

TEHNIČKO CRTANJE

TEHNIČKI CRTEŽ

- Jedan od najboljih načina razmene informacija u tehnici je grafička komunikacija primenom tehničkih crteža
- Tehnički crtež predstavlja univerzalni jezik komunikacije tehničkih lica
- Tehničko crtanje je tehnička disciplina koja omogućava da se trodimenzionalni objekat prikaže u ravni crteža

TEHNIČKO CRTANJE

- Osnovni cilj tehničkog crtanja je da se kroz crtež ili skup crteža u potpunosti jednoznačno definišu oblik, funkcija, dimenzije, vrsta obrade, materijal, kvalitet i druge karakteristike mašinskih delova i sklopova
- U tehničkom crtanju predmeti se prikazuju tako da se jednostavno mogu odrediti sve dimenzije predmeta
- Za razumevanje tehničkog crteža potrebno je da tehnički crtež bude jasan, pregledan i precizan

STANDARDI

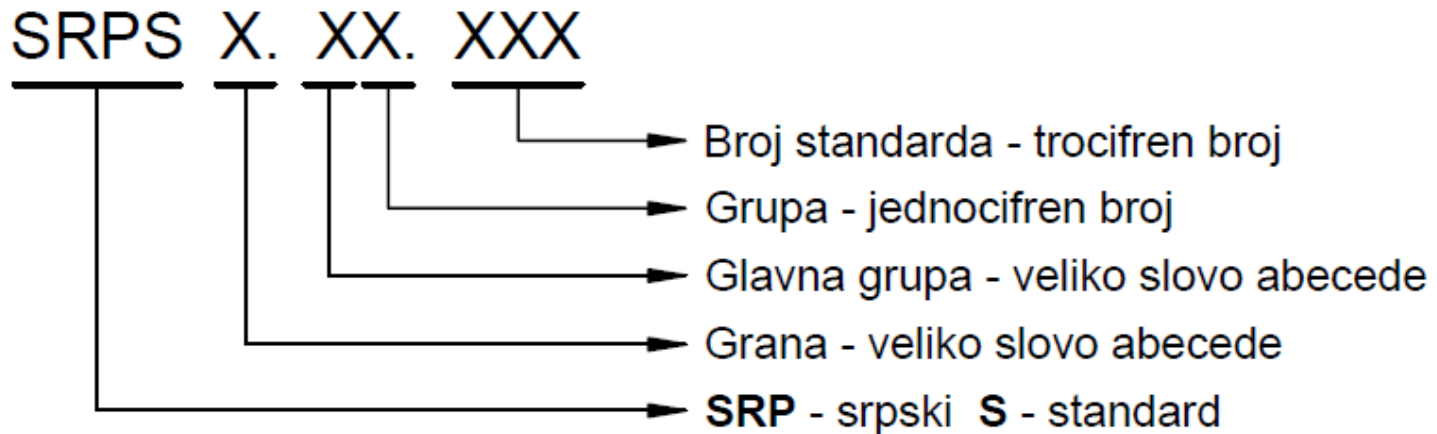
- **Proces stvaranja i primene pravila u cilju postizanja jednobraznosti i bolje razmene informacija naziva se standardizacija, a propisana pravila su standardi**
- **Standardi mogu biti:**
 - međunarodni (ISO standardi),**
 - nacionalni (nemački DIN, ruski GOST, američki ANSI standardi itd.),**
 - interni (npr. fabrički standardi)**

STANDARDI

- Pravila tehničkog crtanja su definisana nacionalnim standardima koji su usklađeni sa međunarodnim standardima ISO(International Standard Organisation)
- Sve industrijski razvijene zemlje imaju nacionalne standarde
- Srpske standarde donosi Institut za standardizaciju Srbije i oni imaju status Zakona koji se mora primenjivati
- Pored oblika, dimenzija, materijala, kvaliteta i ostalih osobina proizvoda, standardima se takođe propisuje način označavanja, izgled tehničke dokumentacije, pakovanje, transport i dr.
- Oznake srpskih standarda počinju skraćenicom SRPS

STANDARDI

- Srpski standardi se označavaju prema sledećoj strukturi:



Grane -**SRPS**

- Grana **A**-osnovni i opšti standardi
- Grana **C**-metalurgija i tehnologija prerade metala
- Grana **L**-industrija mernih i drugih aparata i precizne mehanike
- Grana **N**-elektrotehnika
- Grana **M**-mašinogradnja i metalska industrija

Grane -SRPS

Naslov	Oznaka
Tehničko pismo	SRPS A.A0.101, SRPS A.A0.102, SRPS A.A0.103
Formati crteža	SRPS A.A0.104
Razmere	SRPS A.A0.106
Opšti principi prikazivanja	SRPS A.A0.110
Zaglavlja	SRPS M.A0.040
Sastavnice	SRPS M.A0.041
Kotiranje	SRPS A.A0.114
Tolerancije oblika i položaja	SRPS M.A1.243
Označavanje stanja površina	SRPS M.A0.065

VRSTE PAPIRA

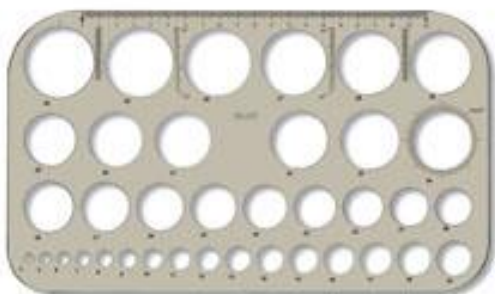
- Običan beli 80 g papir, poznat pod nazivom **bankpost papir**, koji je neproziran i veoma pogodan za ručno crtanje (običnom olovkom, hemijskom olovkom i flomasterom), zatim za štampanje i fotokopiranje crteža. Nije pogodan za izradu crteža tušem, jer se on na njemu razliva, i sa njega se ne može ukloniti, ako se načini neka greška.
- **Paus papir**, je proziran papir i veoma pogodan za izradu crteža tuširanjem i štampanjem, mada se na njemu može crtati i običnom olovkom. Crteži izrađeni na pausu nazivaju se originalnim crtežima (tzv. originali) i služe da se sa njih kopiraju crteži, tj. izrađuju kopije. Osnovna odlika ovog papira je da se, u slučaju potrebe, tj. nastanka neke greške, sa njega može brisati tuš (specijalnom gumicom) ili strugati žiletom (tzv. radirati).
- **Ozolid papir** je fotoosetljiv papir koji se, pre razvijanja, čuva u neprozirnim folijama, a služi za izradu kopija. Naime, originalni crteži se, u specijalnom uređaju za kopiranje, postavljaju na ozolid papir i osvetljavaju, sa strane originalnih crteža, izvesno vreme veštačkom svetlošću, nakon čega se ozolid papir razvija u parama amonijaka. Površina papira koja je bila osvetljena, nakon razvijanja, postaje, uslovno rečeno, bela dok površine koje su bile prekrivene tušem (na mestu linija i slova) ostaju obojene, najčešće roze crvenom bojom, ili plavom, ili, ređe, crnom bojom.

