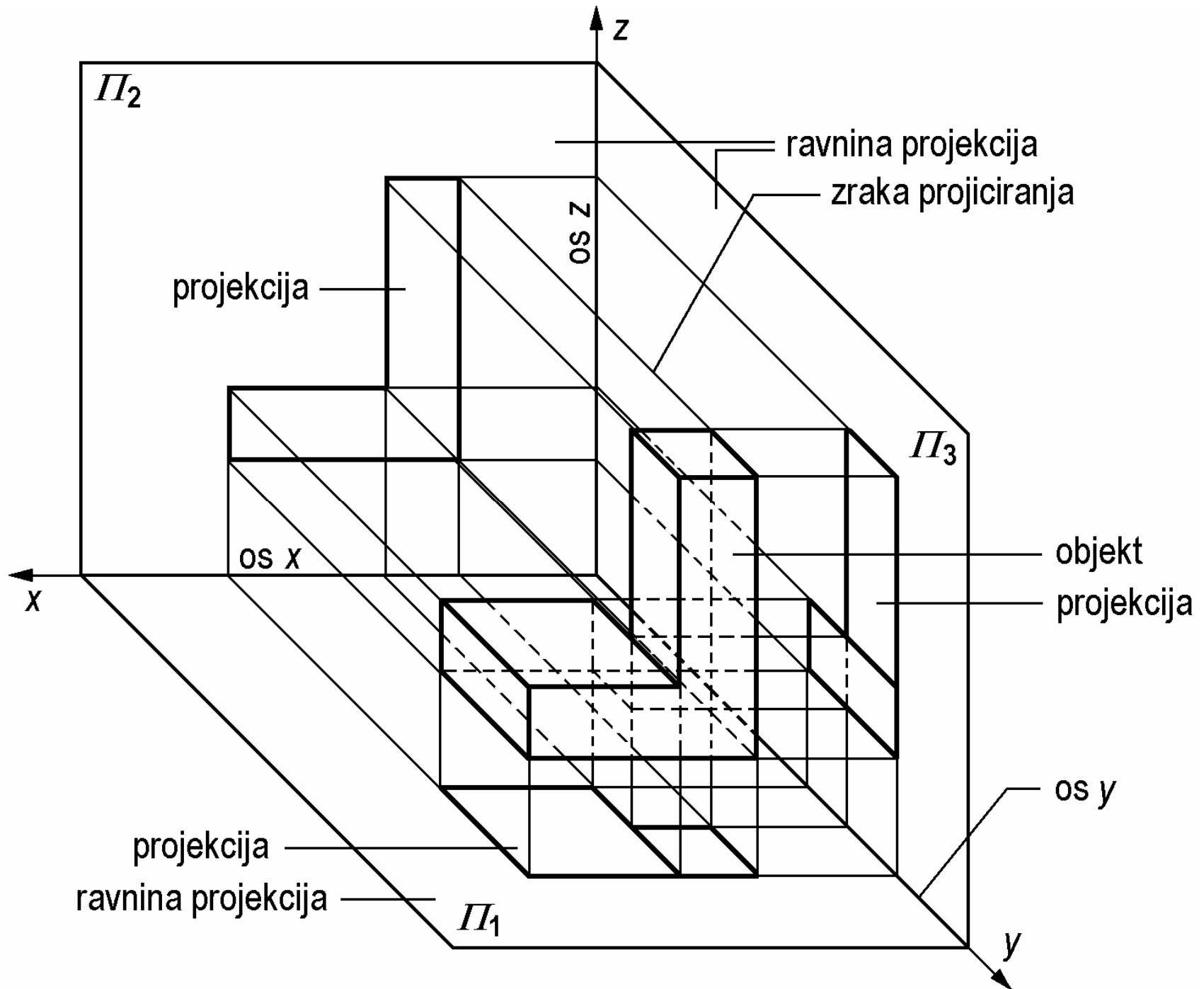
Projiciranje

Projicirati znači prikazati točku, dužinu, lik ili tijelo u jednoj ravnini. Slika projicirane točke, dužine, lika ili predmeta zove se **projekcija**.

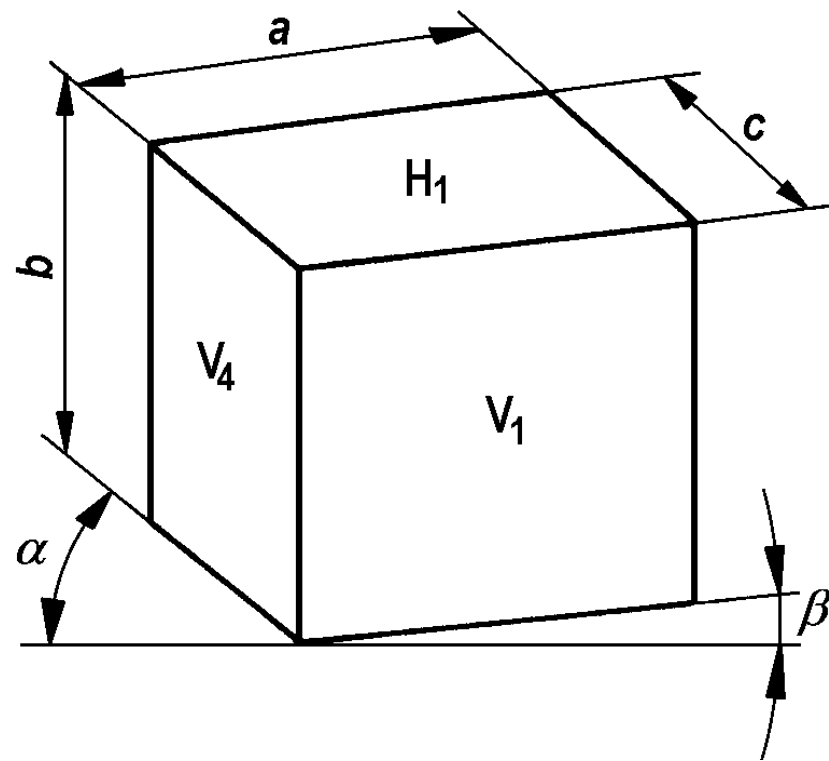
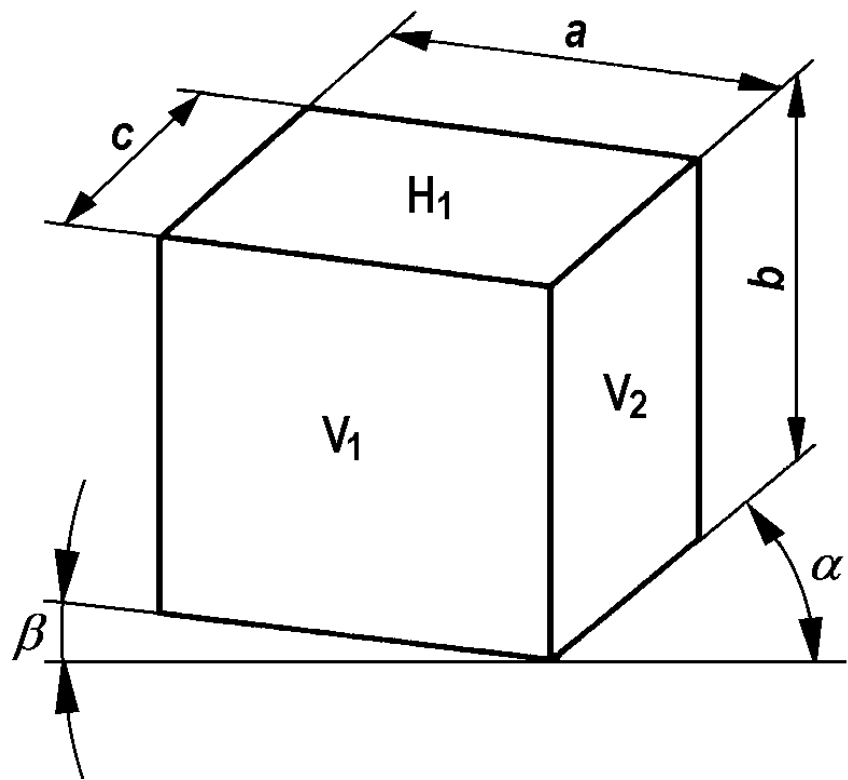
Svako tijelo ima tri dimenzije dužinu, visinu, i širinu, pomoću projekcija prikazujemo međusobne prostorne odnose geometrijskih likova nekog tijela u jednoj ravnini. Projekcije tih likova na papiru imaju samo dvije dimenzije: širinu i visinu.



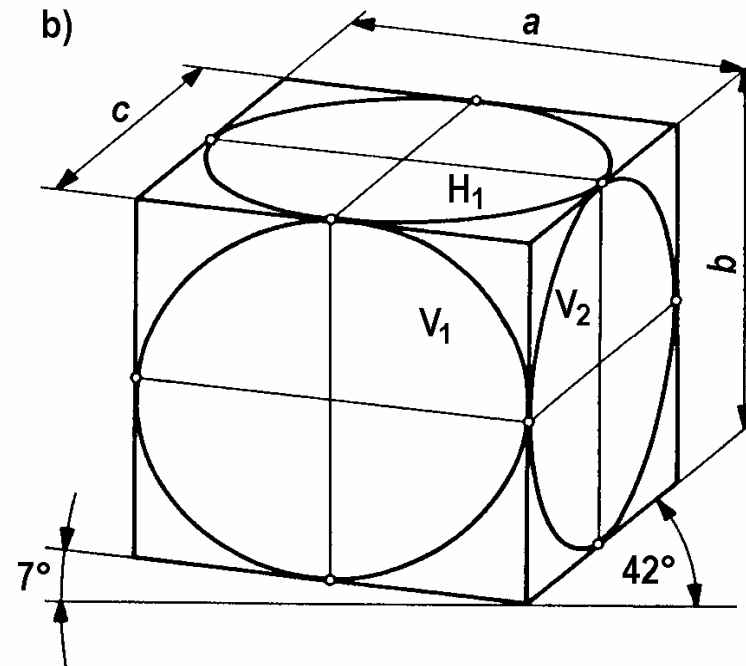
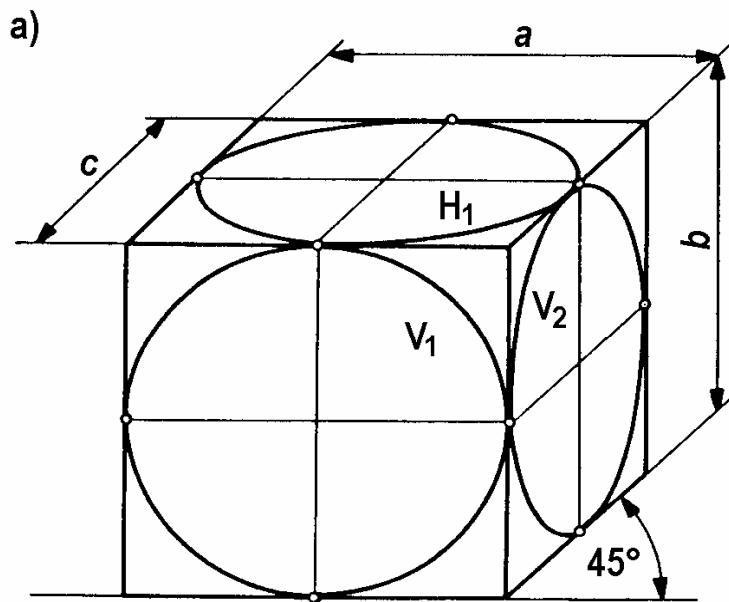
U tehničkom crtanju primjenjujemo **usporodno projiciranje** kod kojega su zrake projiciranja međusobno usporodne i okomito padaju na ravninu projiciranja, takvo se projiciranje još naziva **pravokutno(ortogonalno, normalno)**.



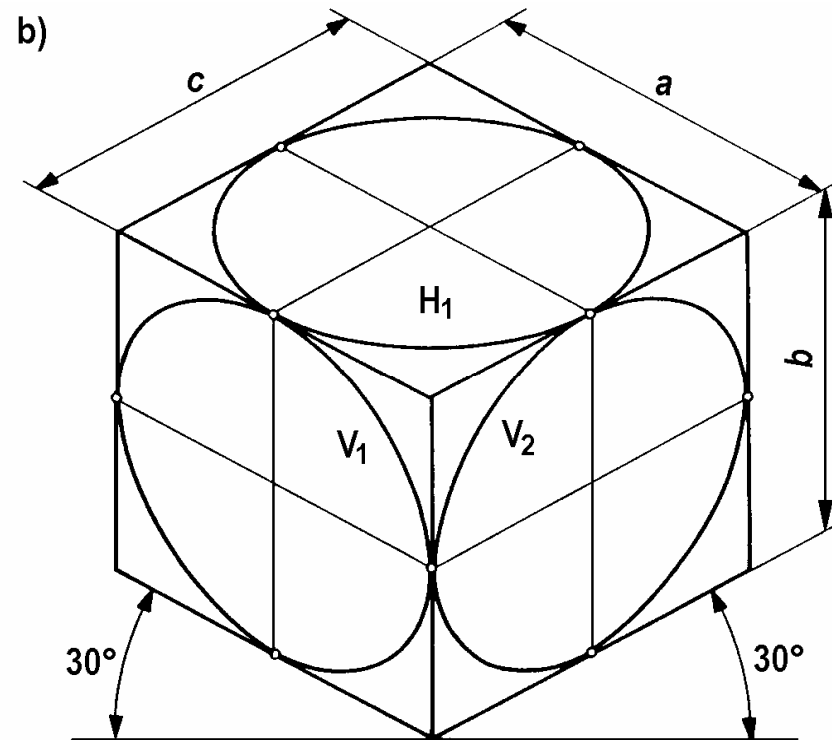
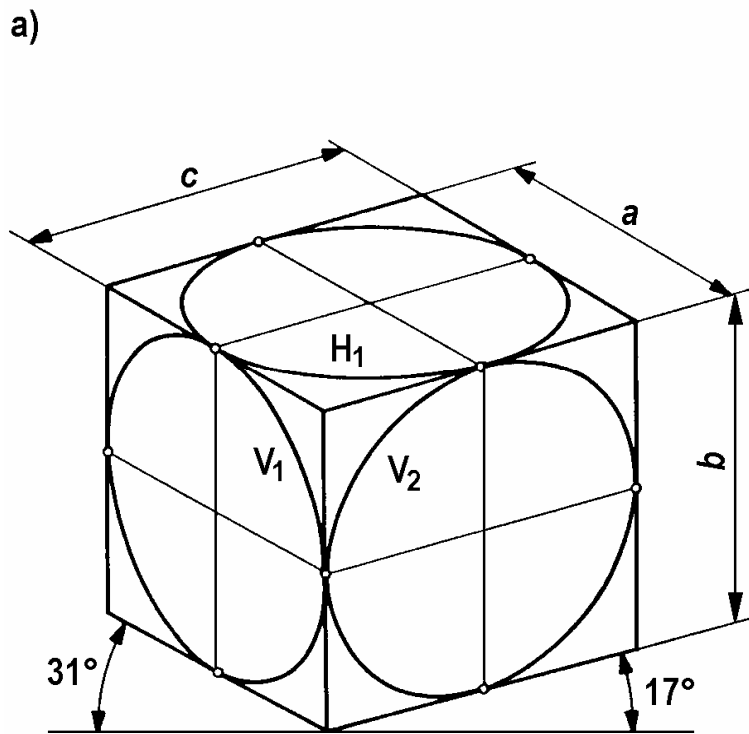
Vrsta aksonometrije		Karakteristične izmjere				
		α	β	a	b	c
A	Kosa aksonometrija					
A. 1	Kosa projekcija	30° 45°	0°	1	1	1/2 ... 2/3
A. 2	Frontalna (kavalir) aksonometrija	30° 45°	0°	1	1	1
B	Ortogonalna aksonometrija					
B. 1	Izometrijska projekcija	30°	30°	1	1	1
B. 2	Dimetrijska projekcija	42°	7°	1	1	1/2
B. 3	Trimetrijska projekcija	30° 45°	<30°	proizvoljne		



Kocka s ucrtanim kružnicama u kosoj (a) i dimetrijskoj projekciji (b)

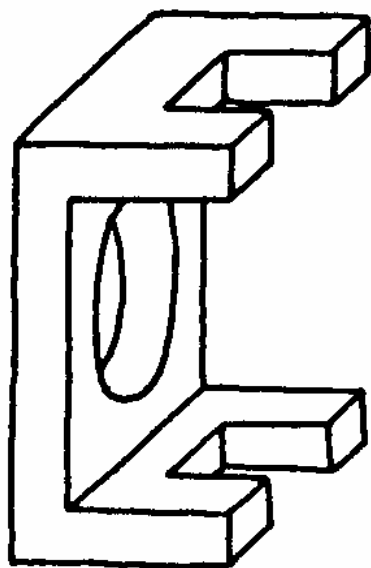


Kocka s ucrtanim kružnicama u trimetrijskoj (a) i izometrijskoj projekciji (b)

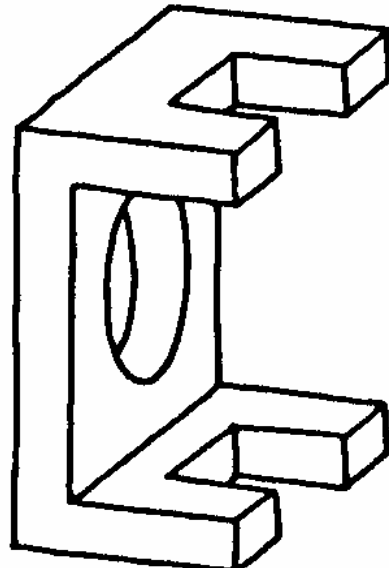


**Prostoručna skica predmeta u kosoj (a), dimetrijskoj (b)
i izometrijskoj (c) projekciji**

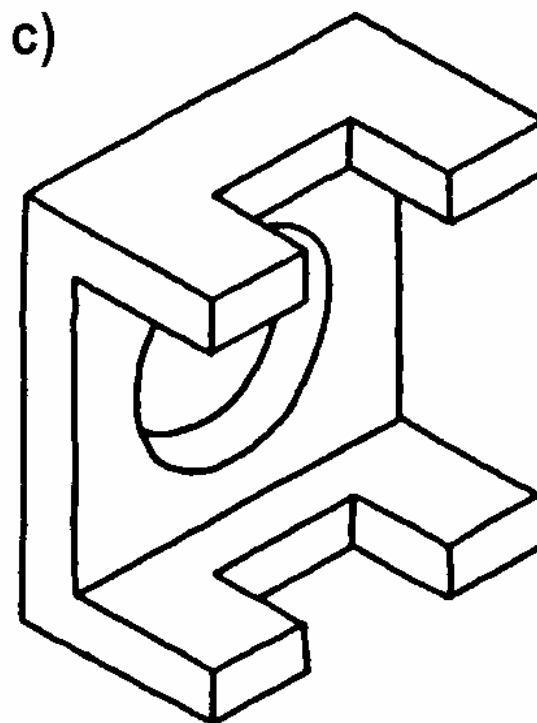
a)

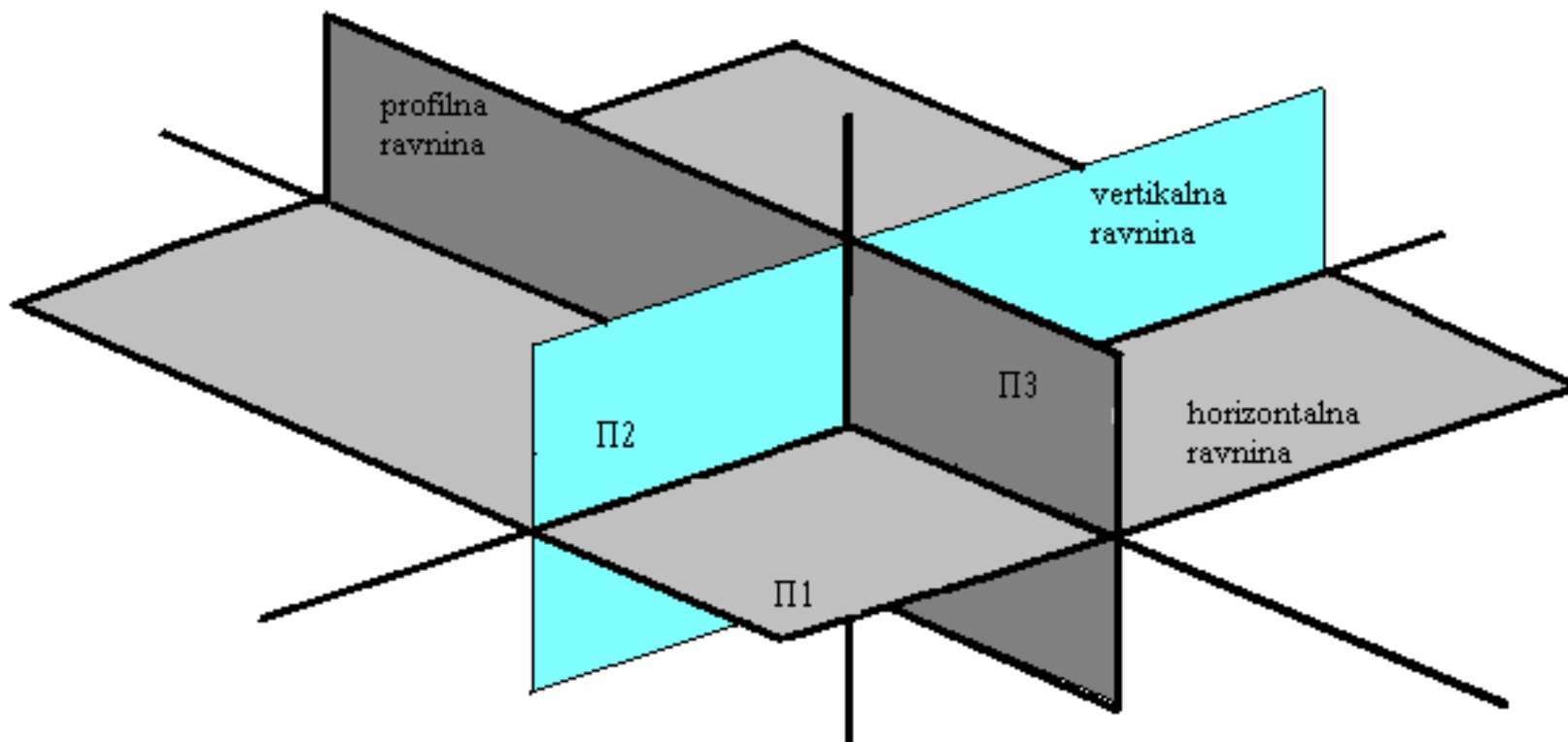


b)



c)

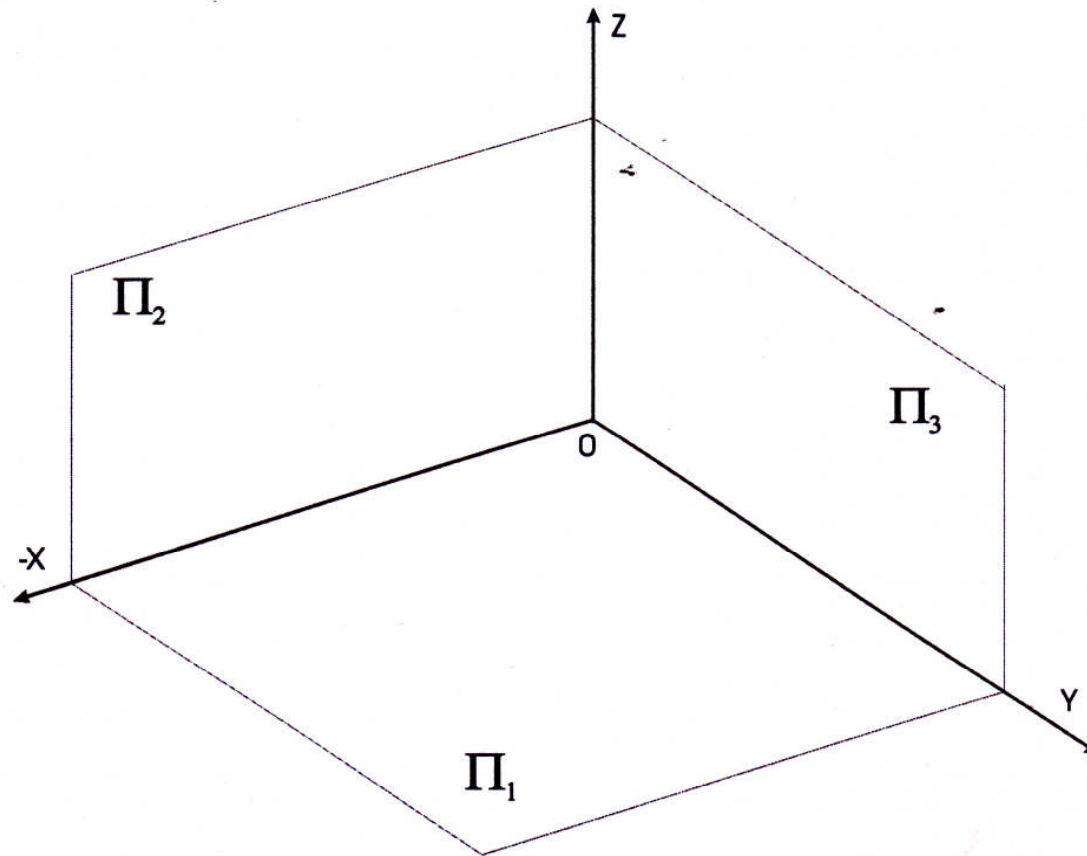




Neomeđene zamišljene ravnine projekcija dijele prostor na osam dijelova koji se zovu **oktanti**. Ravnine projekcija sijeku se u osima x , y , z koje idu ishodištem O i međusobno su okomite .

- na horizontalnoj ravnini π_1 (osnova 1 ili tlocrtna ravnina) crta se **tlocrt (pogled odozgo)**,
- na okomitoj ravni π_2 (osnova 2 ili nacrtna ravnina) crta se **nacrt (pogled sprijeda)**,
- na ravnini π_3 (osnova 3 ili bokocrtna ravnina) crta se **bokocrt (pogled slijeva)**.

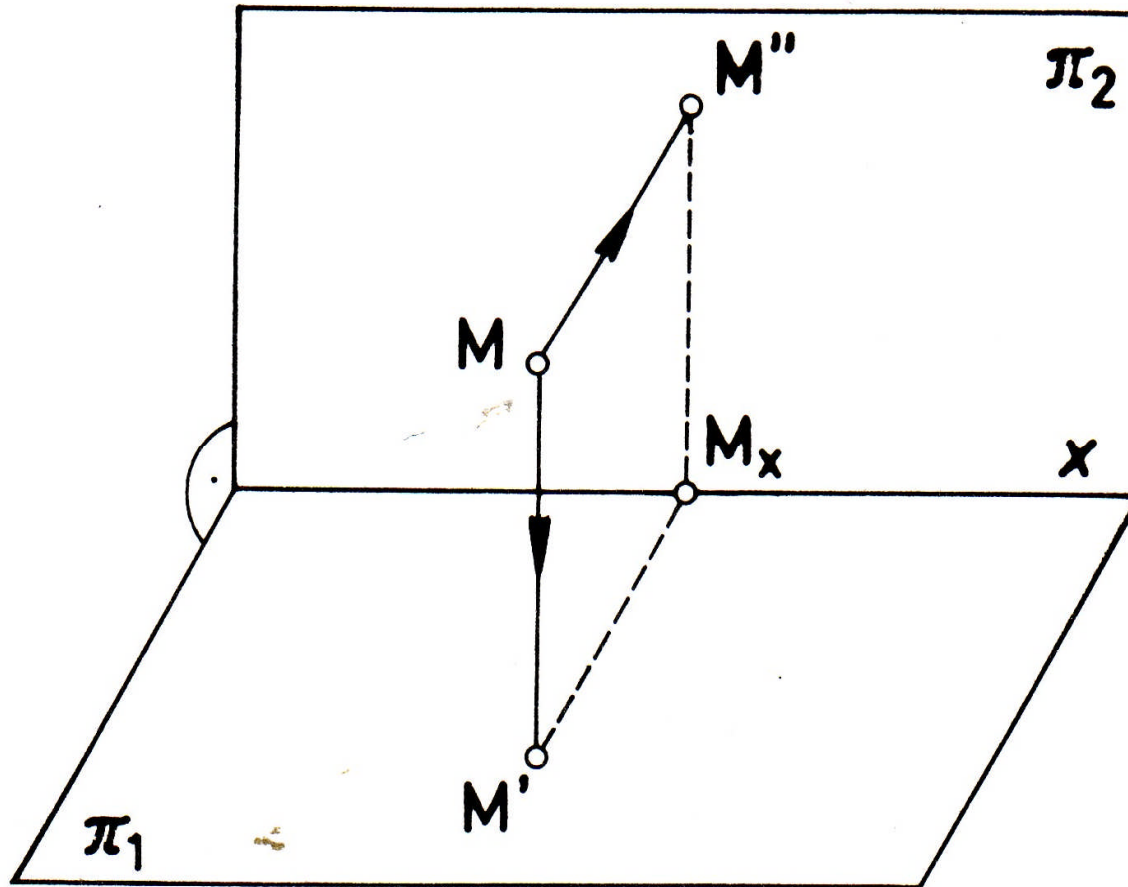
Na slici je istaknut 5. prostorni oktant s pravilnim rasporedom ravnina π_1 , π_2 i π_3 za prikazivanje, tj. crtanje objekata koje zamišljamo da se nalaze u 5. prostornom oktantu:



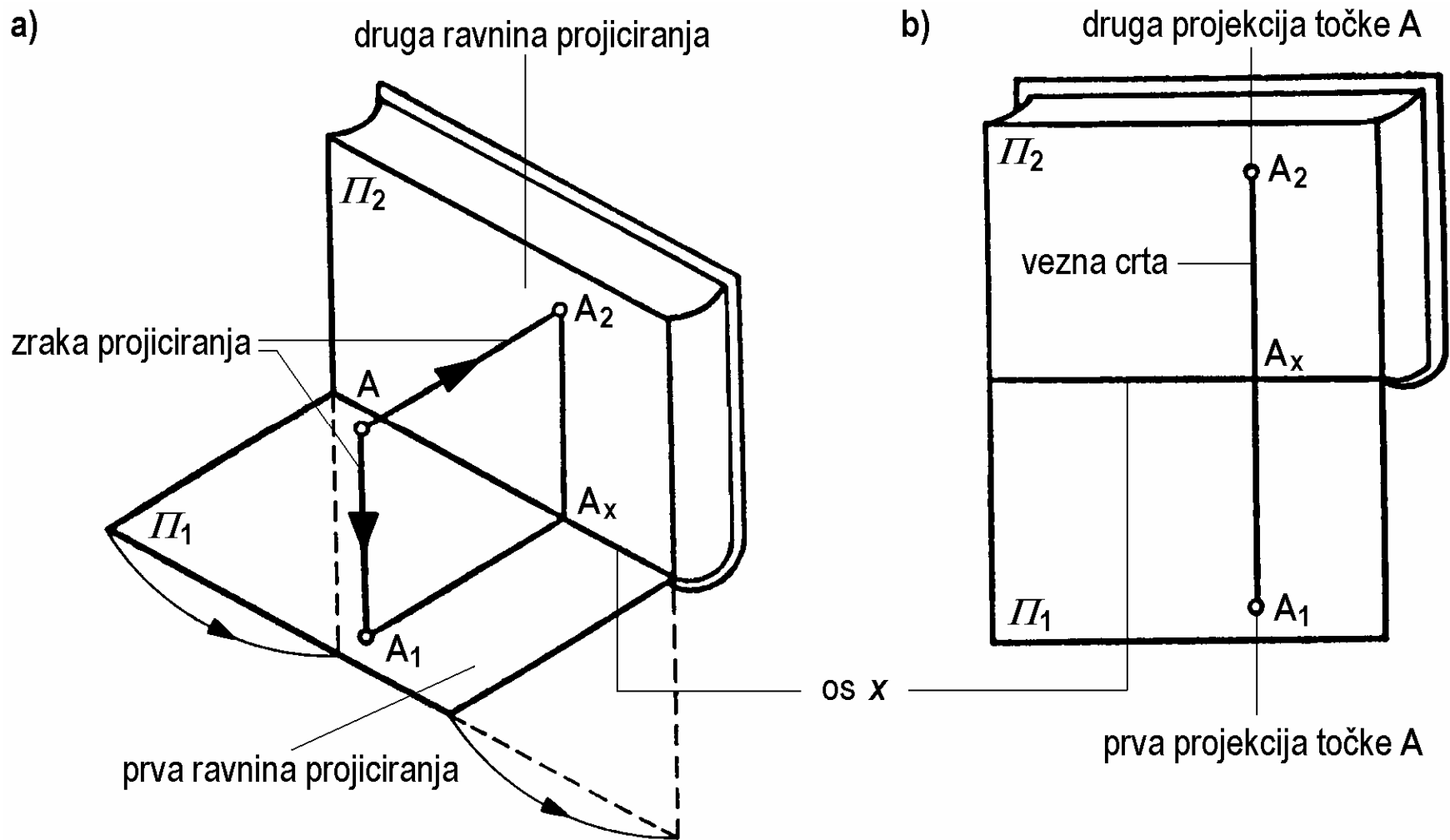
Osnovna pravila ortogonalnog projiciranja:

- predmet se nalazi između ravnine projiciranja i crtača
- zrake projiciranja su okomite na ravninu projekcije (crtanja)
- projekcija predstavlja crtež onog dijela predmeta koji se vidi u smjeru gledanja

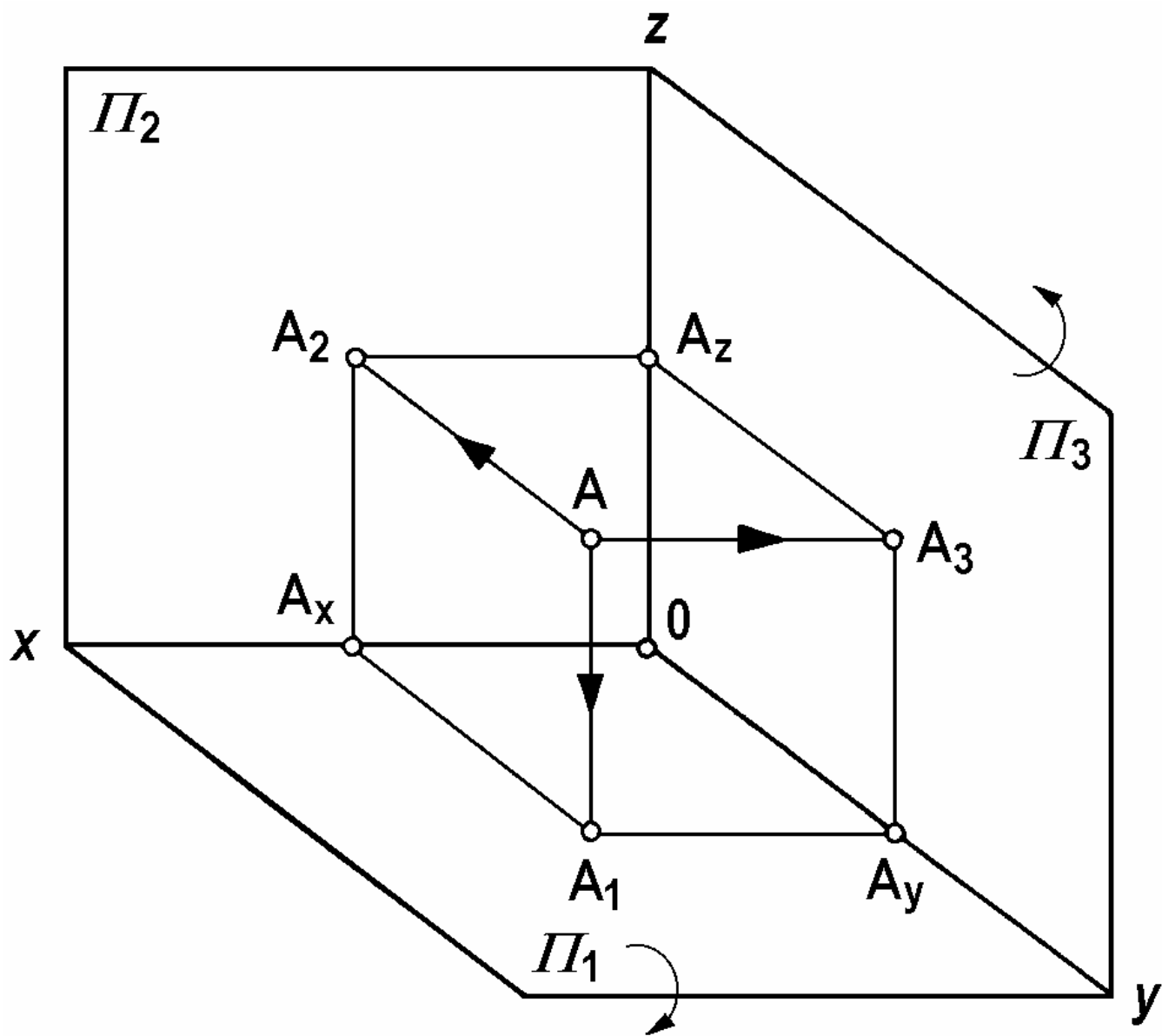
Projiciranje točke na dvije ravnine



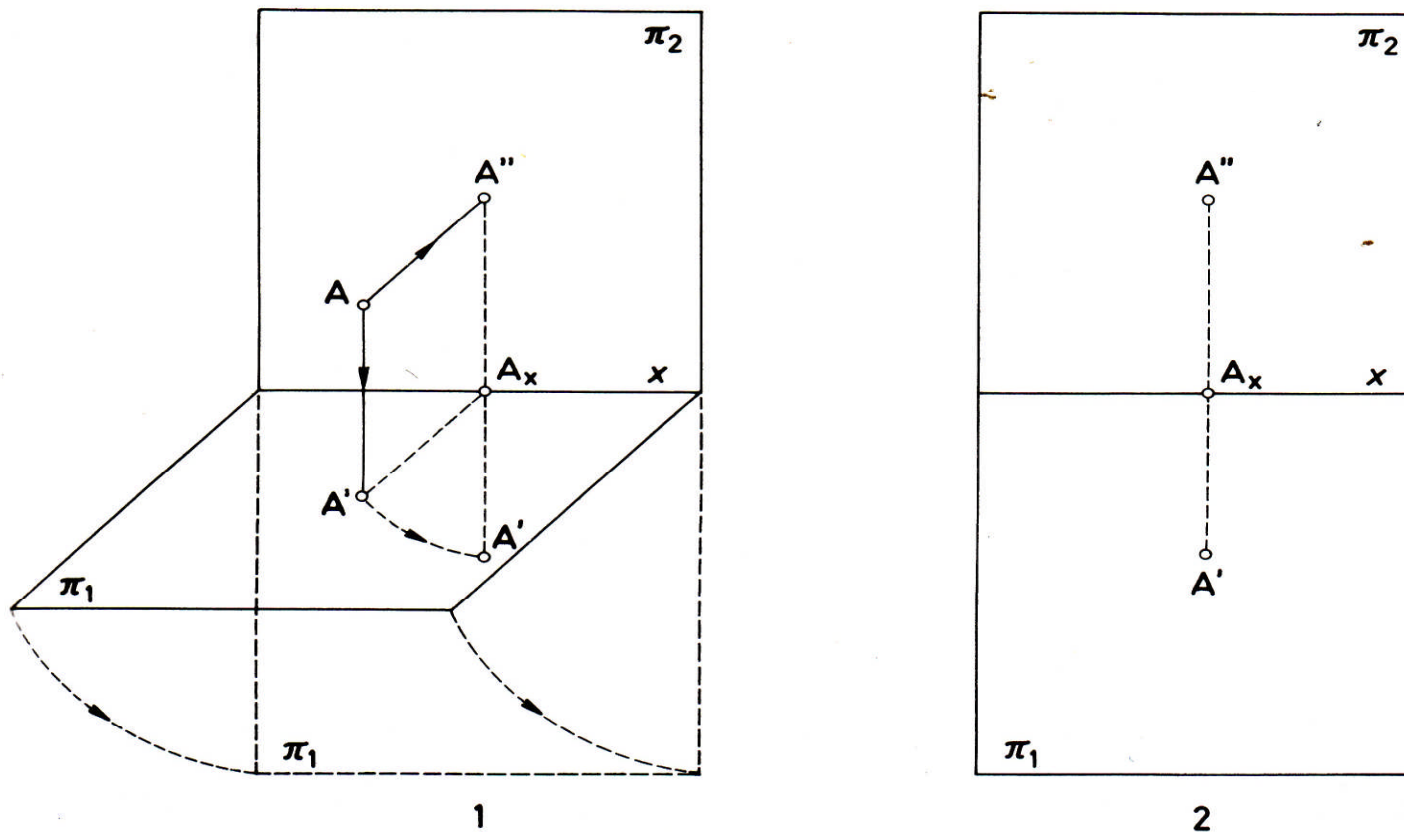
Točka M^I naziva se tlocrt ili prva projekcija točke M .
Točka M^{II} naziva se nacrt ili druga projekcija točke M .
Ravnina π_1 je ravnina prve projekcije ili ravnina tlocrta.
Ravnina π_2 je ravnina druge projekcije ili ravnina nacrta.



Rotiranje ravnine Π_1 oko osi x prikazano pomoću knjige



Pridružene ravnine projekcija i njihovo prelaganje

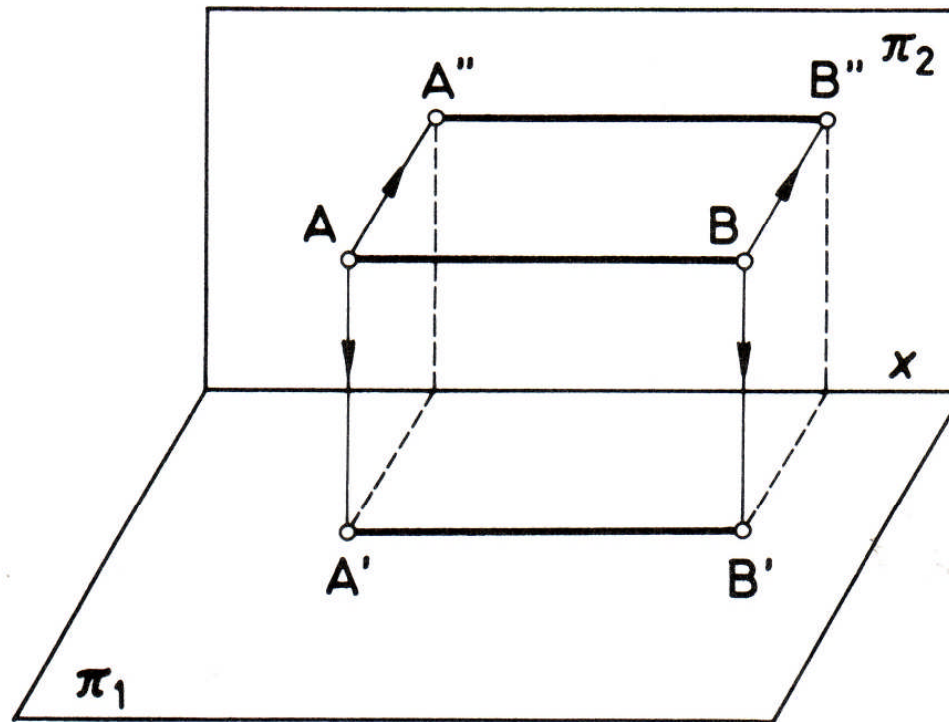


Ravnine π_1 i π_2 su međusobno okomite i nazivaju se pridružene ravnine projekcija.