PRIBOR ZA CRTANJE

Pribor za ručno crtanje sastoji se od:

- **olovaka** različite tvrdoće (vrlo meke, jako crne, olovke za crtanje i skiciranje, oznake 8B do 3B, meka crna, za crtanje i pisanje, oznake 2B, B, HB i F, tvrde i vrlo tvrde za tehničko crtanje oznake H do 6H i tvrde za litografsko crtanje, oznake 7H do 9H);
- **tuša** crne boje, koji je namenjen za izradu crteža predviđenih za klasične postupke umnožavanja. Inače, tuš se proizvodi u 18 različitih tonova i on se koristi kod crtanja raznih instruktivnih crteža i promotivnog materijala;
- **flomasteri** u boji, koja se koristi za izradu raznih šema i promotivnog materijala;
- **rapidografi**, koji se koriste za crtanje i pisanje u tušu. Izrađuju se različite debljine od (0,1) 0,18 do 2 mm;
- **pribor za brisanje**, uglavnom, obična gumica, danas najčešće od plastične mase, zatim specijalna gumica za brisanje tuša i žileti, za brisanje tuša sa pauza (za tzv. radiranje);
- **lepljiva traka** (selotejp) koristi se za lepljenje crteža za tablu;
- **garniture šestara**, danas se izuzetno retko koriste za crtanje krugova;
- **garniture krivuljara**, danas se izuzetno retko koriste za crtanje krivih linija;
- **garniture ruža**, danas se izuzetno retko koriste za crtanje krivih linija;
- **garnitura šablona za tehničko pismo**, danas se izuzetno retko koriste za ispisivanje teksta;
- **trouglovi i lenjiri**, danas se izuzetno retko koriste za crtanje pravih linija;
- **tabla za crtanje**, danas se izuzetno retko koriste za crtanje crteža

PRIBOR ZA CRTANJE



PRIBOR ZA CRTANJE

Pribor za mehanizovano crtanje sastoji se od:

- **računara i odgovarajućeg softvera za crtanje,**
- **printera,** za crtanje (izradu) manjih crteža,
- **plotera,** za crtanje većih crteža.

Pribor za kopiranje sastoji se od:

- **fotokopir aparata,**
- **aparata za kopiranje na ozolid papiru.**

FORMATI TEHNIČKIH CRTEŽA

- Tehnički crteži se crtaju na formatima standardnih veličina
- Korišćenje standardnih formata omogućuje:
 - racionalno korišćenje papira
 - jednobrazno previjanje
 - lakše čuvanje u arhivama

FORMATI TEHNIČKIH CRTEŽA

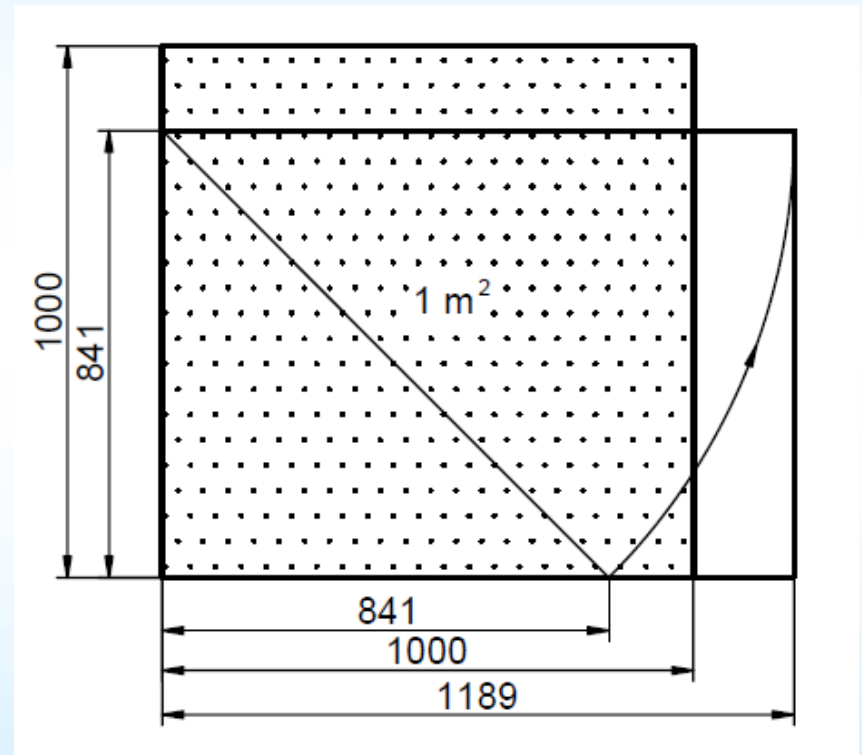
- Kao osnovni format uzet je pravougaonik čija je površina

$$a \times b = 1 \text{ m}^2$$

Odnos stranica je

$$a : b = \sqrt{2}$$

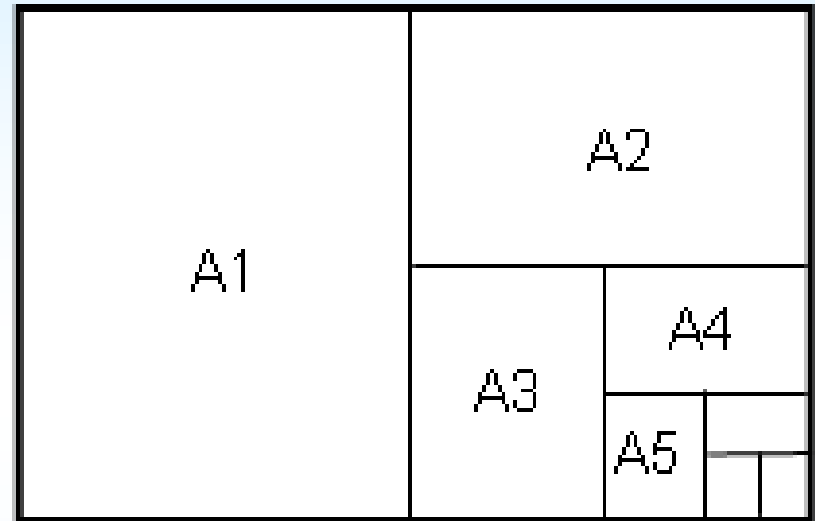
Iz tih uslova izračunate su dužine stranica $a=1189 \text{ mm}$ i $b=841 \text{ mm}$



FORMATI TEHNIČKIH CRTEŽA

- Osnovni format je označen sa A0
- Manji formati se dobijaju polovljenjem većeg formata po dužoj stranici, a njihove oznake su A1, A2, A3 i A4

A0



FORMATI TEHNIČKIH CRTEŽA

Oznake formata osnovnih veličina	Mere, mm
A0	841 × 1189
A1	594 × 841
A2	420 × 594
A3	297 × 420
A4	210 × 297

Oznake formata produženih veličina	Mere, mm
A3 × 3	420 × 891
A3 × 4	420 × 1189
A4 × 3	297 × 630
A4 × 4	297 × 841
A4 × 5	297 × 1051

FORMATI TEHNIČKIH CRTEŽA

Kod svih formata, osim kod formata A4, duža stranica je horizontalna

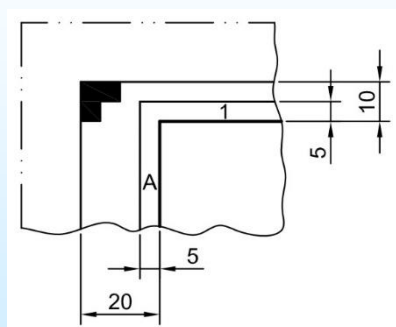
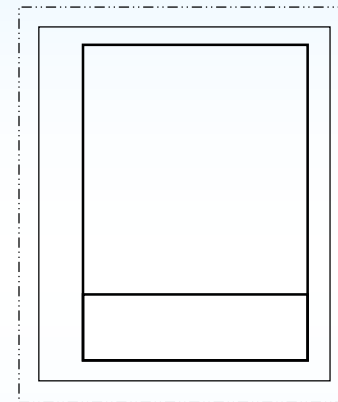
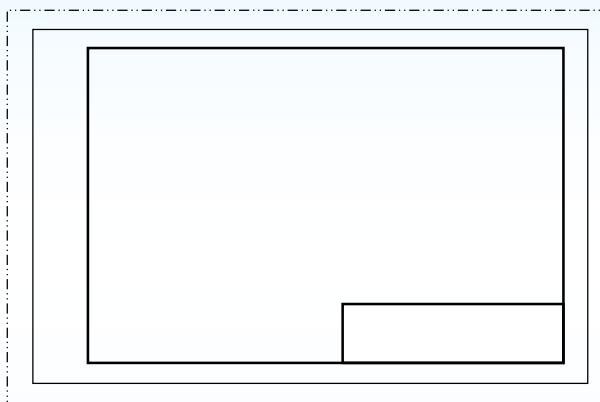
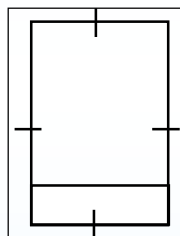
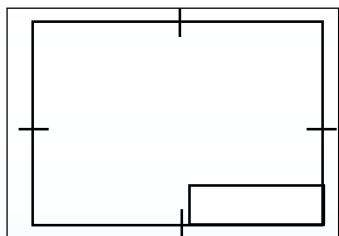
- Prostor za crtanje na svakom formatu je ograničen okvirom crteža

Oznaka formata	Okvir crteža, mm	
	Normalna širina	Najmanja širina
A0, A1	20	10
A2, A3, A4	10	7

FORMATI TEHNIČKIH CRTEŽA

Prema važećem standardu (SRPS EN ISO 5457:2012), na svim formatima se obavezno mora prikazati:

- obavezan prostor za crtanje,
- zaglavlje,
- oznake za centriranje i
- oznake za obrezivanje;

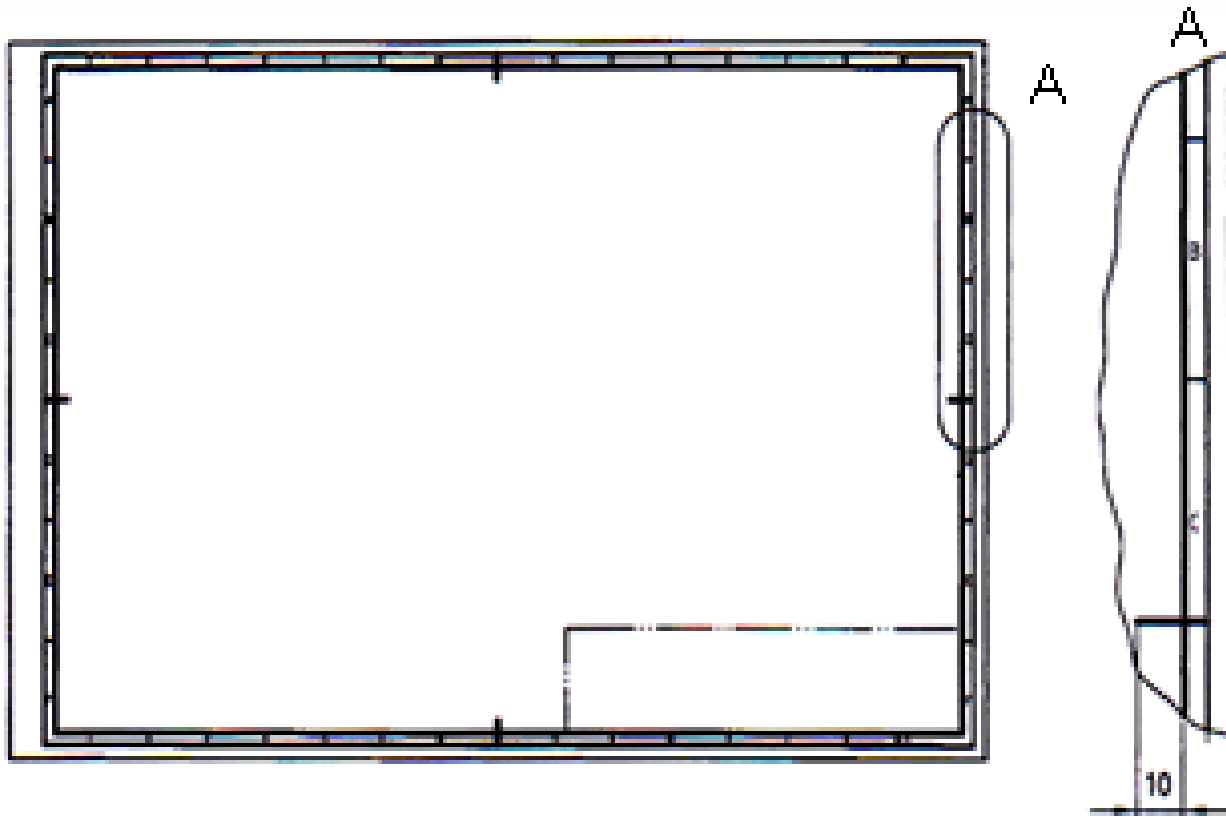


Na svim formatima papira moraju postojati linije po kojima se obrezuju formati (linije opsecanja) i linije kojima se uokviruje prostor za crtanje (sl. 4.3). Standardna širina prostora između te dve linije je: sa leve strane 20 mm a sa svih ostalih po 10 mm. Okvir za ograničavanje površine za crtanje mora biti povučen neprekidnom punom linijom debljine najmanje 0,7 mm.

FORMATI TEHNIČKIH CRTEŽA

dok se, prema potrebi, na formatima mogu prikazati i:

- oznake za orijentaciju,
- referentna metrička skala i
- sistem referentne mreže.



ZAGLAVLJA ZA CRTEŽE

- Svaki tehnički crtež mora imati zaglavlje koje služi za upisivanje osnovnih podataka potrebnih za označavanje, razvrstavanje i upotrebu crteža
- Zaglavlje je uokvireni deo površine u donjem desnom uglu crteža
- Osnovni podaci koje mora sadržati zaglavlje su:
 - naziv crteža
 - razmera
 - broj crteža
 - naziv firme u kojoj je crtež izrađen
 - imena i potpisi osoba odgovornih za crtež

Odgovorno odeljenje	Projektovao	Vrsta dokumenta	Status dokumenta			
(Vlasnik dokumenta)	Konstruisao	Naziv	(Oznaka dokumenta)			
	Odobrio		Rev	Datum izdavanja	Jez	Str