Da bi se te ravnine mogle prikazati na papiru kojemu postoji samo jedna ravnina preložit ćemo ravninu π_1 za 90° pa će ravnine π_1 i π_2 biti u jednoj, zajedničkoj ravnini

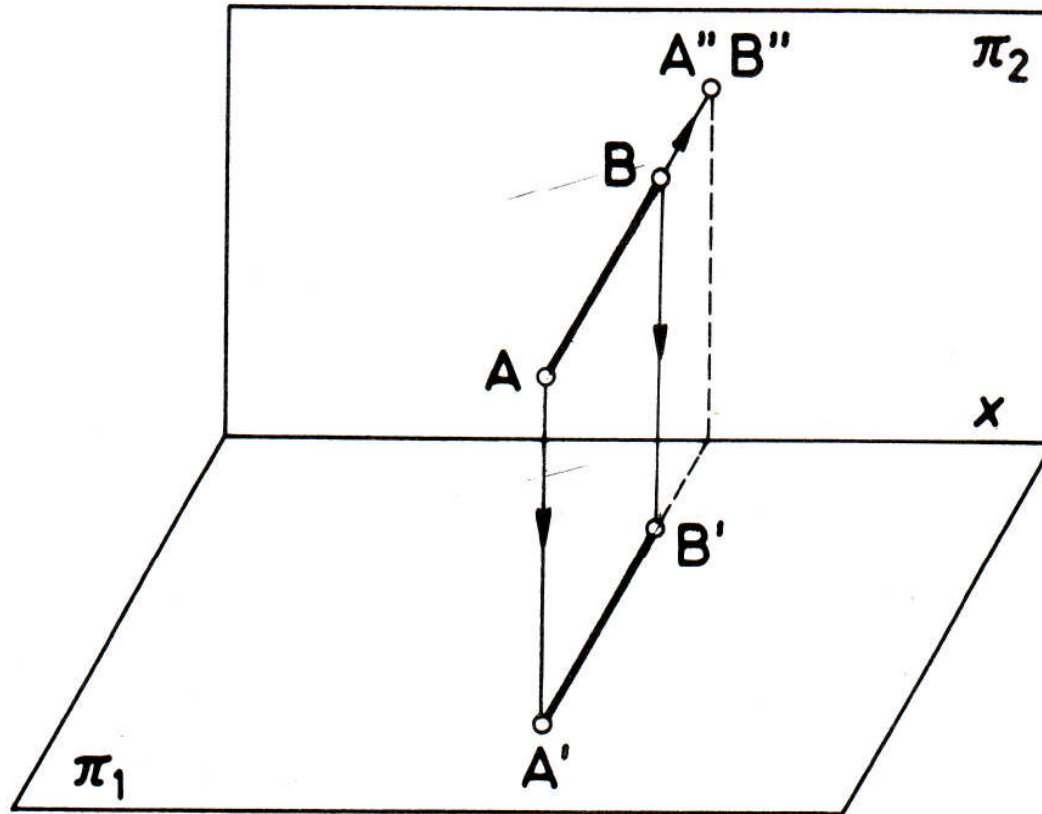
Projiciranje dužine na dvije ravnine

a) Dužina je usporedna s ravninom π_1 i π_2



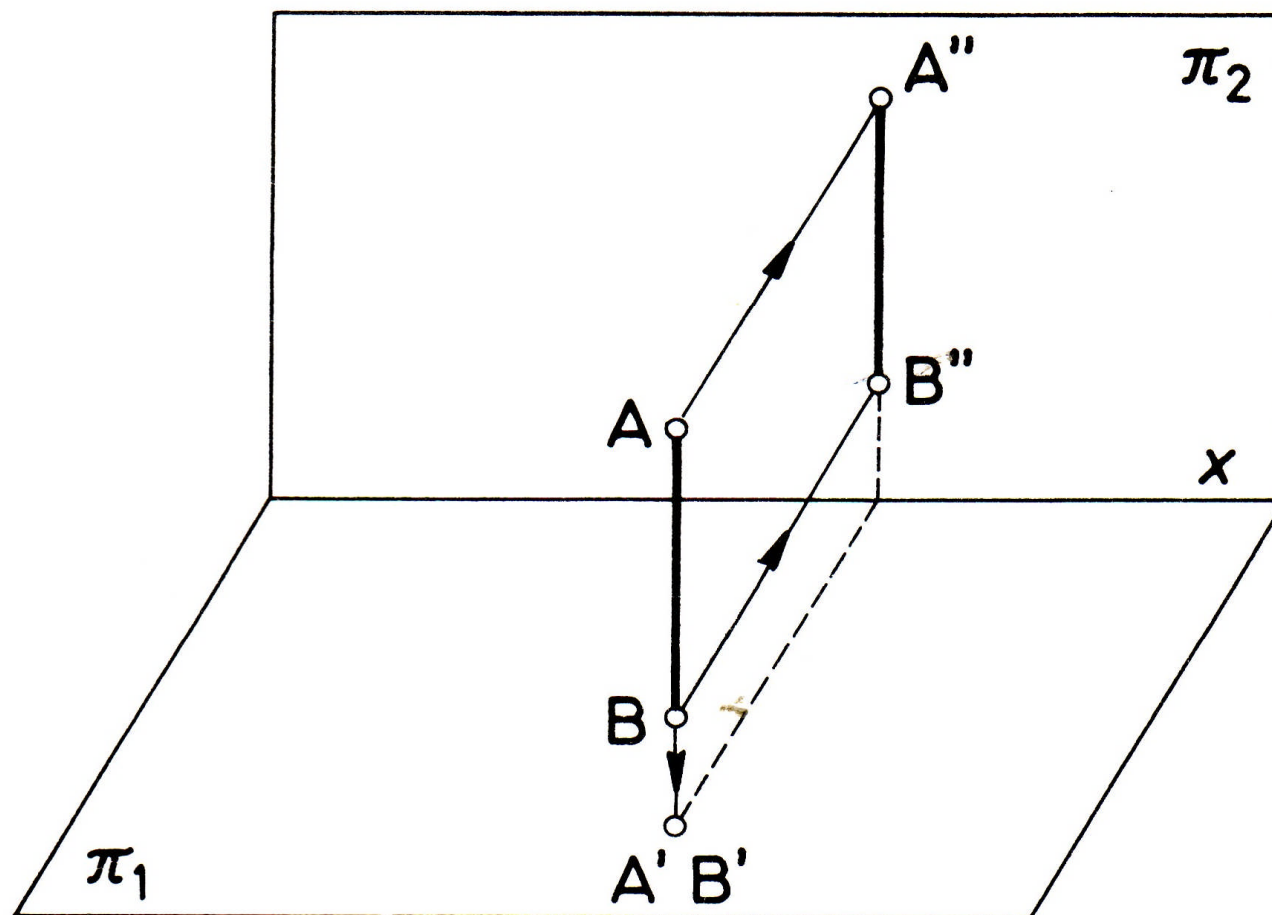
Dužina AB je usporedna sa ravninom π_1 i π_2 . Obje projekcije $A'B'$ i $A''B''$ jednake su dužine kao AB .

b) Dužina je usporedna s ravninom π_1 a okomita na ravninu π_2



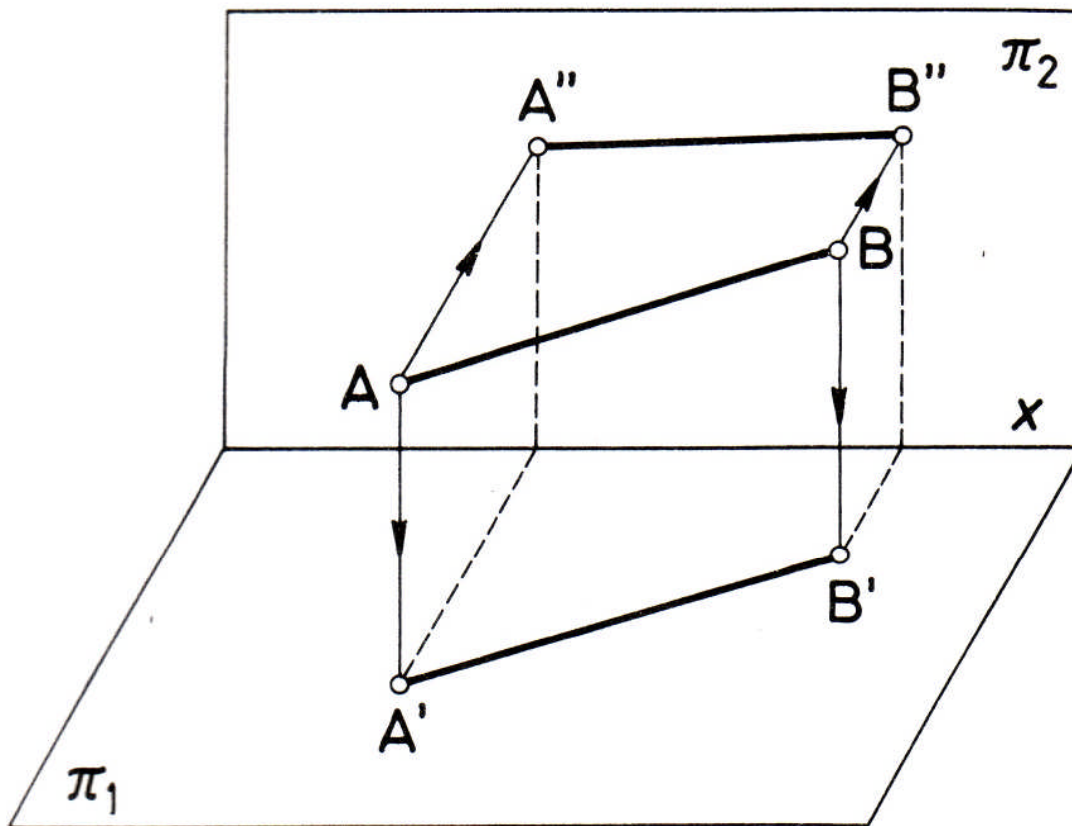
Dužina AB se u ravnini π_1 projicira kao dužina jednake veličina jer je s njom usporedna, a u ravnini π_2 kao točka jer je na nju okomita.

c) Dužina je usporedna s ravninom π_2 a okomita na ravninu π_1



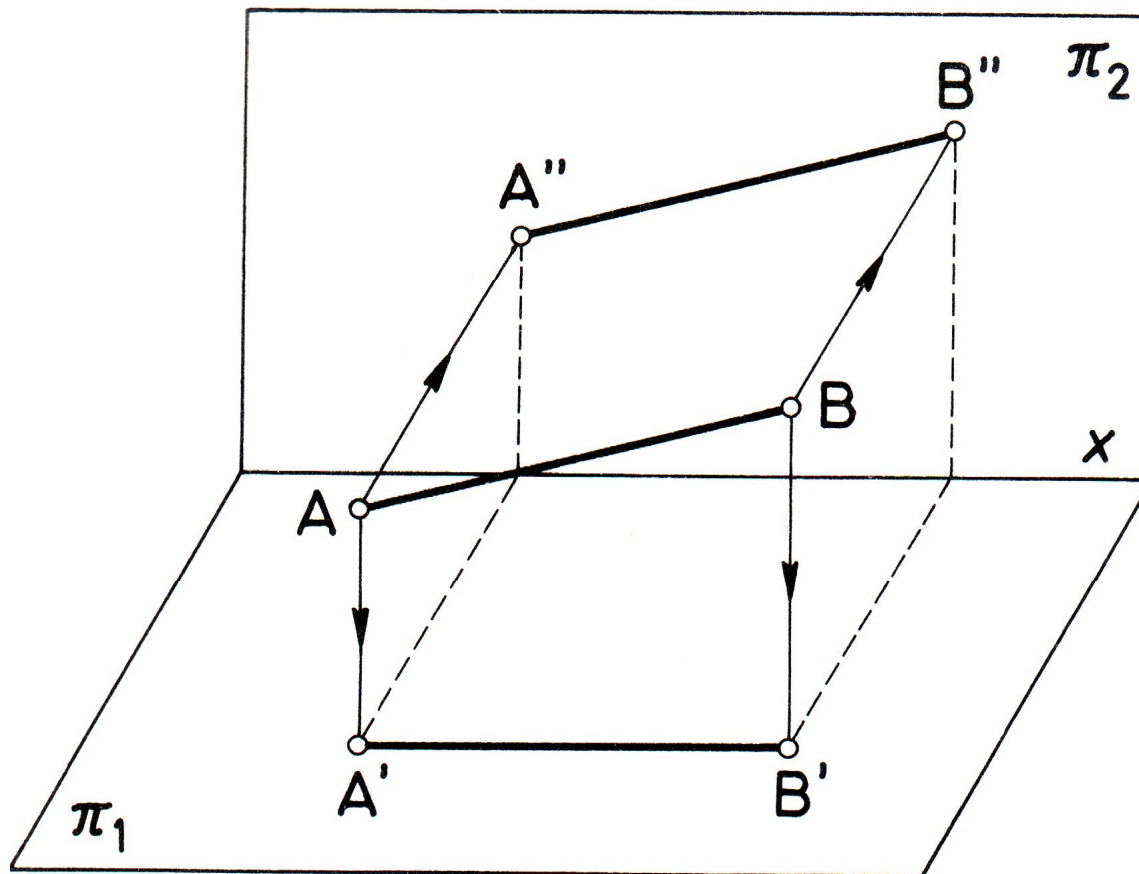
Dužina AB se u ravnini π_2 projicira kao dužina jednake veličina jer je s njom usporedna, a u ravnini π_1 kao točka jer je na nju okomita.

d) Dužina je usporedna s ravninom π_1 , a kosa prema π_2



Dužina AB se u ravnini π_1 projicira kao dužina jednake veličina jer je s njom usporedna, a ravnini π_2 njena je projekcija kraća od AB .

d) Dužina je usporedna s ravninom π_2 , a kosa prema π_1



Dužina AB u ravnini π_2 se projicira kao dužina jednake veličina jer je s njom usporedna, a u ravnini π_1 njena je projekcija kraća od AB .

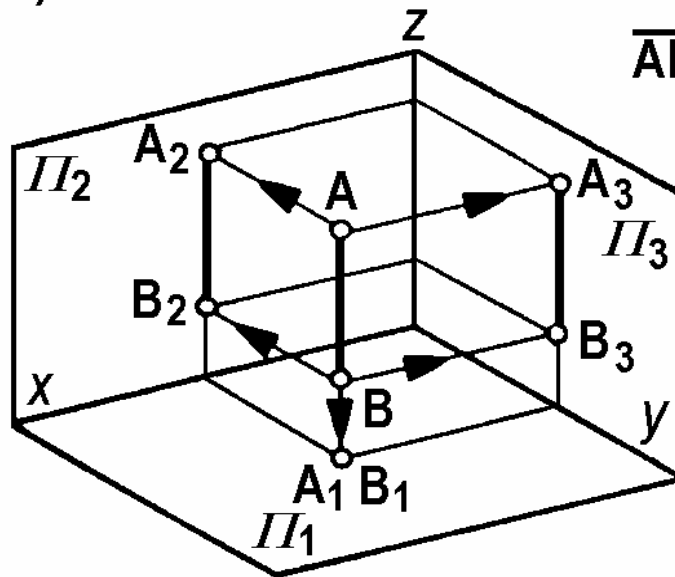
Projiciranje na tri ravnine

Pri projiciranju nekih tijela često nisu dovoljne samo dvije ravnine projiciranja, već je potrebne i treća. To u prvom redu vrijedi za složena i nesimetrična tijela .

Projiciranje dužine okomite na ravninu Π_1

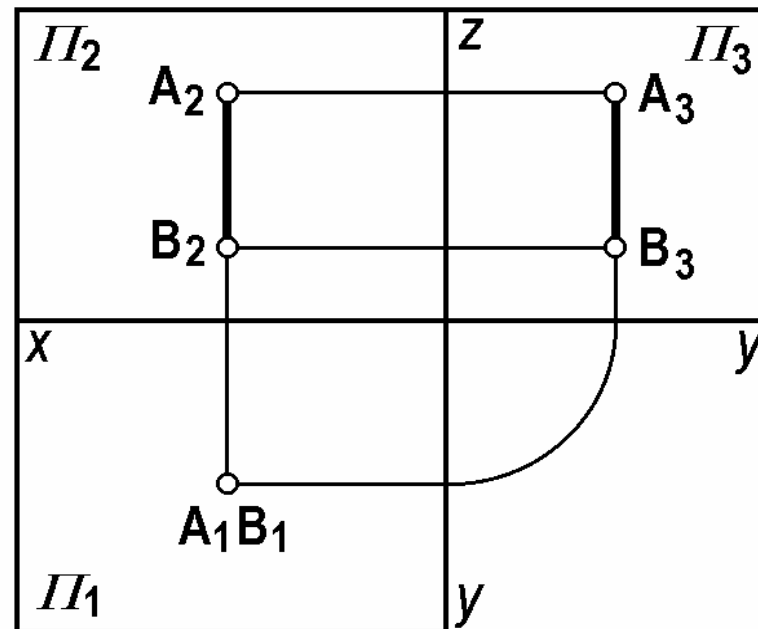
Projiciranje dužine okomite na ravninu Π_1

a)



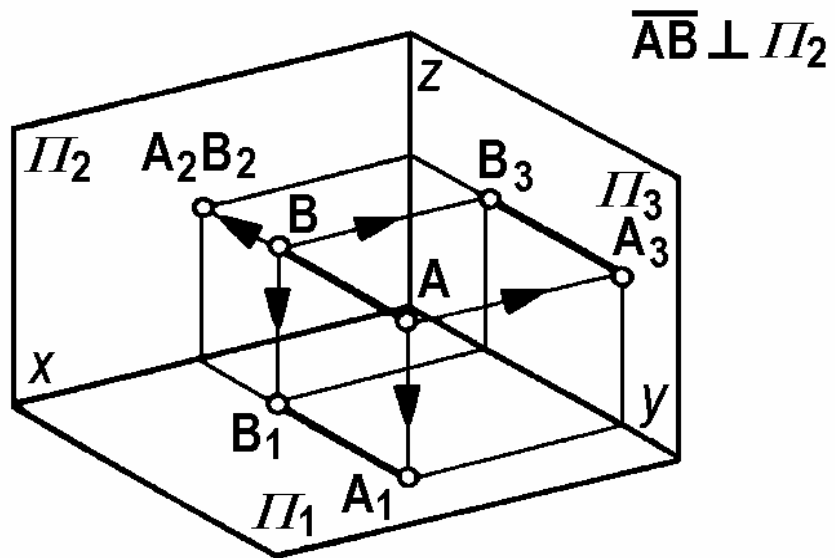
$$\overline{AB} \perp \Pi_1$$

b)

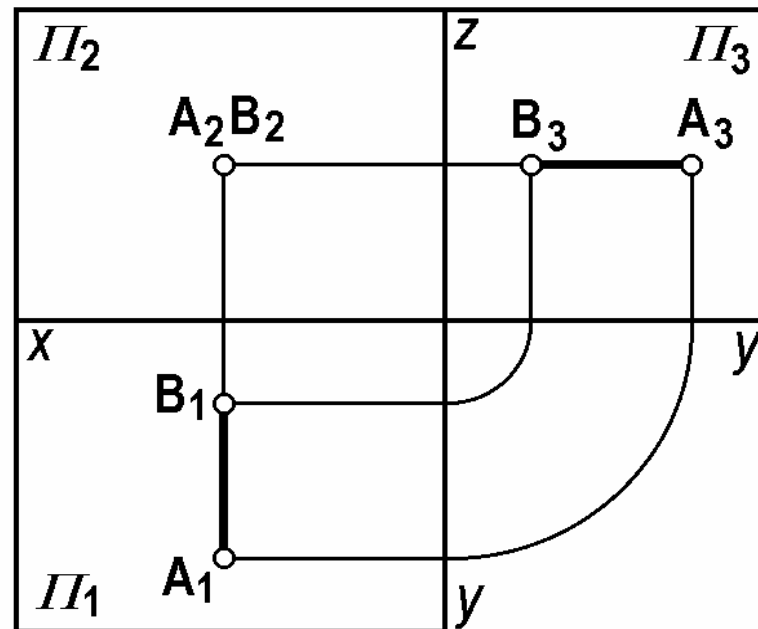


Projiciranje dužine okomite na ravninu Π_2

a)

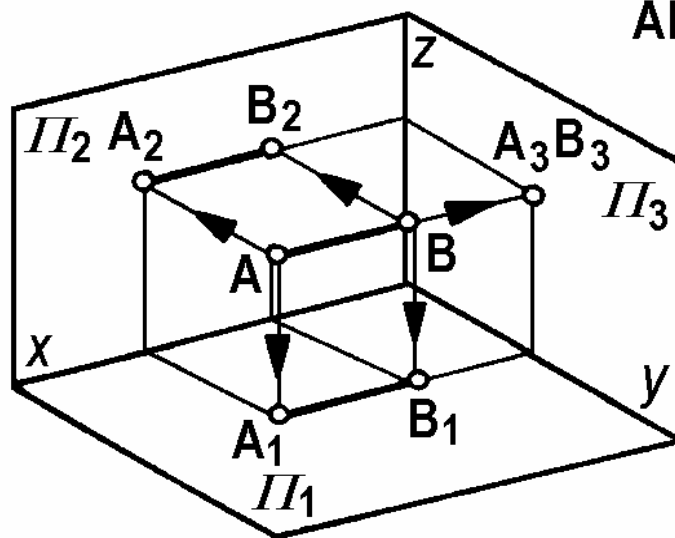


b)



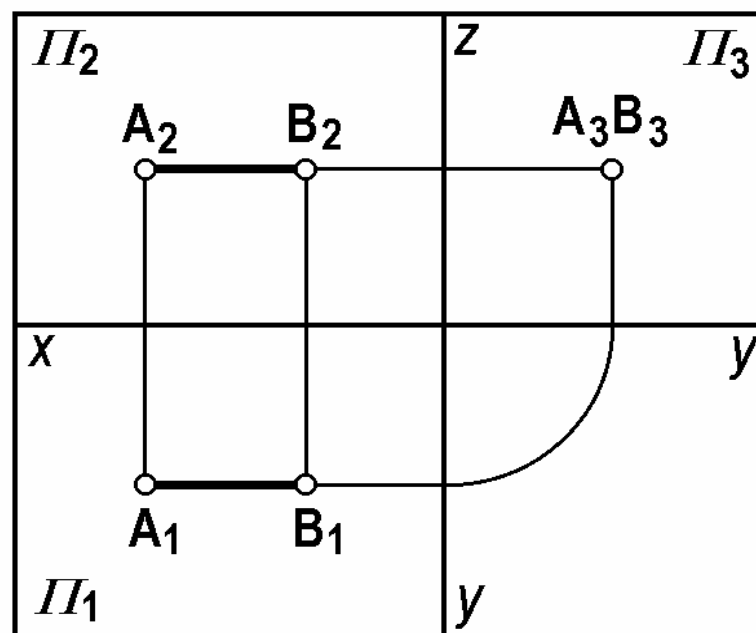
Projiciranje dužine okomite na ravninu Π_3

a)



$$\overline{AB} \perp \Pi_3$$

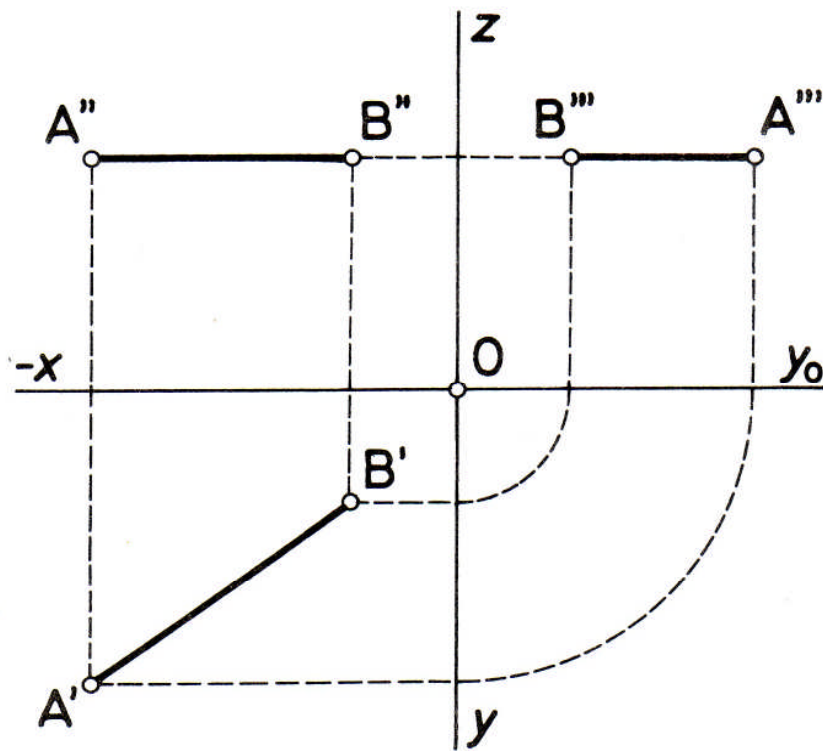
b)



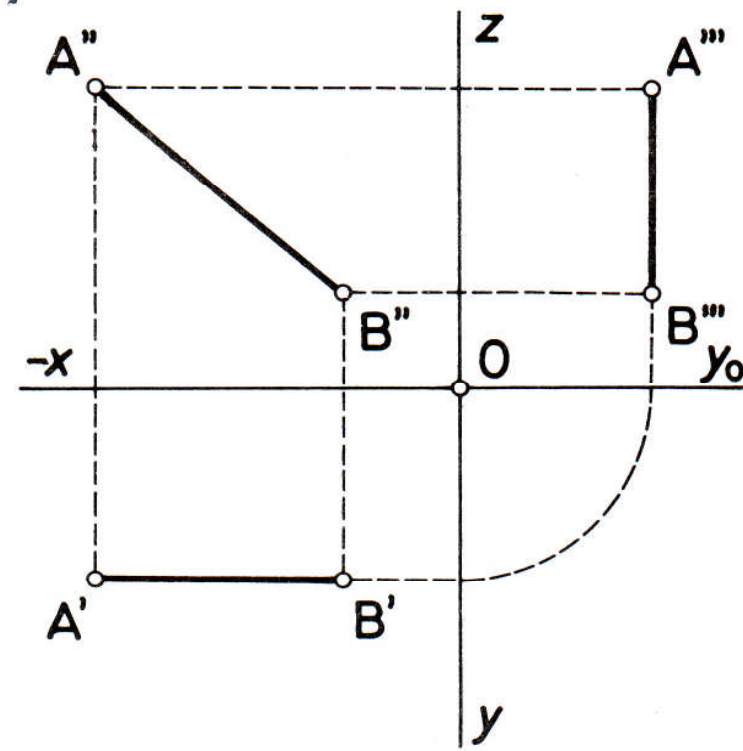
Projiciranje dužine na tri ravnine

Na slici a) su prikazane tri projekcije dužine AB (nacrt, tlocrt, bokocrt), dužina je usporedna sa π_1 , a kosa prema π_2 i π_3 . Bokocrt i nacrt su usporedni s osi x, tlocrt je u pravoj veličini.

Na slici b) su prikazane tri projekcije dužine AB (nacrt, tlocrt, bokocrt), dužina je usporedna sa π_2 , a kosa prema π_1 i π_3 . Bokocrt je okomit na os x, tlocrt je usporedan s osi x, a nacrt je u pravoj veličini

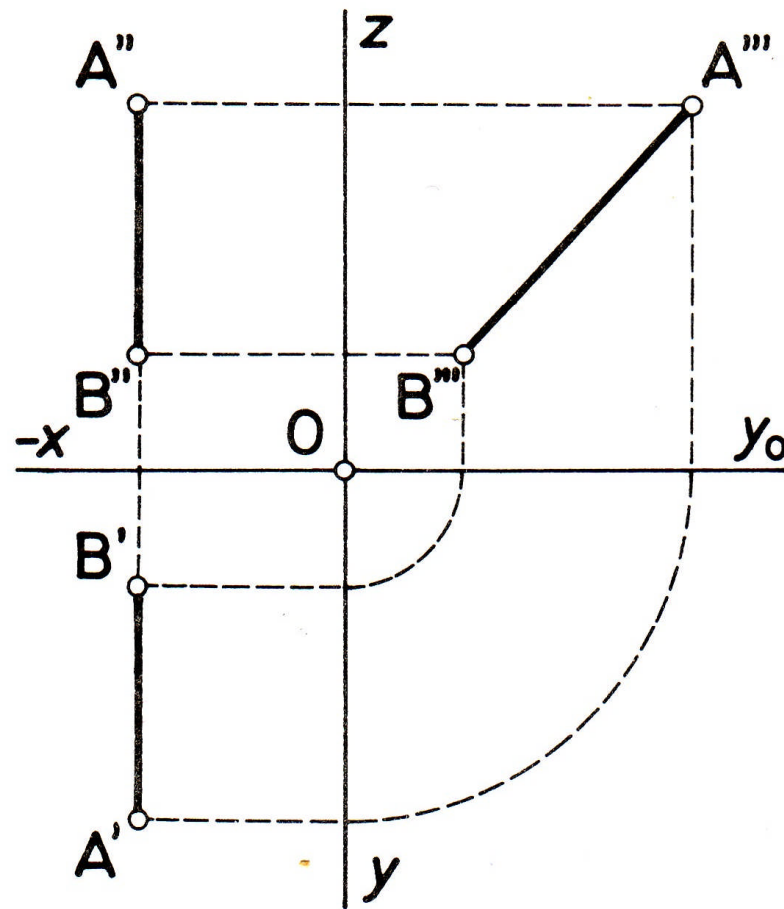


a)



b)

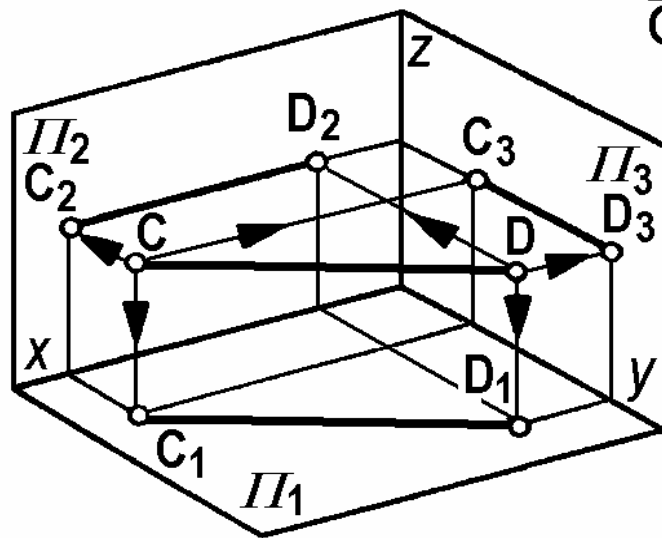
Na slici c) su prikazane tri projekcije dužine AB (nacrt, tlocrt, bokocrt) , dužina je usporedna sa π_3 , a kosa prema π_2 i π_1 . Bokocrt je jednak pravouj veličini dužine, a nacrt i tlocrt su okomiti na os x.



c)

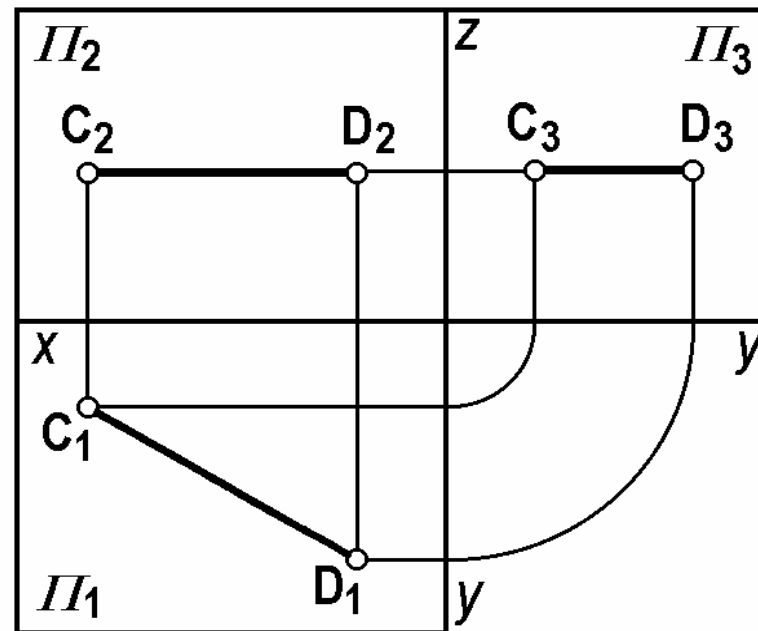
Projiciranje dužine paralelne s ravninom Π_1 , a kose u odnosu na ravnine Π_2 i Π_3

a)

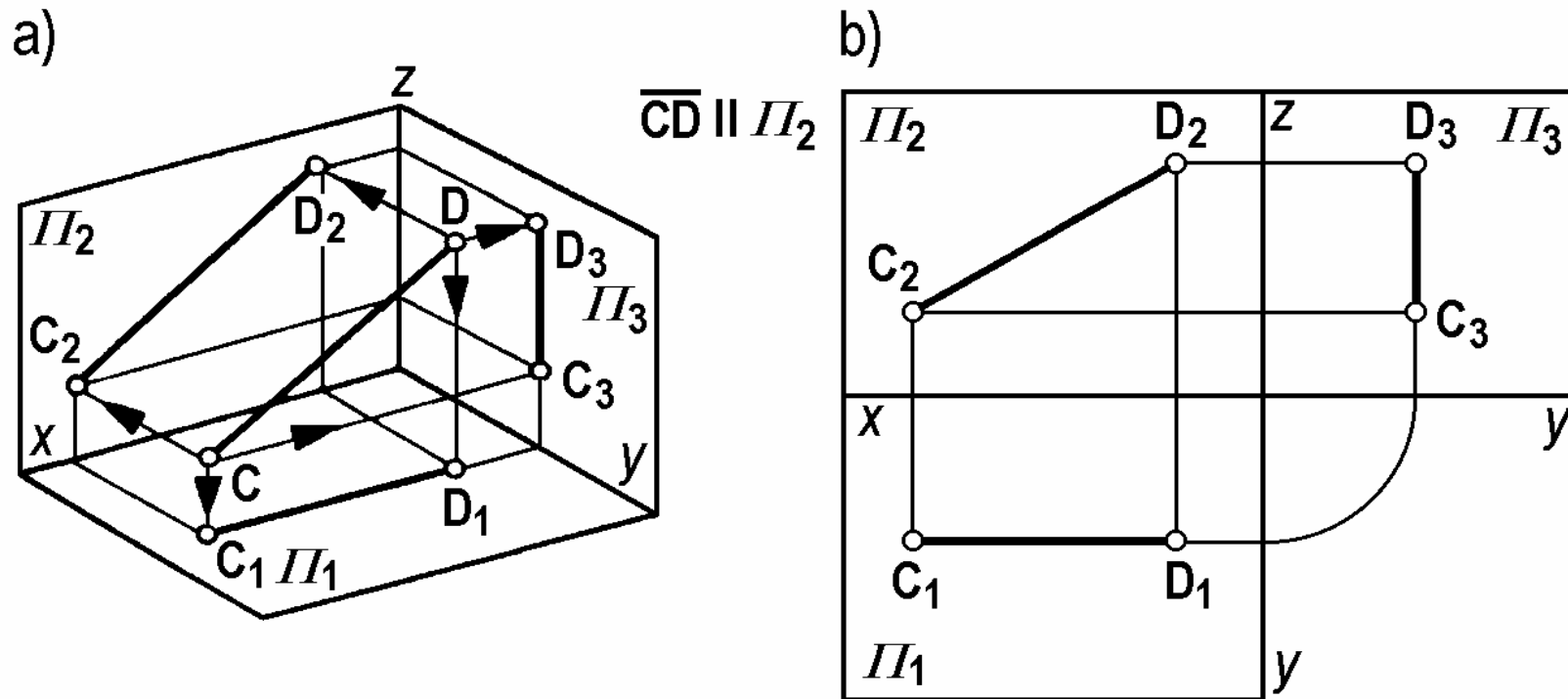


$\overline{CD} \parallel \Pi_1$

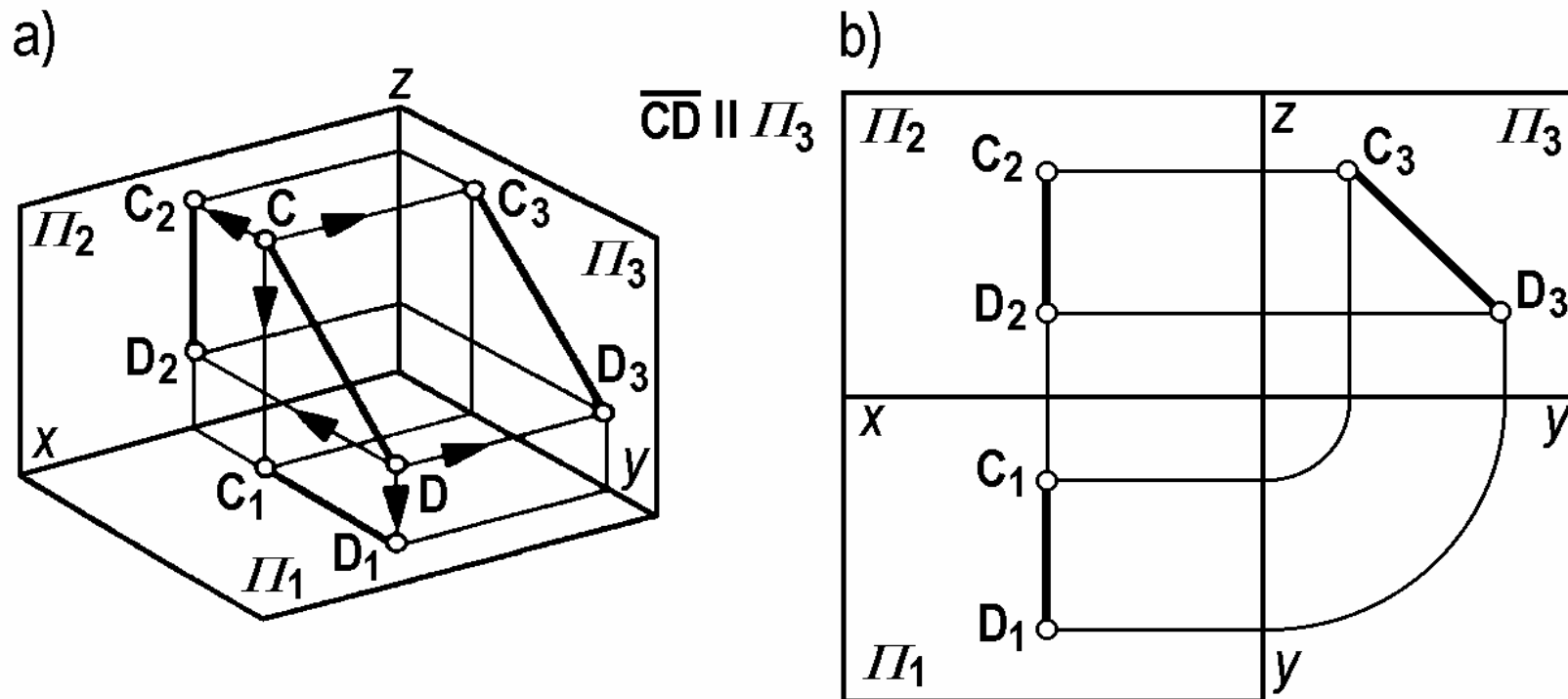
b)



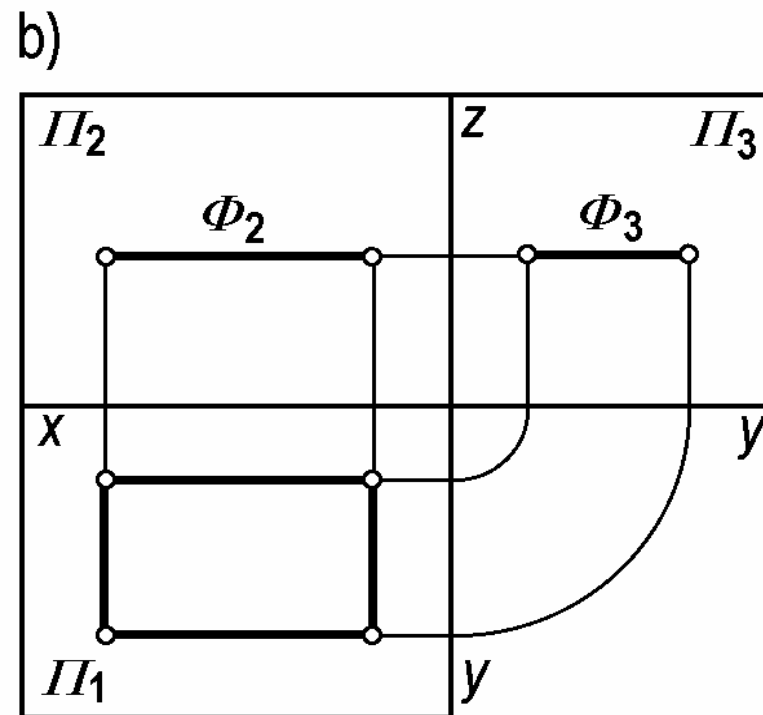
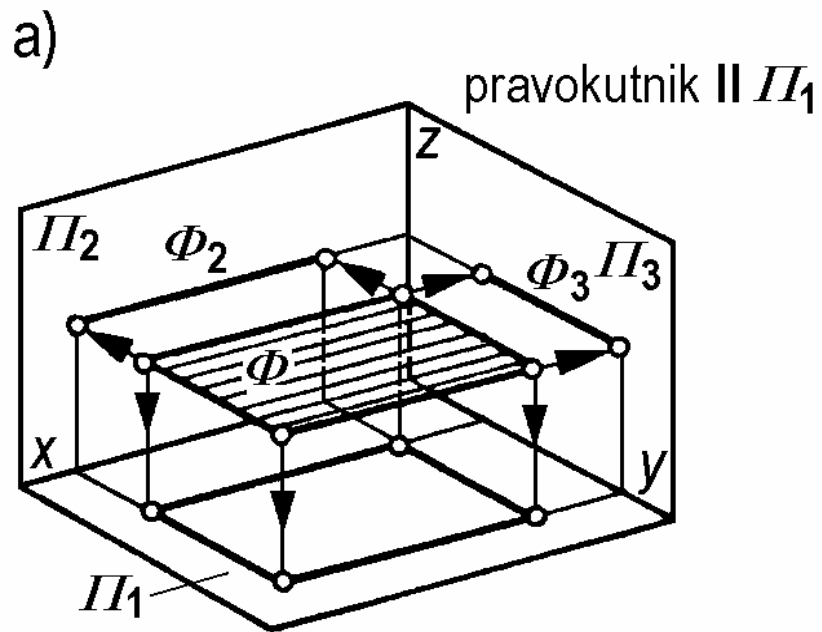
Projiciranje dužine paralelne s ravninom Π_2 , a kose u odnosu na ravnine Π_1 i Π_3



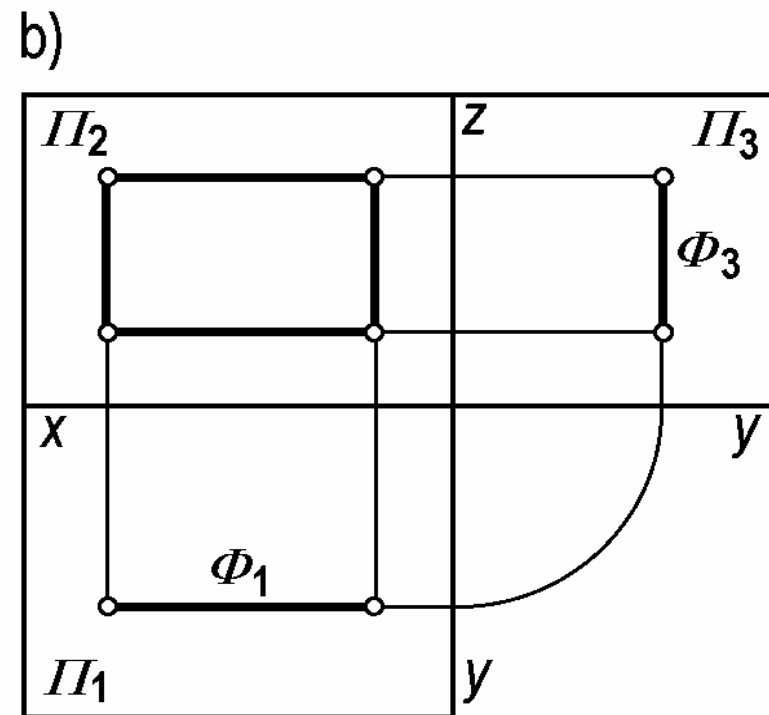
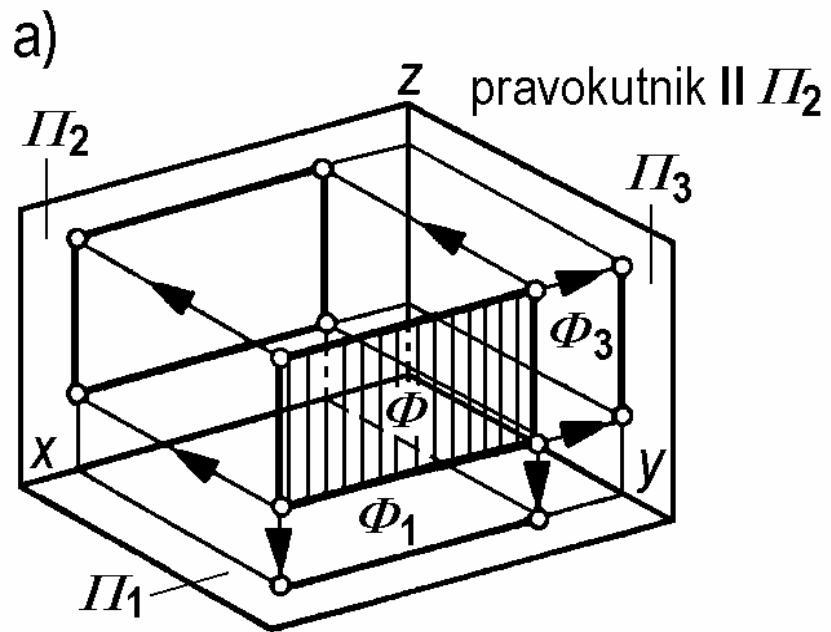
Projiciranje dužine paralelne s ravninom Π_3 , a kose u odnosu na ravnine Π_1 i Π_2