Vlasnik dokumenta	Naziv vlasnika dokumenta ili preduzeća.
Oznaka dokumenta	Oznaka dokumenta vlasnika ili oznaka dokumenta proizvođača.
Naziv	Naziv (prema obliku, a ne prema funkciji), oznaka tipa, oblika i veličine.
Odgovorno odeljenje	Naziv odeljenja u okviru preduzeća koje je odgovorno za izdavanje dokumenta.
Vrsta dokumenta	Upisuje se o kom dokumentu je reč (sklopni crtež, crtež podsklopa, radionički crtež, montažni crtež itd.
Status dokumenta	Prototip, nulta serija, probna serija, glavna serija itd.
Projektovao	Upisuje se ime projektanta ili odgovornog lica za ispravnost tehničkog rešenja.
Konstruisao	Upisuje se ime konstruktora ili odgovornog lica za izradu crteža i unošenje podataka u zaglavlje i sastavnicu.
Odobrio	Upisuje se ime odgovornog lica za tačnost dokumenta.
Revizija	Upisuje se oznaka (stepen) revizije dokumenta, na primer: A, B, itd.
Datum izdavanja	Upisuje se datum kada je izrađen dokument.
Jezik	Upisuje se jezik na kojem je ispisan tekst na dokumentu, na primer SRB.
Strana	Upisuje se redni broj lista dokumenta, kosa crta, i ukupan broj listova dokumenata. Ukupan broj dokumenata sačinjavaju svi crteži, sastavnice i drugi konstrukcioni dokumenti dotičnog proizvoda.
Tolerancije slobodnih mera	Oznaka standarda koji propisuje dozvoljeno odstupanje (tolerancije) slobodnih mera, na primer, ISO 2768-m.
Masa	Neto masa prikazanog dela na crtežu.
Materijal	Oznaka materijala prema propisanom sistemu označavanja. Za odlivke, otkivke i otpreske upisuje se pripadajuća oznaka modela ili crteža.
Razmera	Glavna razmera prikazanog dela i prikaz simbola za način crtanja projekcija.

Tolerancije slob. mera	Masa	Materijal	Razmera			
Odgovorno odeljenje	Projektovao	Vrsta dokumenta	Status dokumenta			
(Vlasnik dokumenta)	Konstruisao	Naziv	(Oznaka dokumenta)			
	Odobrio		Rev	Datum izdavanja	Jez	Str

Vlasnik dokumenta	Naziv vlasnika dokumenta ili preduzeća.
Oznaka dokumenta	Oznaka dokumenta vlasnika ili oznaka dokumenta proizvođača.
Naziv	Naziv (prema obliku, a ne prema funkciji), oznaka tipa, oblika i veličine.
Odgovorno odeljenje	Naziv odeljenja u okviru preduzeća koje je odgovorno za izdavanje dokumenta.
Vrsta dokumenta	Upisuje se o kom dokumentu je reč (sklopni crtež, crtež podsklopa, radionički crtež, montažni crtež itd.
Status dokumenta	Prototip, nulta serija, probna serija, glavna serija itd.
Projektovao	Upisuje se ime projektanta ili odgovornog lica za ispravnost tehničkog rešenja.
Konstruisao	Upisuje se ime konstruktora ili odgovornog lica za izradu crteža i unošenje podataka u zaglavlje i sastavnicu.
Odobrio	Upisuje se ime odgovornog lica za tačnost dokumenta.
Revizija	Upisuje se oznaka (stepen) revizije dokumenta, na primer: A, B, itd.
Datum izdavanja	Upisuje se datum kada je izrađen dokument.
Jezik	Upisuje se jezik na kojem je ispisan tekst na dokumentu, na primer SRB.
Strana	Upisuje se redni broj lista dokumenta, kosa crta, i ukupan broj listova dokumenata. Ukupan broj dokumenata sačinjavaju svi crteži, sastavnice i drugi konstrukcioni dokumenti dotičnog proizvoda.
Tolerancije slobodnih mera	Oznaka standarda koji propisuje dozvoljeno odstupanje (tolerancije) slobodnih mera, na primer, ISO 2768-m.
Masa	Neto masa prikazanog dela na crtežu.
Materijal	Oznaka materijala prema propisanom sistemu označavanja. Za odlivke, otkivke i otpreske upisuje se pripadajuća oznaka modela ili crteža

SASTAVNICE

- **Sastavnica je popis svih standardnih i nestandardnih delova i materijala koji su potrebni za sastavljanje celine prikazane crtežom**
- **Kada se sastavnica koristi na crtežu koji ima zaglavlje, tada se ona crta iznad zaglavlja i ispunjava odozdo na gore prema rednom broju pozicija**

Poz	Ozn. dela	Naziv - Oblik i veličina	Standard Oznaka crteža	Materijal	Komada	Napomena
-----	-----------	--------------------------	---------------------------	-----------	--------	----------

Poz.	Upisuje se redni broj pozicije ugrađenog dela na dotičnom sklopnom crtežu. Pozicije se upisuju po rastućem redosledu odozdo na gore, ukoliko je sastavnica nacrtana u sklopu sklopnog crteža.					
Oznaka dela	Klasifikaciona oznaka dela dotične pozicije. Ova oznaka se određuje u skladu sa internim propisom za označavanje.					
Naziv - oblik i veličina	Upisuje se naziv iz zaglavlja odgovarajućeg crteža. Za standardne delove upisuje se naziv, oblik i veličina.					
Standard - oznaka crteža	Za standardne delove upisuje se oznaka i broj standarda, a za ostale upisuje se broj crteža na kojem je prikazan taj deo.					
Materijal - primedbe	Oznaka materijala ili broj (modela) poluproizvoda (odlivka, otkivka, otpreska) ili kataloška oznaka i naziv dobavljača, za delove koji se nabavljaju na tržištu.					
Kom.	Količina (u komadima) koji pripada jednom sklopu.					
Napom.	Dopunska oznaka, koja se upisuje samo u slučaju potrebe, i predstavlja dopunsko objašnjenje. Na primer, ako se količina u polju «Kom» iskazuje u metrima, onda se u ovoj rubrici upisuje «m», ili ako se želi naglasiti proizvođač od kojeg se želi kupiti gotov proizvod onda se u ovoj rubrici navodi njegov naziv, na primer, SKF.					

SASTAVNICE

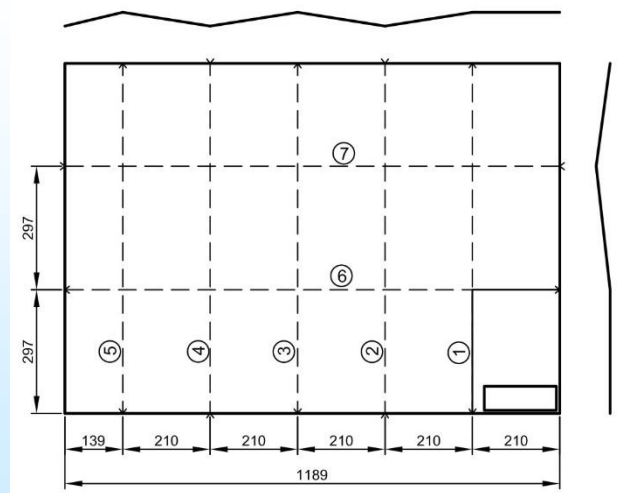
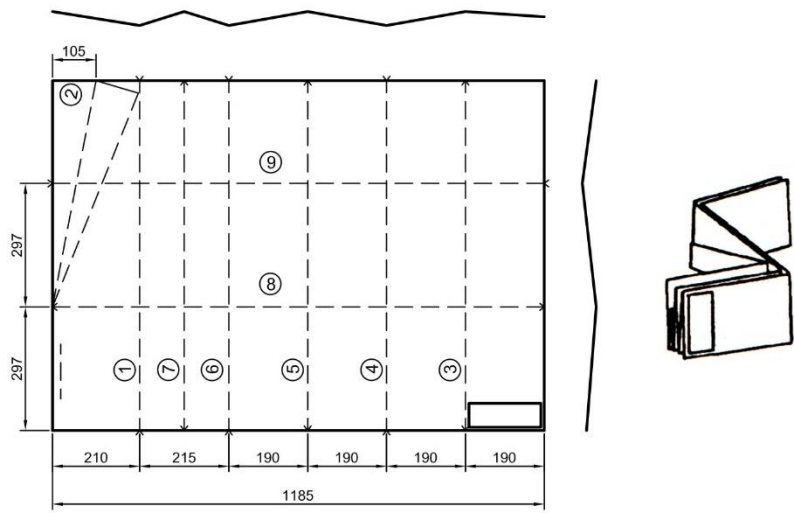
Sastavnica oblika A