Projiciranje lika ravnine Φ paralelne s ravninom Π_1

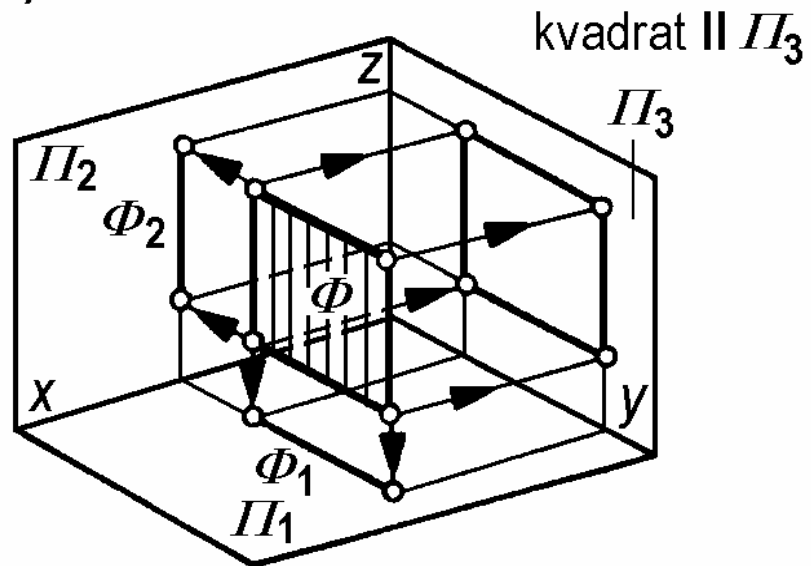


Projiciranje lika ravnine Φ paralelne s ravninom Π_2

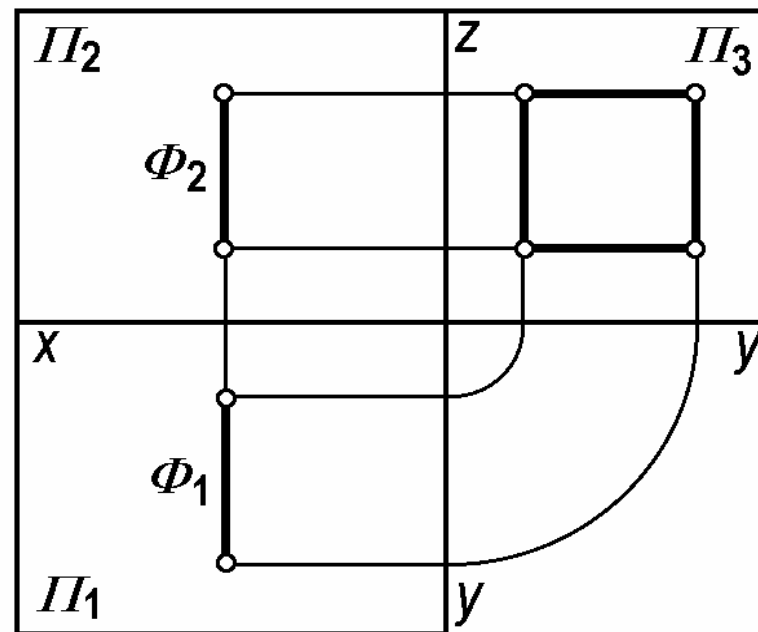


Projiciranje lika ravnine Φ paralelne s ravninom Π_3

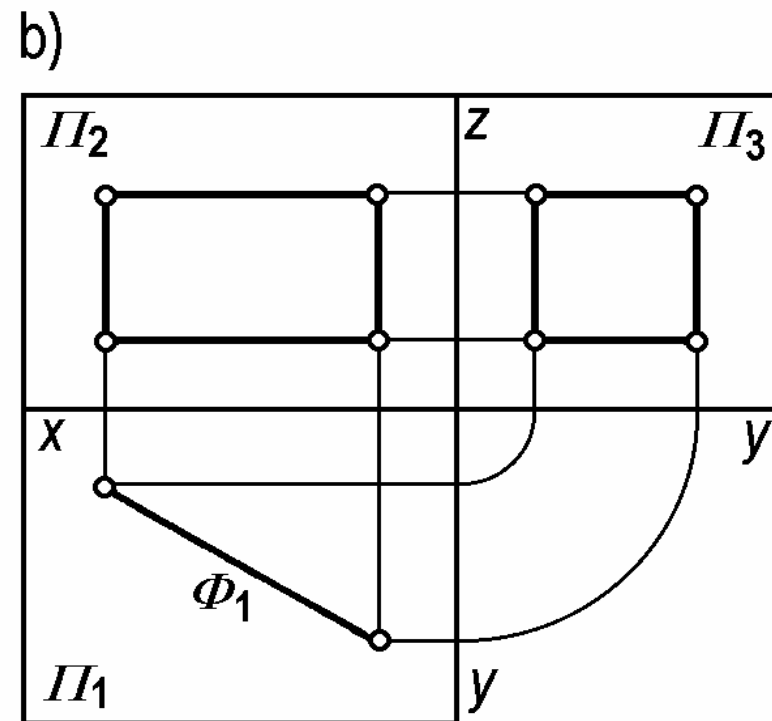
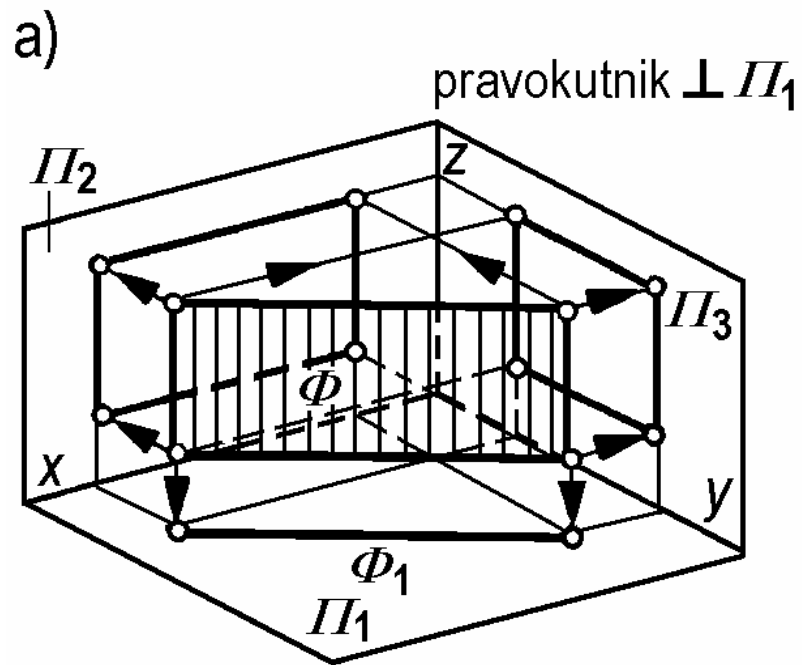
a)



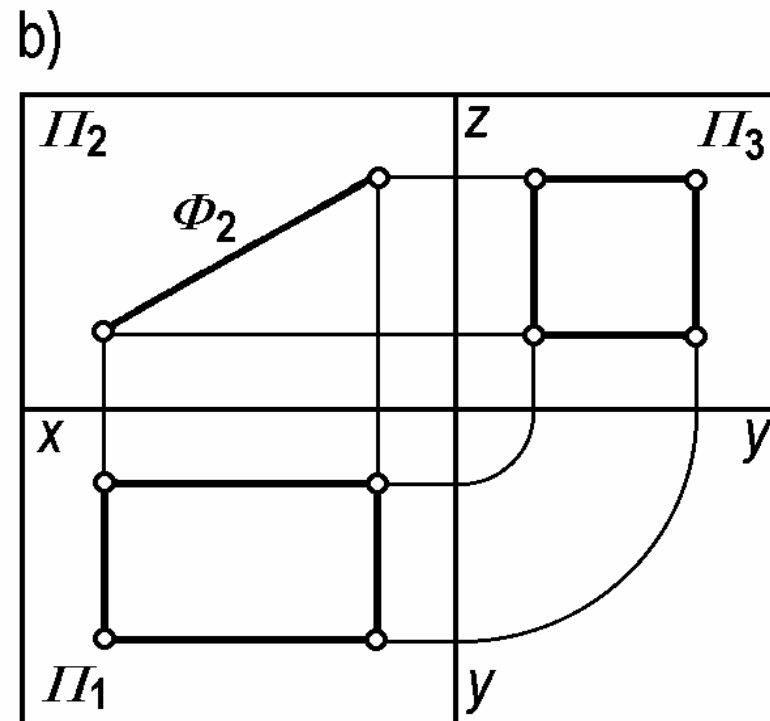
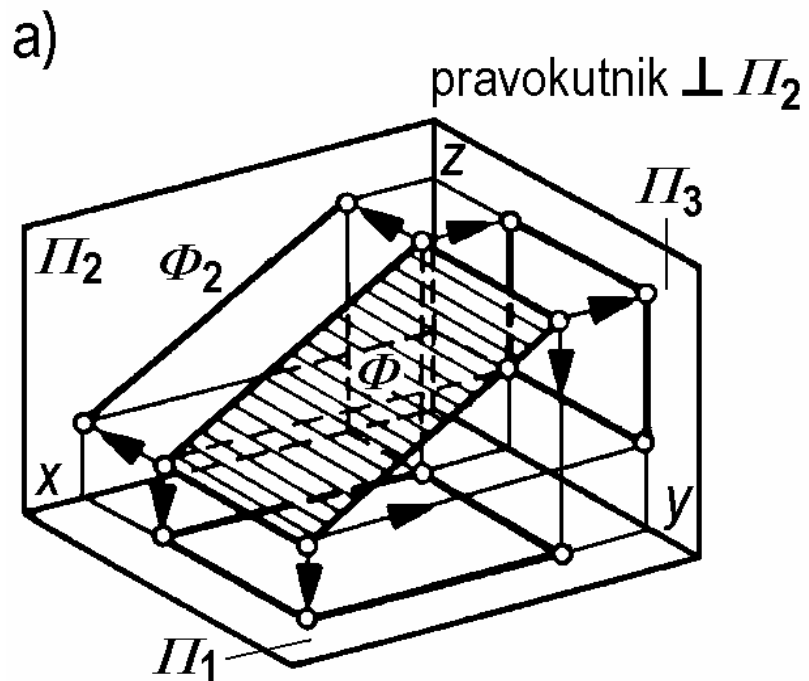
b)



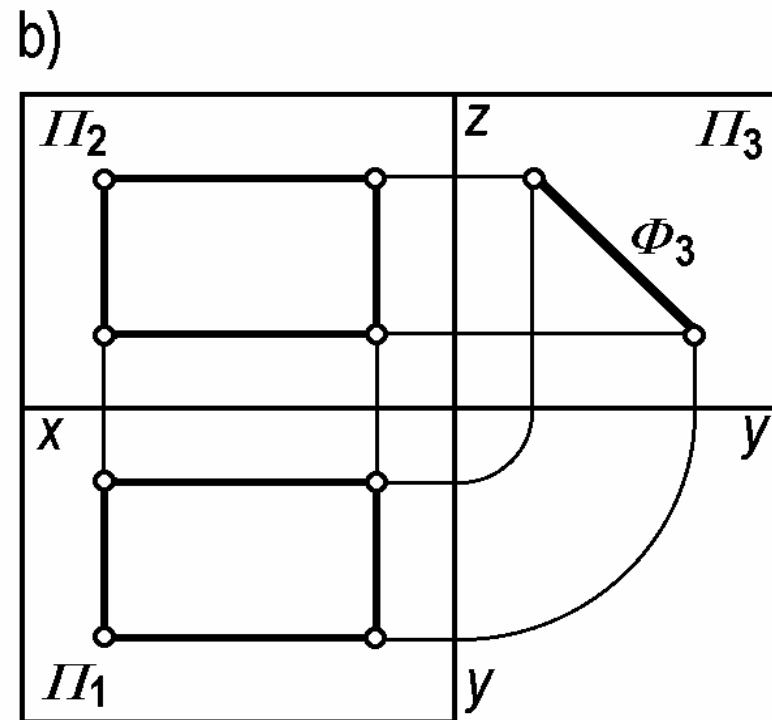
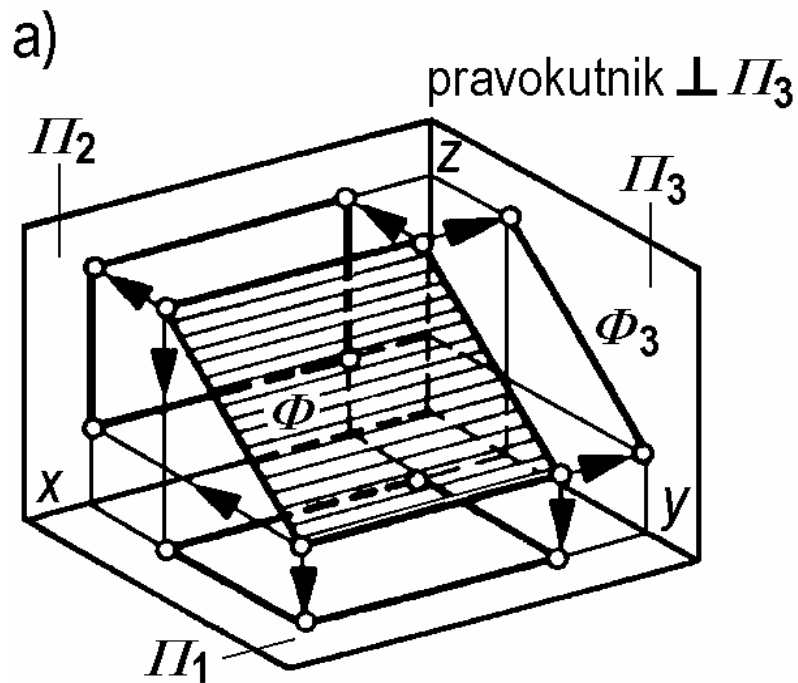
**Projiciranje lika ravnine Φ okomite na ravninom Π_1 , a
kose u odnosu na ravnine Π_2 i Π_3**



Projiciranje lika ravnine Φ okomite na ravninom Π_2 , a kose u odnosu na ravnine Π_1 i Π_3



**Projiciranje lika ravnine Φ okomite na ravninom Π_3 , a
kose u odnosu na ravnine Π_1 i Π_2**



Smjerovi pogleda, nazivi i analiza projekcija

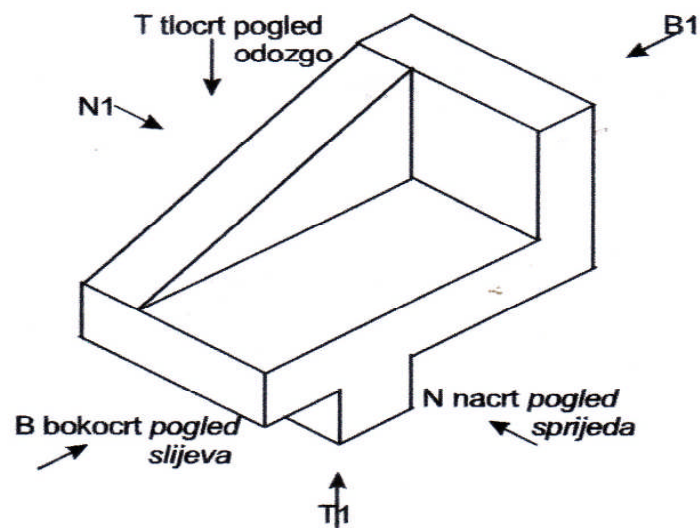
Za tehničke crteže u pravilu se primjenjuje pravokutna projekcija (nacrt, tlocrt i bokocrt), te izometrična projekcija za prikaz predmeta u cjelini.

Pravokutna (ortogonalna) projekcija zadovoljava najbolje zahtjeve prakse budući da bridovi i plohe u projekciji imaju jednake odnose kao i predmet u prirodi a i kutovi u projekciji i prirodi su jednaki.

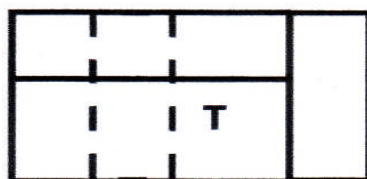
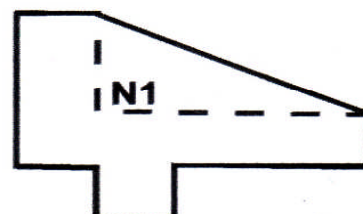
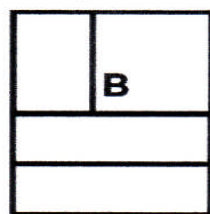
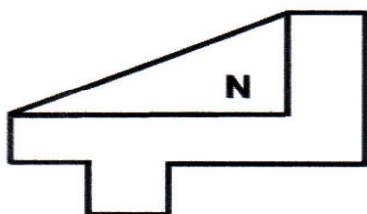
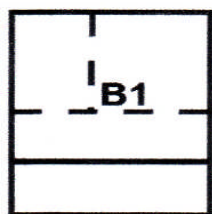
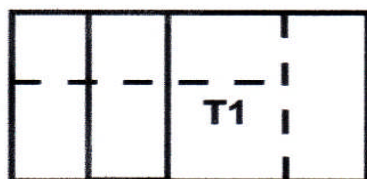
Pri pravokutnom projiciranju predmet zamišljamo u prostornom kutu i gledamo uvijek okomito na ravninu projiciranja (papir).

Osnovna pravila proiciranja

1. zrake projiciranja su okomite na ravninu crtanja,
2. predmet se nalazi između ravnine crtanja (projiciranja) i crtaca,
3. u projekciji se crta onaj dio predmeta koji se vidi u smjeru gledanja.

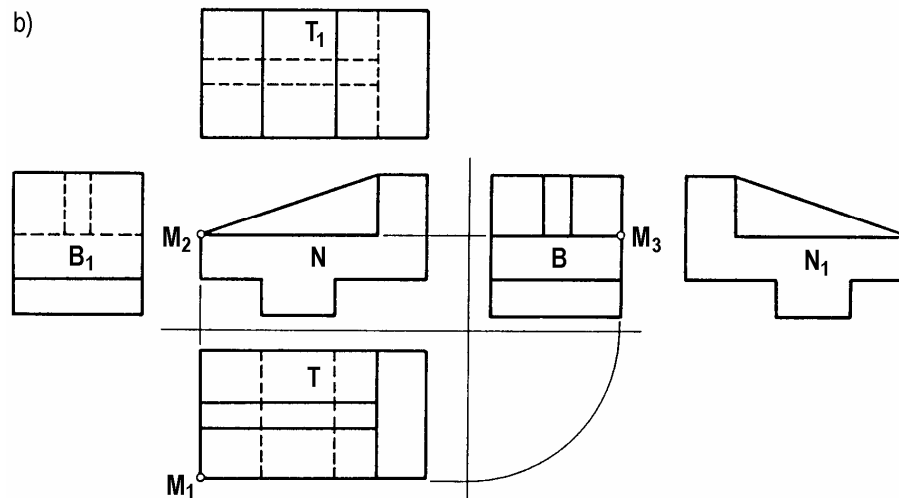
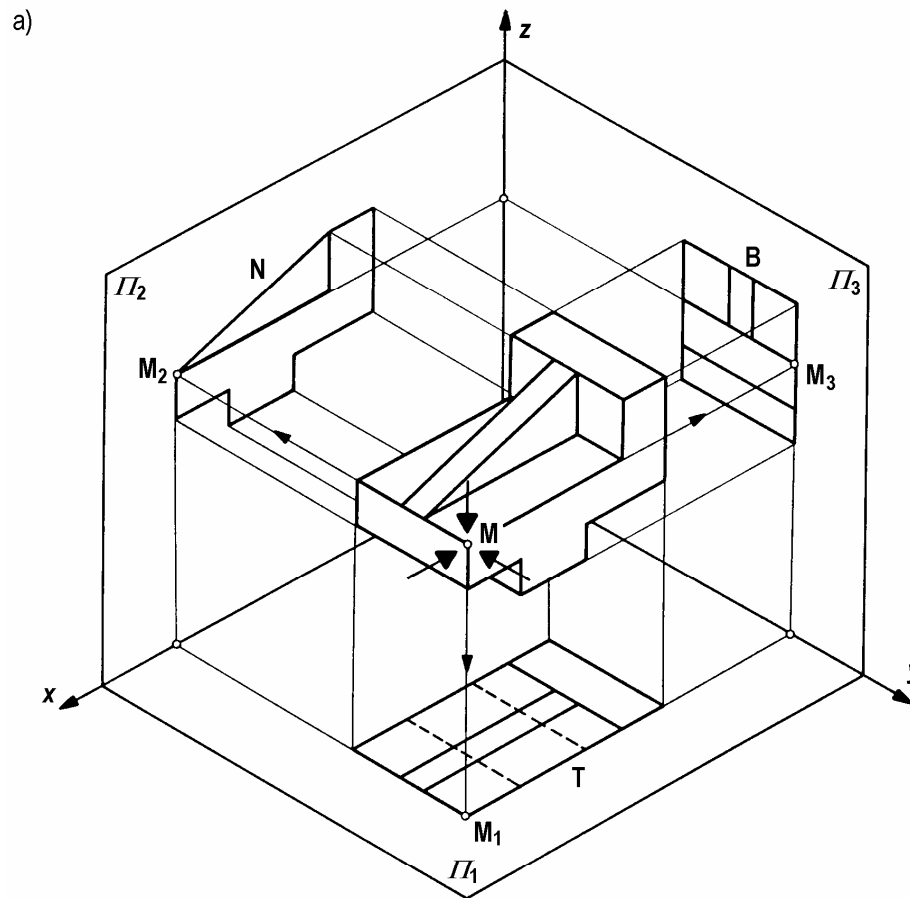


N - nacrt (pogled sprijeda),
T - tlocrt (pogled odozgo),
B - desni bokocrt (pogled s lijeve strane),
B₁ - lijevi bokocrt (pogled s desne strane),
T₁ - gornji tlocrt (pogled odozdo),
N₁ - stražnji nacrt (pogled straga).



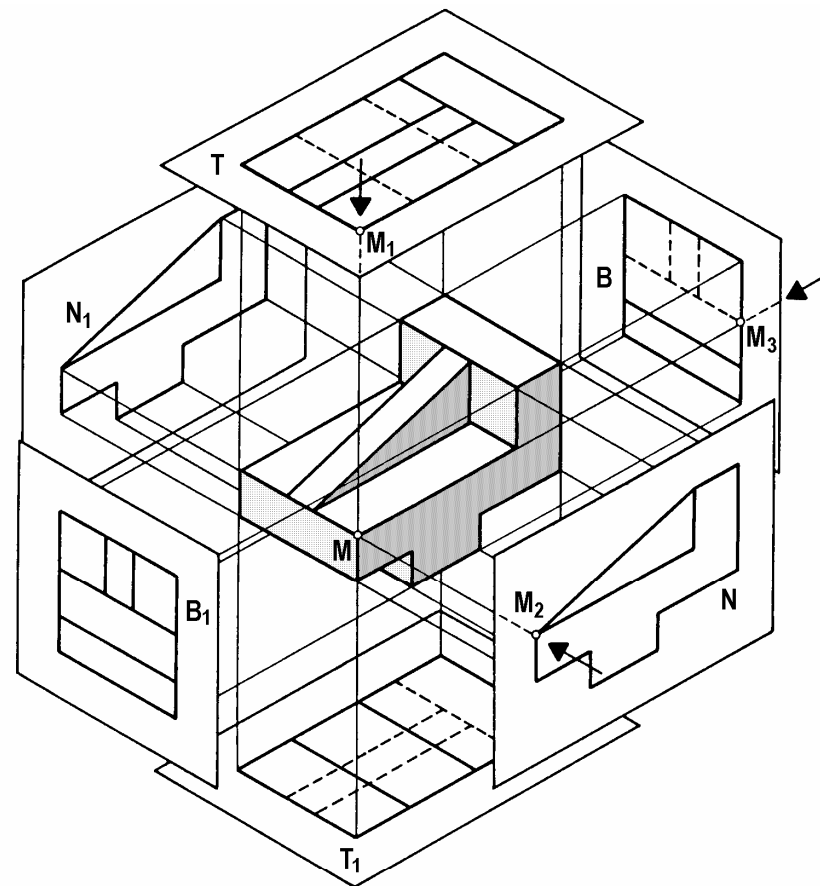
Predmet se može gledati s ukupno šest strana, okomito na ravnine koje ga tvore. Na taj se način dobivaju nove pravokutne projekcije.

**Metoda projiciranja 1.
kvadranta predmeta koji se
nalazi u 1. kvadrantu (a) i
raspored projekcija kod ove
metode projiciranja (europski
način projiciranja, metoda E)**

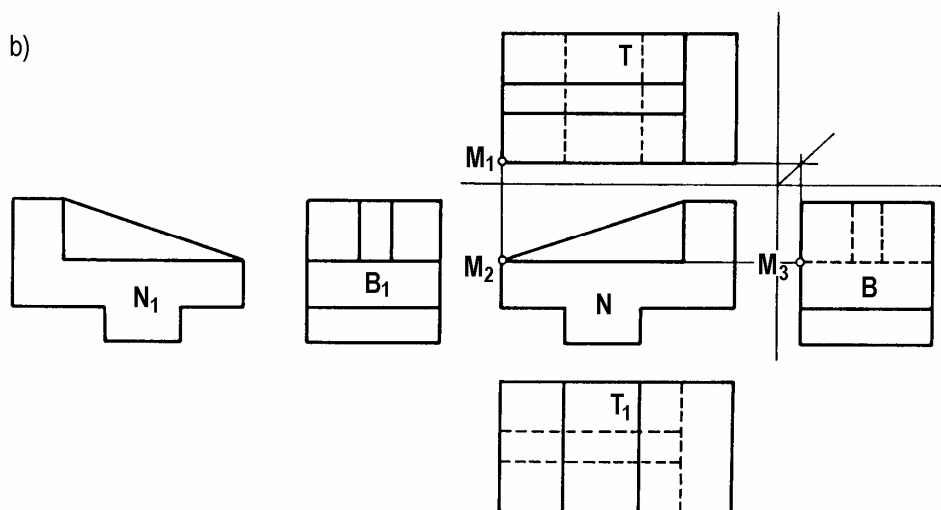


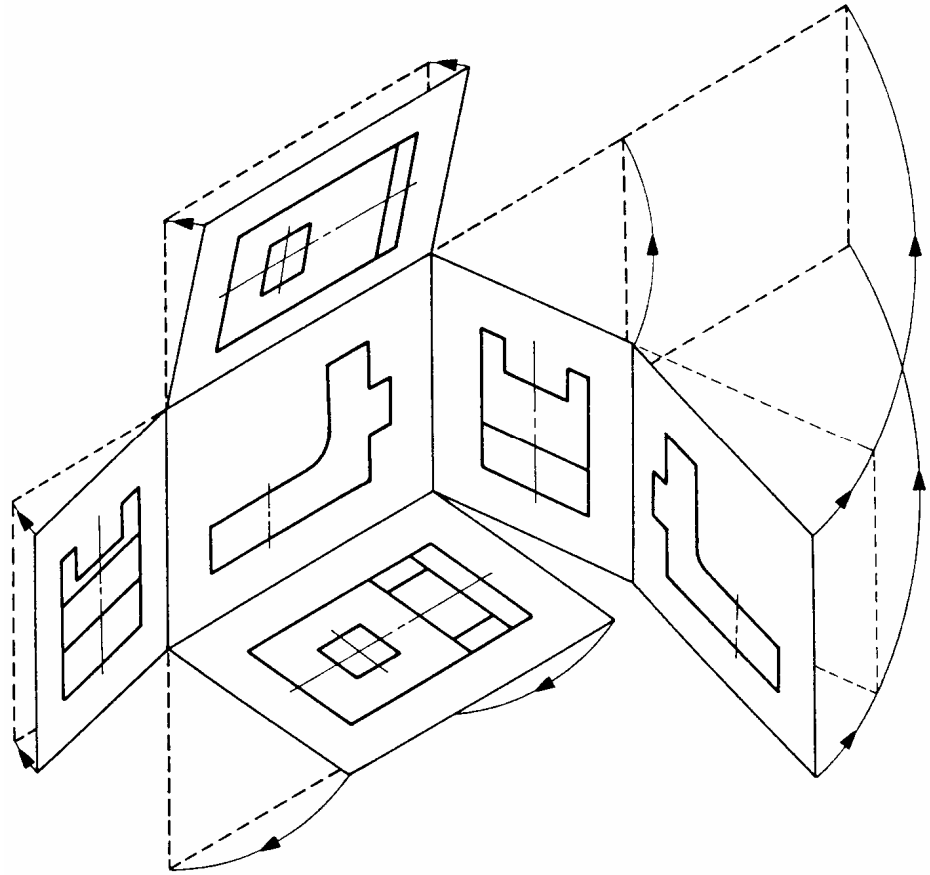
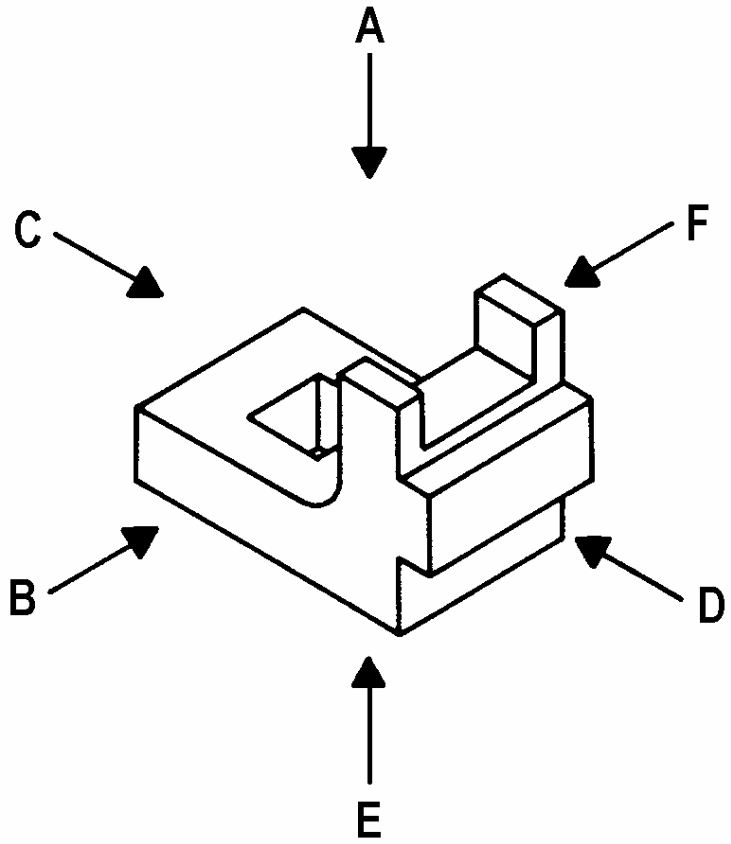
Metoda projiciranja 3. kvadranta predmeta koji se nalazi unutar 3. kvadranta (a) i raspored projekcija kod ove metode projiciranja (američki način projiciranja, metoda A)

a)

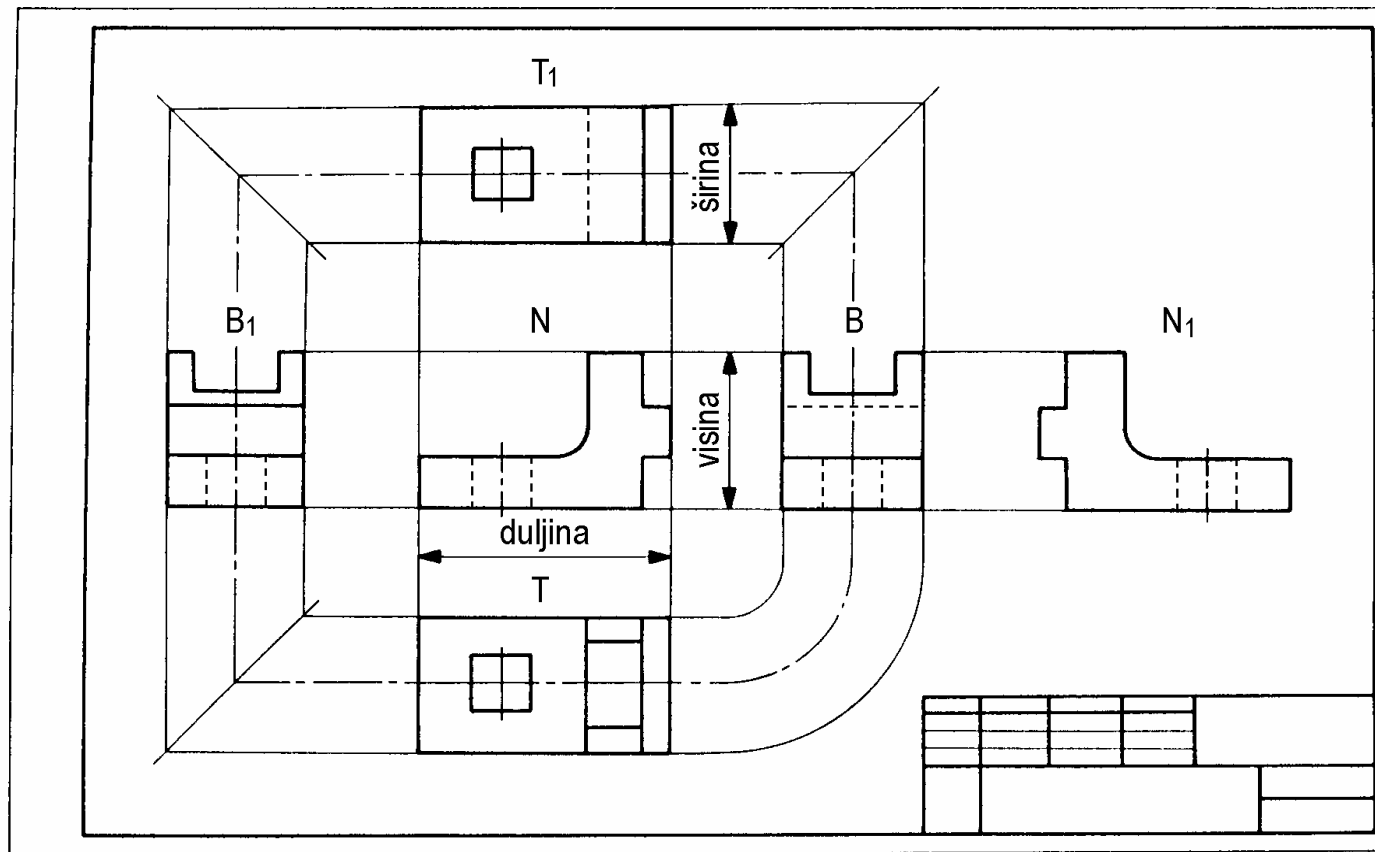


b)





Raspored šest ortogonalnih projekcija (pogleda) na odgovarajućem formatu papira



Pri izboru smjera pogleda koji će definirati nacrt predmeta treba se rukovoditi sljedećim preporukama:

- a) Pri crtanju strojnih dijelova nacrt odabrati tako da on daje najviše podataka o obliku, izmjerama i ostalim značajkama dijela. Također treba voditi računa i o tome da je što manji broj bridova zaklonjen pogledima, odnosno da je što manje nevidljivih bridova.
- b) Pri crtanju strojnih sklopova nacrt odabrati tako da on uz primjenu presjeka omogući prikazivanje što većeg broja dijelova koji ulaze u sklop, kao i da pruži podatke o međusobnom položaju dijelova i njihovim vezama.
- c) Dio se crta ili u položaju koji on zauzima tijekom uporabe ili u položaju koji zauzima u stroju prilikom njegove izrade.
- d) Sklop se najčešće crta u položaju koji on zauzima tijekom uporabe.

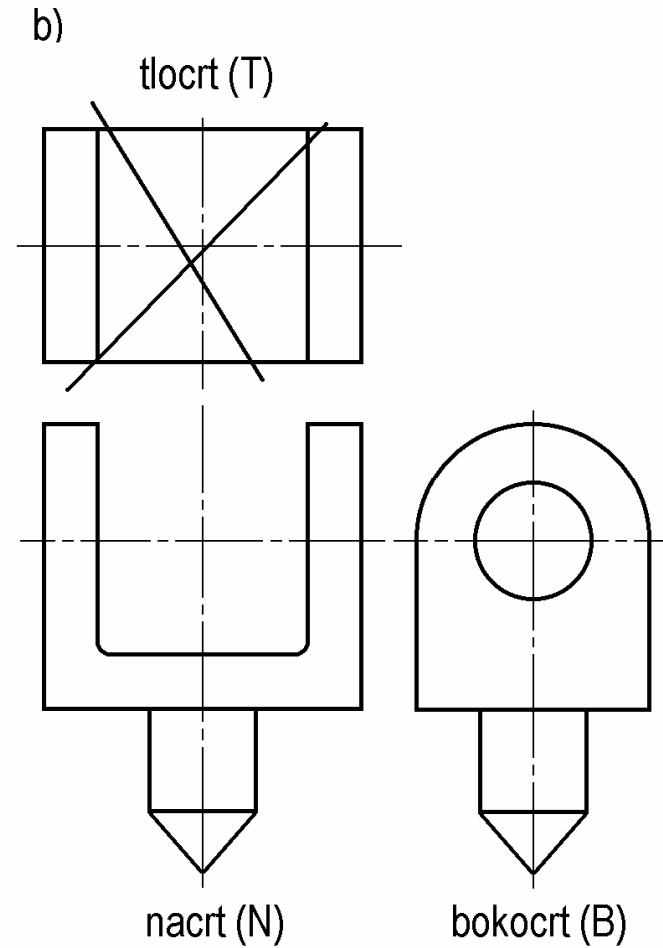
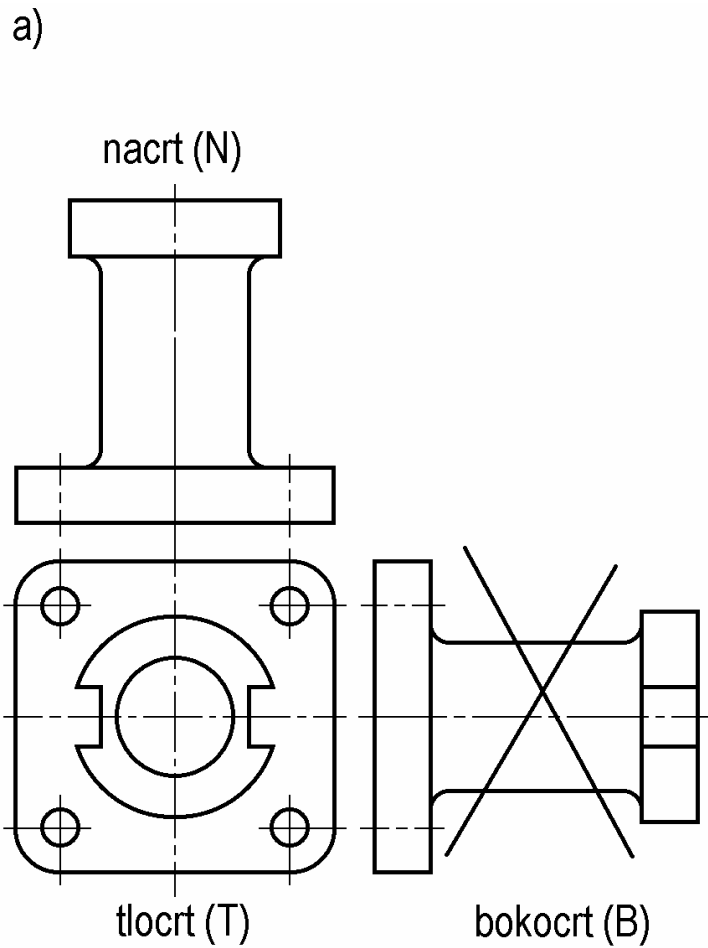
Na jednom crtežu koristi se onoliki broj pogleda koji je dovoljan za prijenos svih važnih informacija o dimenzijama i obliku objekta. Najčešće su dovoljna dva (nacrt i tlocrt) ili tri pogleda (nacrt, tlocrt i bokocrt), a ponekad i samo jedan. Treba odabrati one poglede koji na najzorniji način prikazuju predmet.

U slučaju potrebe moguće je predmet prikazati i u nekom pogledu koji odstupa od osnovnih. U tom slučaju smjer pogleda označava se strelicom i velikim slovom.

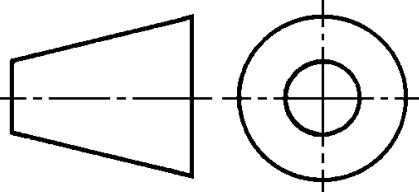
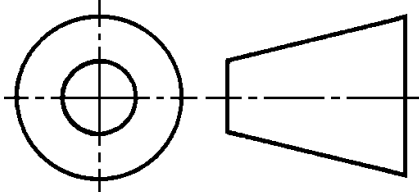
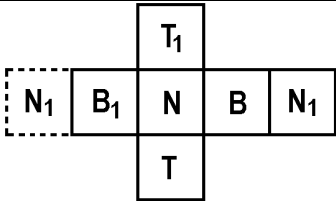
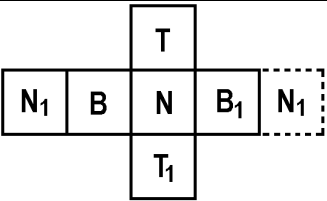
Za prikazivanje pojedinih detalja mogu se primijeniti i djelomični pogledi. U tom slučaju ne crta se cijeli predmet u tom pogledu nego samo detalj za koji je važan taj pogled.

Primjer pogrešnog smještaja bokocrta uz tlocrt (a) i pogrešnog smještaja projekcije

koja ne odgovara ispravnom smjeru pogleda (b)



Značajke metode projiciranja 1. (Europski) i 3. kvadranta (Američki) (ISO 5456-2)

Značajka	Metoda projiciranja 1. kvadranta	Metoda projiciranja 3. kvadranta
Simbol na crežima		
Raspored projekcija		

Osnovna pravila za predočavanje oblika
Položaj u kojemu se predmet crta

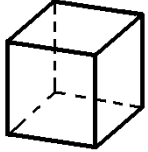
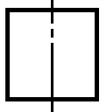
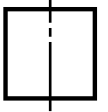
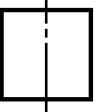

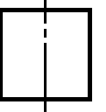
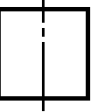
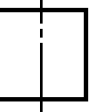
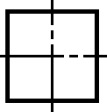
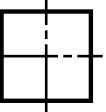
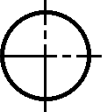
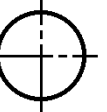
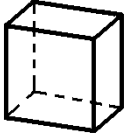
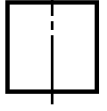

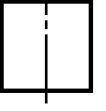





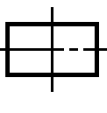

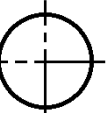
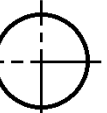








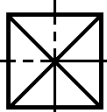
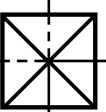










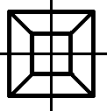
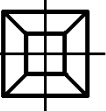
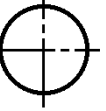

Položaj u kojemu se predmet crta (1)

- *Predmet treba postaviti u takav položaj da su njegove plohe i središnjice paralelne i okomite na glavne ravnine crtanja.*
- *Predmet treba postaviti u onaj položaj u kojemu stoji u naravi, ali uz zadovoljenje uvjeta pod a).*
- *Predmeti koji u naravi od slučaja do slučaja zauzimaju različite položaje (npr. svornjaci, vijci, podloške, ručice, poluge, matice i slično) postavljaju se obično u položaj u kojemu se izrađuju ili u uspravan položaj*

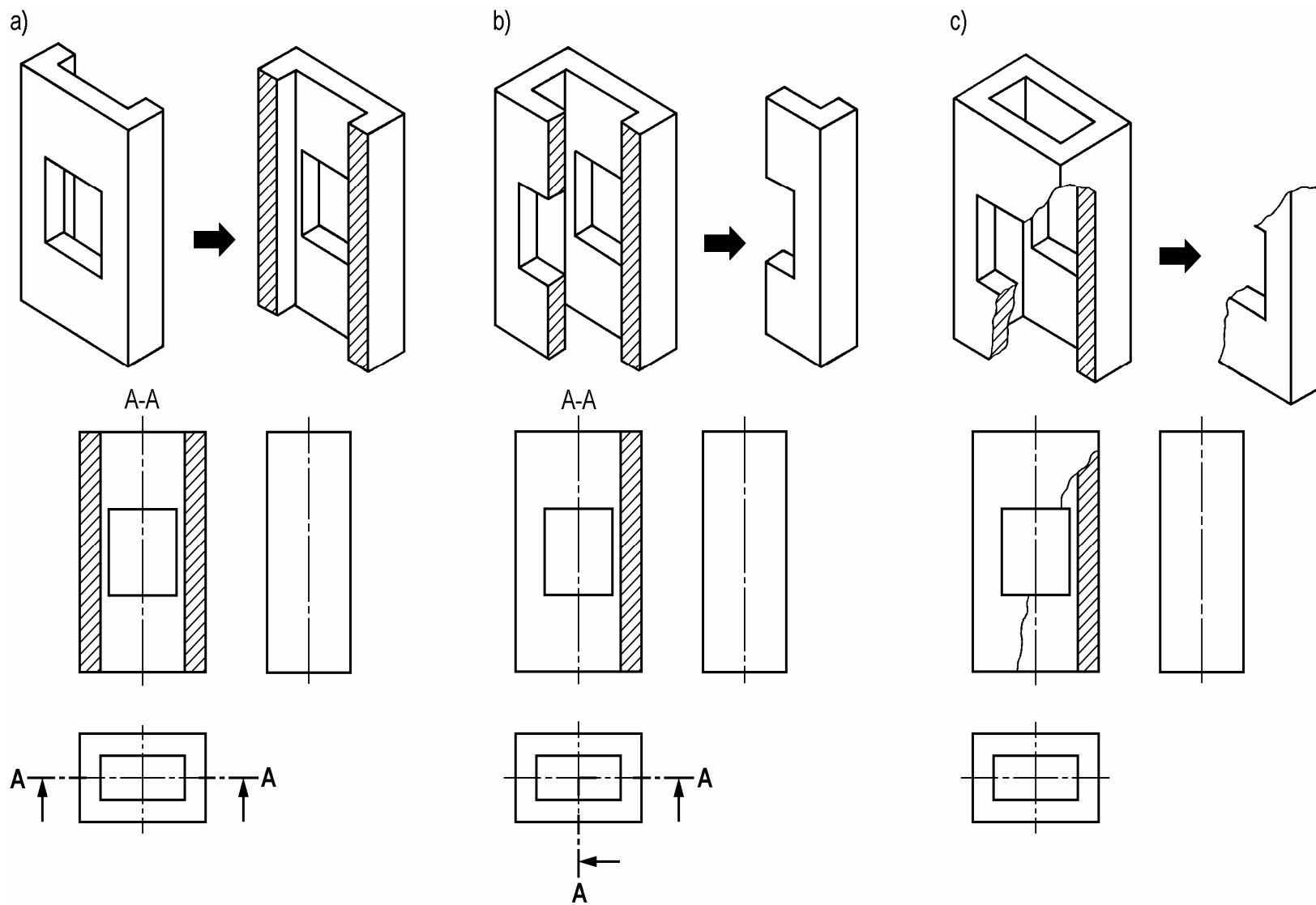
Položaj u kojemu se predmet crta (2)

- *Od svih mogućih pravilnih položaja odaberi onaj u kojemu će se vidjeti najviše ploha i bridova predmeta u smjeru pogleda, a s ciljem da se izbjegne crtanje nevidljivih bridova.*
- *Ako predmet (osim paralelnih i okomitih ploha na ravnine crtanja) ima i kose plohe, tada ih treba projicirati na pomoćne ravnine koje se postavljaju paralelno s njima.*

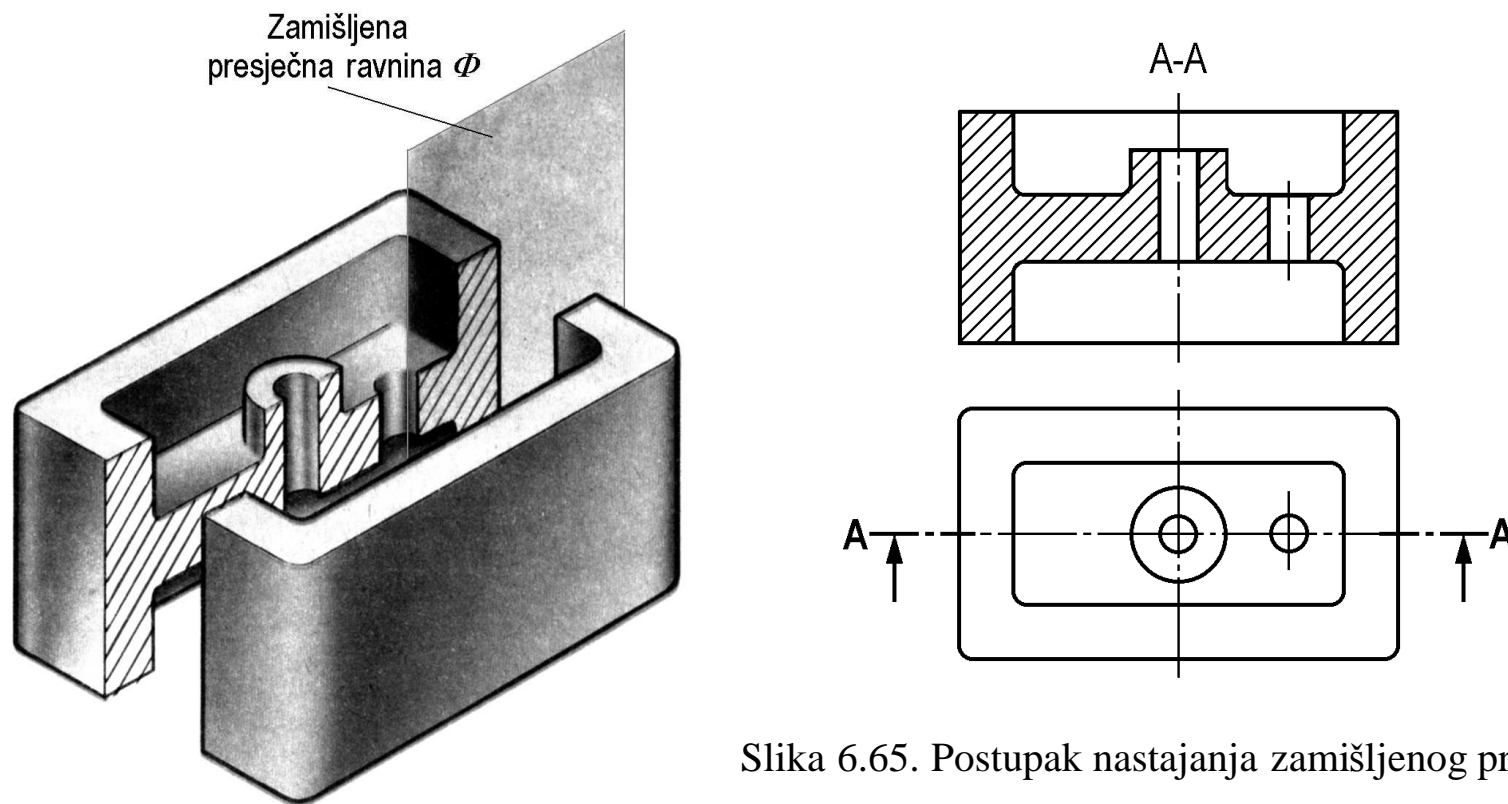
Izbor i broj projekcija

Temeljni oblik tijela	Ortogonalna projekcija				Temeljni oblik tijela	Ortogonalna projekcija			
	Tri projekcije		Potreban broj projekcija			Tri projekcije		Potreban broj projekcija	
 kocka					 valjak				
									
 prizma					 stožac				
									
 piramida					 krnji stožac				
									
 krnja piramida					 kugla				
									

- ***Puni presjek*** (a) dobije se ako se zamisli sječenje cijelog strojnog dijela na dvije polovine.
- ***Polovični presjek*** (b) dobije se ako se zamisli isječena jedna četvrtina strojnog dijela (polovina odgovarajuće ortogonalne projekcije crta se kao pogled, a druga polovina kao presjek).
- ***Djelomični presjek*** (c) dobije se ako se zamisli sječenje manjeg dijela strojnog dijela.



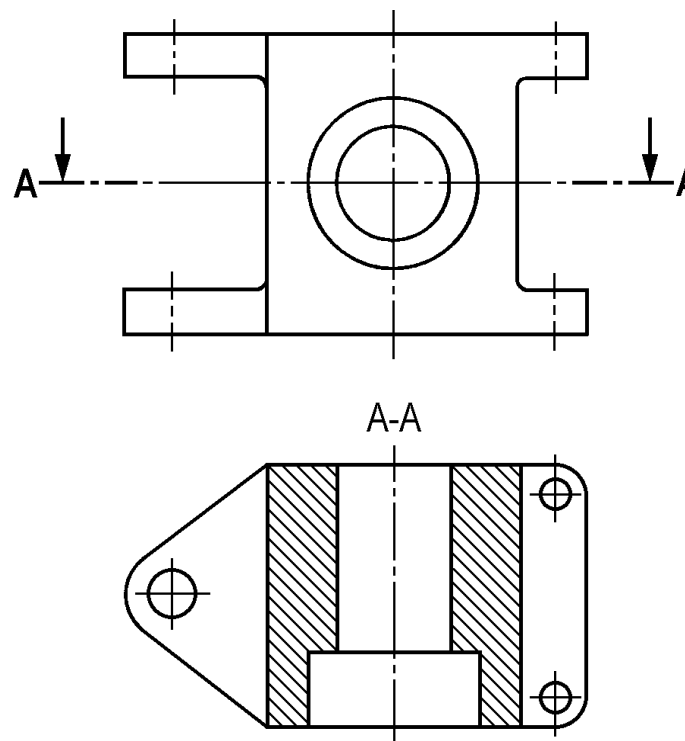
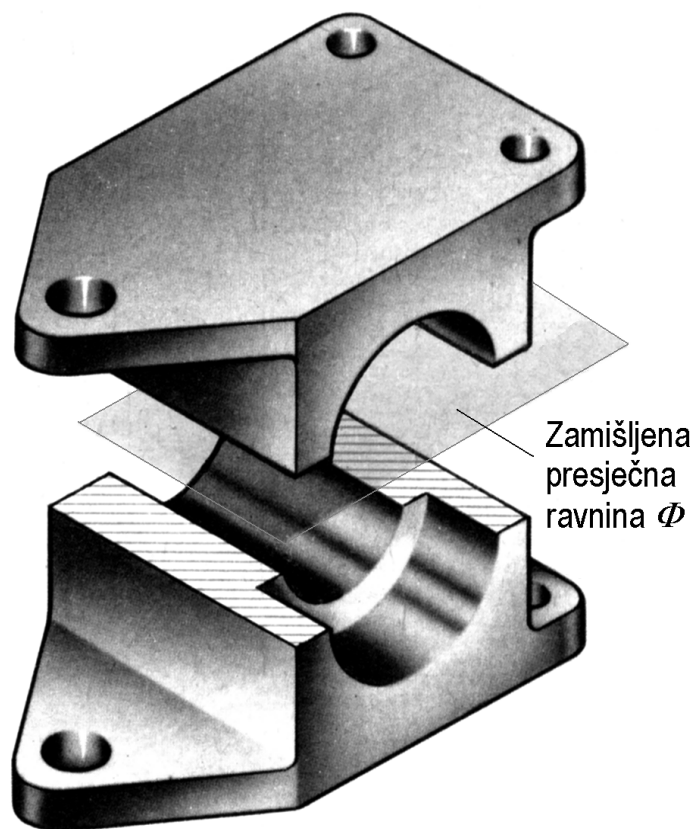
Puni (a), polovični (b) i djelomični (c) presjek



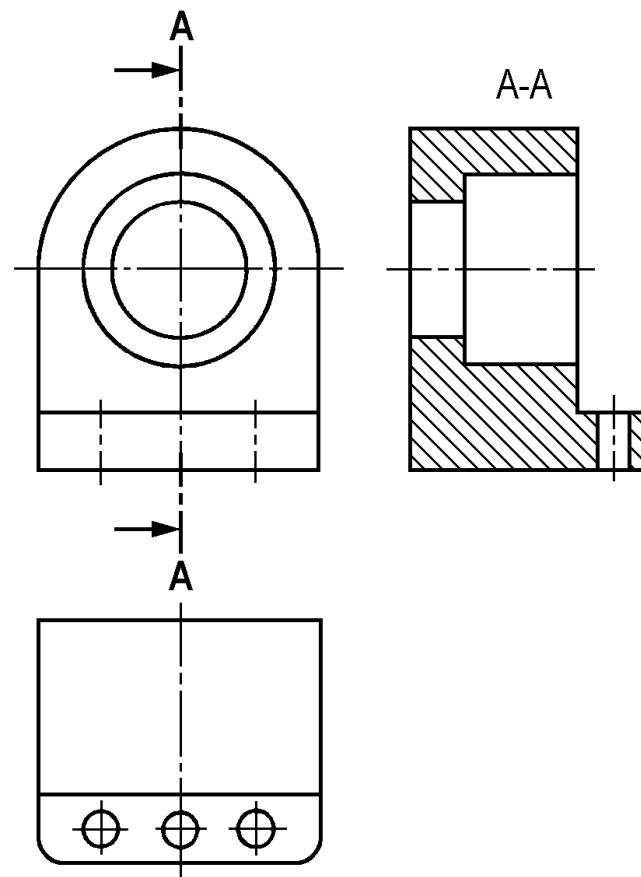
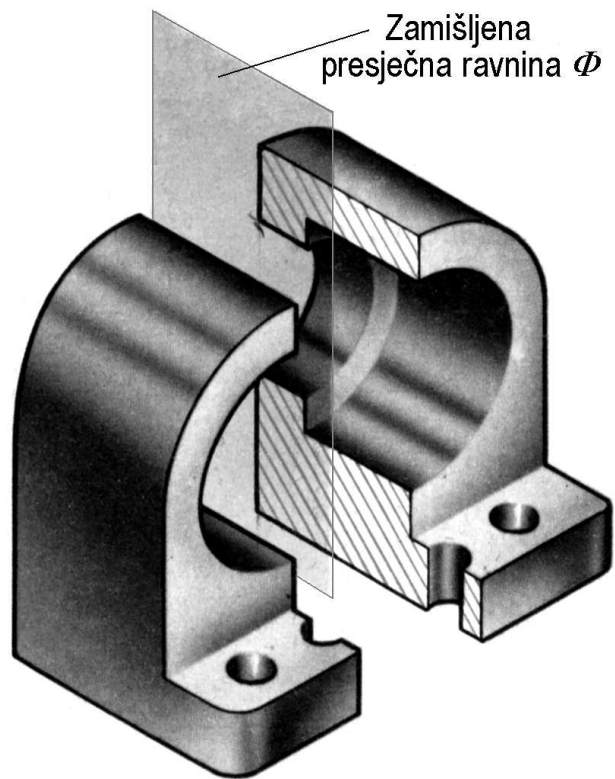
Slika 6.65. Postupak nastajanja zamišljenog presjeka

Dio se predmeta (koji se nalazi između promatrača i presječne ravnine) u mislima uklanja, a na ravnini projekcija (crtanja) prikazuje se ono što se nalazi na presječnoj ravnini po svim pravilima ortogonalnog projiciranja

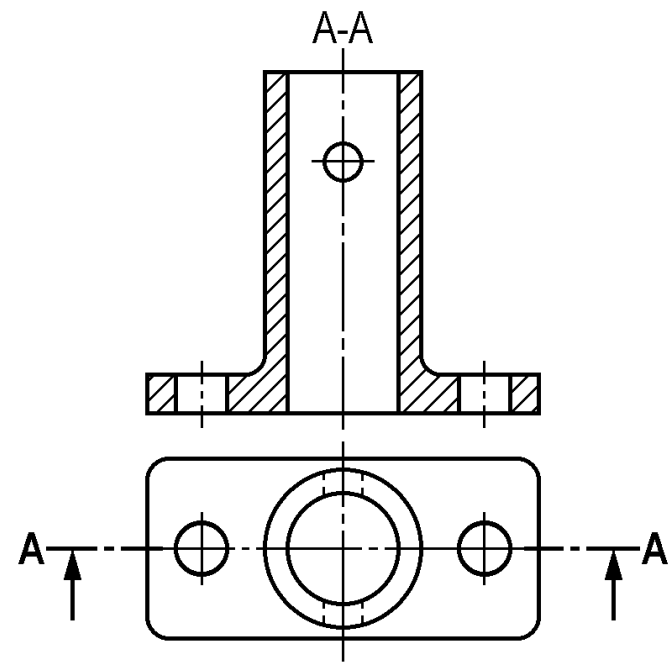
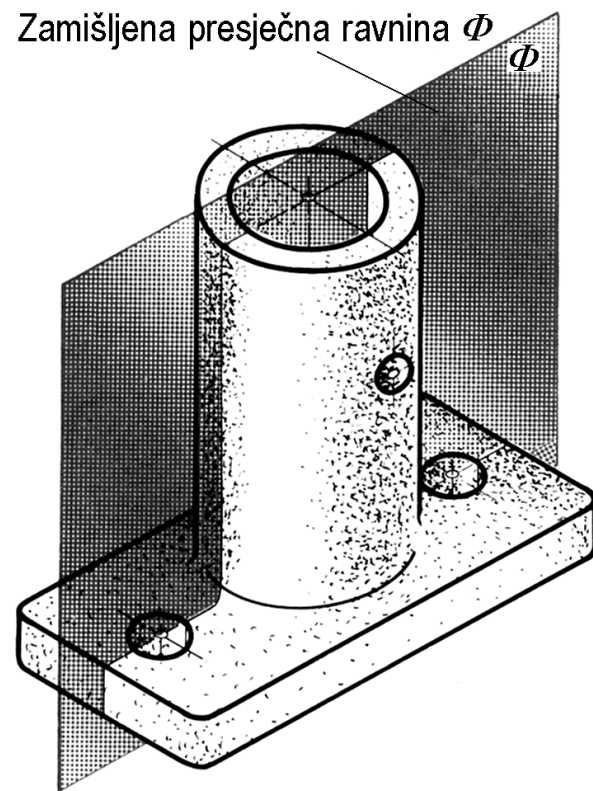
Okomitim presjekom naziva se presjek nastao presijecanjem presječnom ravninom, koja je okomita na vodoravnu ravninu projiciranja



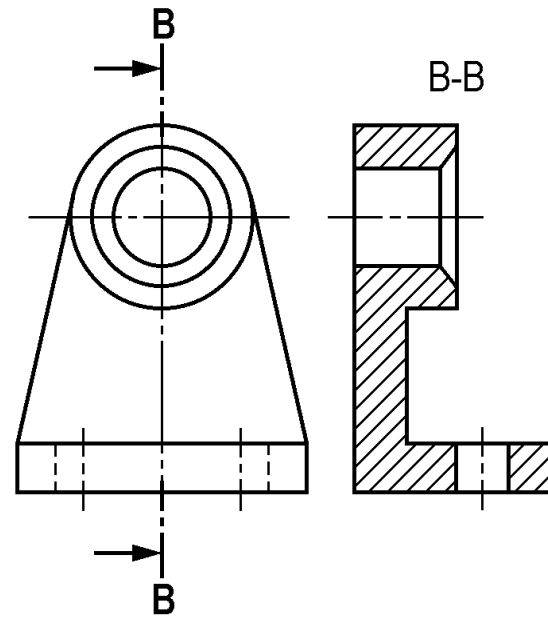
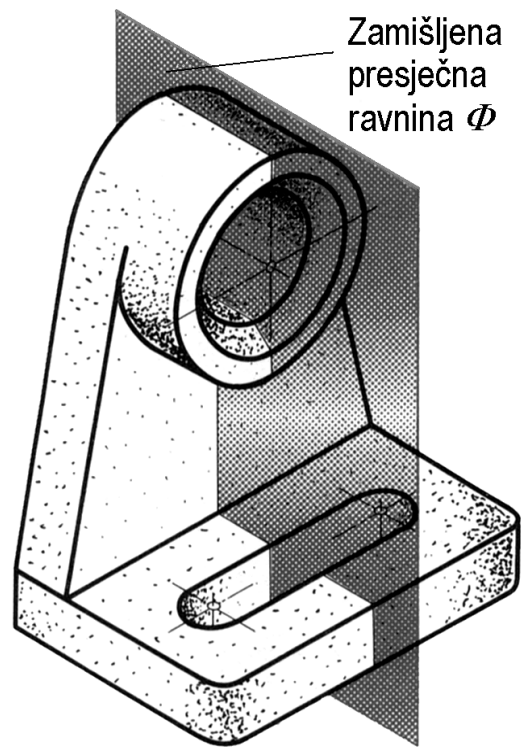
Slika 6.66. Primjer vodoravnog presjeka (tlocrt u presjeku)



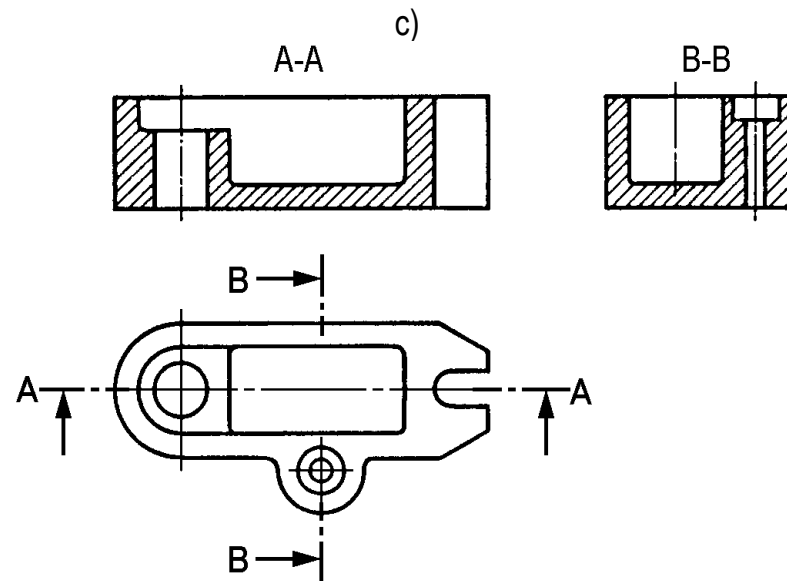
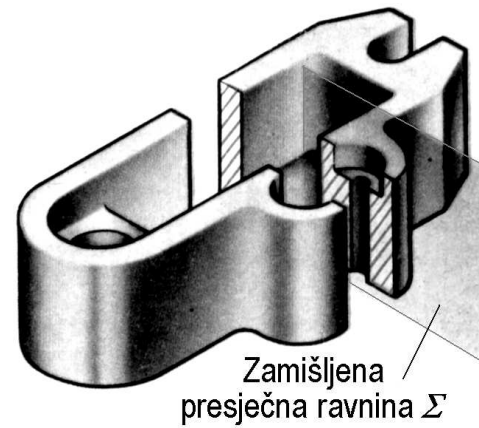
Slika 6.67. Primjer poprečnog okomitog presjeka (bokocrt u presjeku)



Slika 6.68. Primjer uzdužnog okomitog presjeka
(nacrt u presjeku)

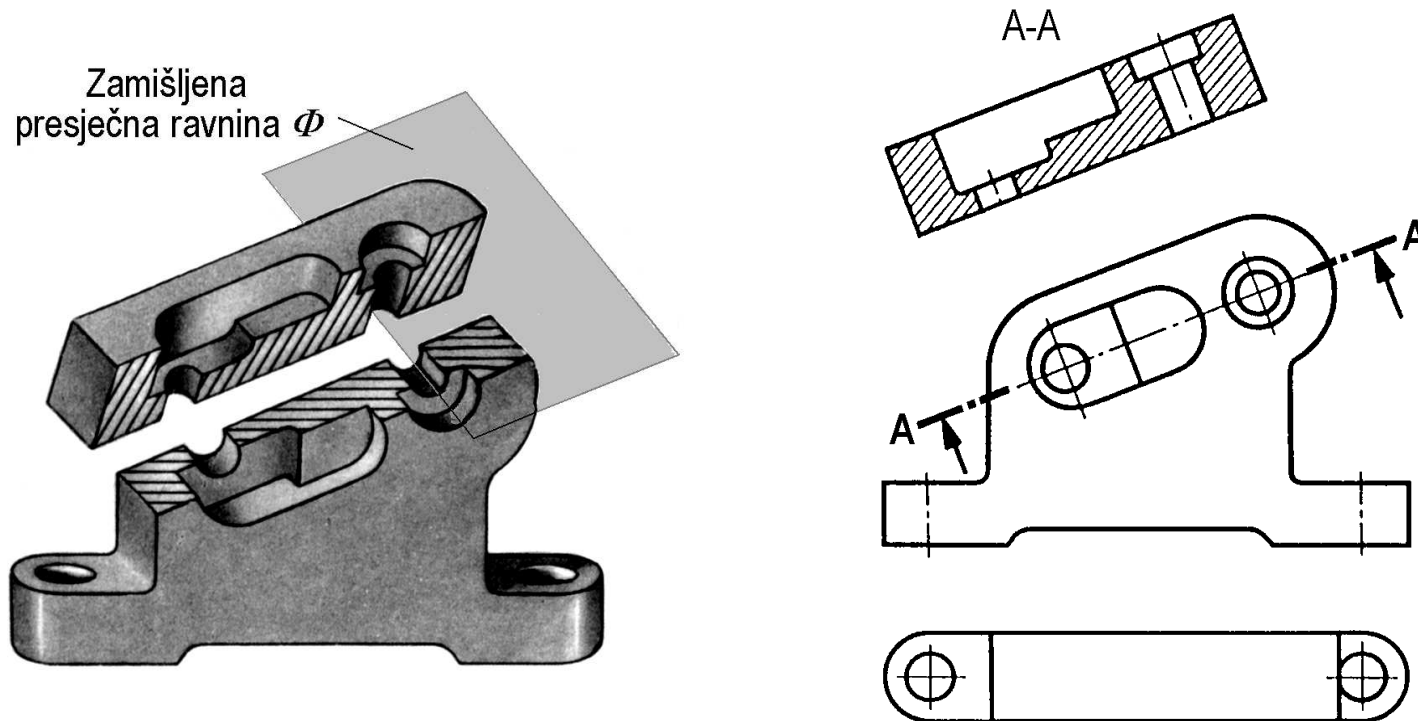


Slika 6.69. Primjer poprečnog okomitog presjeka (bokocrt u presjeku)

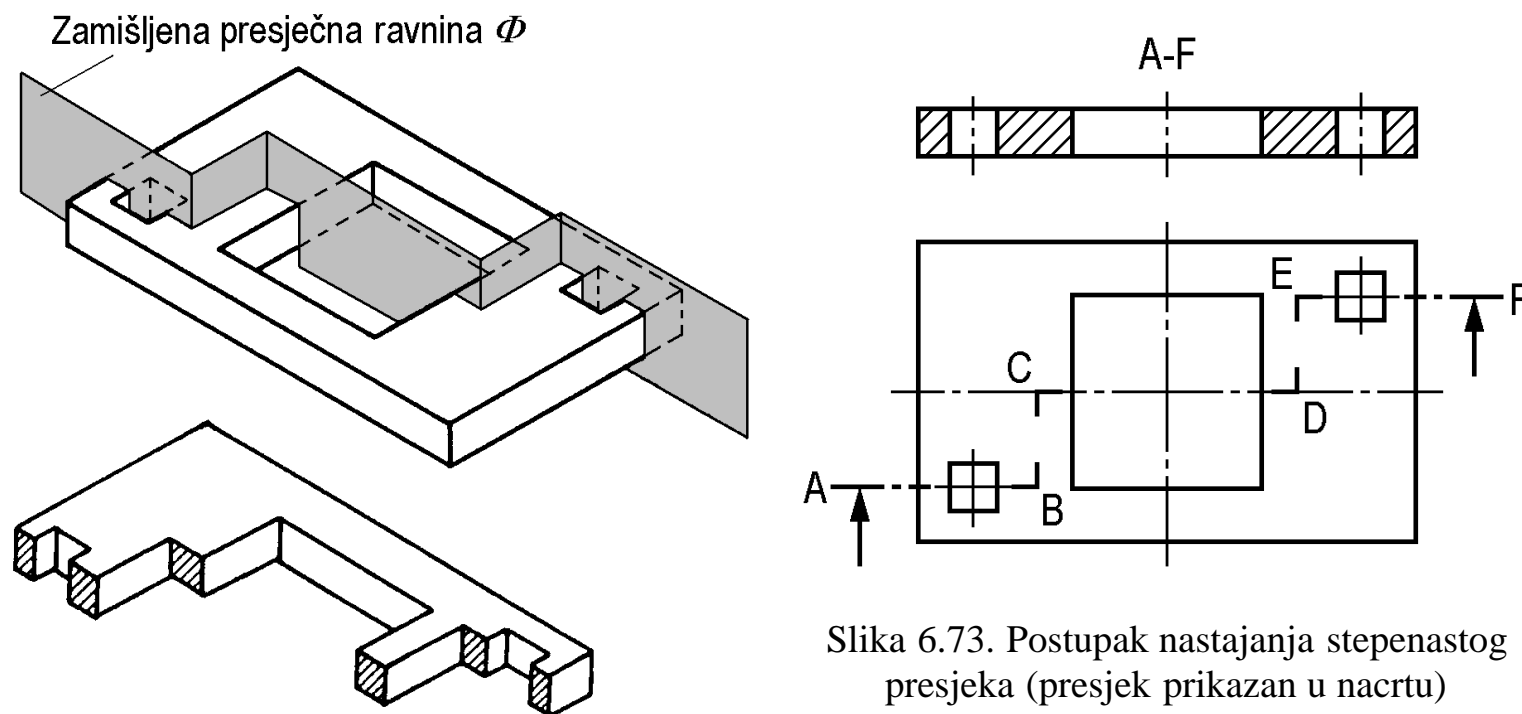


**Primjer istodobnog uzdužnog i poprečnog okomitog presjeka
(nacrt i bokocrt u presjeku)**

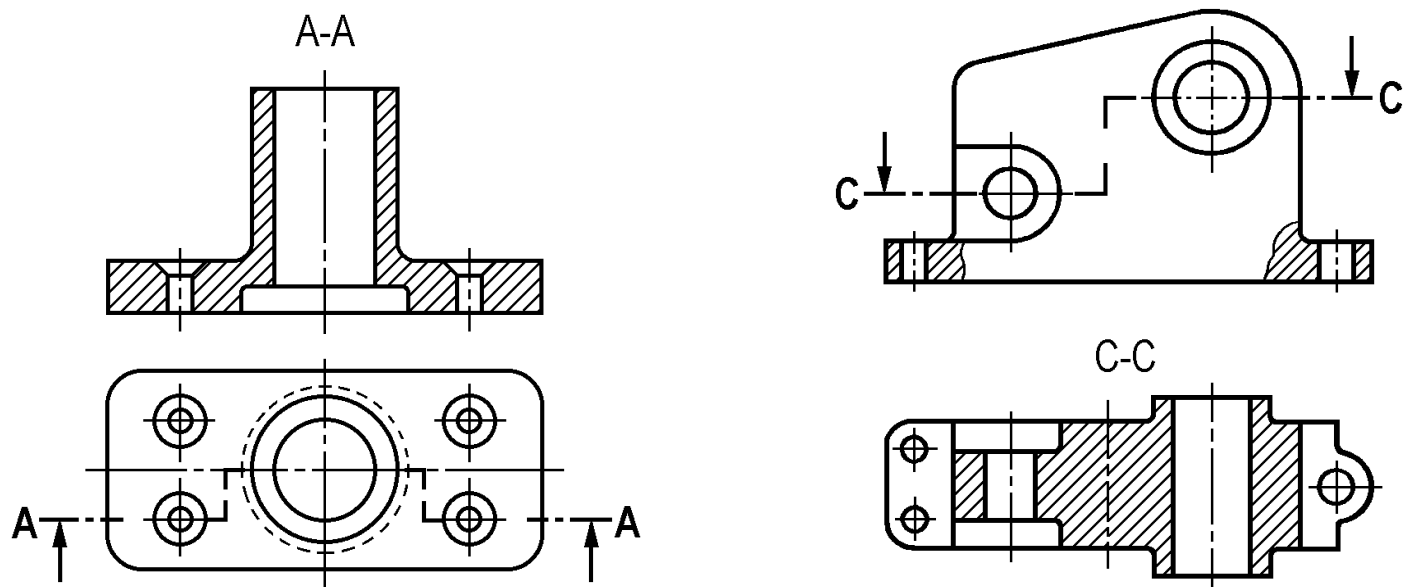
Kosim presjekom naziva se presjek nastao presijecanjem presječnom ravninom koja s vodoravnom ravninom projiciranja zatvara kut koji je različit od pravog kuta. Položaj presječne ravnine označava se linijom presjeka sa strelicama koje pokazuju smjer gledanja



Stupnjevani presjeci su presjeci koji nastaju ako se strojni dio presijeca s dvije ili više paralelnih presječnih ravnina.

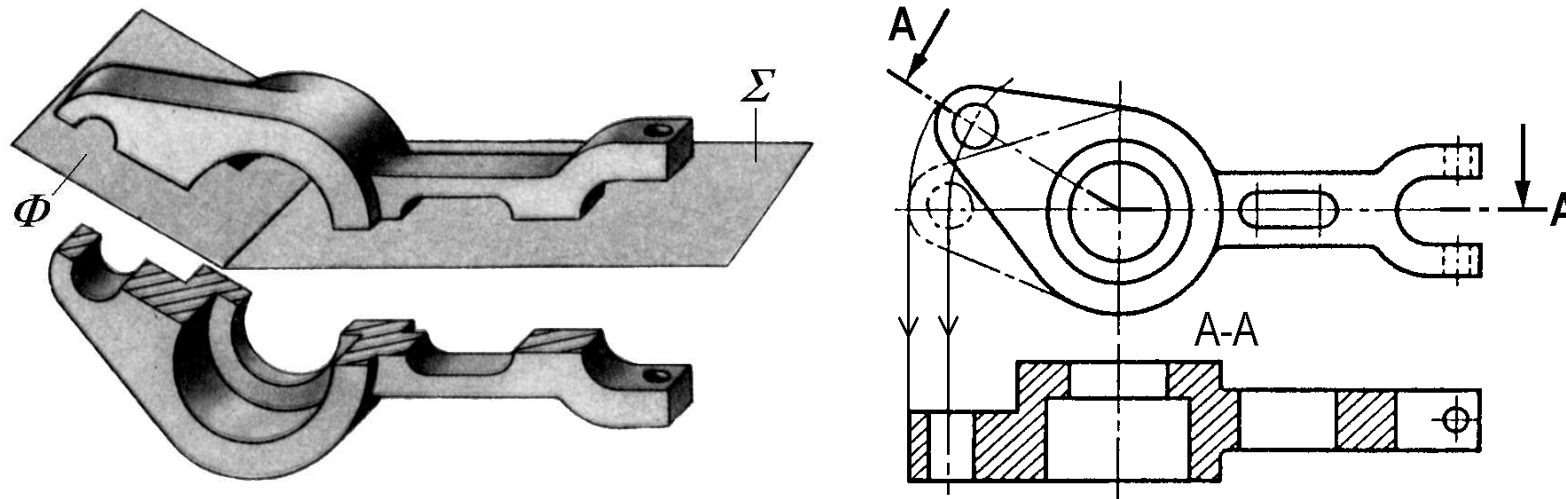


Slika 6.73. Postupak nastajanja stepenastog presjeka (presjek prikazan u nacrtu)



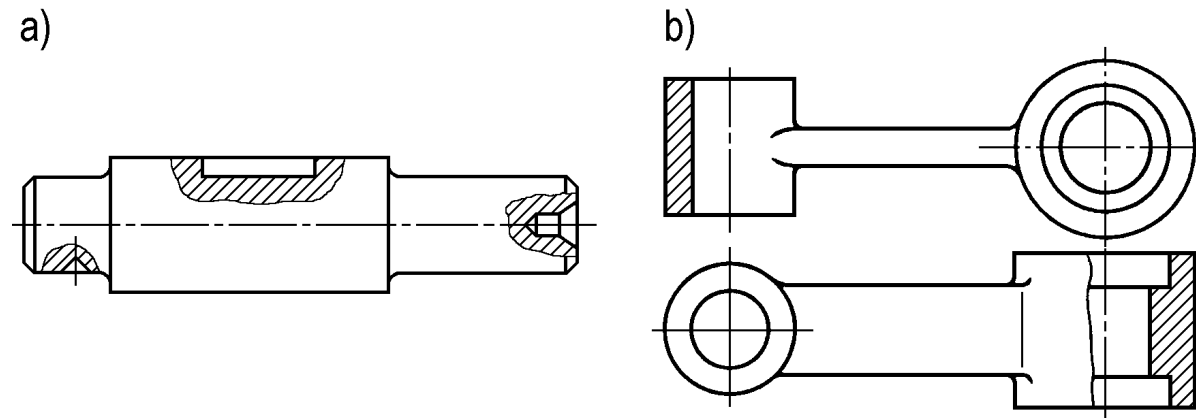
Slika 6.74. Primjeri stepenastog presjeka prikazanog u nacrtu (a) i tlocrtu (b)

Izlomljeni presjeci su presjeci koji nastaju ako se strojni dio presijeca s dvije ili više presječnih ravnina koje nisu paralelne, ali se sijeku. Pravilo je da se dijelovi presjeka, nastali lomljenjem presječnih ravnina, zakreću u ravninu crtanja, tj. u položaj paralelan s jednom od ravnina projiciranja

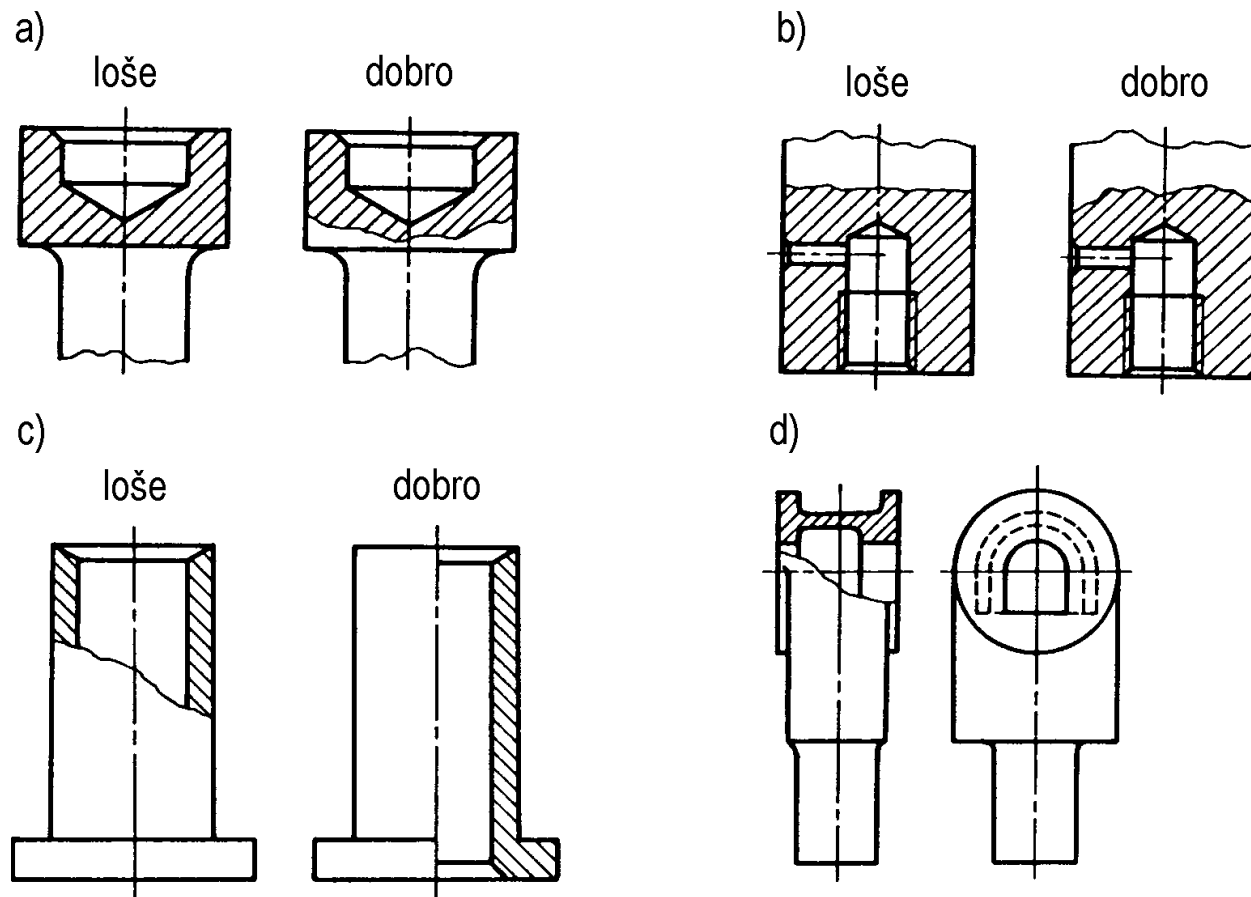


Slika 6.77. Primjer izlomljenog presjeka smještenog u tlocrt

Djelomični presjek se koristi ako se želi razjasniti dio strojnoga dijela



Slika 6.80. Primjeri uporabe djelomičnog presjeka

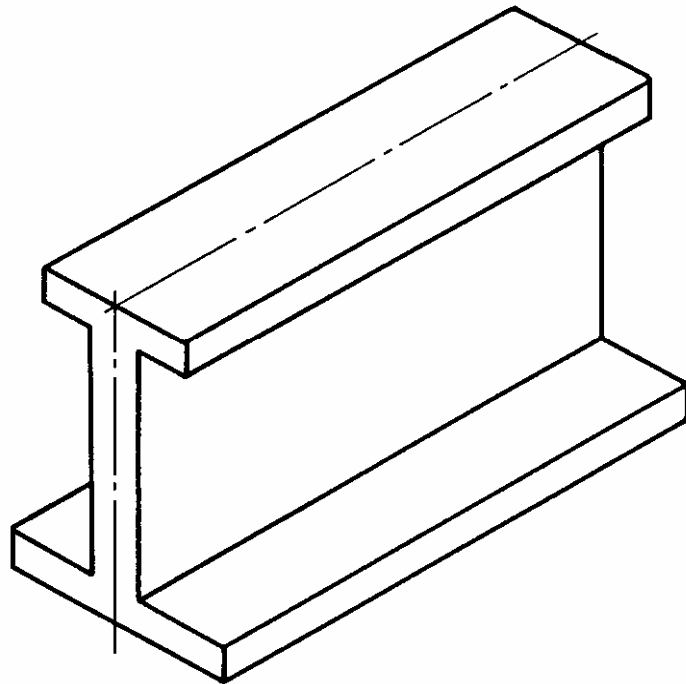


Slika 6.81. Primjeri nekih posebnih dogovora kod djelomičnih presjeka

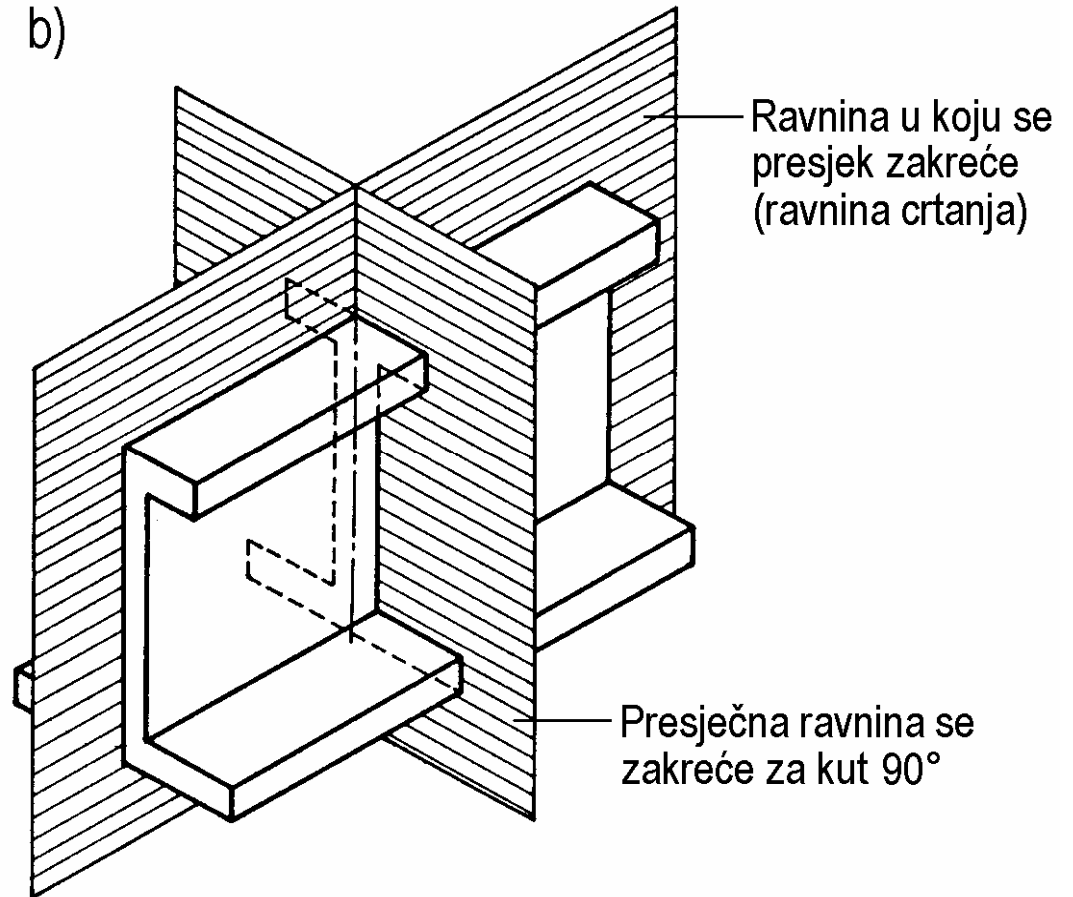
Brid nikada ne može biti granica između djelomičnog presjeka i pogleda na predmet, (a), crta loma ne smije se povlačiti paralelno s bridom predmeta (b). U slučaju da je predmet simetričan, ne običava se crtanje poprečnog presjeka jer se oblik može bolje prikazati polovičnim presjekom (c), kod nesimetričnih predmeta, kod kojih nije moguće primijeniti polovičan presjek, dopušta se prikaz djelomičnim presjekom (d)

Zakrenuti ili zaokrenuti presjek je poprečni presjek strojnog dijela, zakrenut (zaokrenut) za kut 90° oko središnjice

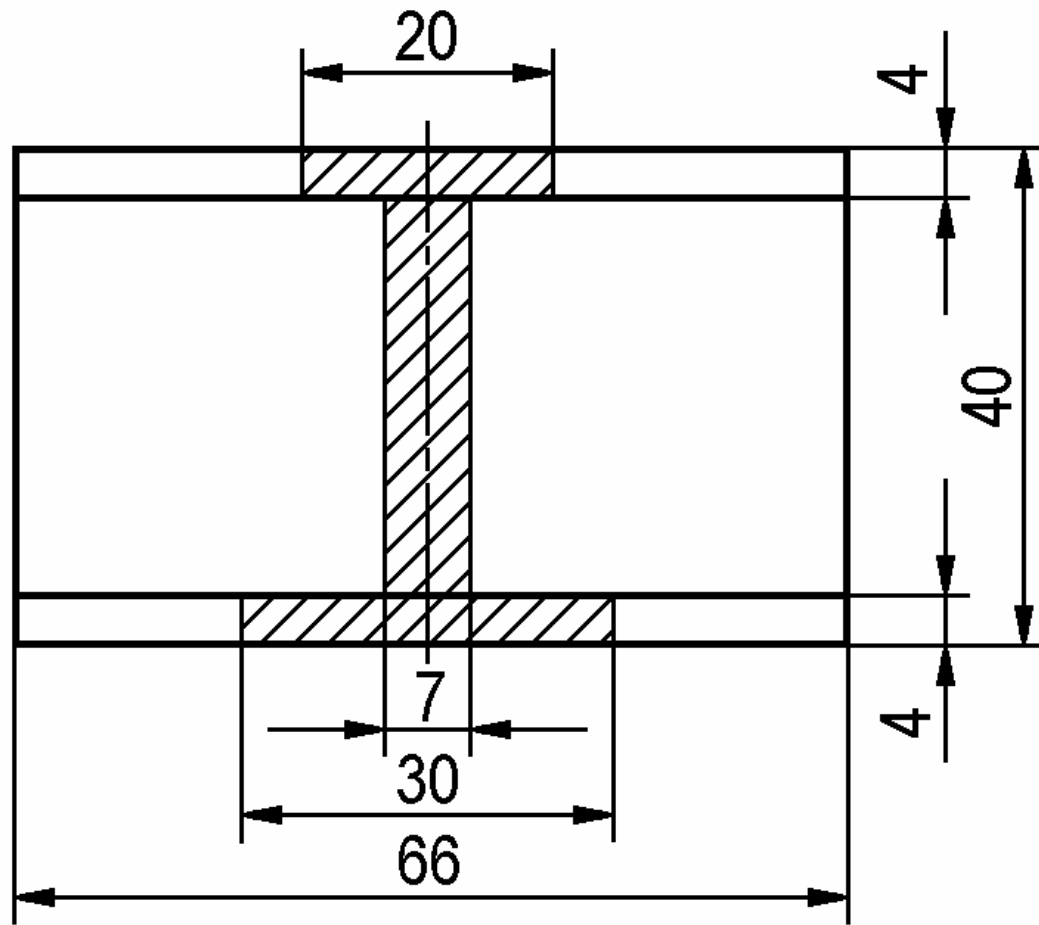
a)



b)