3					
2					
1					
<i>Poz.</i>	<i>Kol.</i>	<i>Jm.</i>	<i>Naziv</i>	<i>Standard-izabrane karakteristike</i>	<i>Primedba</i>

SAVIJANJE CRTEŽA

Da bi se omogućilo lako korišćenje i čuvanje crteža poželjno je da su oni manjih dimenzija, uglavnom, formata A4. Ukoliko su crteži većeg formata, što je veoma čest slučaj, crteži se, po posebnoj proceduri, savijaju na format A4, pri čemu treba posebno istaći da se originalni crteži na pausu ne savijaju, jer se paus papir lomi. Pri savijanju crteža treba razlikovati dva načina savijanja:

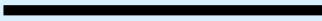
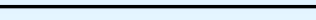

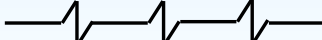




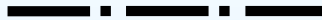

- savijanje crteža za ulaganje u mapu sa mehanizmom za povezivanje i
- savijanje crteža za ulaganje u mapu bez mehanizma.



TIPOVI I DEBLJINE LINIJA

- Standardom su propisane vrste linija koje se mogu upotrebljavati u tehničkom crtanju
- Svaka linija ima svoj naziv, oznaku, tačno propisan oblik, debljinu i primenu
- Na crtežima se koriste dve debljine linija čiji je odnos 2:1.
- Standardne debljine linija su: 0,25; 0,35; 0,5; 0,7; 1,0; 1,4 i 2,0 *mm*

Oznaka formata	Debljina linije, mm	
	Debela	Tanka
A0, A1	0,7	0,35
A2, A3, A4	0,5	0,25

Oznaka	Izgled linije	Opis	Debljina linije grupe 0,5
A		Puna debela	0,5
B		Puna tanka	0,25
C		Puna tanka izvučena slobodnom rukom	0,25
D ¹		Puna tanka sa cik-cakom	0,25
E ²		Isprekidana, debela	0,5
F		Isprekidana, tanka	0,25
G		Crta-tačka-crta, tanka	0,25
H		Crta-tačka-crta, tanka, zadebljana na krajevima i mestima promene pravca	0,25/0,5
J		Crta-tačka-crta, debela	0,5
K		Crta-dve tačke-crta, tanka	0,25

Napomena: 1 - Ovaj tip linije podesan je za izradu crteža mehanizovanim postupkom.

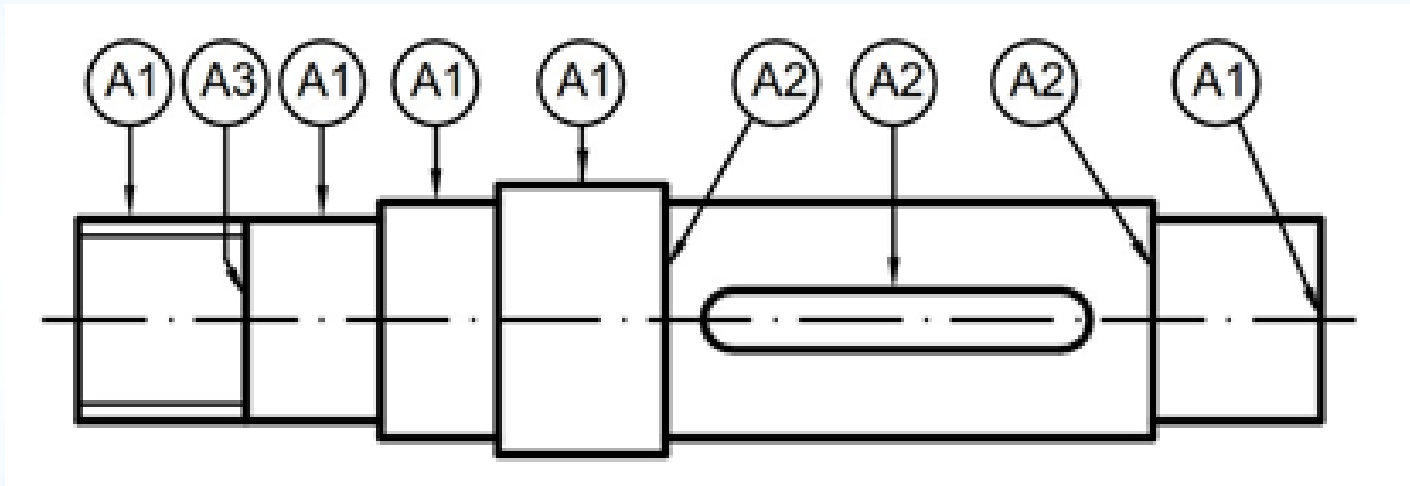
2 - Standard je predvideo dve alternative, ali na jednom crtežu treba koristiti samo jedan tip linije (preporučuje se linija oznake F).

Puna debela linija oznake A koristi se za:

A1 - vidljive konturne linije,

A2 - vidljive ivice i

A3 - završetak navoja.



Puna tanka linija oznake B koristi se za:

B1 - linije imaginarnih prodora,

B2 - kotne linije,

B3 - pomoćne kotne linije,

B4 - pokazne linije,

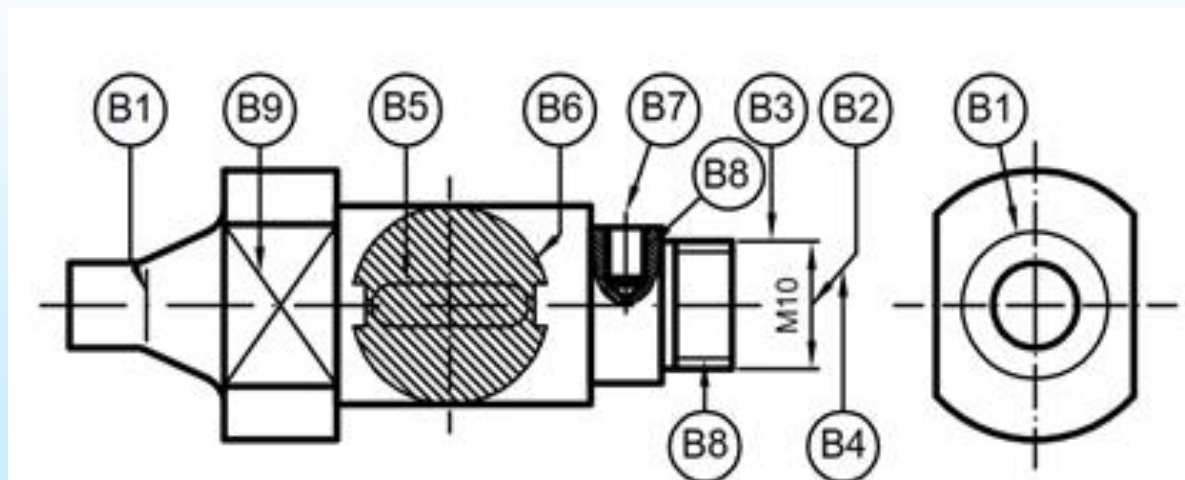
B5 - šrafuru.

B6 - konture zaokrenutih preseka,

B7 - kratke osne linije,

B8 - spoljni prečnik unutrašnjeg navoja i
unutrašnji prečnik spoljnjeg navoja

B9 - dijagonale za označavanje ravnih
površina.



Puna tanka linija, izvučena slobodnom rukom, oznake C koristi se za: C1 - granične linije delimičnih ili skraćenih pogleda ili preseka.

Puna tanka linija sa cik-cakom, oznake D koristi se na istim mestima kao i linija C u slučaju da se crteži izrađuju mehanizovanim postupkom.

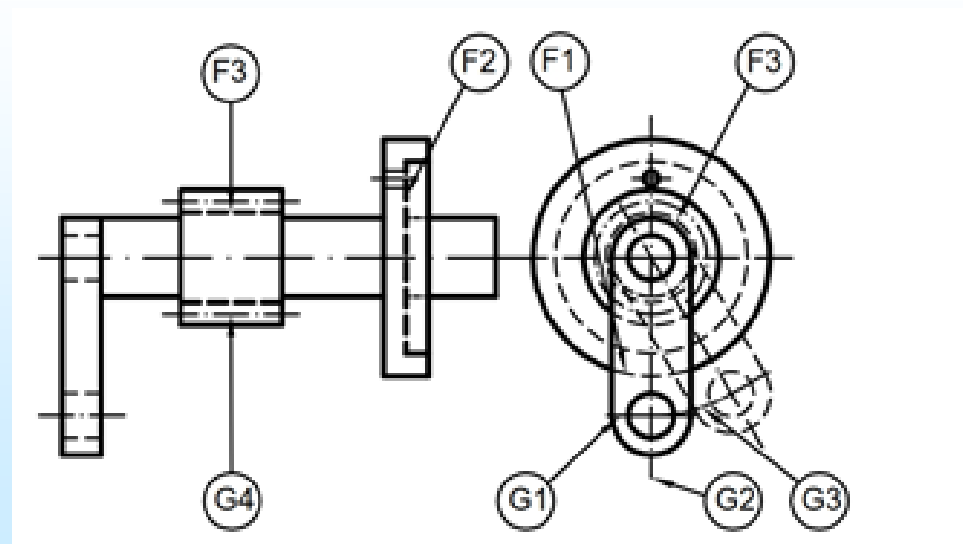
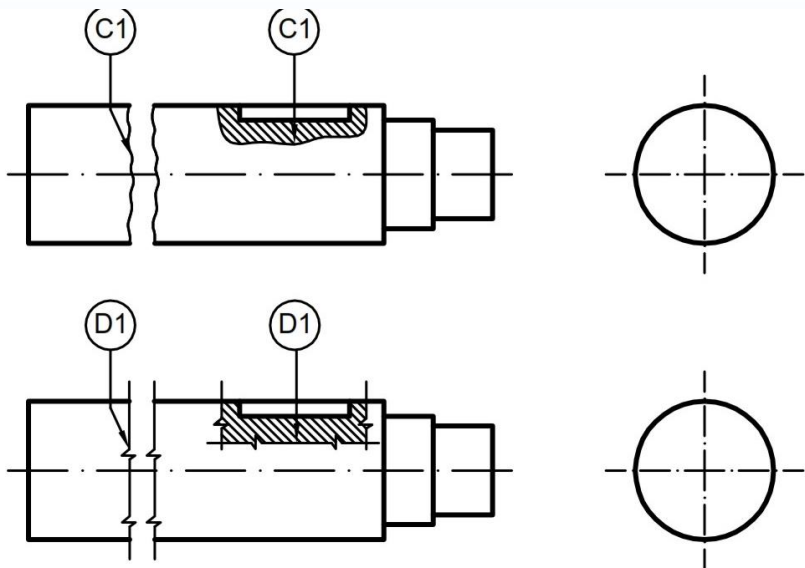
Isprekidana debela linija, oznake E koristi se na istim mestima kao i linija **oznake F** (ove dve linije su alternativne), ali se zbog bolje preglednosti crteža obično preporučuje linija F.

Isprekidana tanka linija, oznake F koristi se za:

F1 - zaklonjene konture,

F2 - zaklonjene ivice i

F3 - podnožne kružnice zupčanika, puževa i pužnih zupčanika.



Tanka crta-tačka-crta linija, oznake G koristi se za:

G1 - osne linije,

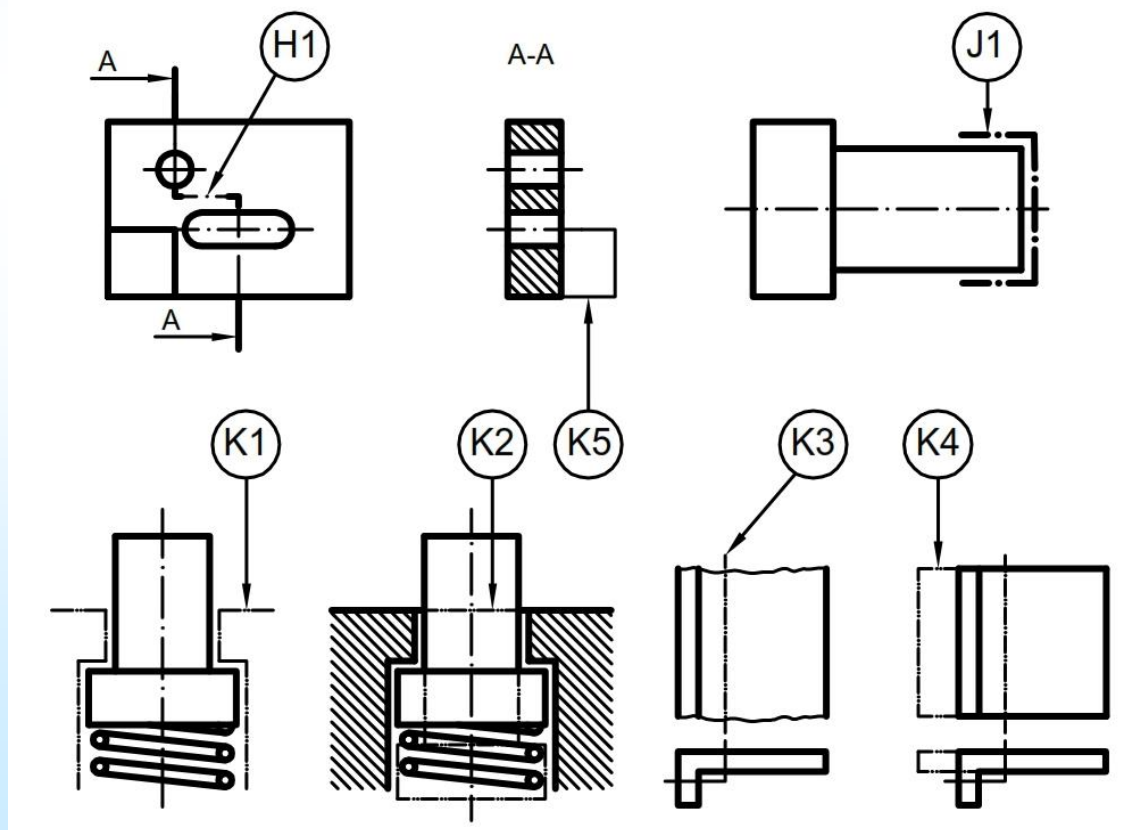
G2 - simetrale,

G3 - trajektorije (putanje) i

G4 - podeone krugove kod zupčanika, puževa i pužnih zupčanika.