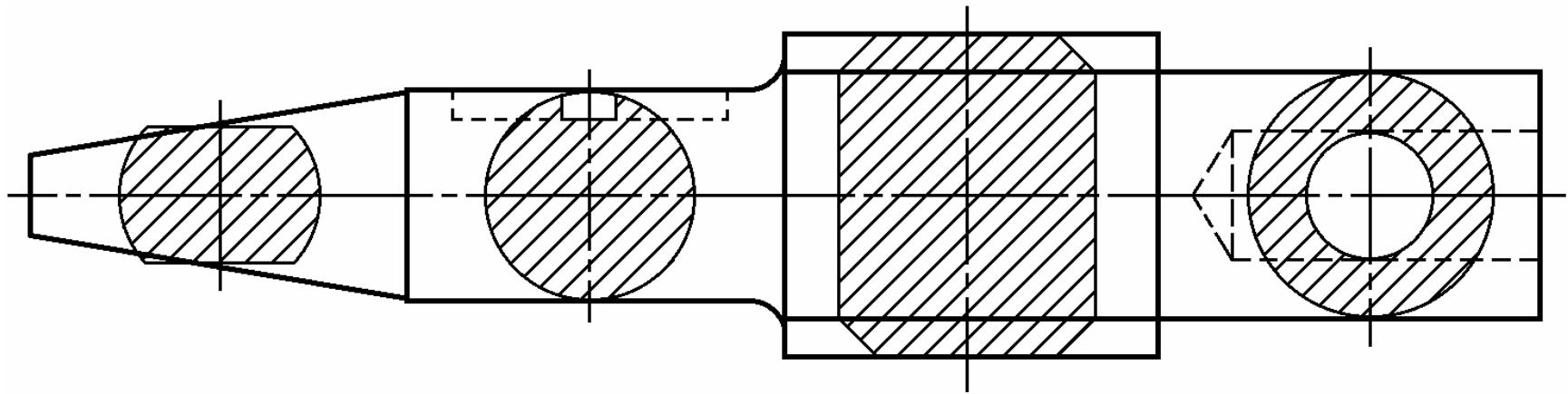


Načelo nastajanja zakrenutog presjeka

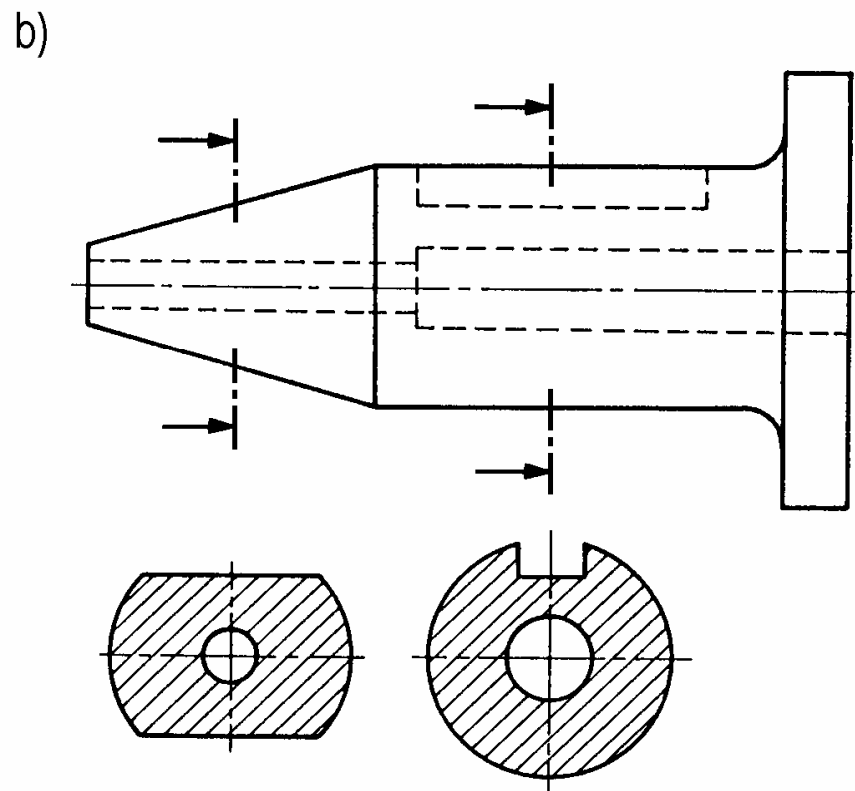
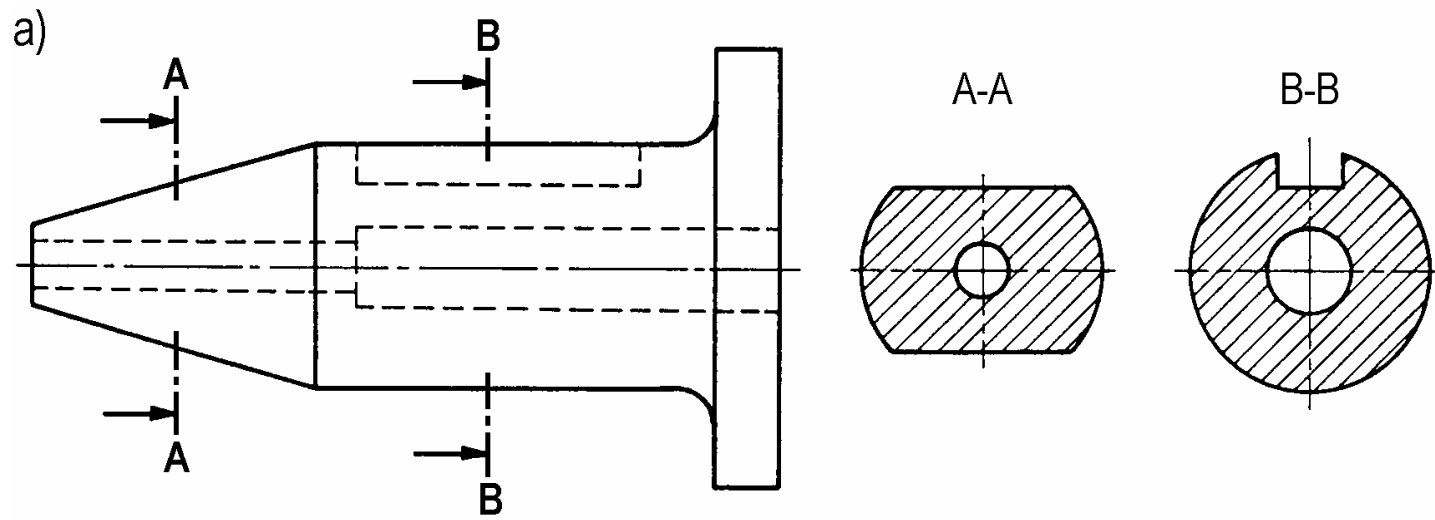


Zakrenuti presjek nosača

**Strojni dio s različitim poprečnim presjecima koji su prikazani
kao zakrenuti presjeci u nacrtu**



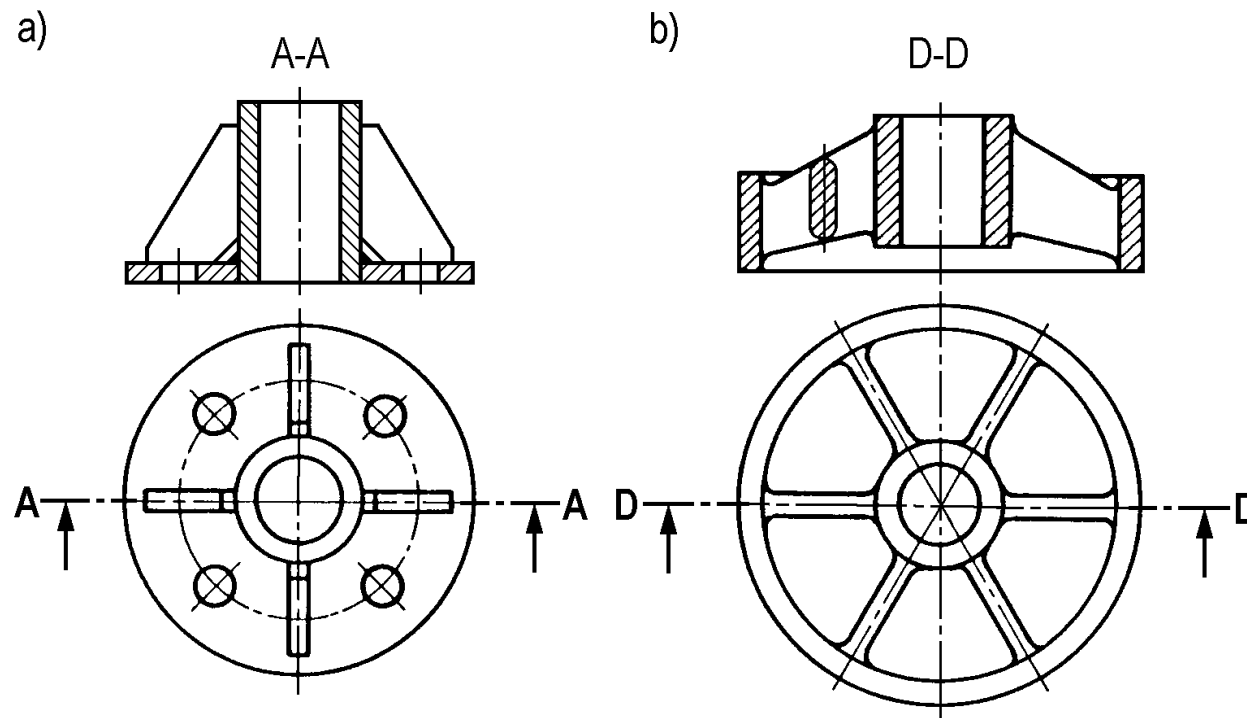
Ako se zakrenuti presjek crta unutar promatrane projekcije rabi
se neprekidna uska crta



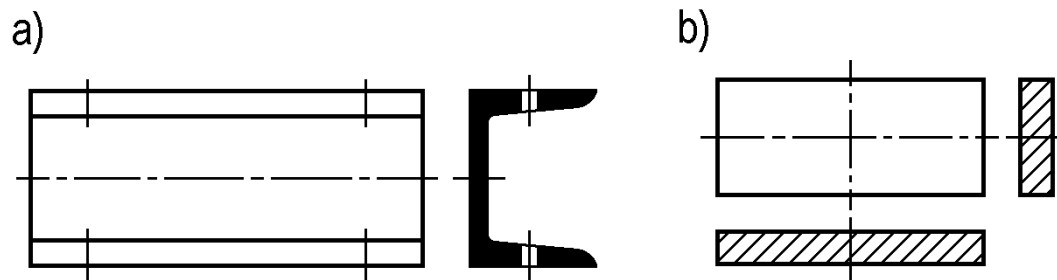
Ako se zakrenuti presjek crta izvan promatrane projekcije rabi se neprekidna široka crta

Pravila za crtanje presjeka

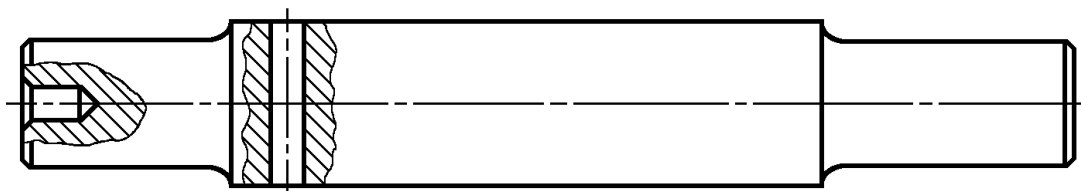
Veliki broj karakterističnih dijelova nikada se ne siječe uzdužno jer takav presjek ne bi dao zornu ili pravilnu sliku strojnog dijela, već se sijeku samo poprečno (npr. rebra, profili, limovi, svi uloženi dijelovi, te dugački i vitki dijelovi).



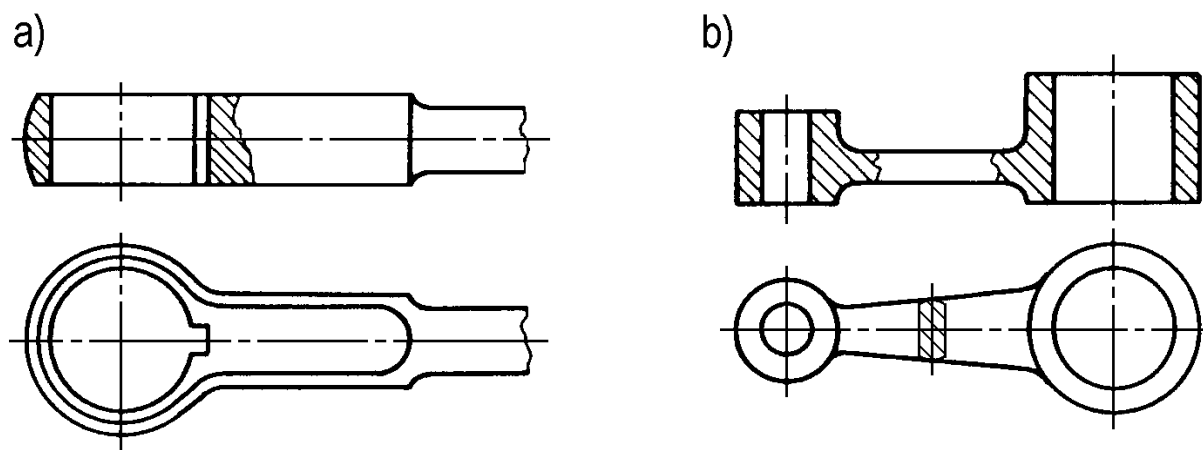
Slika 6.94. Rebra (a) i ramena (paoci) (b) se ne sijeku iako se zamišljena presječna ravnina vodi preko njih



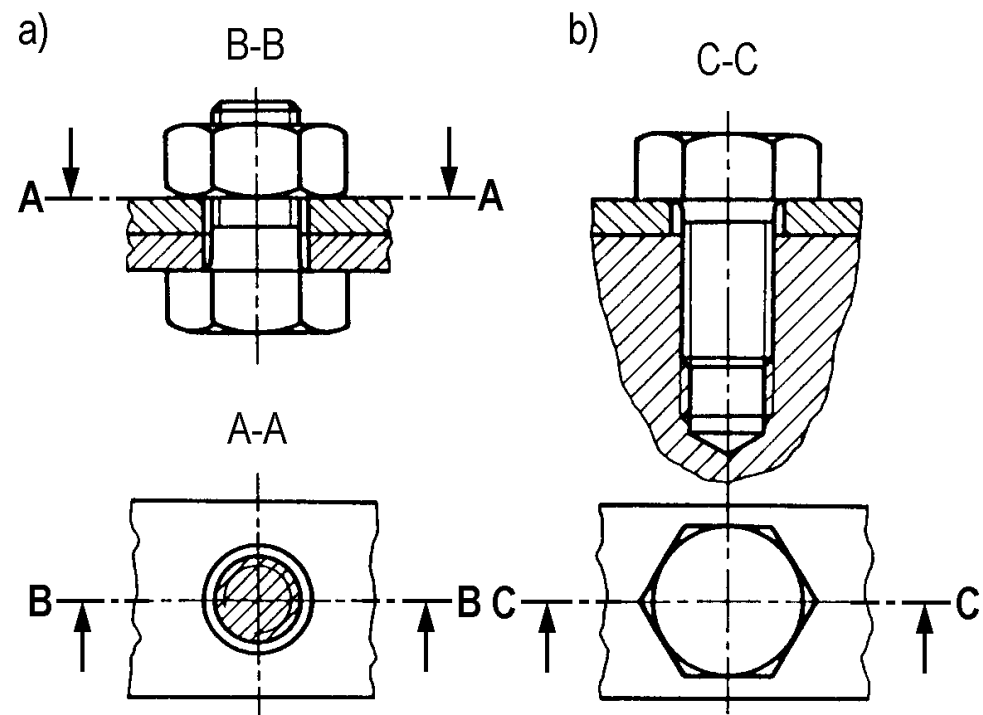
Slika 6.97. Profili i limovi (ploče) ne sijeku se uzdužno



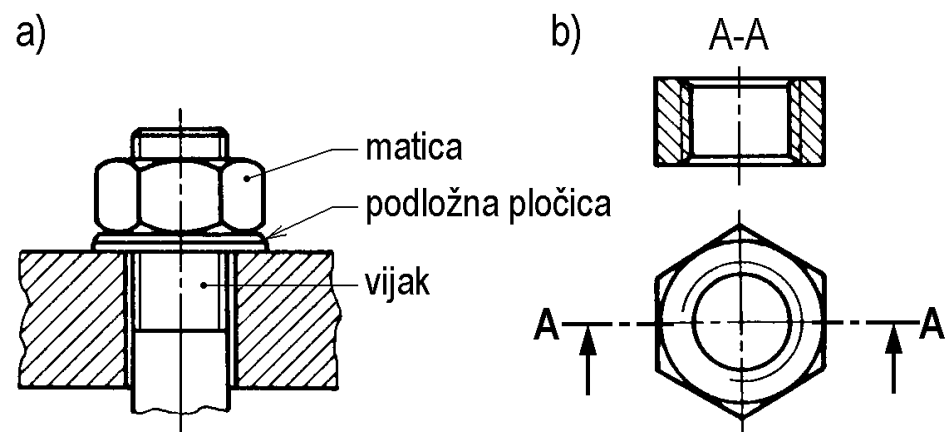
Slika 6.98. Osovine i vratila ne sijeku se uzdužno



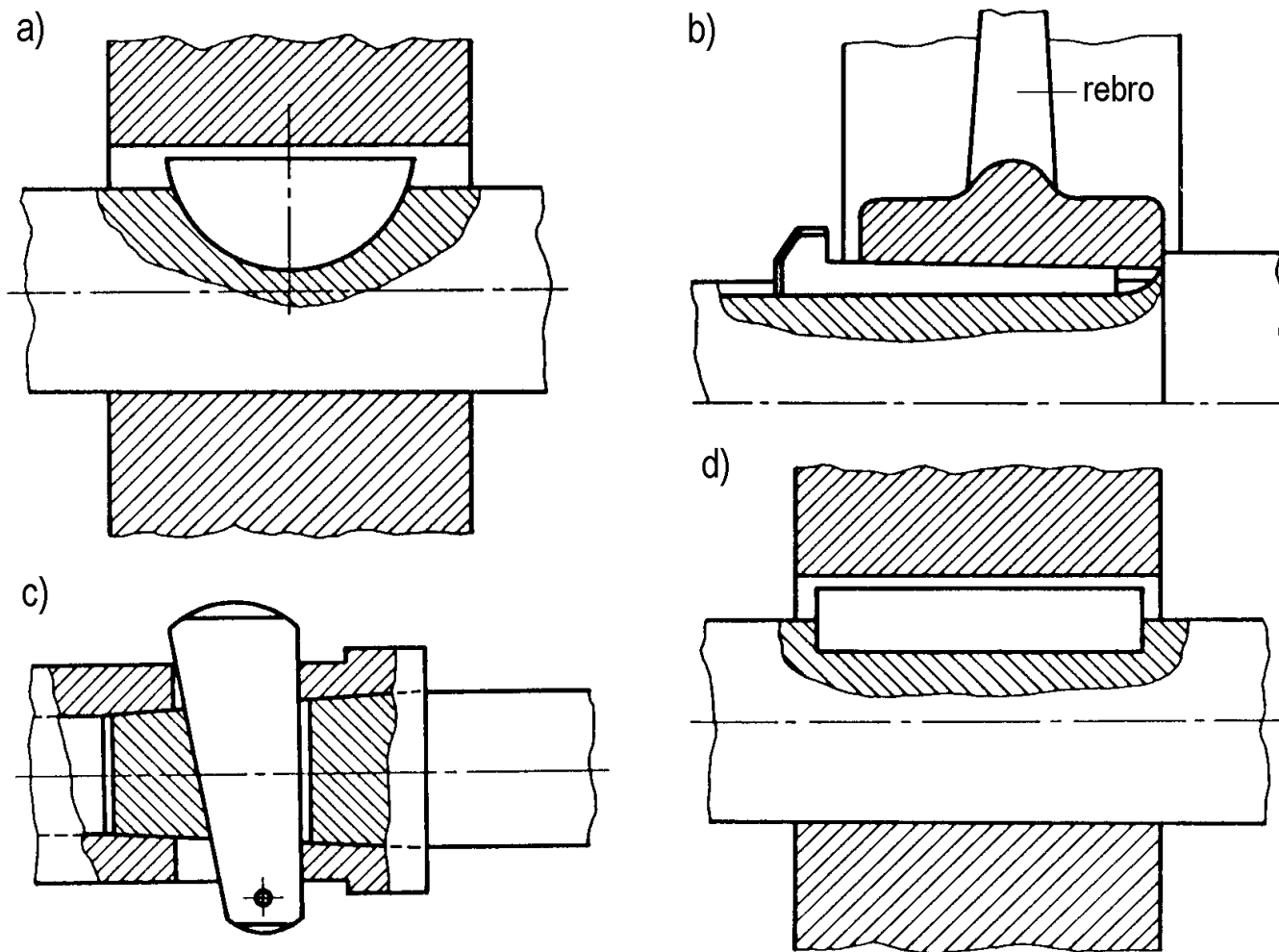
Slika 6.99. Ojnice (a) i poluge (b) ne sijeku se uzdužno



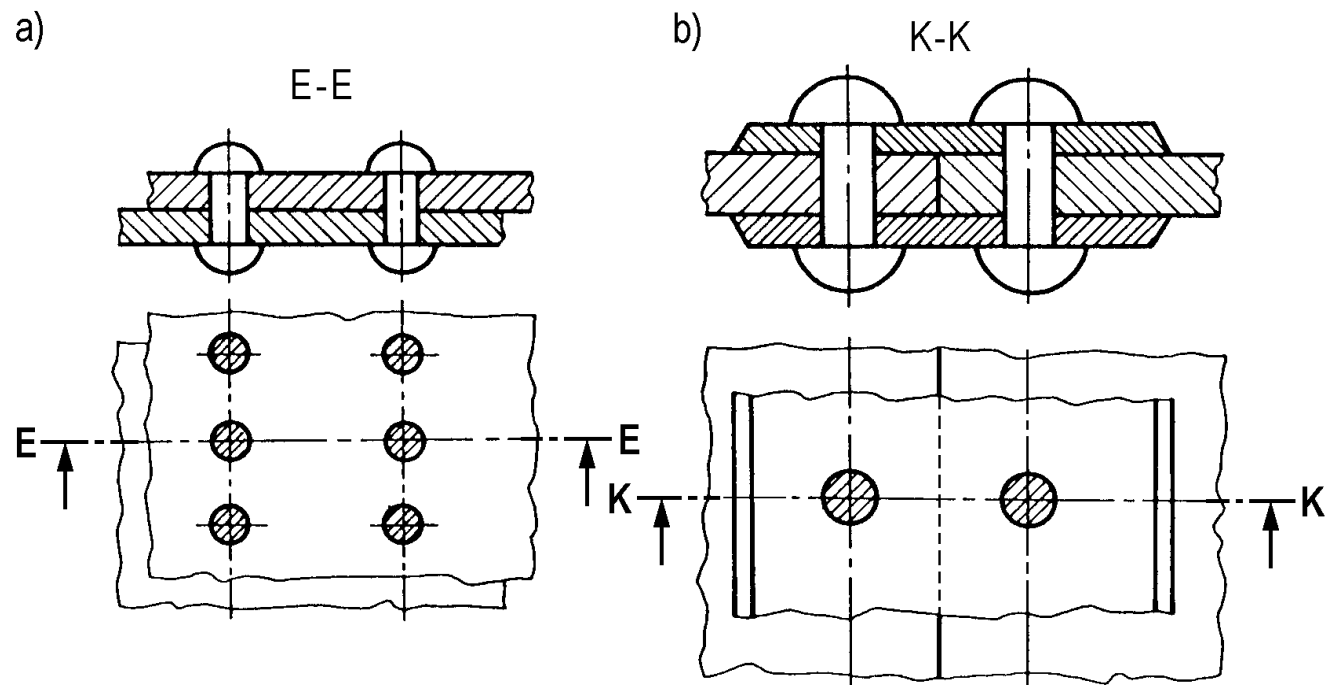
Slika 6.100. Spoj s vijkom i maticom (vijak ne siječe se uzdužno, već samo poprečno)



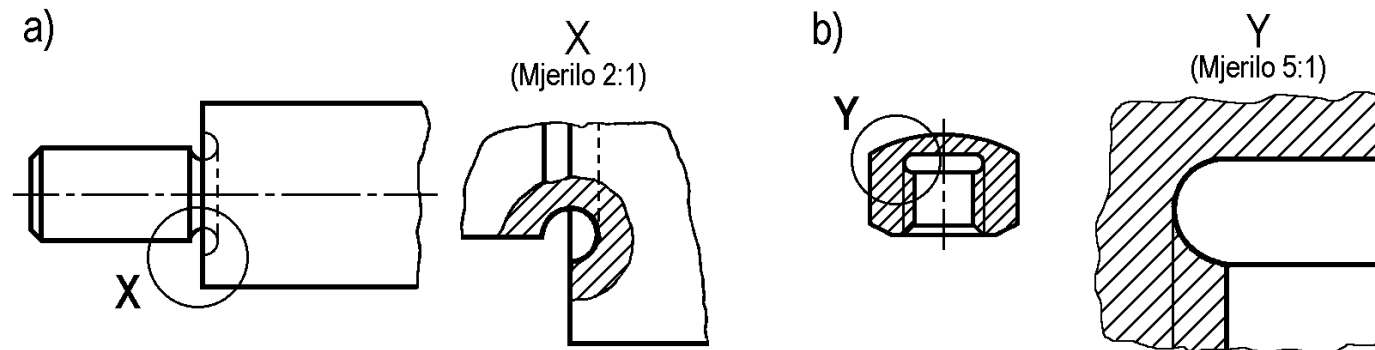
Slika 6.101. Matica, podložna pločica i vijak ne sijeku se (a), a ako se želi prikazati maticu u presjeku, tada se presječna ravnina vodi preko užeg dijela matice (b)



Slika 6.104. Osovine i vratila, te klinovi i pera u spoju s glavinama se ne sijeku
 (na slici a i d nisu nacrtani nasloni za glavinu)



Slika 6.105. Zakovice se crtaju u presjeku samo u poprečnom presjeku

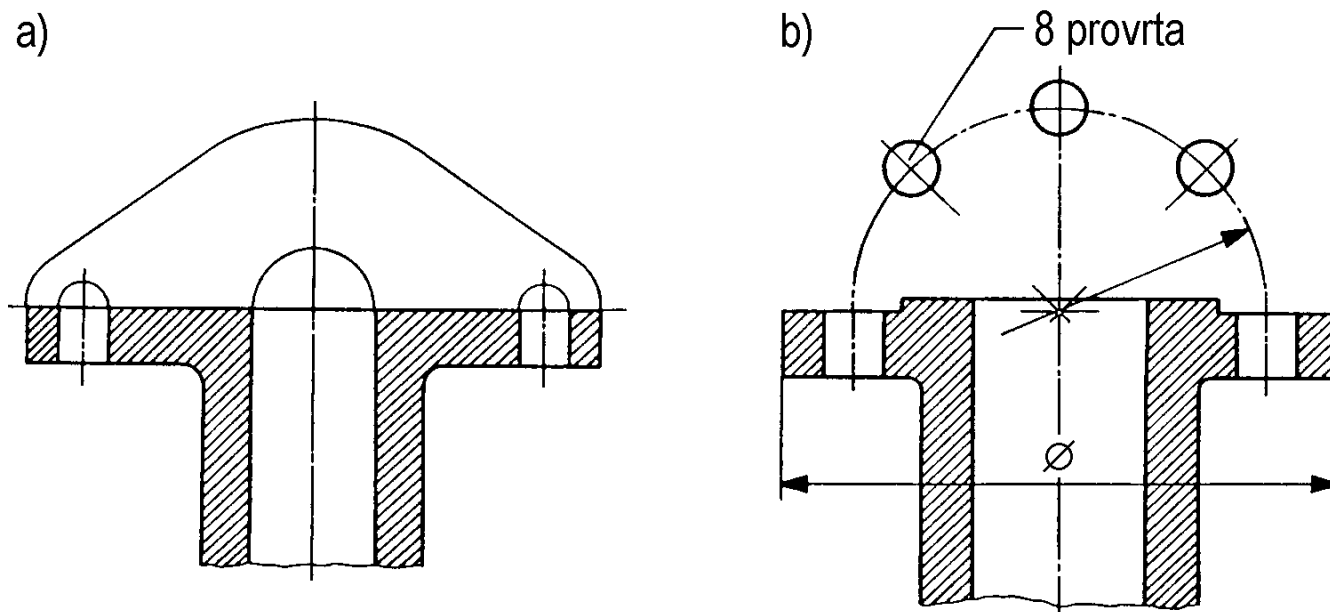


Slika 6.117. Predočavanje detalja u presjeku

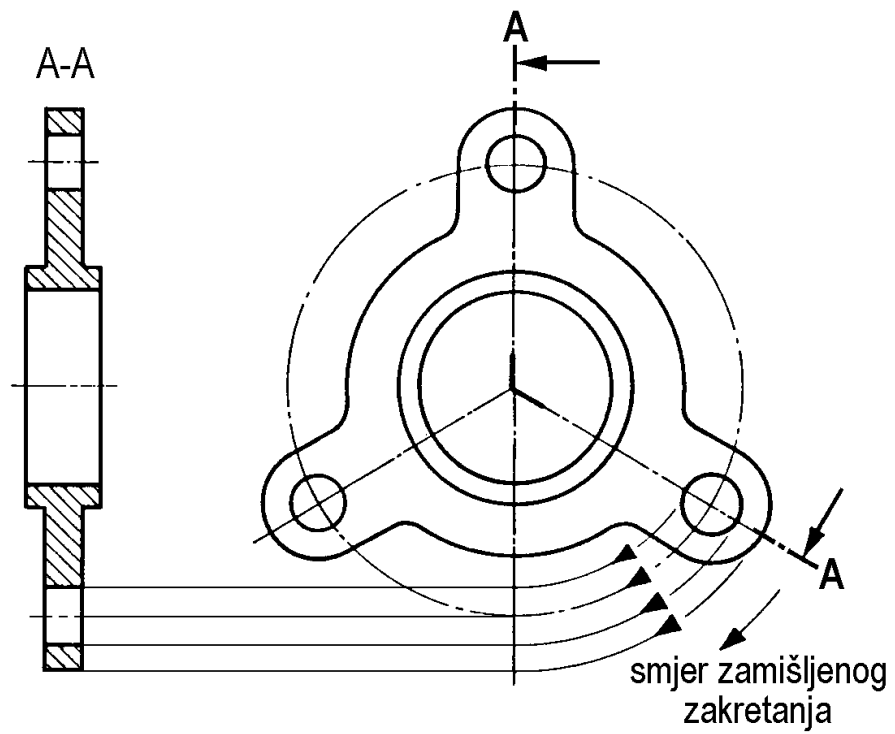
Detalji su također jedna vrst djelomične projekcije kojima se u mjerilu za uvećanje pojašnjavaju nejasni dijelovi projekcije. Dio predmeta koji se želi pojasniti označava se kružnicom (neprekidna uska crta) i velikim slovom s kraja abecede, a iznad povećane slike dijela predmeta stavlja se slovo kojim je isti označen (npr. X) i mjerilo u kojemu je slika nacrtana

Zakrenuta projekcija dio je normalne projekcije strojnog dijela, ali nacrtana uz postojeću projekciju i zbog toga zakrenuta za 90° na suprotnu stranu od normalne.

Zakrenute projekcije najčešće se primjenjuju za predočavanje oblika prirubnica i rasporeda provrta u njima. Može se nacrtati samo jedan provrt, a ostali se označe samo središnjicama uz navođenje njihovog ukupnog broja (ponekad i dimenzije, npr. 8 provrta $\varnothing 10$). Obično se crta polovica projekcije, a druga polovica mora biti jednaka, što znači da zakrenuta projekcija ima primjenu samo kod simetričnih strojnih dijelova

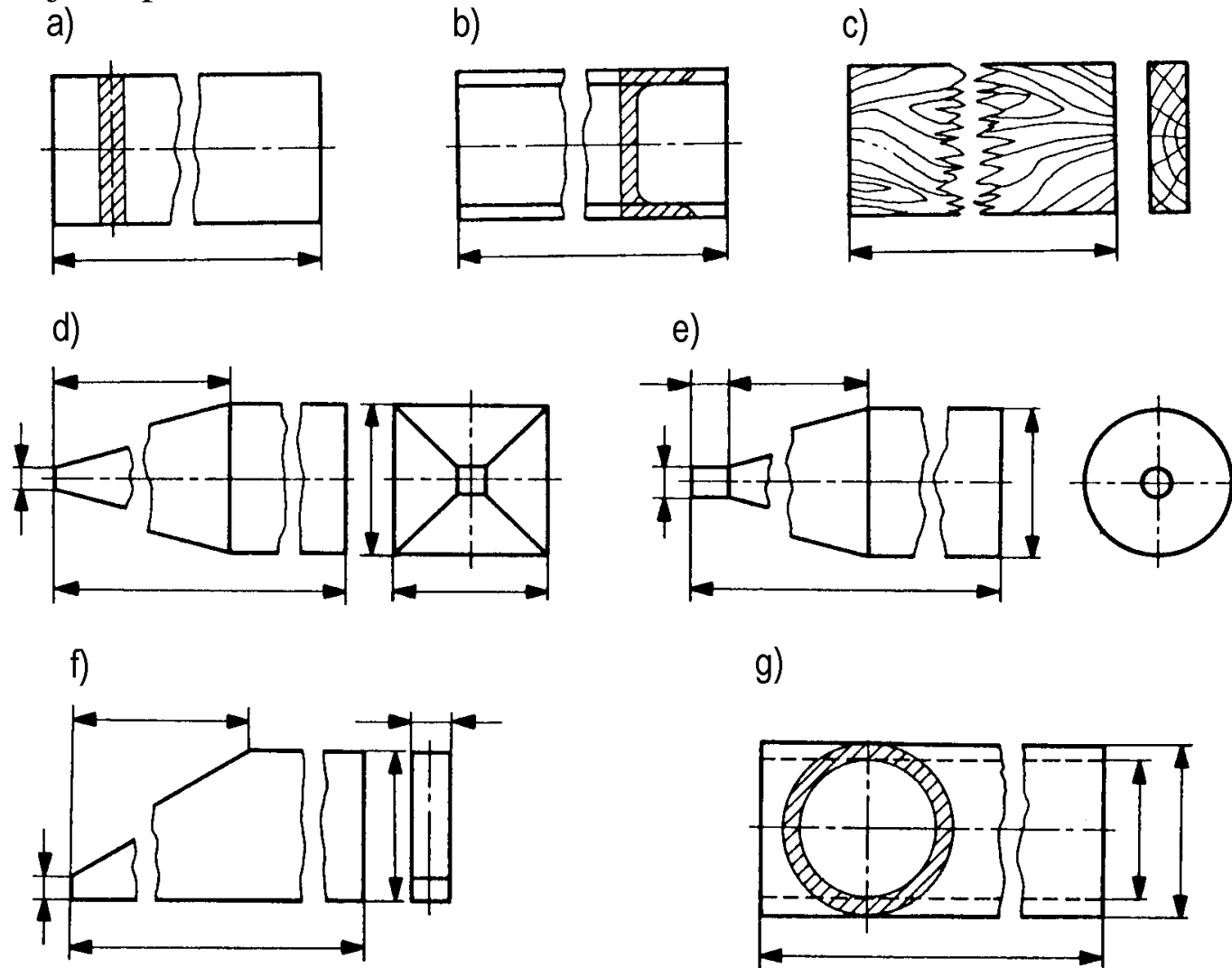


Slika 6.118. Provrta u prirubnicama i slično prikazuju se obično primjenom tzv. djelomičnog presjeka u istoj ravnini crtanja u kojoj je nacrtana osnovna projekcija (zakrenuta projekcija nadoknađuje propisanu)



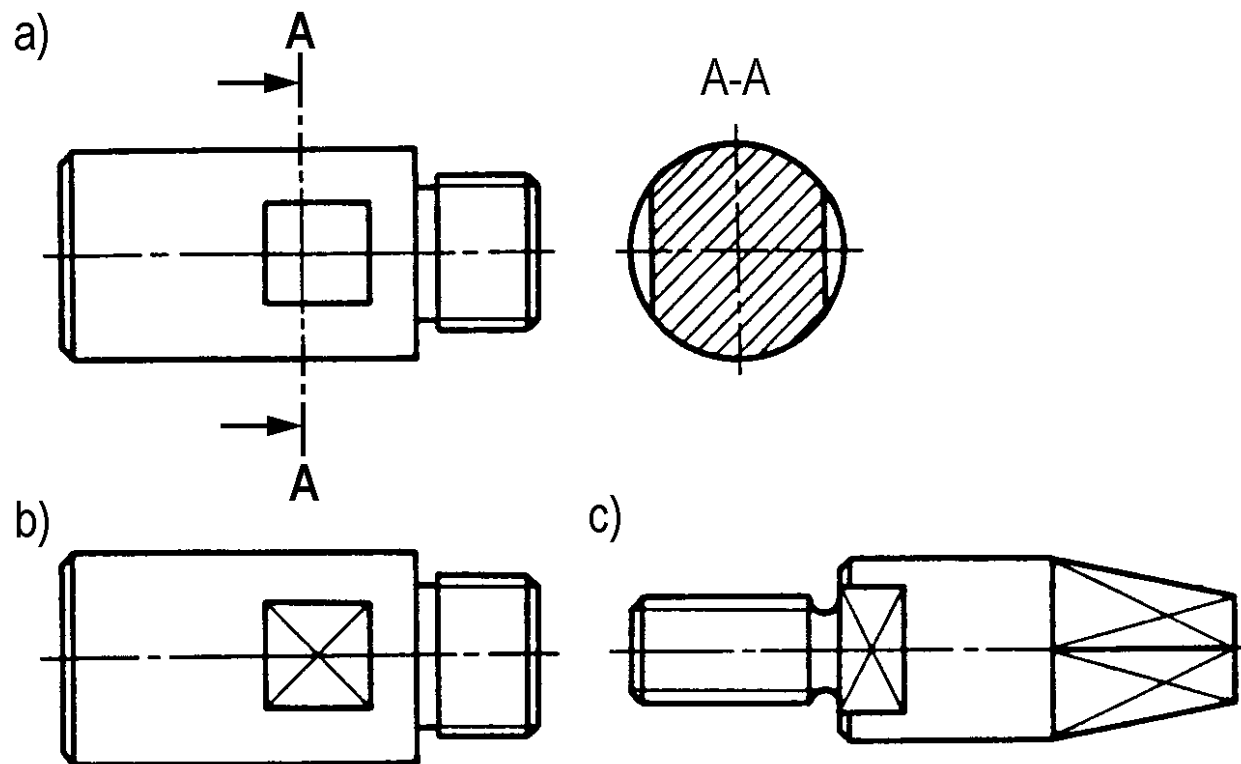
Slika 6.120. Zakretanje provrta u ravninu crtanja

Kada se želi uštedjeti na prostoru, dugi predmeti jednoličnog i jednolično promjenjivog presjeka mogu se crtati prekinuti. Prekidi se mogu primijeniti i u slučajevima predmeta s jednolično promjenljivim presjecima, npr. kod suženja (d), konusa (e) i nagiba (f). Dijelovi unutar kojih ima promjena ne smiju se prekidati.