Tanka crta-tačka-crta linija sa zadebljanjem na krajevima i mestima promene pravca, oznake H koristi se za:

H1 - prikazivanje ravni preseka.



Debela crta-tačka-crta linija, oznake J koristi se za:

J1 - prikazivanje linija ili površina kojima su postavljeni specijalni zahtevi.

Tanka crta-dve tačke-crta linija, oznake K koristi se za:

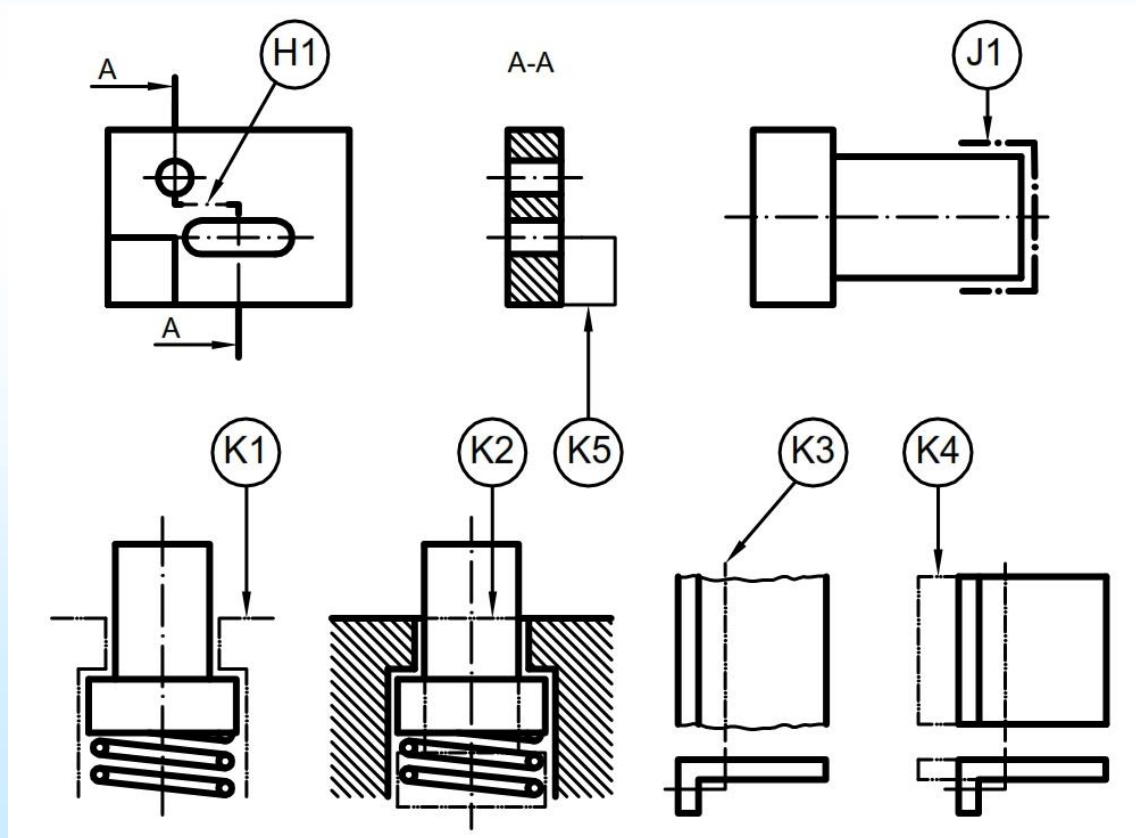
K1 - konture susednih delova,

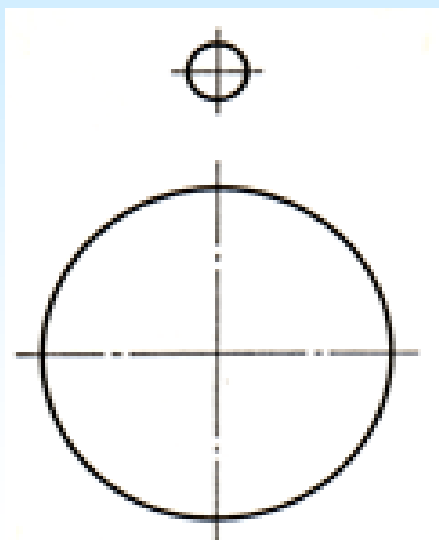
K2 - alternativne i krajnje položaje pokretnih delova,

K3 - težišne linije,

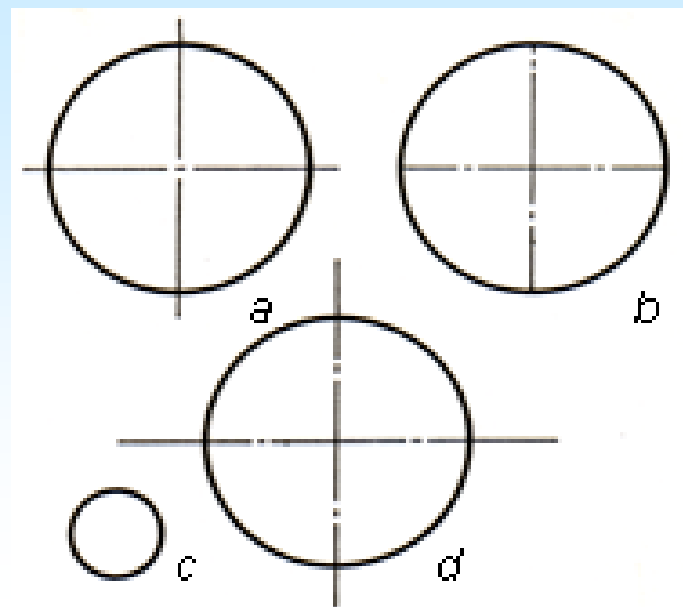
K4 - delove koji se nalaze ispred ravni preseka i