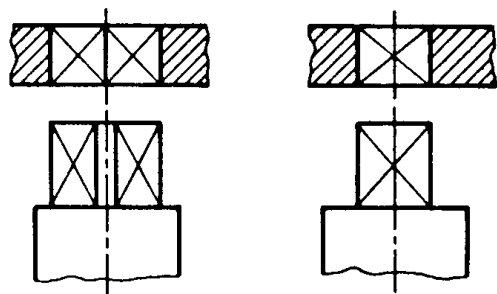


Slika 6.122. Primjeri uporabe prekida (crti loma)

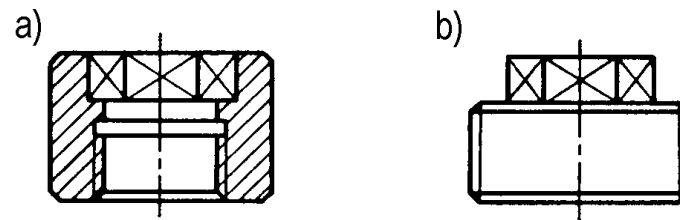
Ravne plohe označavaju se samo na predmetima čiji je osnovni oblik rotacijski te ako takvi predmeti nisu česti, npr. šesterokute i osmerokute matice. Označavaju se dijagonalnim neprekidnom uskom crtom. Ovim se oznakama ravna ploha bolje ističe, a često i nije potrebno crtanje druge projekcije jer crtanje dijagonala također predstavlja jedan od načina uštede u broju projekcija



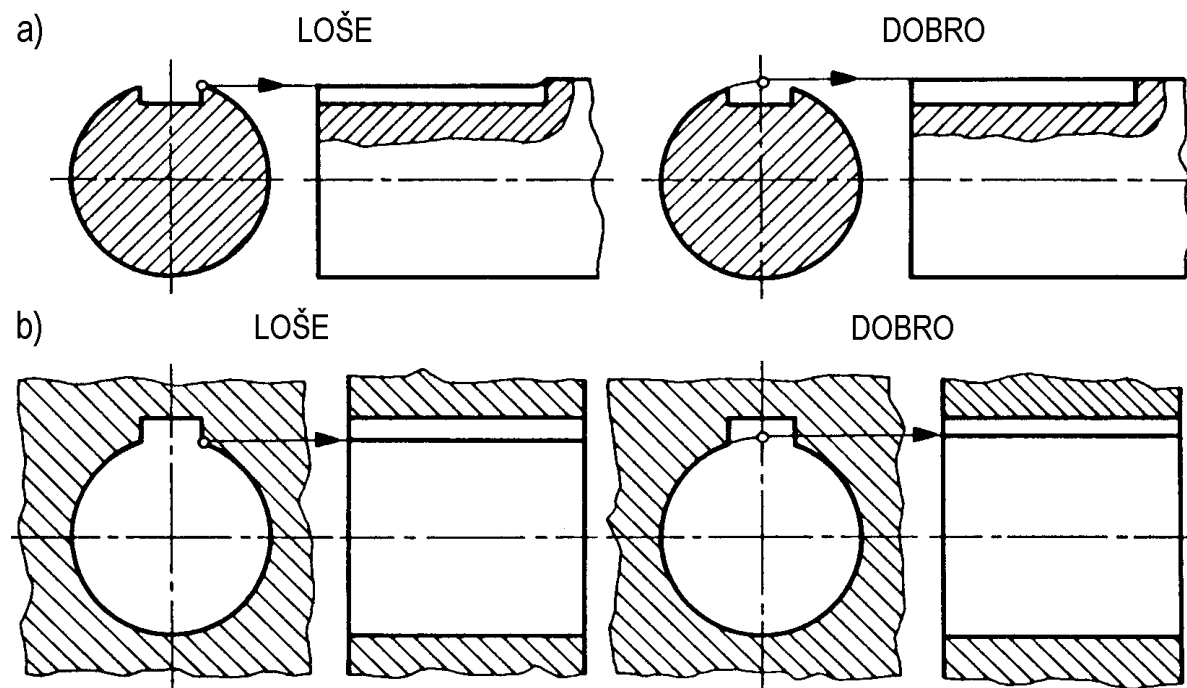
Slika 6.124. Primjeri uporabe prekida (crta loma) i završetaka



Slika 6.126. Označavanje ravnih ploha kod četverokuta



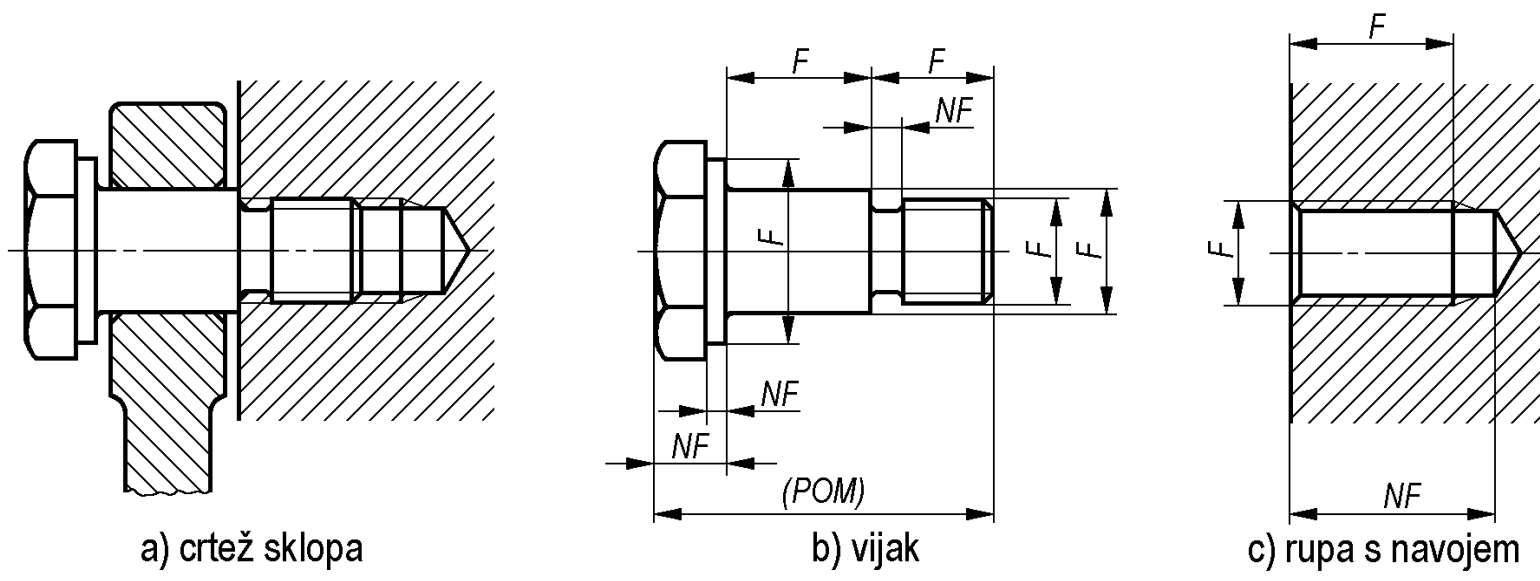
Slika 6.127. Označavanje ravnih ploha kod šesterokuta



Slika 6.130. Osovine i vratila (a) te glavine (b) s utorima za pera ili klinove crtaju se kao da prodori ne postoje

KOTIRANJE

- **Dimenzija** ili **izmjera** brojčana je vrijednost izražena u naravnoj jedinici mjerenja (u strojarstvu je to milimetar, mm) i označena grafički na tehničkom crtežu s crtom, simbolima i znakovljem.
- Dimenzije ili izmjere klasificirane su prema sljedećim vrstima:
- **Funkcijska dimenzija** ili **izmjera** je ona koja je bitna za funkcioniranje strojnog dijela ili prostora (označena s *F* na).
- **Nefunkcijska dimenzija** ili **izmjera** je ona koja nije bitna za funkcioniranje strojnog dijela ili prostora (označena s *NF*).
- **Pomoćna dimenzija** ili **izmjera** je ona koja je samo informacijska i ne upotrebljava se u procesu proizvodnje i kontrole. Uputno ju je stavljati u zagrade. Na pomoćnu dimenziju ne primjenjuju se tolerancije (označena je s *POM*)



a) crtež sklopa

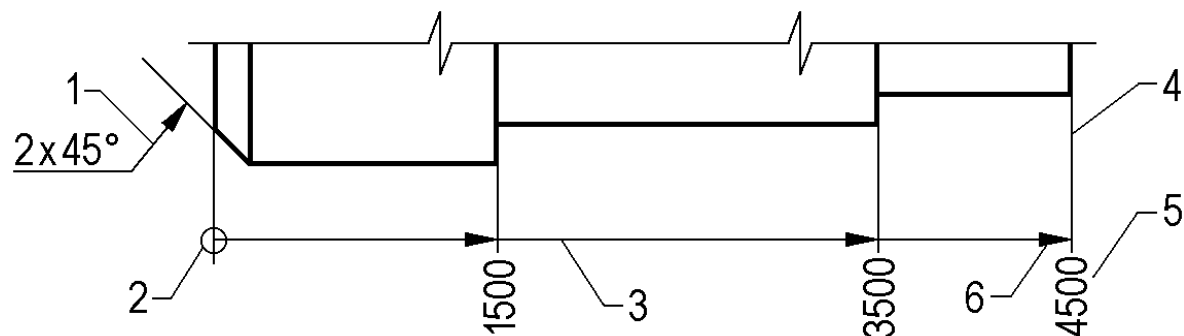
b) vijak

c) rupa s navojem

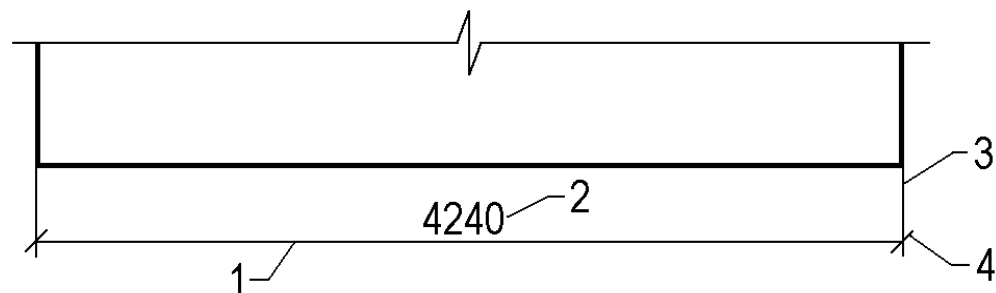
Slika 9.1. Funkcijske, nefunkcijske i pomoćne dimenzije (izmjerne)

Pravila za primjenu

- Svaka značajka kotirana je samo jedanput na crtežu.
- Kote se smještaju na projekciji (pogledu) ili presjeku koji najjasnije prikazuje odgovarajuće značajke.
- Svaki crtež koristi se istom jedinicom mjere (npr. milimetar, mm) za sve izmjere, ali bez oznake jedinice (dakle bez mm).
- Ako se druge jedinice pojavljuju kao dio specifikacije crteža ili u primjedbi (npr. Nm za moment ili kPa za tlak), izdvojena oznaka jedinice prikazuje se s pripadnom vrijednosti.
- Na crtežu se ne prikazuje više izmjera no što je potrebno za definiranje strojnog dijela ili konačnog proizvoda. Međutim, iznimka se može napraviti:
 - gdje je potrebno dati dopunsku izmjeru u međustupnjevima proizvodnje (npr. duljina konture prije cementiranja i završne obrade);
 - gdje je korisna dopuna pomoćnom izmjerom.
- Proizvodne procese (tehnologiju izrade) ili načine kontrole ne treba naznačiti, osim ako su bitni za osiguranje zadovoljavajućeg funkcioniranja ili zamjenjivosti.
- Funkcijske dimenzije prikazuju se izravno na crtežu gdje god je to moguće.
- Nefunkcijske dimenzije smještaju se na način koji najviše odgovara proizvodnji i kontroli.

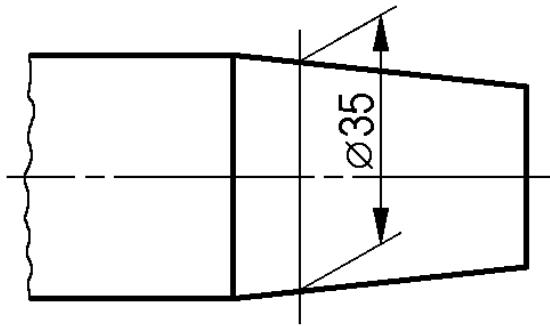


Slika 9.4. Elementi kotiranja (1 – glavna ili pokazna crta, 2 – oznaka početka, 3 – mjernica, 4 – pomoćna mjerna crta, 5 – vrijednost dimenzije i 6 – završetak mjernice)

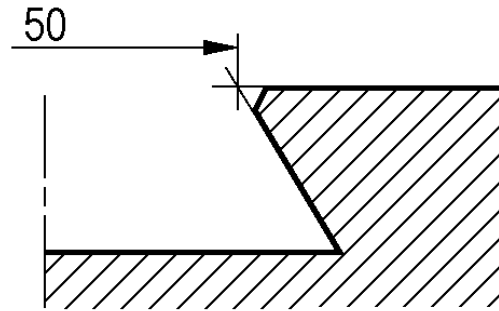


Slika 9.5. Elementi kotiranja
(1 – mjernica, 2 – vrijednost dimenzije, 3 – pomoćna mjerna crta i 4 – završetak mjernice)

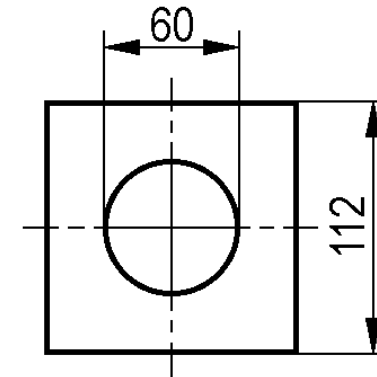
Pomoćne mjerne crte produljuju se malo izvan svoje mjernice (od 1 do 3 mm) (slike 9.4. i 9.5.).



Slika 9.6.



Slika 9.7.

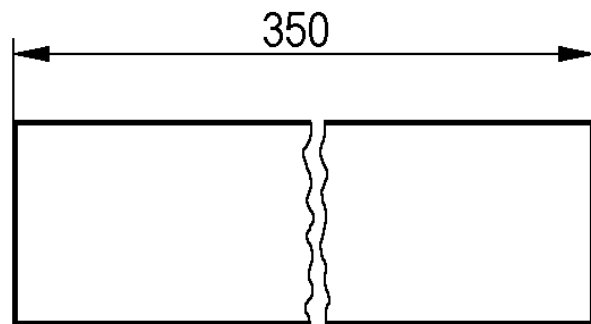


Slika 9.8.

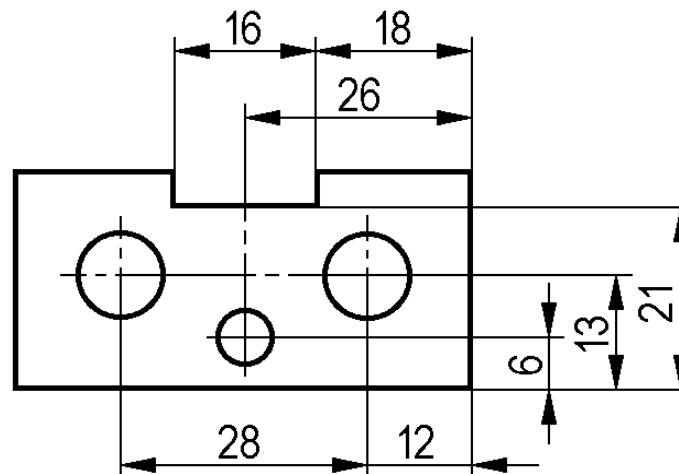
Pomoćne mjerne crte crtaju se okomito na značajku (crtu) koja se kotira. Međutim, gdje je to potrebno, one mogu biti nacrtane koso, ali paralelne jedna drugoj (slika 9.6.).

Konture i pomoćna mjerna crta produljuju se malo izvan sjecišta (slika 9.7.)

Općenito, pomoćne mjerne crte i mjernice ne smiju sjeći druge crte, osim ako je to neizbježno (slika 9.8.)



Slika 9.9.



Slika 9.10.

Mjernica se prikazuje neprekinuta tamo gdje je značajka (crta) na koju se ona odnosi prikazana prekinuta (slika 9.9.)

Presijecanje pomoćnih mjernih crta i mjernica treba izbjegavati.

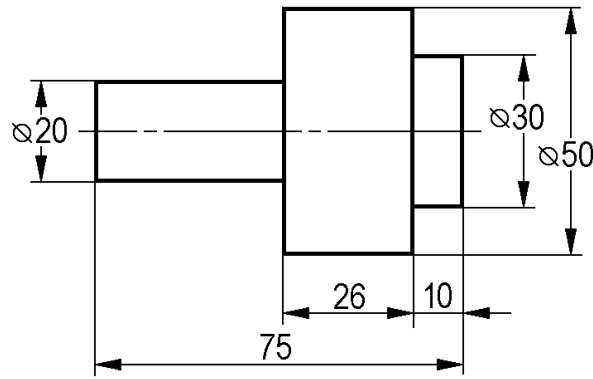
Međutim, gdje je to neizbježno, nijedna crta se ne prekida (slika 9.10.)

Prikazivanje vrijednosti dimenzija na crtežima

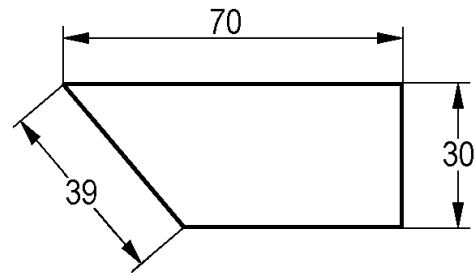
- Vrijednosti dimenzija ili izmjera smještaju se tako da one mogu biti čitljive s lijeva nadesno. Mjernice koje nisu horizontalne prekidaju se u srednjem dijelu, tako da se vrijednost može upisati (slike 9.19. i 9.20.).
- Vrijednosti dimenzija kutova moraju biti orijentirane kao što je prikazano na slikama 9.18. ili 9.21. Smještanje vrijednosti dimenzija ili izmjera često treba prilagoditi različitim slučajevima.

U svezi s tim vrijednosti mogu biti:

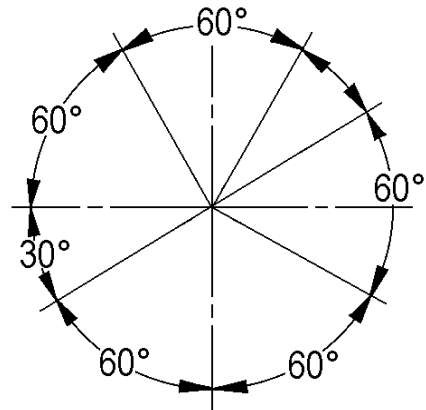
- upotrijebljene na dijelu mjernice s kojom je moguće jasnije definirati dimenziju ili izmjeru (slika 9.22.),
- upotrijebljene izvan prostora za upisivanje u slučaju kada je prostor ograničen (nedovoljan)(slika 9.23.),
- upotrijebljene na kraju glavne crte (pokazne crte) koja se odnosi na mjernicu koja je prekratka za upisivanje vrijednosti dimenzije na uobičajeni način (slika 9.23.),
- upotrijebljene iznad vodoravnog produljenja mjernice u slučaju da prostor ne dopušta smještaj u prekidu mjernice koja nije horizontalna (slika 9.24.).



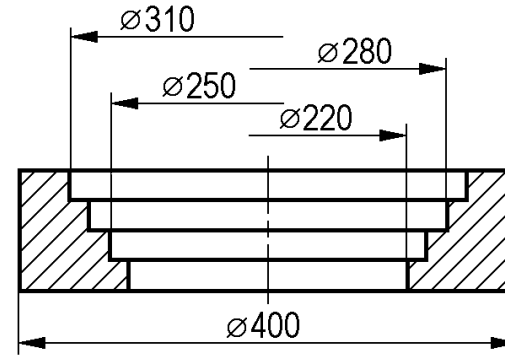
Slika 9.19.



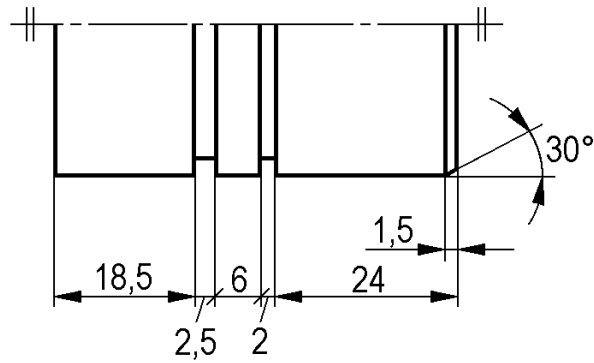
Slika 9.20.



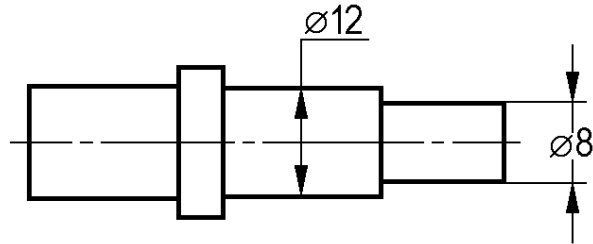
Slika 9.21.



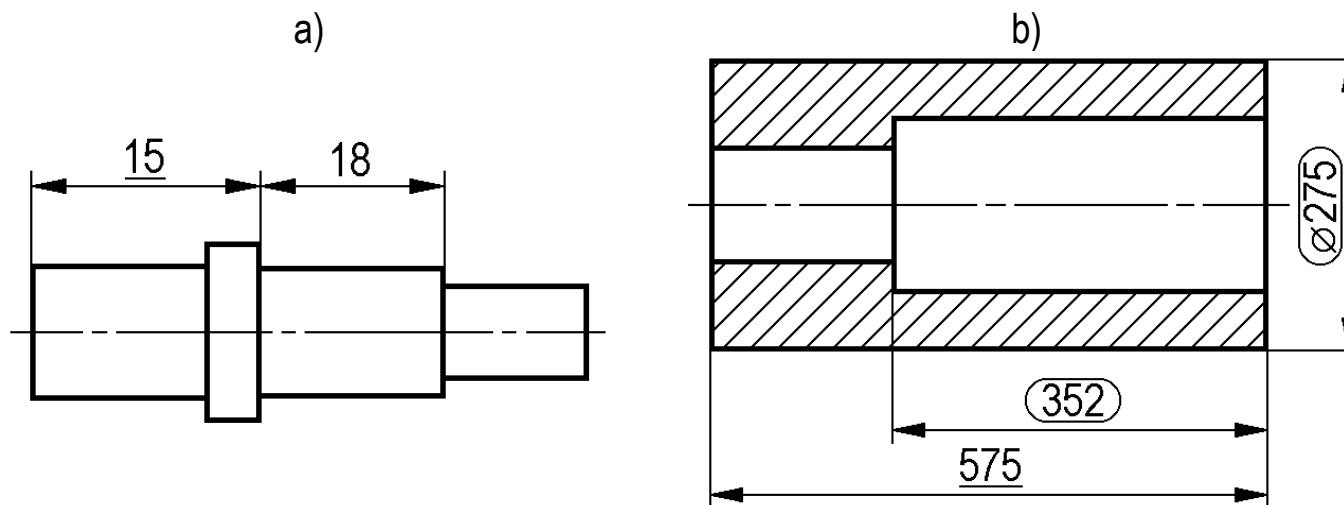
Slika 9.22.



Slika 9.23.



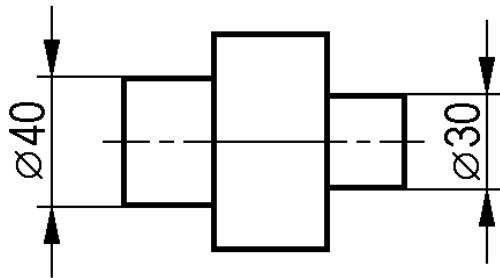
Slika 9.24.



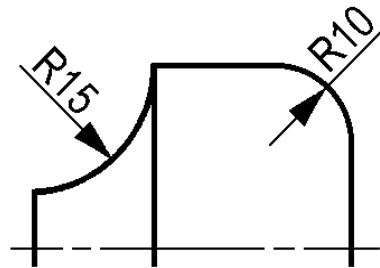
Slika 9.25.

Vrijednosti dimenzija koje nisu nacrtane u mjerilu (izuzev slučajeva gdje se koriste prekinute crte) moraju se podvući neprekidnom uskom crtom (slika 9.25.). Ako se zahtijeva točna izmjera ili izmjera na koju treba obratiti posebnu pozornost, tada se oko dimenzija crta poseban okvir nacrtan neprekidnom uskom crtom (slika 9.25.b)

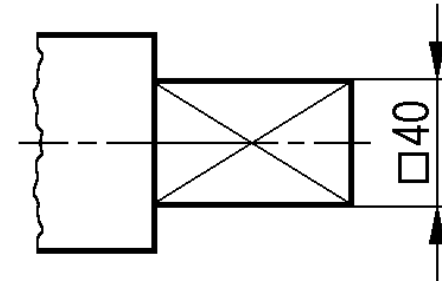
U kombinaciji s dimenzijama koriste se radi poboljšanja interpretacije crteža i stanovite oznake kao identifikacija oblika. Najčešći su simboli: \varnothing – promjer, R – polumjer, \square – kvadrat, SR – polumjer kugle (sferični polumjer) i $S\varnothing$ – promjer kugle (sferični promjer). U slučaju kada je oblik jasno prikazan, simboli za promjer i kvadrat mogu se izostaviti



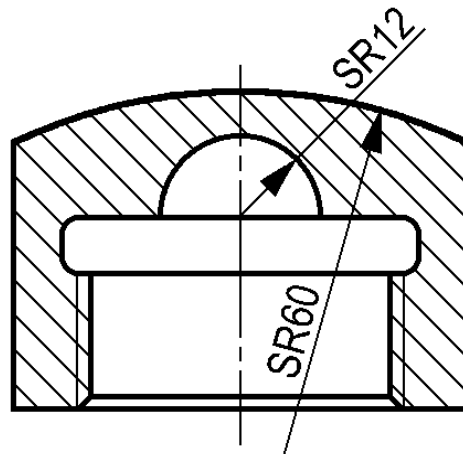
Slika 9.26.



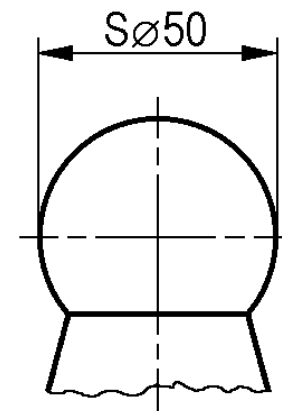
Slika 9.27.



Slika 9.28.



Slika 9.29.



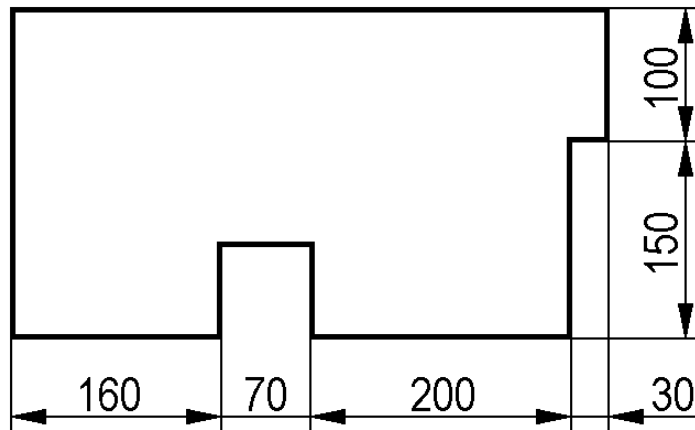
Slika 9.30.

Načini kotiranja

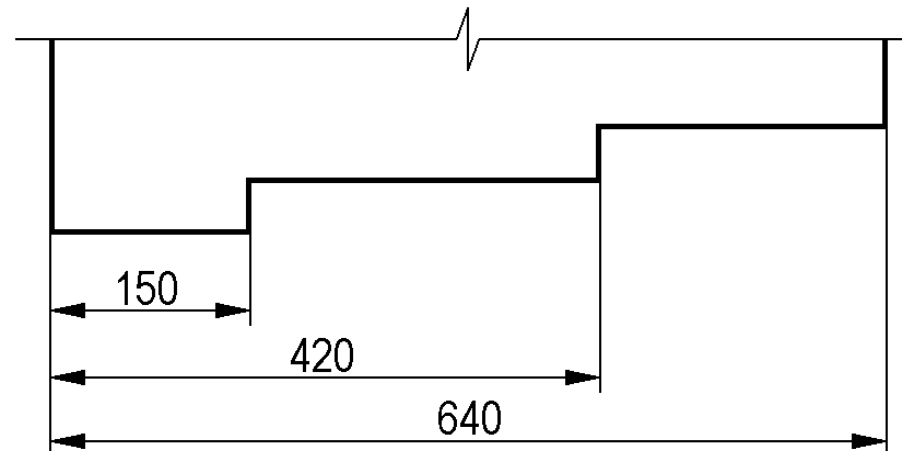
Lančano kotiranje

Lanci pojedinačnih dimenzija (slika 9.31.) primjenjuju se isključivo tamo gdje zbroj odstupanja pojedinačnih izmjera neće utjecati na zahtjeve funkcije strojnog dijela

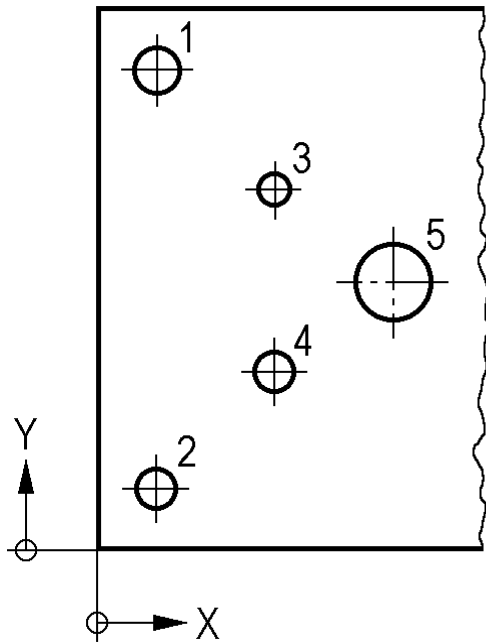
Kotiranje od zajedničke osnove može biti izvedeno kao paralelno kotiranje (slika 9.32) ili kao nadređeno slijedno kotiranje



Slika 9.31. Lančano kotiranje



Slika 9.32. Paralelno kotiranje

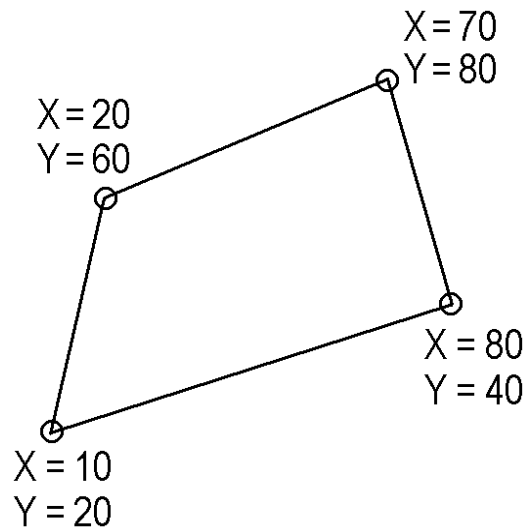


	X	Y	Ø
1	20	160	15,5
2	20	20	13,5
3	60	120	11
4	60	60	13,5
5	100	90	26
6			
7			
8			
9			
10			

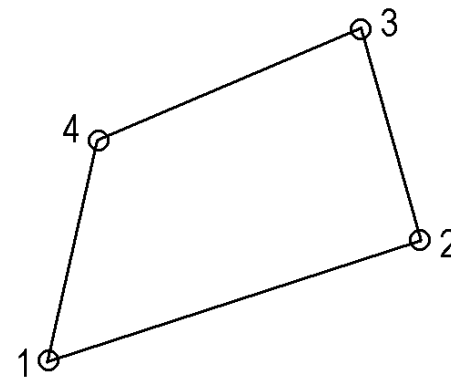
Slika 9.36.

$$\begin{array}{l}
 X = 0 \\
 + \\
 Y = 100
 \end{array}$$

Slika 9.37.



Slika 9.38.

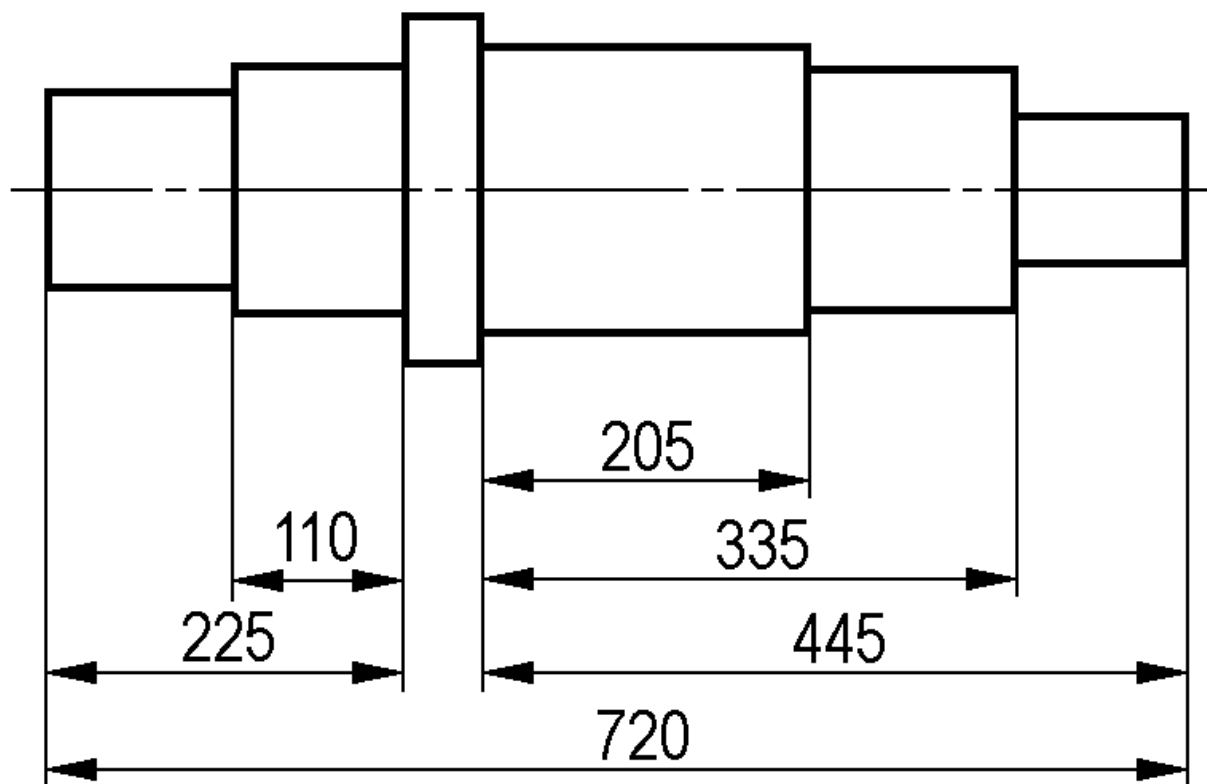


Slika 9.39.

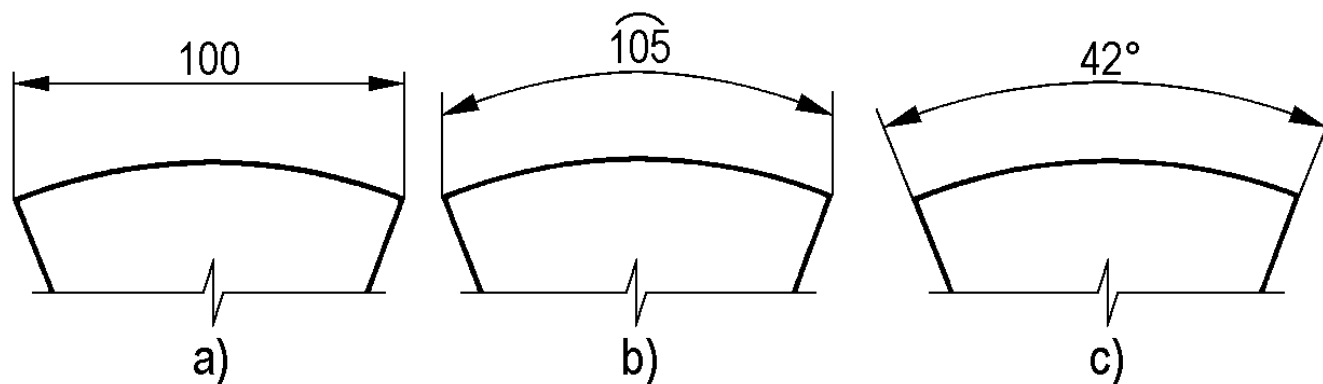
	X	Y
1	10	20
2	80	40
3	70	80
4	20	60

Kombinirano kotiranje

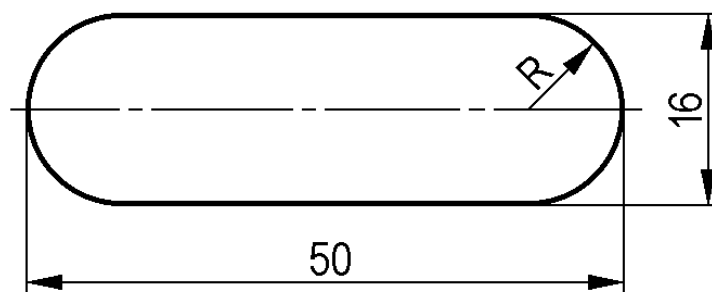
Pojedinačno kotiranje, lančano kotiranje i kotiranje od zajedničke referentne crte (značajke) može biti kombinirano na crtežu.



Kombinirano kotiranje



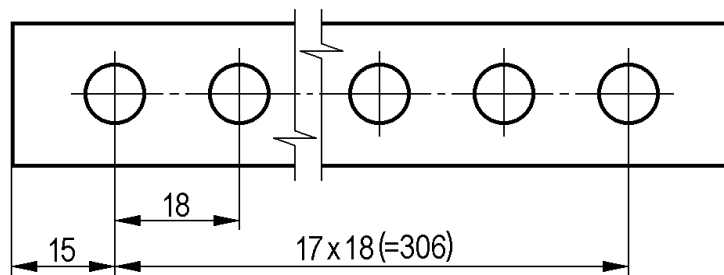
Slika 9.42.



Slika 9.43.

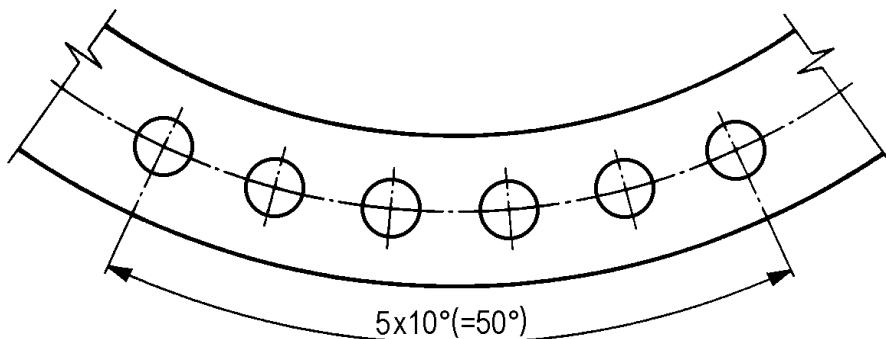
Gdje veličina polumjera može biti izvedena od drugih dimenzija, ona može biti označena polumjerom, strelicom i simbolom R bez oznake vrijednosti kao na slici 9.39

Tetive, lukovi, kutovi i polumjeri



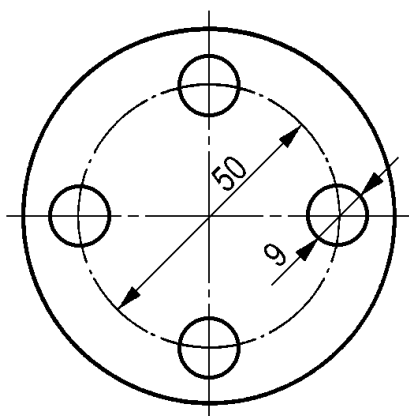
Slika 9.45.

Linearno raspoređeni razmaci između provrta mogu biti dimenzionirani kao što je prikazano na slici 9.45.



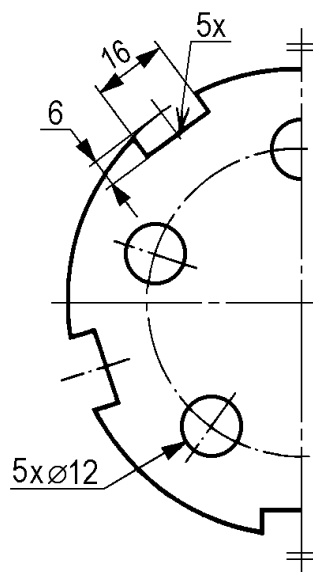
Slika 9.46.

Kutno raspoređeni razmaci između provrta mogu biti kotirani kao što je to prikazano na slici 9.46



Slika 9.47.

Kutovi razmaka mogu biti izostavljeni ako je njihov broj vidljiv, bez mogućnosti zabune (slika 9.47.)

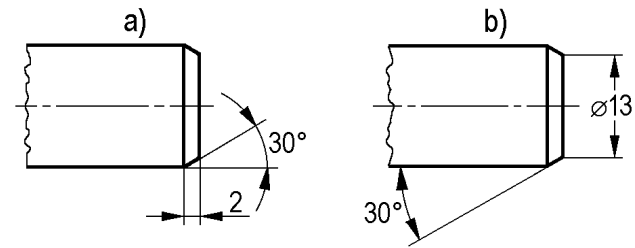


Slika 9.48.

Kružno raspoređeni razmaci mogu biti kotirani neizravno navođenjem broja elemenata kao što je dano na slici 9.48

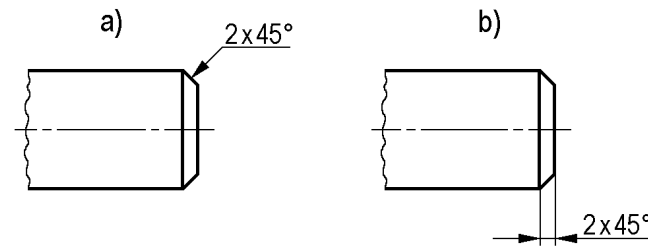
Skošeni rubovi i upušteni rubovi provrta i rupa

Skošeni rubovi kotiraju se kao što je to prikazano na slici 9.51.

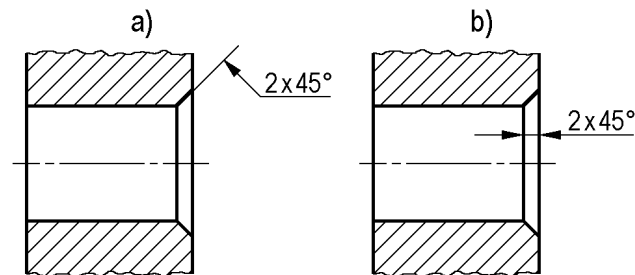


Slika 9.51.

Gdje je kut skošenja 45° , kotiranje se može izvesti kao što je prikazano na slikama 9.52. i 9.53.

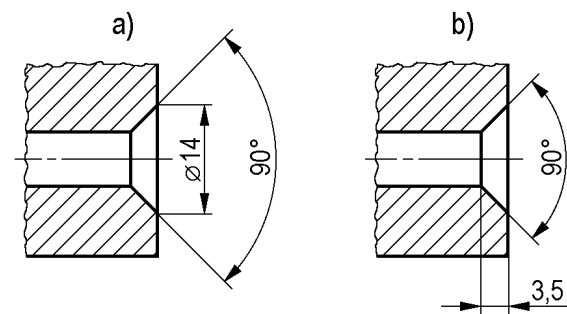


Slika 9.52.

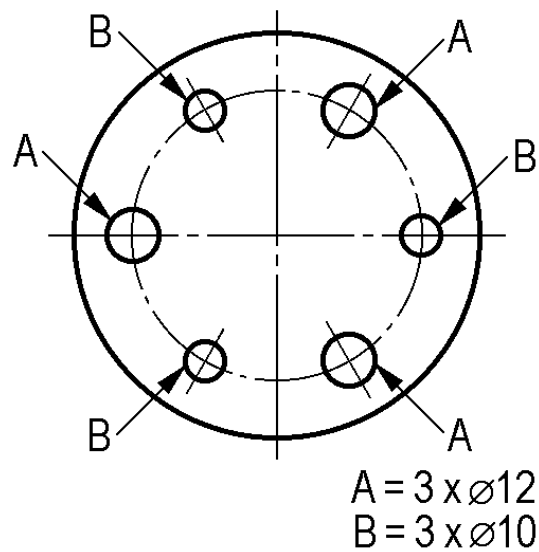


Slika 9.53.

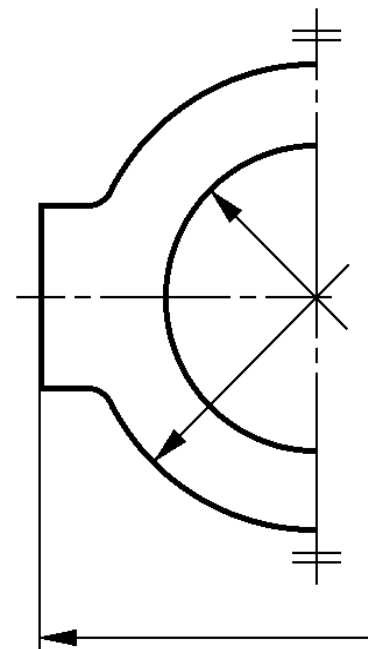
Upušteni rubovi rupa i provrta kotiraju se kao što je prikazano na slici 9.54



Slika 9.54.



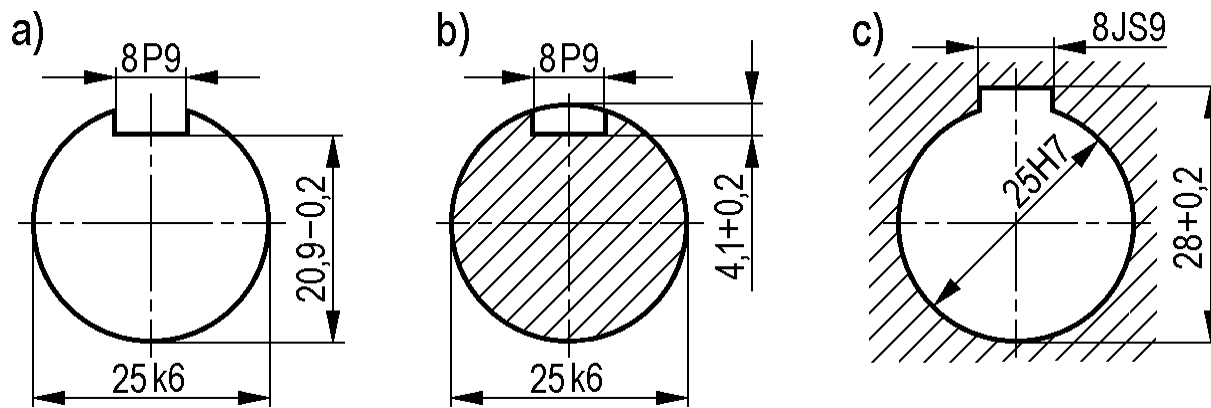
Slika 9.55.



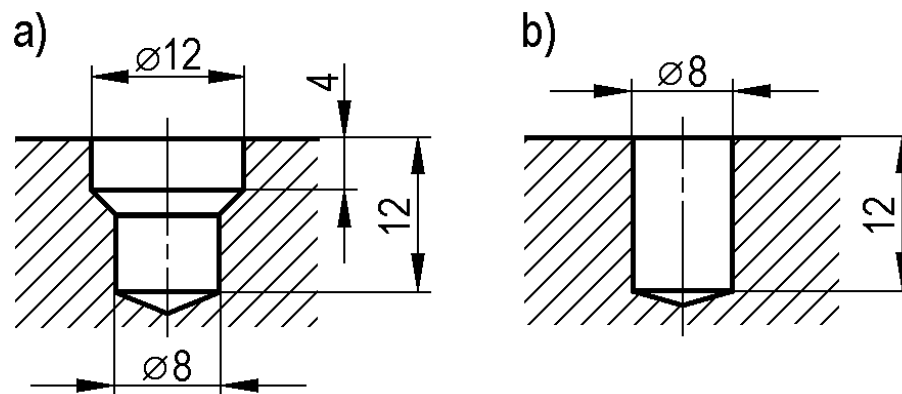
Slika 9.56.

Upotrebom referentnih slova može se kotiranje provrta znatno pojednostavniti (slika 9.51.)

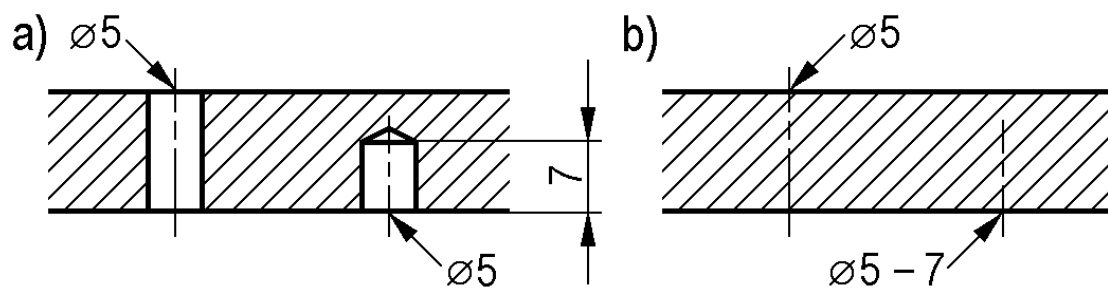
- Utori koji služe za ove spojeve kotiraju se na način prikazan na slici 9.60. Slika 9.60.a prikazuje način crtanja i kotiranja kada je utor za pero ili klin na kraju vratila, slika 9.60.b prikazuje način crtanja i kotiranja kada je utor za pero ili klin na sredini vratila i slika 9.60.c prikazuje način crtanja i kotiranja kada je utor za pero u glavini
- Kotiranje rupa se izvodi tako da položaj se rupe kotira s položajem središnjice. Dubina rupe definira se dubinom cilindričnog dijela, uz crtanje koničnog završetka s kutom od 120° , koji je rezultat bušenja svrdlom. Ovaj se završetak ne kotira. Dubina i promjer rupe kotiraju se na istoj projekciji (npr. u nacrtu)(slika 9.61.).
- Ako se kotiraju provrti i rupe s promjerom manjim od 5 mm (slika 9.62.a), moguće je prema DIN 30 pojednostavnjeno crtanje i kotiranje (slika 9.62.b).



Slika 9.60. Kotiranje utora za pero ili klin (a i b – na vratilu, c – u glavini)



Slika 9.61. Kotiranje rupa

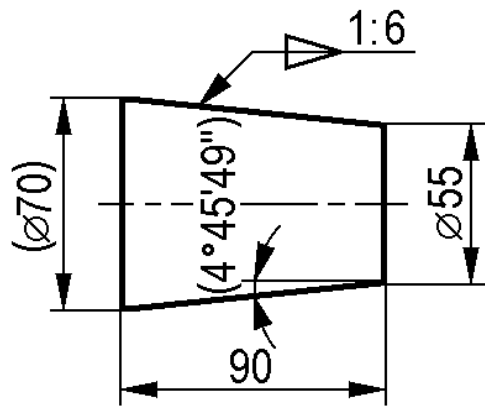


Slika 9.62. Pojednostavnjeno kotiranje rupa

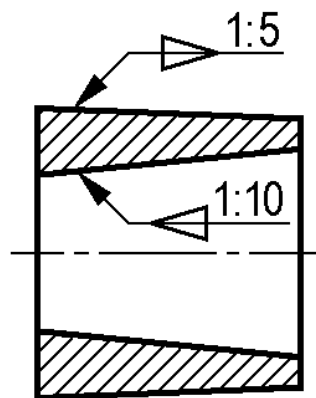
Kotiranje konusa, suženja i nagiba

Primjer kotiranja vanjskog konusa s navedenim omjerom i oznakom za konus, promjerom i duljinom koničnog suženja te postavnim kutom kao pomoćnom kotom u zagradama dan je na slici 9.65.

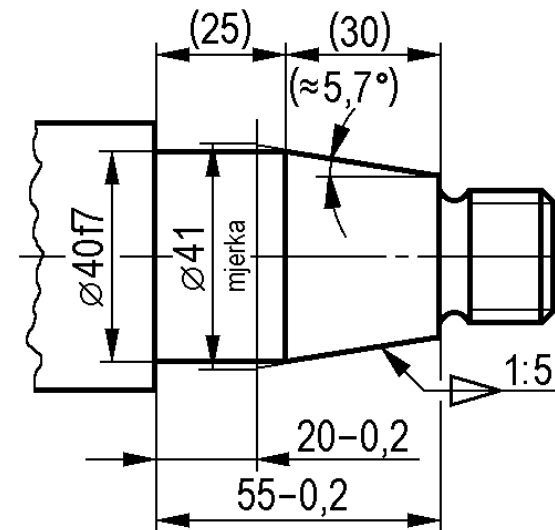
Slika 9.66. prikazuje primjer označavanja dvostrukog konusa (vanjski je 1 : 5, a unutarnji je 1 : 10).



Slika 9.65.

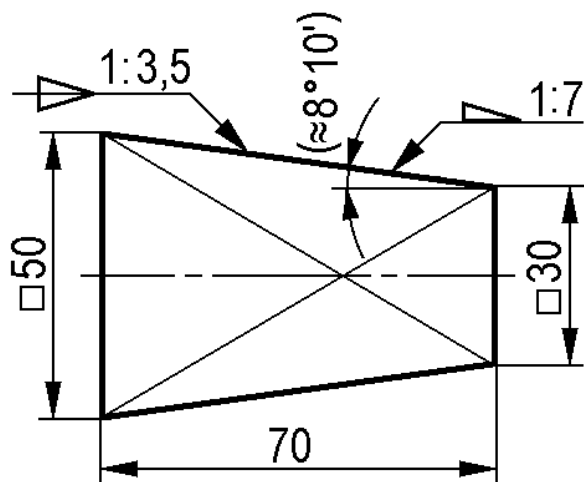


Slika 9.66.

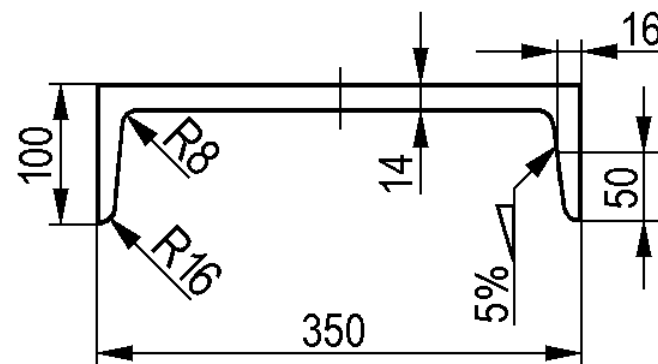


Slika 9.67.

U crtežima se suženje i nagib predočavaju izvodnicama, a osim brojčane vrijednosti (omjera) stavlja se i oznaka suženja, odnosno nagiba (slika 9.73.). Kut nagiba stavlja se u zagrade.



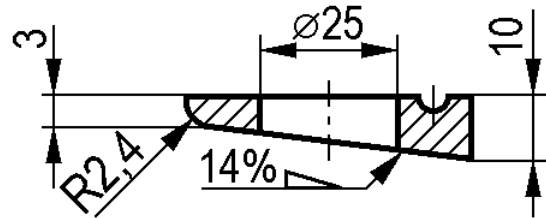
Slika 9.73.



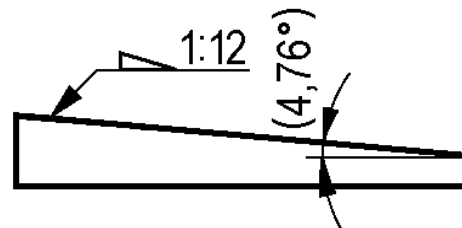
Slika 9.74. Profil U 350 prema DIN 1026

U nekim se slučajevima nagib daje u postotku s obzirom na referentnu ravnu plohu (slike 9.75).

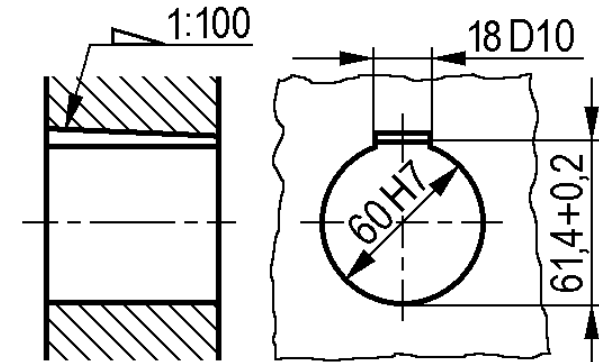
Na slici 9.76. dan je primjer označavanja nagiba kod klina, a na slici 9.77. kod utora za klin.



Slika 9.75. I - podložna pločica prema DIN 435-25



Slika 9.76. Klin



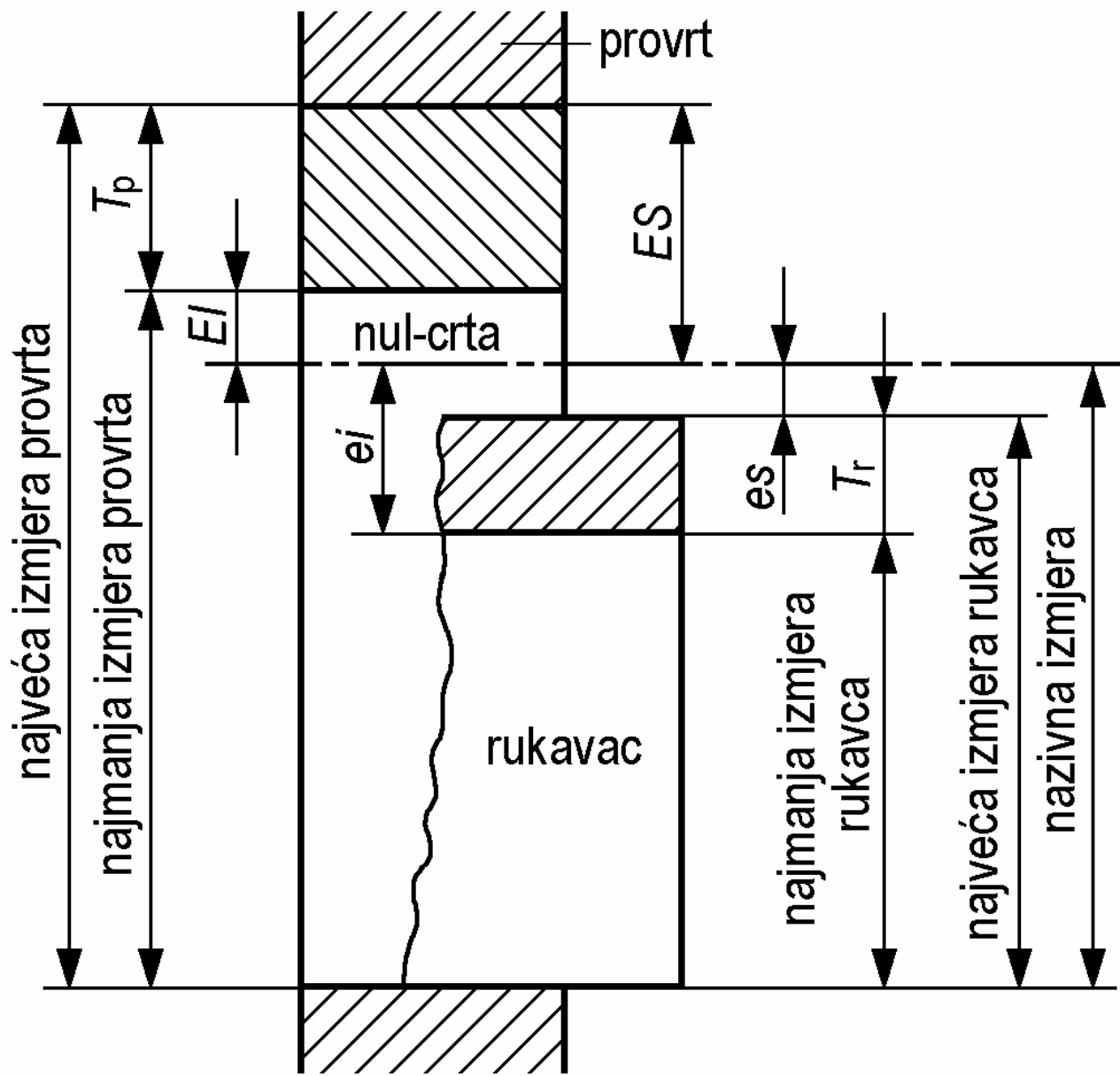
Slika 9.77. Utor za klin

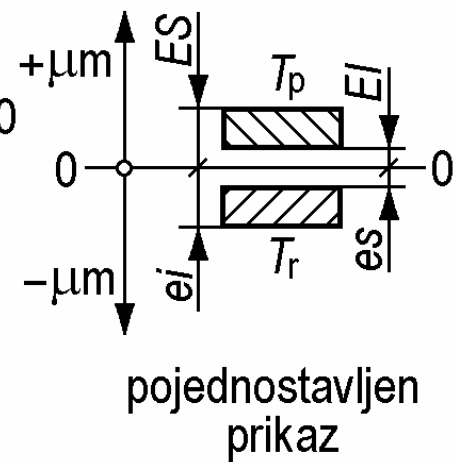
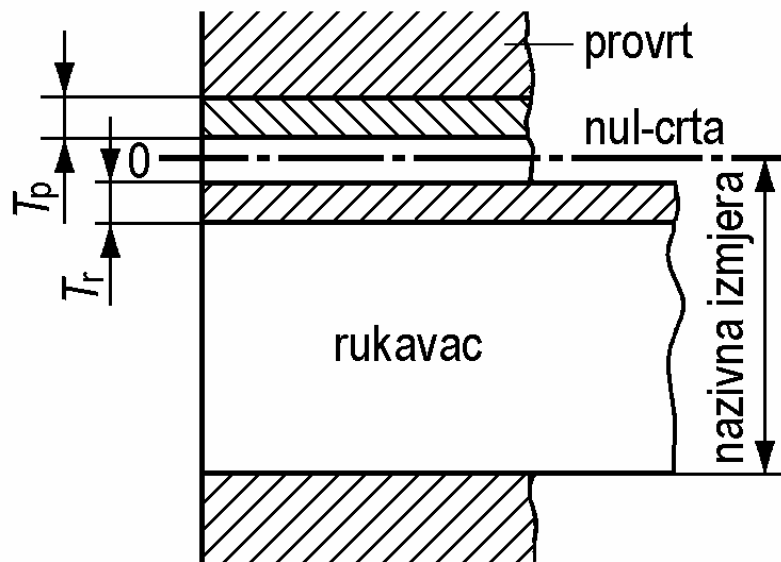
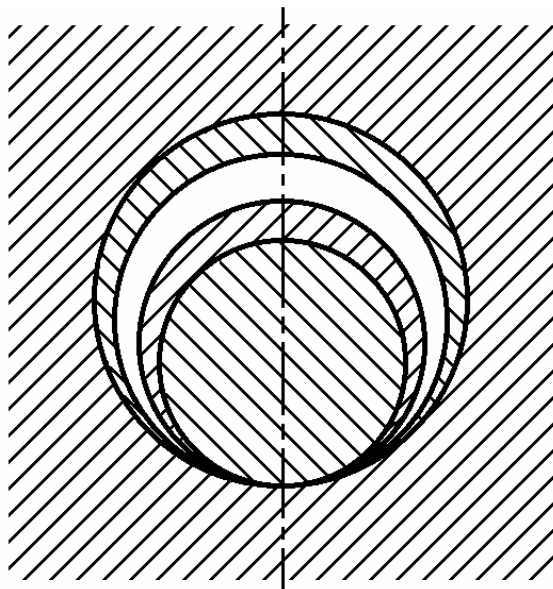
Općenito o tolerancijama, osnovni pojmovi/1

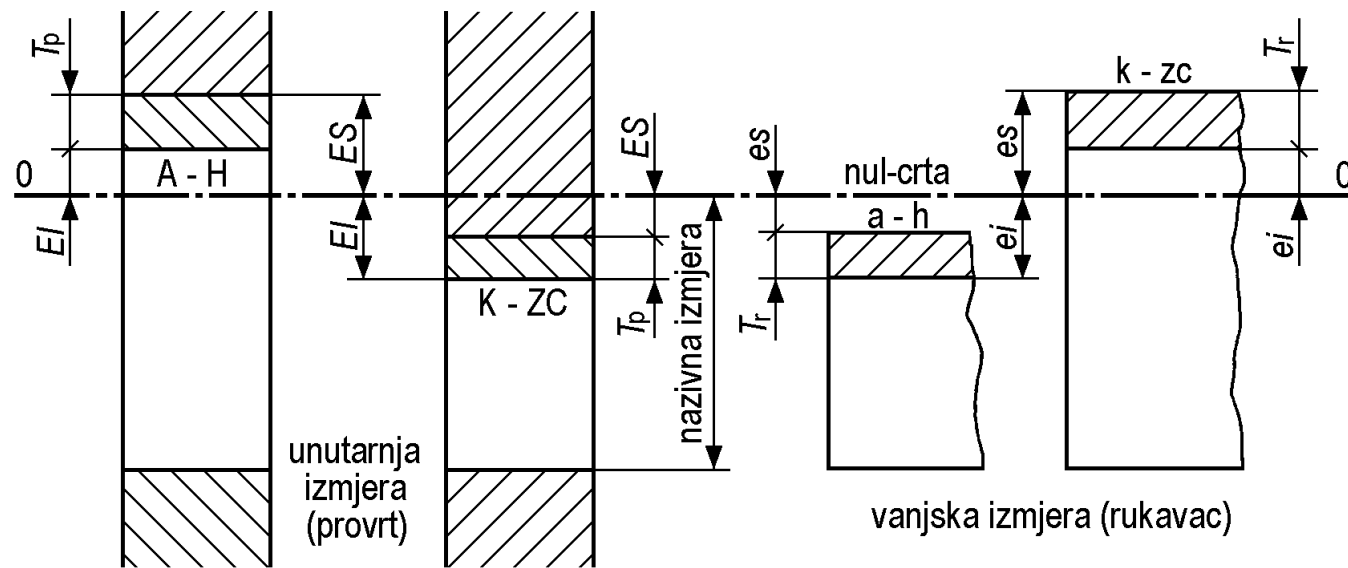
- **Izmjera** je izmjerena vrijednost fizikalne veličine *duljine*.
- **Nazivna izmjera** je izmjera od koje se dobivaju granične izmjere ako joj se dodaju gornje ili donje odstupanje izmjere. .
- **Stvarna izmjera** je izmjera koja se dobiva mjerenjem na izrađenom strojnom.
- **Najveća izmjera** je najveća dopuštena izmjera nekog oblikovanog elementa.
- **Najmanja izmjera** je najmanja dopuštena izmjera nekog oblikovanog elementa.
- **Sustav graničnih izmjera** je sustav normiranih tolerancija i odstupanja izmjera.
- **Nul-crta** je pri grafičkom prikazu graničnih izmjera i dosjeda crta koja odgovara nazivnoj izmjeri na koju se nanose odstupanja izmjera i tolerancija.
- **Odstupanje izmjere** je razlika između stvarne i nazivne izmjere.
- **Gornje odstupanje izmjere** (*ES* za provrt, *es* za rukavac) je razlika između najveće izmjere i pripadne joj nazivne izmjere. I ovo odstupanje može biti ili pozitivno ili negativno (prije se označavalo s *Ag* ili *ag*).
- **Donje odstupanje izmjere** (*EI* za provrt, *ei* za rukavac) je razlika između najmanje izmjere i pripadne joj nazivne izmjere. I ovo odstupanje može biti ili pozitivno ili negativno (prije se označavalo s *Ad* ili *ad*).

Općenitoo tolerancijama,osnovni pojmovi/2

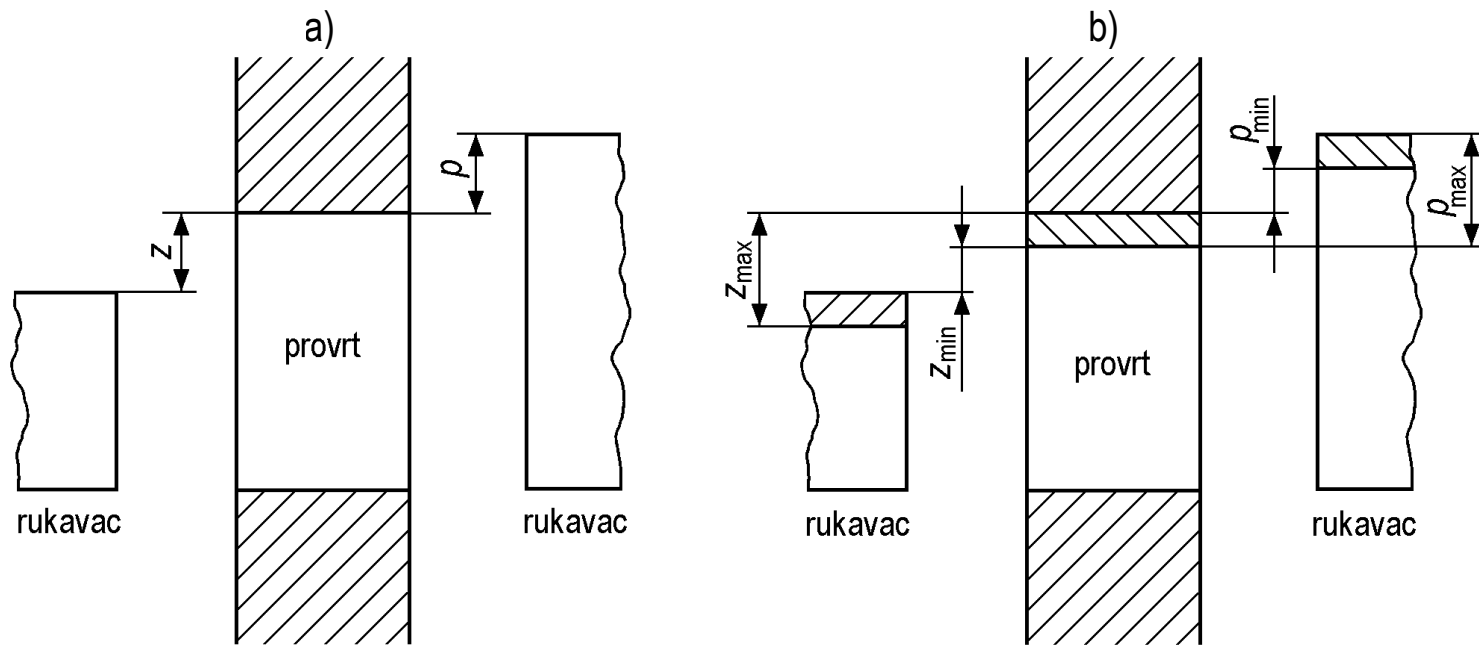
- **Tolerancijska izmjera** (T). kraće **tolerancija**) je razlika između najveće i najmanje izmjere. Tolerancija je apsolutna vrijednost i zato je bez predznaka.
- **Tolerancijsko polje** određeno je veličinom tolerancije i njezinom udaljenošću od nul-crte.
- **Tolerancijska izmjera** sastoji se od nazivne izmjere i oznake odgovarajućeg tolerancijskog razreda (npr. 32 H7, 80 js15, 100 g6) ili od nazivne izmjere i odstupanja
- **Provrt** je unutarnja izmjera vanjskog dijela u dosjedu.
- **Rukavac** je vanjska izmjera unutarnjeg dijela u dosjedu.
- **Dosjed** dobivena na temelju razlike izmjera dvaju spojno oblikovanih elemenata (provrt i rukavca)(slika 4.4.).
- **Zračnost (zazor)** (z) je pozitivna razlika između izmjere provrta i izmjere rukavca prije spajanja, (slika 4.4.a – bez tolerancija i slika 4.4.b – s tolerancijama).
- **Prisnost** (p) je negativna razlika između izmjere provrta i izmjere rukavca prije spajanja, (slika 4.4.a – bez tolerancija i 4.4.b – s tolerancijama).







Slika 4.3. Pojam donjih i gornjih odstupanja izmjere kod provrta i rukavca



Slika 4.6. Pojam dosjeda (a – bez tolerancija, b – s tolerancijama)

Osnove ISO-sustava tolerancija duljinskih izmjera

- Za praktičku primjenu i za pravilno funkcioniranje strojnih dijelova važne su tolerancije dijelova u dosjedu. Za istu kvalitetu nekog dosjeda tolerancija mora biti razmjerna veličini izmjere, tj. izražena u postocima od izmjere ona mora biti za isti karakter dosjeda praktički jednaka. Iz tog se razloga kod ISO-sustava tolerancija svake kvalitete mijenja u zavisnosti od nazivne izmjere. Ova zavisnost izražava se standardnim tolerancijskim koeficijentom i za nazivne izmjere od 1 do zaključno 500 mm, odnosno I za nazivne izmjere iznad 500 do zaključno 3150 mm. Izračunavaju se po sljedećim formulama

$$i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0,001 \cdot D$$

- gdje je D geometrijska sredina graničnog područja nazivnih izmjera u mm.
- Vrijednosti temeljnih tolerancija i temeljnih odstupanja izmjere za svako područje nazivnih izmjera izračunavaju se iz geometrijske srednje vrijednosti D graničnih područja D_1 i D_2

$$D = \sqrt{D_1 \cdot D_2}$$

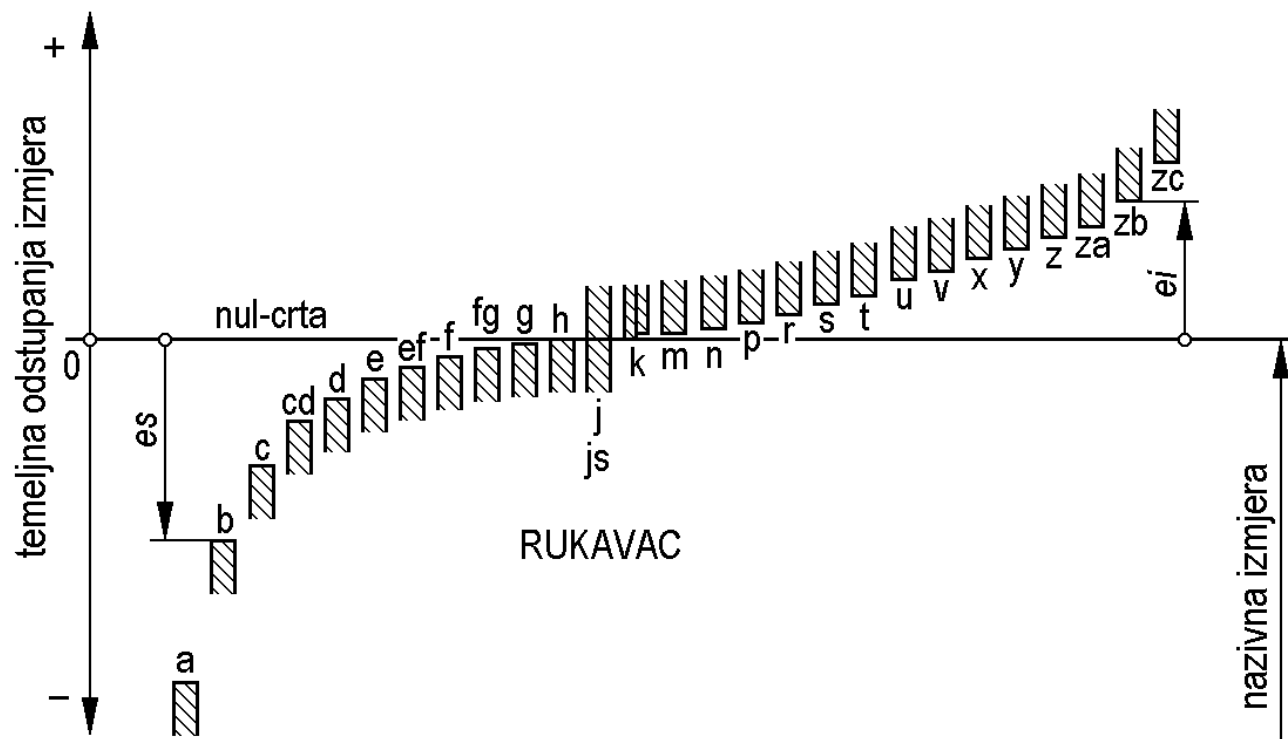
D_1	-	3)	6)	10)	18)	30)	50)	80)	120)	180)	250)	315)	400)
D_2	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400	500
gdje je: D_1 - početak područja, D_2 - kraj područja													

Za izbor stupnja temeljnito lerancijemogu poslužiti sljedeće iskustvene preporuke:

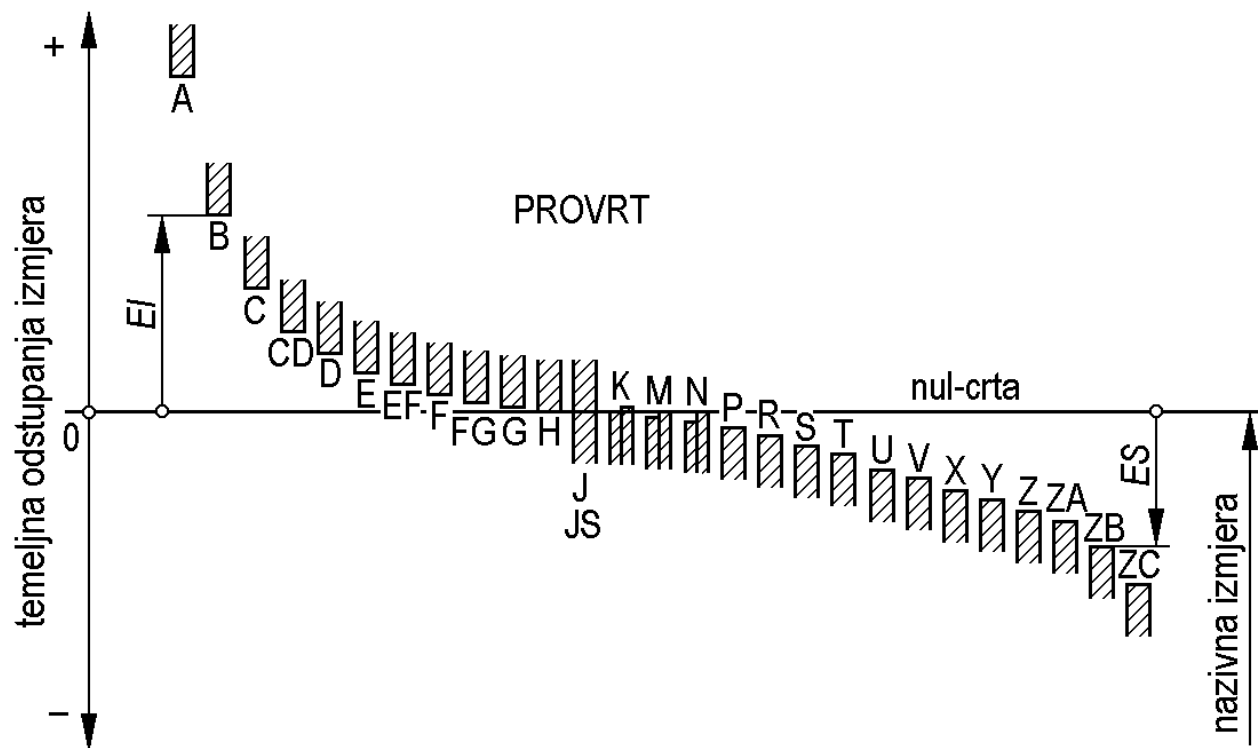
- A. IT01 ... IT4 - za precizni mjerni izbor,
- B. IT5 ... IT7 - za mjerni izbor radioničke kontrolei najfinijedosjede,
- C. IT6 ... IT9 - za fini dosjed,
- D. IT7 ... IT10 - za prosječno dosjedanje,
- E. IT9 ... IT11 - za grubo dosjedanjei
- F. IT12 ... IT18 - za izmjere i površine koji nisu u dosjedu (npr. kovani ili valjani dijelovi).

Položaj i označavanje tolerancijskih polja

- Položaj tolerancijskih polja određuje temeljno odstupanje koje se označava s obzirom na nul-crtu slovima abecede (međunarodne), i to: za vanjske izmjere (rukavca) – malim slovima abecede, za unutarnje izmjere (provrt) – velikim slovima abecede.
- Oznaku tolerancije duljinske izmjere čini tolerancijski razred, tj. kombinacija simbola za temeljno odstupanje i temeljnu toleranciju, tj. položaj i veličinu tolerancijskog polja. Tako npr. oznaku $\varnothing 80F8$ ili $\varnothing 40h7$ čine nazivne izmjere $\varnothing 80$ odnosno $\varnothing 40$, položaj tolerancijskog polja **F** za provrt odnosno **h** za rukavac i stupanj temeljne tolerancije IT8 odnosno IT7



Slika 4.7. Položaj tolerancijskih polja za vanjske izmjere (rukavce)



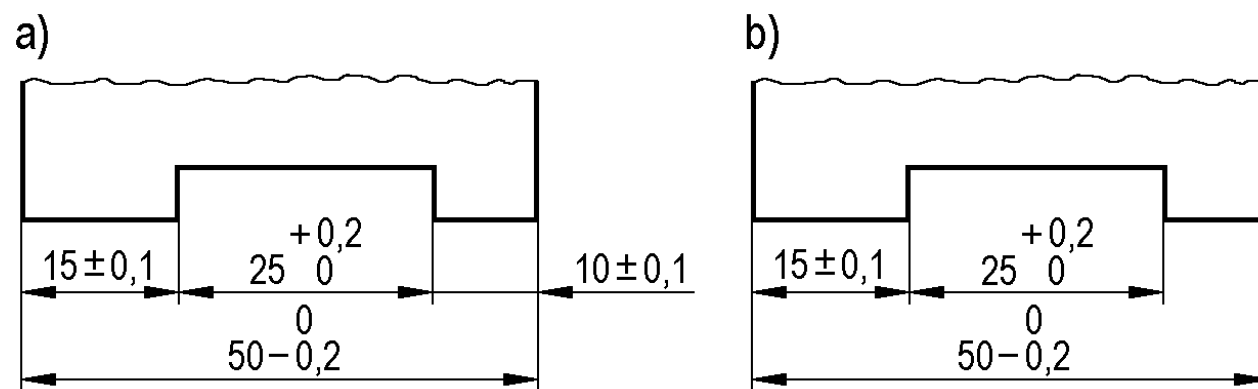
Slika 4.8. Položaj tolerancijskih polja za unutarnje izmjere (provrt)

Tolerancije slobodnih izmjera – opće tolerancije

- Izmjere kod kojih odstupanja od nazivnih vrijednosti praktično ne utječu na upotrebljivost dijelova nazivaju se *slobodnim izmjerama*. Dopuštena odstupanja slobodnih izmjera je utvrđena prema ISO 2768 i svrstana u četiri razreda točnosti: **f - fino**, **m - srednje**, **c - grubo** i **v - vrlo grubo**.

Tablica 4.7. Tolerancije slobodnih izmjera ostvarenih odvajanjem čestica

Područje nazivnih izmjera, mm	Stupanj točnosti			
	f	m	c	v
... 3	±0,05	±0,1	±0,15	-
3) ... 6	±0,05	±0,1	±0,2	±0,5
6) ... 30	±0,10	±0,2	±0,5	±1
30) ... 120	±0,15	±0,3	±0,8	±1,5
120) ... 315	±0,2	±0,5	±1,2	±2
315) ... 1000	±0,3	±0,8	±2	±3



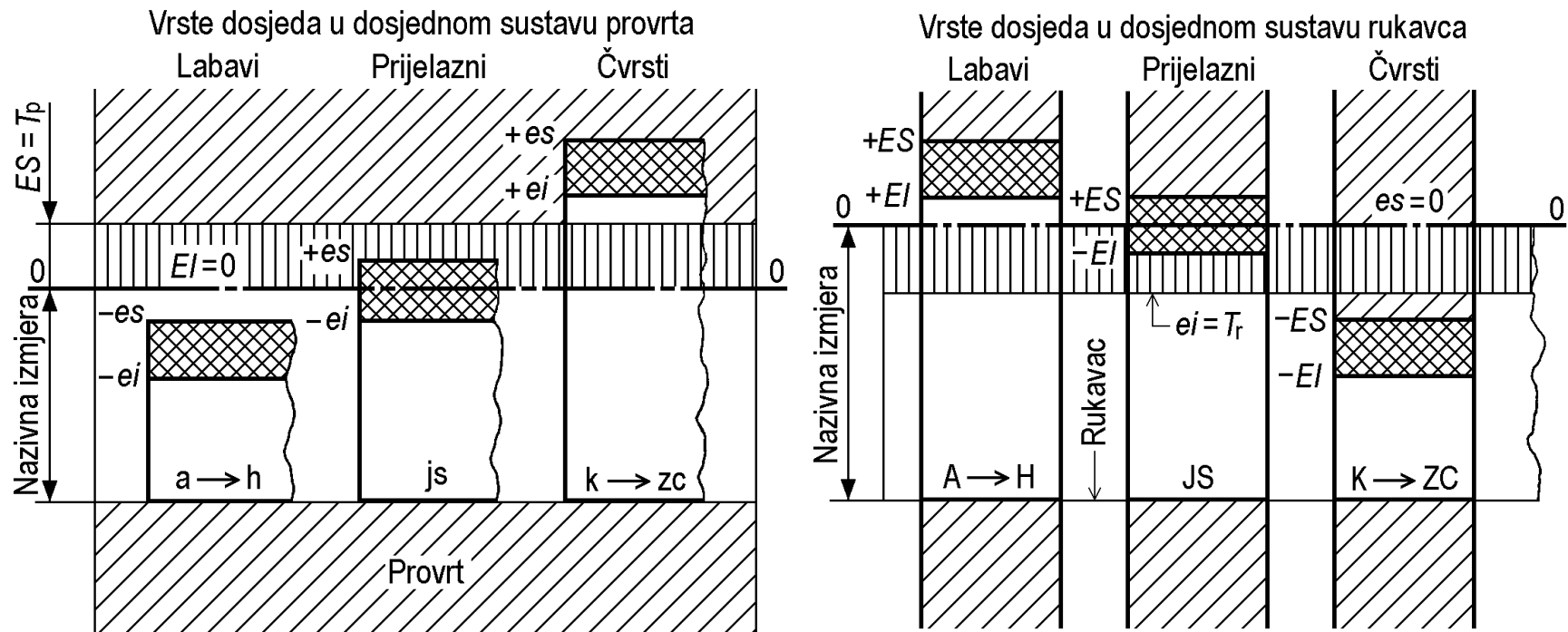
Slika 4.9. Zatvoren lanac izmjera (a - pogrešno i b – ispravno)

Dosjedni sustavi

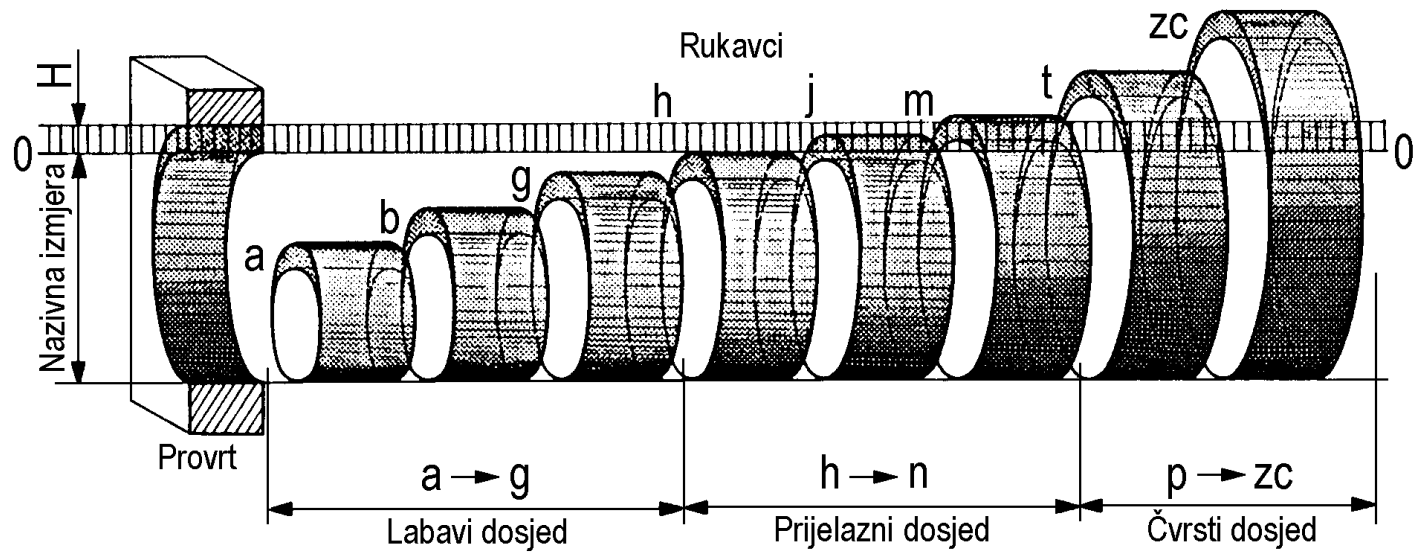
Dosjedni sustav je sustav dosjeda koji sadrži rukavce i provrte, U praksi se upotrebljavaju dva dosjedna sustava:

Dosjedni sustav provrta dosjedni je sustav u kojemu se potrebna zračnost i prisnost postižu tako da se rukavci različitih tolerancijskih razreda sparuju s provrtom samo jednog tolerancijskog razreda.

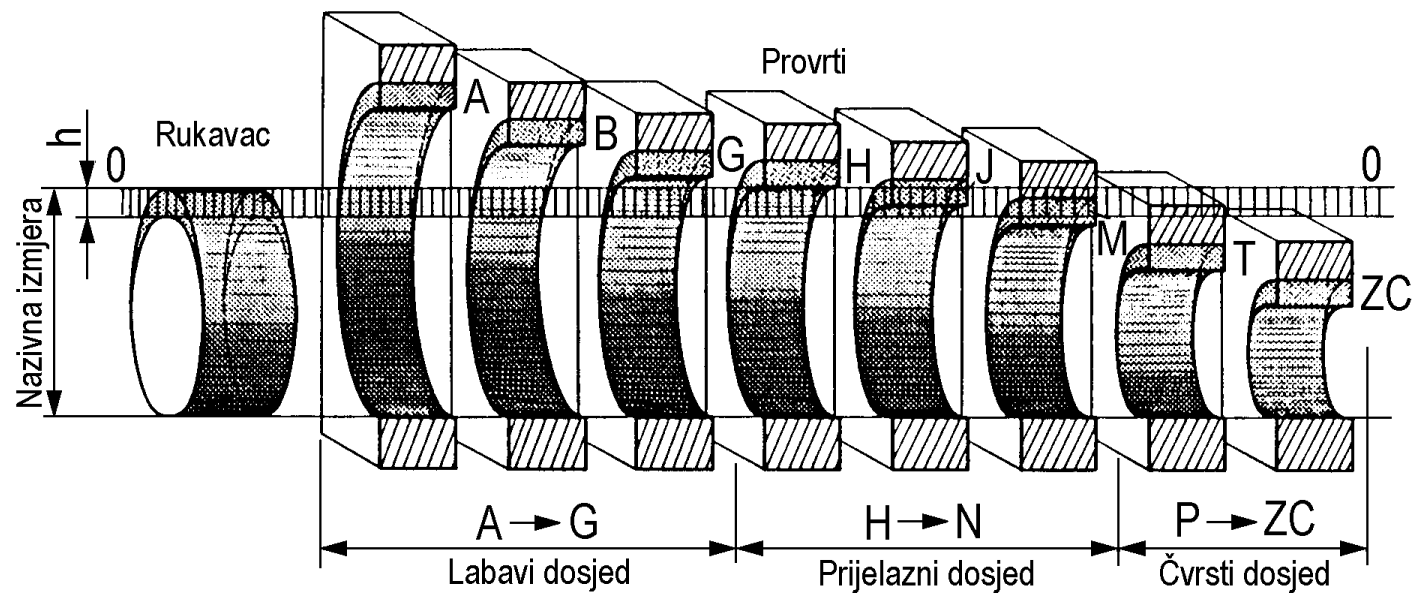
Dosjedni sustav rukavca dosjedni je sustav u kojemu se potrebna zračnost i prisnost postižu tako da se provrti različitih tolerancijskih razreda sparuju s rukavcem samo jednog tolerancijskog razreda.



Slika 4.12. Dosjedni sustav provrta (a) i dosjedni sustav rukavca (b)



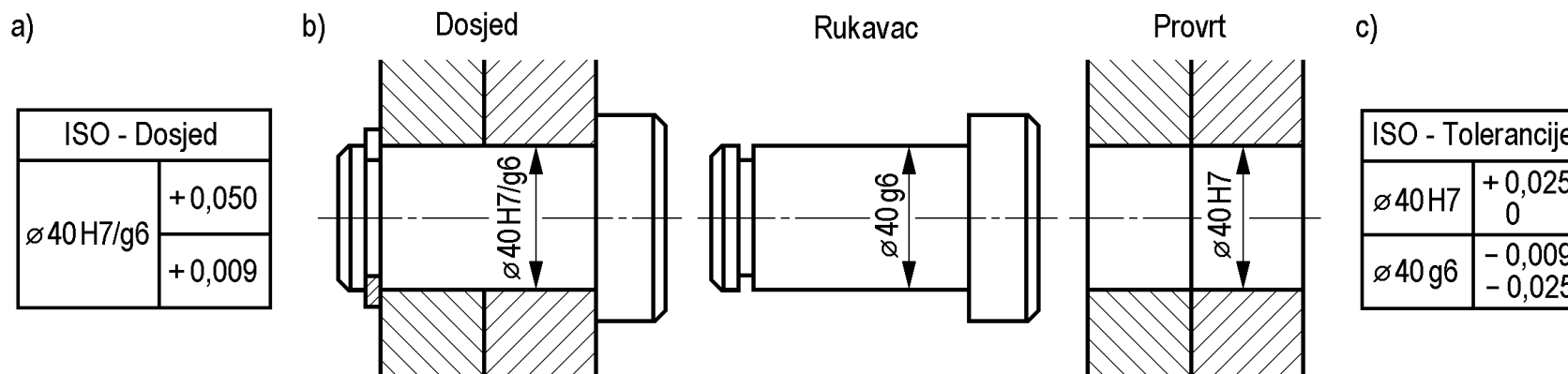
Slika 4.13. Dosjedi kod dosjednog sustava rukavca (DSR)



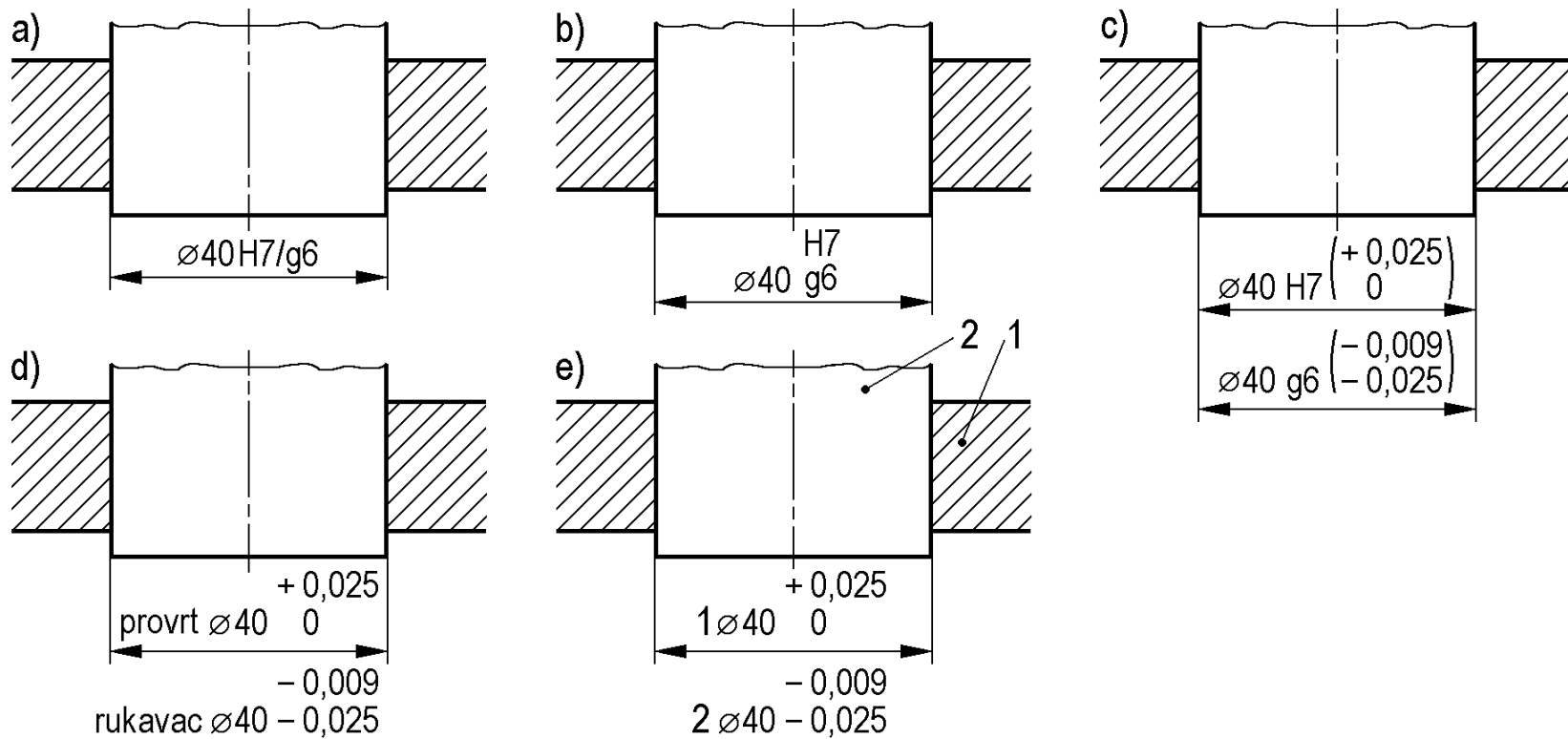
Slika 4.14. Dosjedi kod dosjednog sustava provrta (DSP)

Označavanje tolerancija duljinskih izmjera na tehničkim crtežima

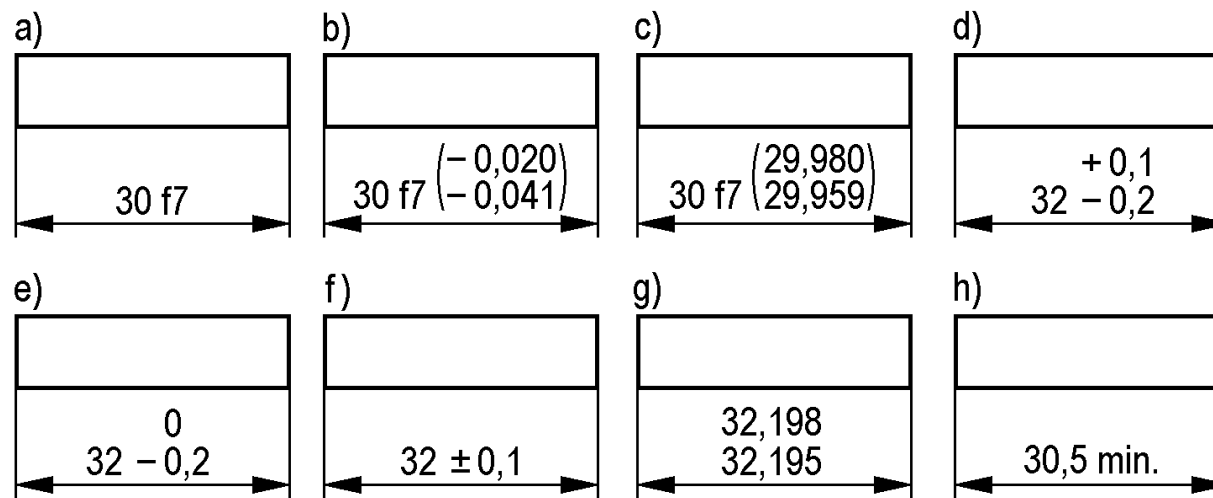
Slika 4.20. prikazuje način označavanja tolerancija duljinskih izmjera na tehničkim crtežima za dosjed, rukavac i provrt



Slika 4.20. Način označavanja tolerancija duljinskih izmjera na tehničkim crtežima

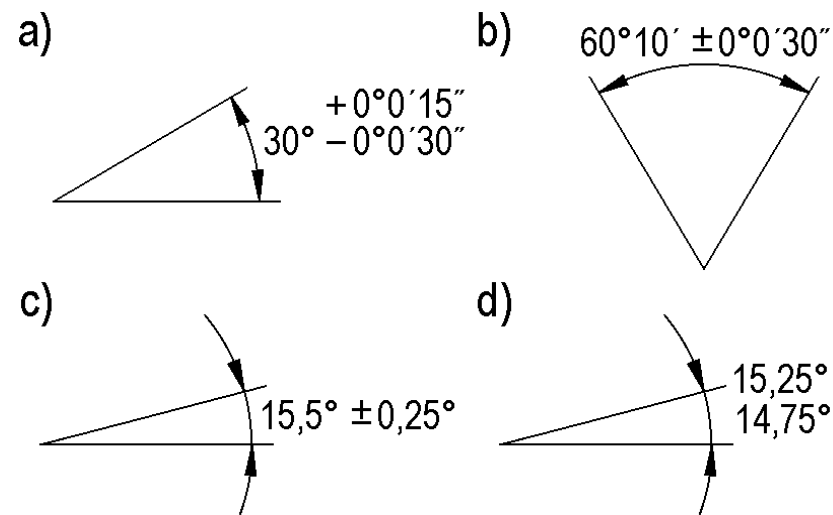


Slika 4.21. Označavanje tolerancija i dosjeda na crtežima



Slika 4.22. Načini unošenja tolerancija duljinskih izmjera u tehničke crteže

Nazivna izmjera kuta uvijek se unosi na tehničke crteže u stupnjevima, a odstupanja mogu biti izražena bilo u stupnjevima, minutama i sekundama (slike 4.23.a i 4.23.b), bilo kao decimalni dio stupnja (slike 4.23.c i 4.23.d).



Slika 4.23. Načini unošenja tolerancija kutnih izmjera u tehničke crteže

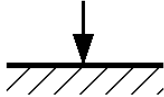
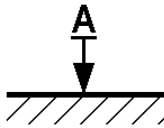
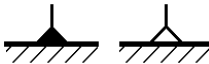

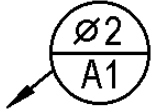



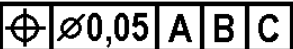
Tolerancije oblika, orijentacije, smještaja i vrtnje

- Radi osiguranja kvalitete proizvoda nije dovoljno definirati samo tolerancije duljinskih izmjera. Potrebno je unutar granica tolerancija spriječiti i druge promjene koje se odražavaju na točnost geometrije strojnog dijela. Općenito (prema ISO 1101), ove se tolerancije zovu tolerancije oblika, orijentacije, smještaja i vrtnje odnosno geometrijske tolerancije. Prema karakteristikama koje se toleriraju tolerirana područja mogu biti:
 - površina unutar kruga,
 - površina između dva koncentrična kruga,
 - površina između dvije ekvidistantne crte ili dva paralelna pravca,
 - prostor unutar valjka,
 - prostor između dva koaksijalna valjka,
 - prostor između dvije ekvidistantne ravnine ili dvije paralelne ravnine i
 - prostor unutar paralelepipeda.

Tablica 4.35. Osnovne oznake tolerancija oblika, orijentacije, smještaja i vrtnje


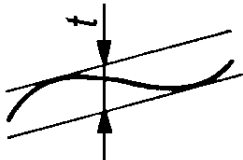
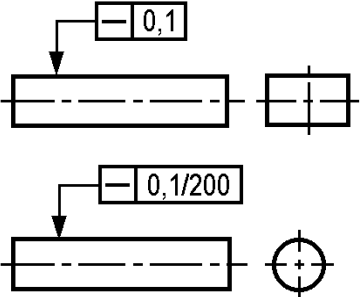
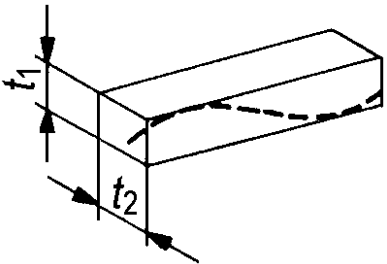
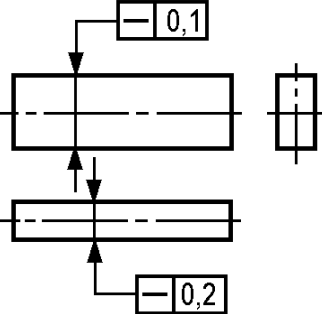
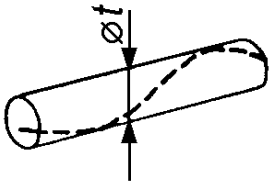
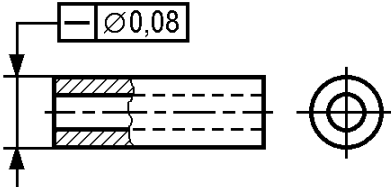
Vrste značajki i tolerancija		Svojstvo	Simbol
Pojedinačne značajke	Tolerancije oblika	Pravocrtnost	
		Ravnost	
		Kružnost	
		Cilindričnost	
Pojedinačne i povezane značajke		Oblik crte	
		Oblik plohe	
Povezane značajke	Tolerancije orijentacije	Paralelnost	
		Okomitost	
		Kut (nagib)	
	Tolerancije smještaja	Položaj (pozicija)	
		Koncentričnost i koaksijalnost	
		Simetričnost	
	Tolerancije vrtnje	Kružnost vrtnje	
		Ravnost i kružnost vrtnje	

Tablica 4.36. Dopunske oznake za kombiniranje s osnovnim oznakama tolerancija oblika, orijentacije, smještaja i vrtnje


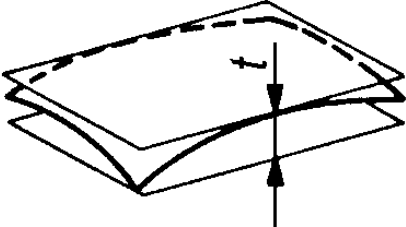
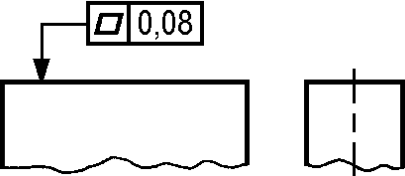
Opis		Simbol
Oznaka toleriranog elementa	izravno	
	slovom	
Oznaka referentnog elementa (osnovice)	izravno	
	slovom	
Mjesto referentnog elementa		
Teorijski točna izmjera		
Projicirano područje tolerancije		
Uvjet maksimum - materijala		
Okvir tolerancije		

Tablica 4.37. Neka pravila kombiniranja osnovnih i dopunskih oznaka tolerancija oblika, orijentacije, smještaja i vrtnje


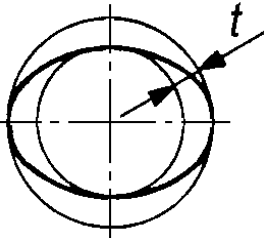
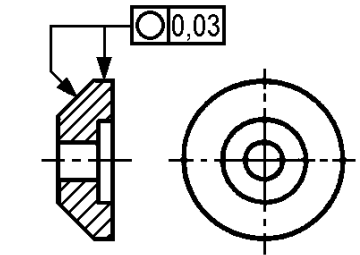
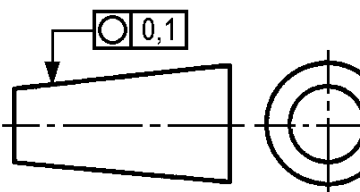
Pravilo	Simbol
1) Kod tolerancija oblika crtaju se samo dva pravokutnika.	
2) Kod tolerancija položaja stavljaju se i slovne oznake izabranog referentnog elementa prema kojemu se svojstvo uspoređuje (D – E: način za oznaku odvojenih osnovica).	
3) Dopunske oznake riječima, npr. 6 provrta ili 6x pišu se iznad okvira tolerancije.	6 provrta 6x
4) Oznake ostalih svojstava elemenata vezanih za područje tolerancije pišu se uz okvir tolerancije ili se pokaznom crtom povezuju s njime.	neizbočeno neizbočeno
5) Ako je potrebno označiti više toleriranih svojstava jednog elementa, oznake se upisuju u posebne okvire postavljene jedan ispod drugog.	
6) Vrijedi li tolerancija na ograničenoj dužini, duljina se odvaja kosom crtom od tolerancije (lijevo). Kada se neka uža tolerancija na ograničenoj dužini doda toleranciji cijelog elementa, tada se to upisuje u donjem dijelu okvira (desno).	
7) Ako za navedenu toleranciju vrijedi uvjet maksimuma materijala (DIN ISO 2692), upisuje se odgovarajući simbol iz tablice 4.36. na jedan od mogućih načina.	

	<p>Tolerancija pravocrtnosti definirana je kao odstupanje koje je ograničeno s dva paralelna pravca na udaljenosti t, paralelepipedom osnovice $t_1 \times t_2$ ili valjkom promjera t.</p>	
<p>Definicija područja tolerancije</p>	<p>Primjeri (prikaz i pojašnjenja)</p>	
		<p>Svaka crta gornje plohe mora ležati između dva paralelna pravca na udaljenosti 0,1.</p> <p>Izvodnica plašta na svakih 200 mm duljine mora ležati između dva paralelna pravca na udaljenosti 0,1.</p>
		<p>Os grede mora ležati unutar paralelepipeda osnovice 0,1 x 0,2.</p>
		<p>Os osovinice mora ležati unutar valjka promjera 0,08.</p>


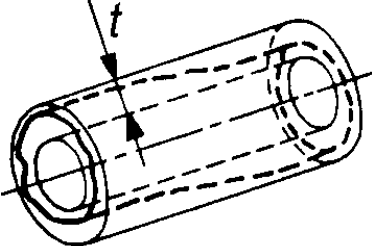
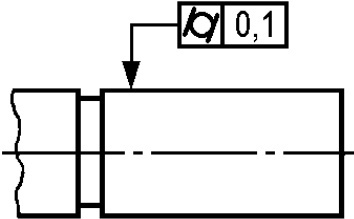
Tablica 4.39. Tolerancija ravnosti

	<p>Tolerancija ravnosti definirana je kao odstupanje koje je ograničeno dvjema paralelnim ravninama na udaljenosti t.</p>	
<p>Definicija područja tolerancije</p>	<p>Primjeri (prikaz i pojašnjenja)</p>	
		<p>Ploha mora biti između dvije paralelne ravnine na udaljenosti 0,08.</p>


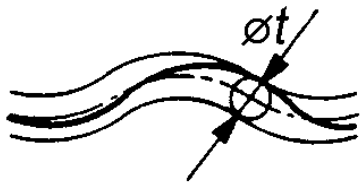
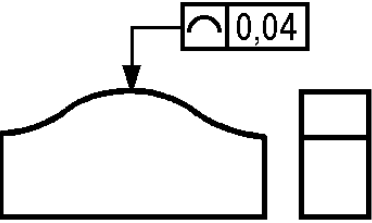
Tablica 4.41. Tolerancija kružnosti

	<p>Tolerancija kružnosti definirana je kao odstupanje koje je ograničeno dvjema koncentričnim kružnicama na udaljenosti t.</p>
<p>Definicija područja tolerancije</p>	<p>Primjeri (prikaz i pojašnjenja)</p>
	<div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: flex-start;"> <div style="margin-bottom: 20px;">  </div> <div>  </div> </div> <p>Opseg bilo kojeg poprečnog presjeka na vanjskom promjeru mora biti između dvije koncentrične kružnice na udaljenosti 0,03.</p> <p>Opseg bilo kojeg poprečnog presjeka mora biti između dvije koncentrične kružnice na udaljenosti 0,1.</p>


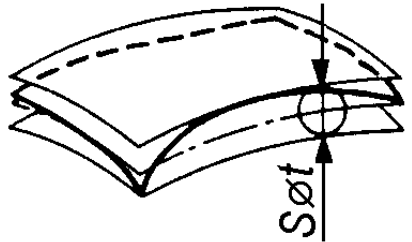
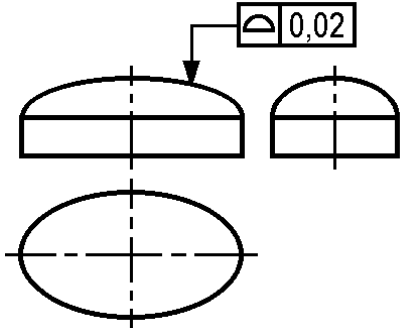
Tablica 4.42. Tolerancija cilindričnosti

	<p>Tolerancija cilindričnosti definirana je kao odstupanje koje je ograničeno dvama koncentričnim (koaksijalnim) valjcima na udaljenosti t.</p>	
<p>Definicija područja tolerancije</p>	<p>Primjeri (prikaz i pojašnjenja)</p>	
		<p>Tolerirana ploha mora biti između dva koncentrična (koaksijalna) valjka na udaljenosti 0,1.</p>


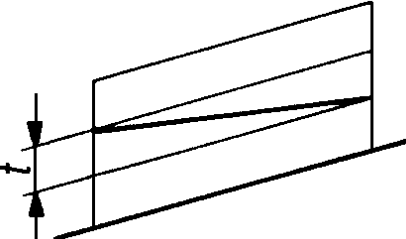
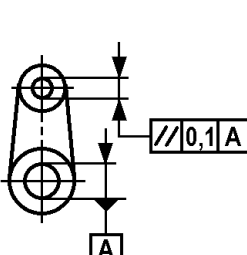
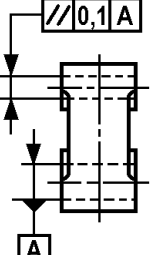
Tablica 4.44. Tolerancija oblika crte


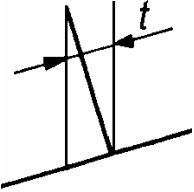
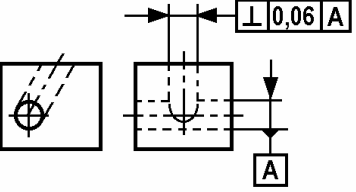
	<p>Tolerancija oblika crte definirana je kao odstupanje koje je ograničeno dvjema crtama koje obuhvaćaju kružnicu promjera t, čije je središte na idealnoj geometrijskoj crti.</p>	
<p>Definicija područja tolerancije</p>	<p>Primjeri (prikaz i pojašnjenja)</p>	
		<p>U bilo kojem presjeku oblik crte mora biti između dviju crta koje omataju kružnice promjera 0,04, čija su središta na geometrijski idealnoj crti.</p>


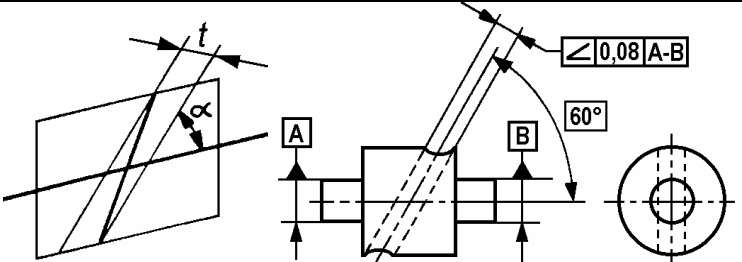
Tablica 4.45. Tolerancija oblika plohe


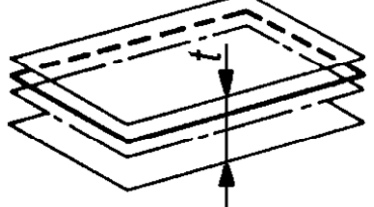
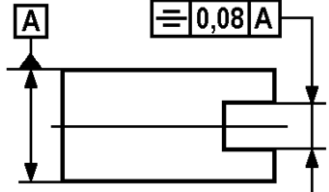
	<p>Tolerancija oblika plohe definirana je kao odstupanje koje je ograničeno dvjema plohama koje obuhvaćaju kugle promjera t, čija su središta na plohi koja ima pravilan geometrijski oblik.</p>
<p>Definicija područja tolerancije</p>	<p>Primjeri (prikaz i pojašnjenja)</p>
	 <p>Tolerirana ploha mora biti između dviju ploha koje obuhvaćaju kugle promjera 0,02 čija su središta na plohi koja ima pravilan geometrijski oblik.</p>

Tablica 4.46. Tolerancija paralelnosti

	<p>Tolerancija paralelnosti definirana je kao odstupanje koje je ograničeno dvama paralelnim pravcima na udaljenosti t, paralelepipedom osnovice $t_1 \times t_2$, valjkom promjera t ili dvjema plohama, koji su uz to paralelni referentnim pravcima ili plohama.</p>
<p>Definicija područja tolerancije</p>	<p>Primjeri (prikaz i pojašnjenja)</p>
	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 20px;">  </div> <div style="margin-right: 20px;">  </div> <div style="flex-grow: 1;"> <p>Tolerirana os mora biti između dva pravca na udaljenosti 0,1, koji su paralelni s referentnom osi A i položeni u okomitom pravcu.</p> </div> </div>

	<p>Tolerancija okomitosti definirana je kao odstupanje koje je ograničeno dvama paralelnim pravcima na udaljenosti t, paralelepipedom osnovice $t_1 \times t_2$, valjkom promjera t ili dvjema plohama, koji su uz to okomiti na referentni pravac ili plohu.</p>
<p>Definicija područja tolerancije</p>	<p>Primjeri (prikaz i pojašnjenja)</p>
	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Os kosog provrta mora biti između dva paralelna pravca na udaljenosti 0,06, koji su uz to okomiti na os vodoravnog provrta A (referentni pravac).</p> </div> </div>

	<p>Tolerancija kuta definirana je kao odstupanje koje je ograničeno dvama paralelnim pravcima na udaljenosti t ili dvjema paralelnim plohama na udaljenosti t, koji su uz to nagnuti za kut α s obzirom na referentni pravac ili referentnu plohu.</p>
<p>Definicija područja tolerancije</p>	<p>Primjeri (prikaz i pojašnjenja)</p>
	<p>Os kosog provrta mora biti između dva paralelna pravca na udaljenosti 0,08, koji su uz to nagnuti za kut 60° s obzirom na referentnu os A-B.</p>

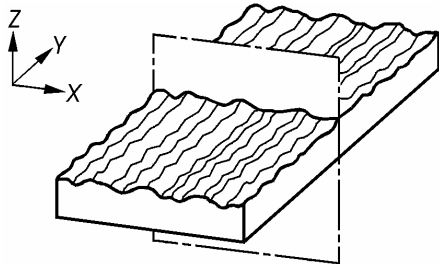
	<p>Tolerancija simetričnosti definirana je kao odstupanje koje je ograničeno dvjema paralelnim plohama na udaljenosti t, dvama paralelnim pravcima na udaljenosti t ili paralelepipedom osnovice $t_1 \times t_2$.</p>
<p>Definicija područja tolerancije</p>	<p>Primjeri (prikaz i pojašnjenja)</p>
	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Ravnina simetrije utora mora biti između dvije paralelne ravnine, koje su razmaknute za 0,08 i simetrično smještene prema ravnini simetrije referentne značajke A.</p> </div> </div>

Tekstura (hrapavost) tehničkih površina

- Tehničke su površine sve one površine strojnih dijelova koje su dobivene nekom od obrada odvajanjem čestica ili nekom od obrada bez odvajanja čestica..
- Tehničke površine nisu idealno glatke geometrijske plohe koje razdvajaju dva medija, nego su to, mikroskopski gledano, hrapave plohe karakterizirane nizom neravnina raznih veličina, oblika i rasporeda. Veličina hrapavosti tehničkih površina može utjecati:
 - na smanjenje dinamičke izdržljivosti (odnosno, smanjenje čvrstoće oblika);
 - na pojačano trenje i habanje tarno (tribološki) opterećenih površina;
 - na smanjenje prijeklopa kod steznih spojeva, a time i smanjenje nosivosti steznog spoja;
 - na ubrzavanje korozije

Osnovni pojmovi

- ***Površinska hrapavost*** je sveukupnost mikrogeometrijskih nepravilnosti na površini predmeta (koje su mnogo puta manje od površine cijelog predmeta), a prouzrokovane su postupkom obrade ili nekim drugim utjecajima.
- ***Profil površine*** predstavlja presjek realne površine s određenom ravninom



- ***Profil hrapavosti (R)*** osnova je za mjerenje parametara hrapavosti profila.
- ***Profil valovitosti (W)*** je profil koji proizlazi iz ***primarnog profila (P)*** primjenom profilnih filtera.

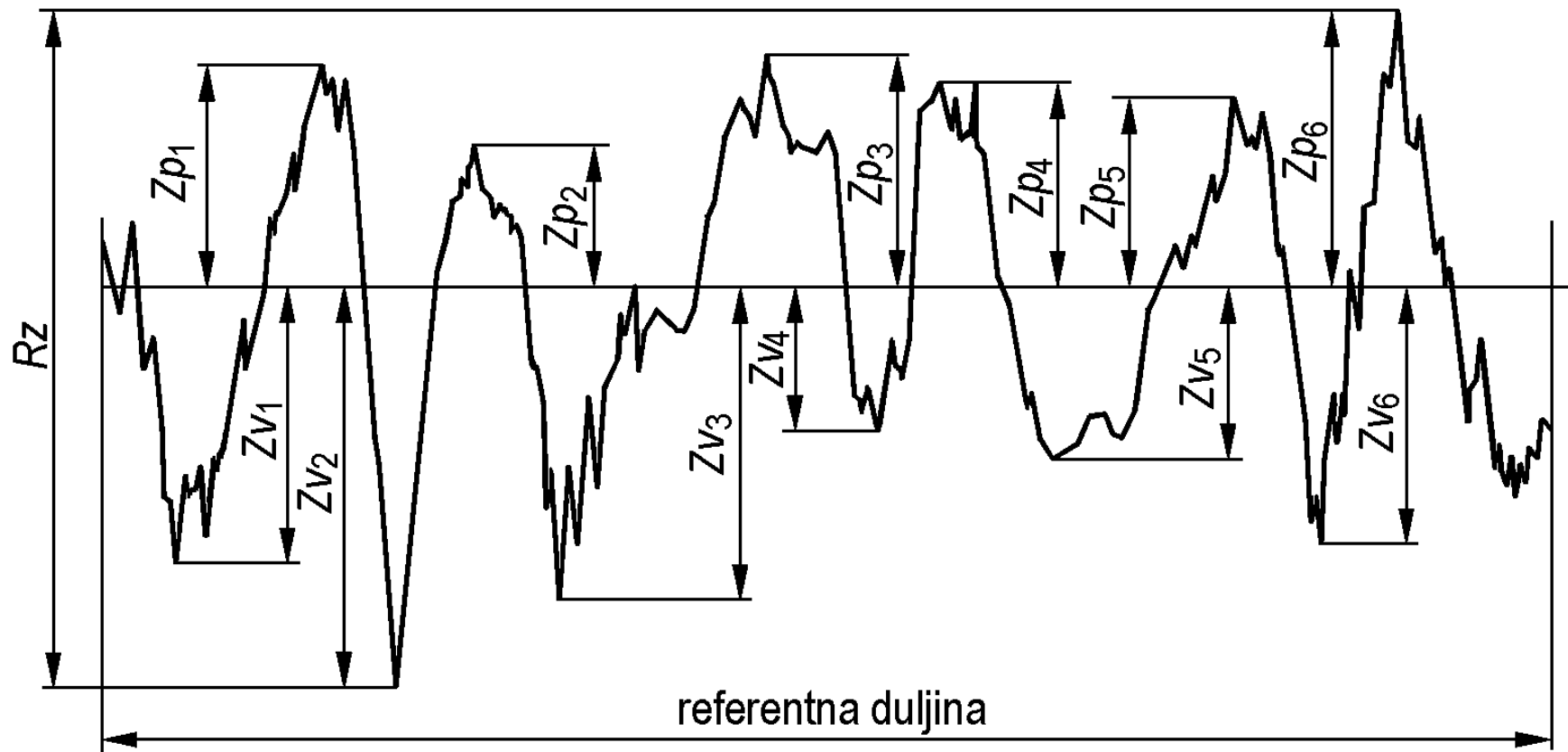


- **Referentna duljina (duljina uzorka)** je duljina u pravcu osi X koja se koristi za ustanovljavanje nepravilnosti koje karakteriziraju profile koji se mjere.
- **Maksimalna visina profila** P_z , R_z ili W_z zbroj je visine najveće visine izbočine profila Z_p i najveće dubine udubine profila Z_v na duljini vrednovanja.
- **Srednja visina elemenata profila** P_c , R_c ili W_c srednja je vrijednost elementa profila Z_t na referentnoj duljini..

$$P_c, R_c, W_c = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m Z_{t_i}$$

- **Srednje aritmetičko odstupanje** mjenog profila P_a , R_a ili W_a aritmetički je prosjek apsolutne ordinatne vrijednosti $Z(x)$ na referentnoj duljini

$$P_a, R_a, W_a = \frac{1}{l} \int_0^l |Z(x)| dx$$

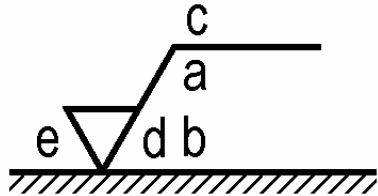


Označavanje hrapavosti tehničkih površina na tehničkim crtežima

a) osnovni grafički simbol za teksturu površine	prošireni grafički simboli	
	b) obrada odvajanjem čestica	c) obrada bez odvajanja čestica
potpuni grafički simboli		
d) svi postupci dopušteni	e) obrada odvajanjem čestica	f) obrada bez odvajanja čestica

Slika 4.36. Grafički simboli za označavanje hrapavosti površine

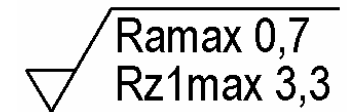
Oznake smještaja različitih zahtjeva na hrapavost površine u potpunom grafičkom simbolu



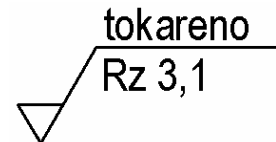
Položaj a - zahtjev za hrapavošću površine.

Pokazuje stupanj i vrstu (*R*, *W* ili *P*) hrapavosti površine, graničnu brojčanu vrijednost i duljinu vrednovanja ili duljinu uzorkovanja

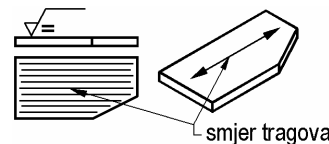
Položaj a i b - dva ili više zahtjeva na hrapavost površine



Položaj c - postupak obrade.

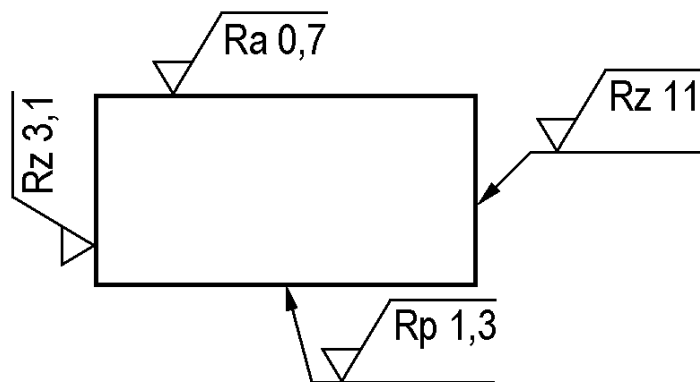


Položaj d - smjer obrade =

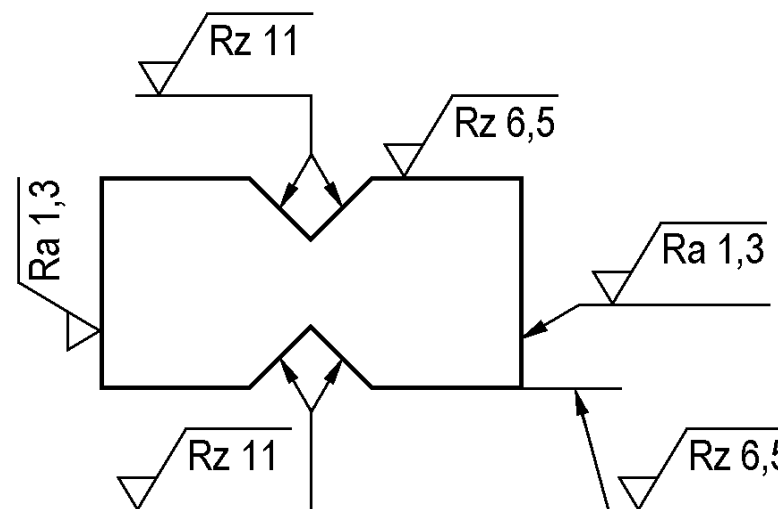


Primjena oznaka hrapavosti na crtežima i drugoj tehničkoj

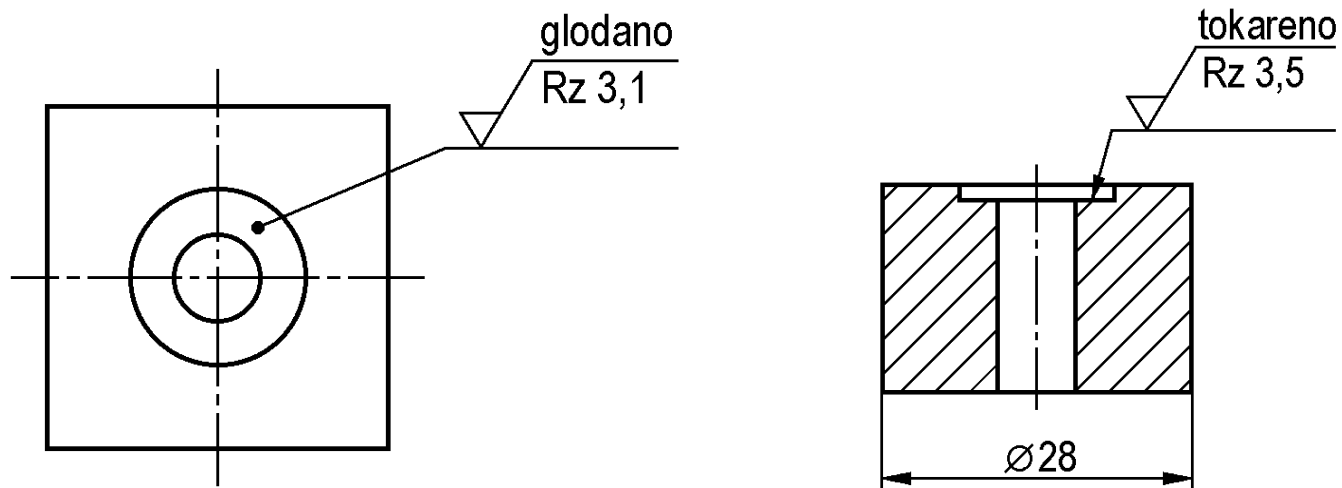
Kao opće pravilo, grafički simbol ili pokaznu crtu koja završava strelicom (ili nekim drugim odgovarajućim završetkom) treba pokazivati na površinu materijala izratka s vanjske strane, bilo da je to kontura (koja predstavlja površinu) ili njezin produžetak (vidi slike 4.45., 4.46. i 4.47.)



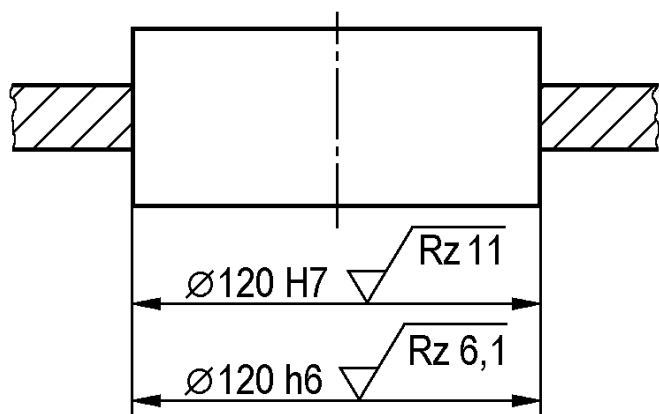
Slika 4.45. Smjer čitanja (grafičkih simbola) stanja površine



Slika 4.46. Zahtjevi za stanjem površine na konturi koja predstavlja površinu



Slika 4.47. Alternativna uporaba pokazne crte

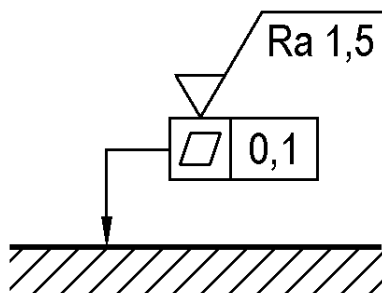


Slika 4.48. Zahtjev za stanjem površine uz kotni broj

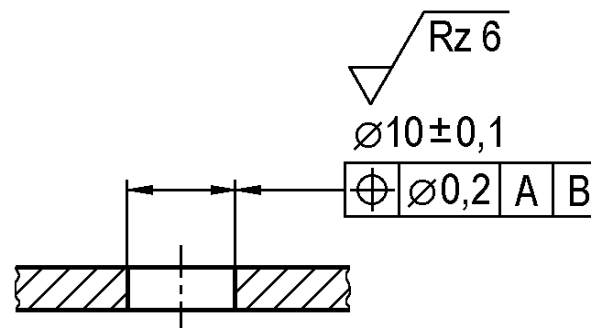
Ako ne postoji mogućnost zabune, zahtjev za stanjem površine može se postaviti zajedno s istaknutim mjerama, kao na slici 4.48

Zahtjev za stanjem površine može se postaviti i na vrh tolerancijskog okvira za geometrijske tolerancije (prema ISO 1101), kao što je prikazano na slici 4.49.a, ili iznad same oznake, kao što je prikazano na slici 4.49.b

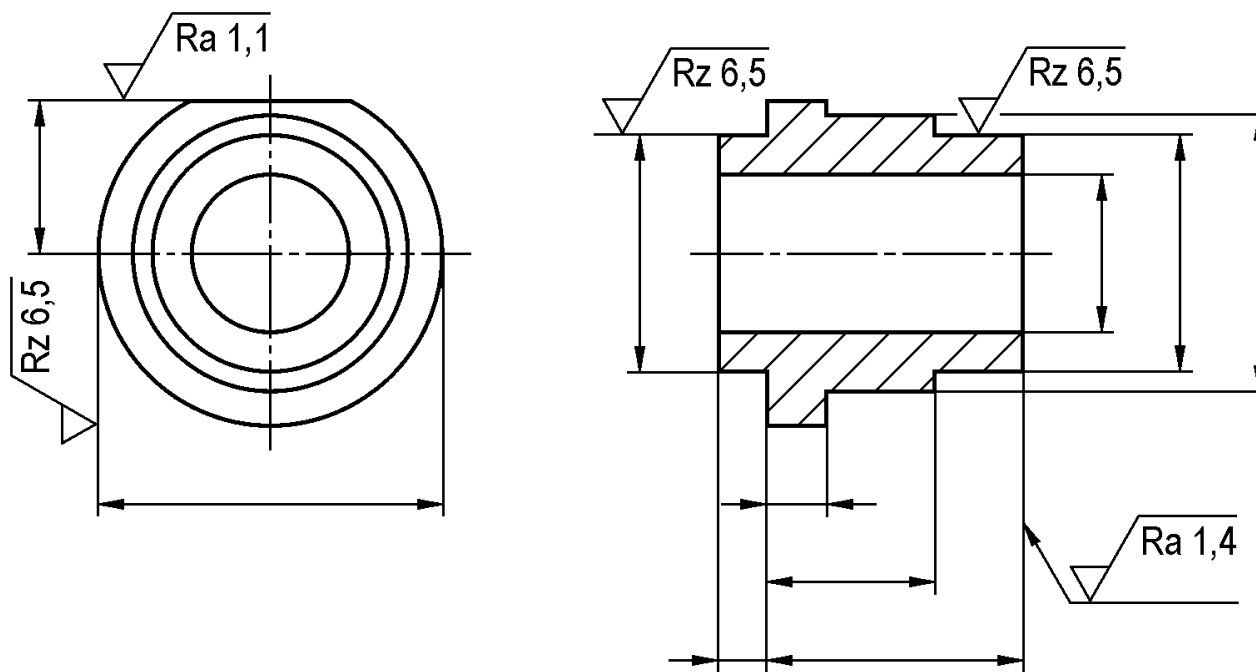
a)



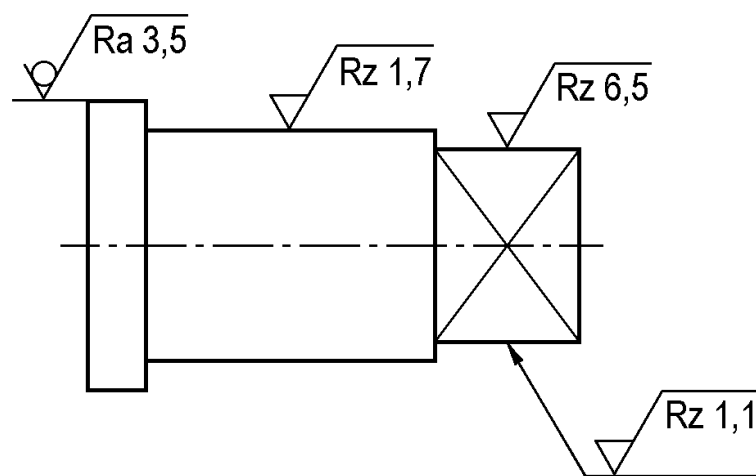
b)



Slika 4.49. Zahtjev za stanjem površine vezan uz tolerancije položaja i oblika

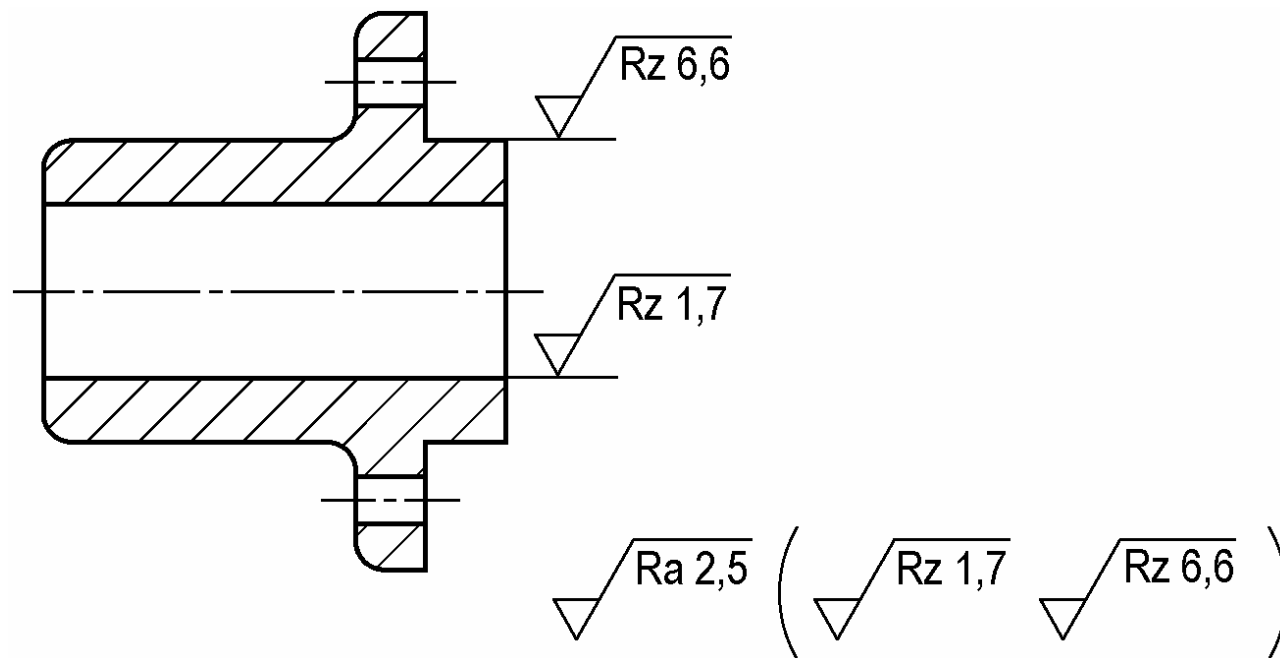


Slika 4.50. Uporaba pomoćnih mjernih crta za isticanje zahtjeva hrapavosti cilindričnih tijela

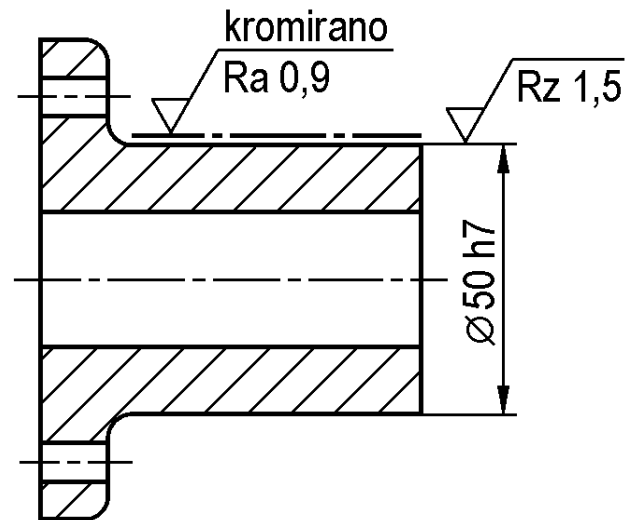


Slika 4.51. Zahtjev za stanjem površine za cilindrične i prizmatične površine

Ako je zahtijevano stanje površine isto na većini površina izratka, tada se to zahtijevano stanje površine pojednostavnjeno definira skupnim znakom koji se smješta obično u gornji desni kut radioničkog crteža.



Ako je u pitanju više proizvodnih postupaka, potrebno je definirati stanje površine prije i poslije pojedinog postupka obrade, što treba objasniti u napomeni, kao što prikazuje slika 4.56



Slika 4.56. Postavljanje zahtjeva za stanjem površine, prije i poslije obrade (ovdje presvlaka)