K5 - dodaci za mašinsku obradu



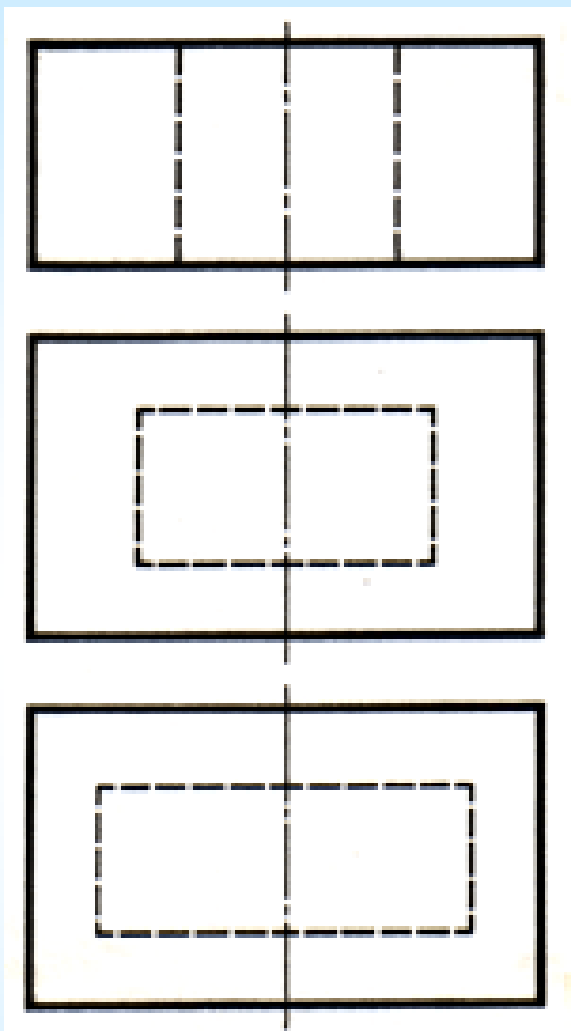


Pravilno nacrtane simetrane

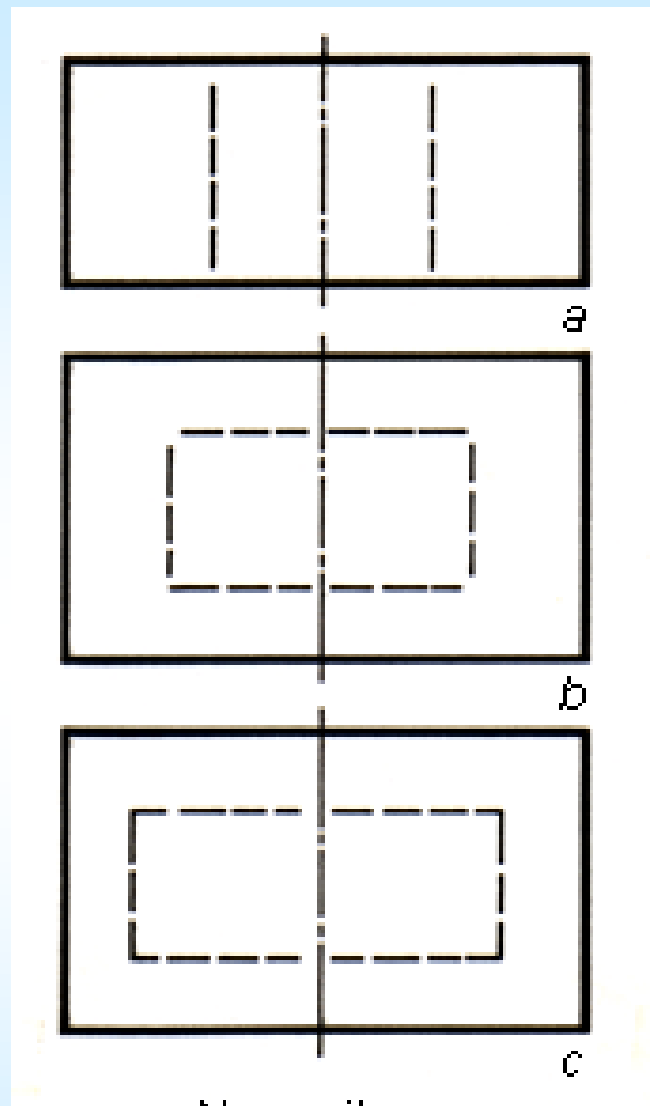


Nepravilno nacrtane simetrane

(a) ne seku se duže stranice, (b) ne izlaze van predmeta, (c) nisu nacrtane i (d) previše



Pravilno



Nepravilno

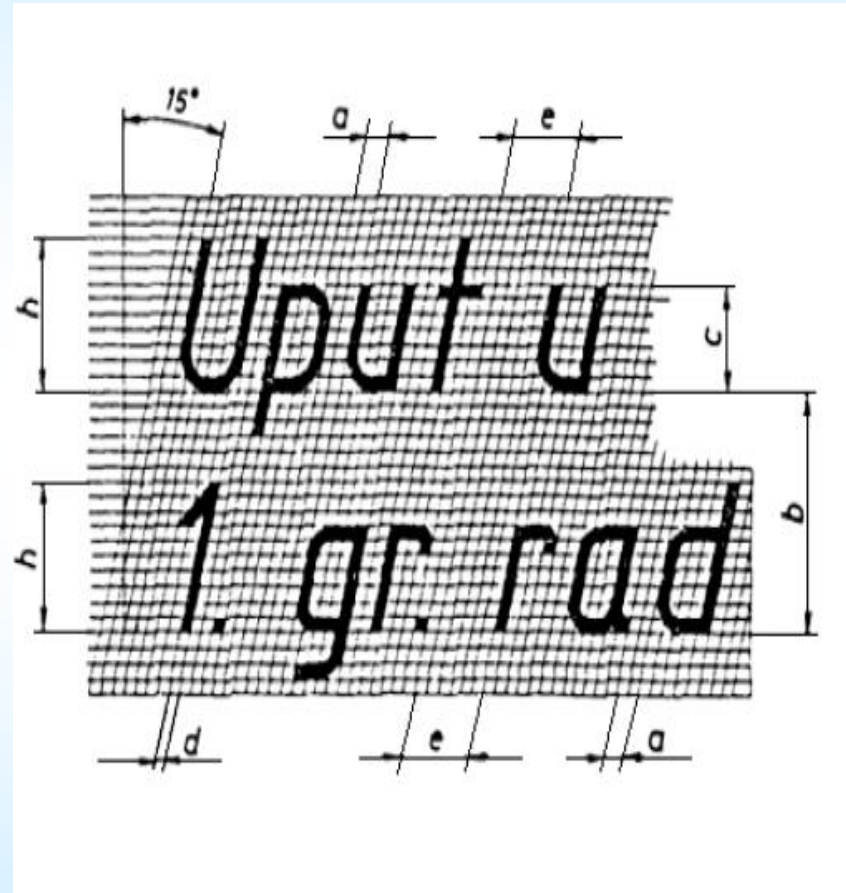
OPŠTI STANDARDI U TEHNIČKOM CRTANJU

TEHNIČKO PISMO

- Za ispisivanje natpisa, oznaka i brojeva u tehničkim crtežima koristi se tehničko pismo
- Tehničko pismo sadrži mala i velika slova ćirilice, latinice i grčkog alfabeta, arapske i rimske cifre i znake interpunkcije
- Tehničko pismo može biti pravo ili koso, pod uglom od 15° prema vertikali

TEHNIČKO PISMO

- Standardom su propisane visine h tehničkog pisma: 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14 i 20 mm
- Visina tehničkog pisma određuje se prema veličini raspoloživog prostora, pri čemu se vodi računa o lepoti i preglednosti crteža



TEHNIČKO PISMO

Veličine tehničkog pisma

Karakteristike		Tip A	Tip B
Visina velikih slova	h	(14/14)h	(10/10)h
Visina malih slova	c	(10/14)h	(7/10)h
Rastojanje između slova ili brojki	a	(2/14)h	(2/10)h
Najmanje rastojanje između osnovnih linija	b	(22/14)h	(16/10)h
Najmanje rastojanje između reči	e	(6/14)h	(6/10)h
Debljina linija	d	(1/14)h	(1/10)h

TEHNIČKO PISMO

Ćirilično pismo tipa B -koso



Latinično pismo tipa B -koso



RAZMERE (SRPS A.A0.106)

- Predmeti se u tehničkim crtežima mogu prikazati u stvarnoj veličini, uvećano ili umanjeno
- Razmera je odnos dužine linije na crtežu i dužine u prirodi koju ta linija predstavlja
- Izbor razmere zavisi od veličine predmeta i njegove složenosti
- Predmeti velikih dimenzija i jednostavnog oblika crtaju se umanjeno
- Predmeti malih dimenzija i složenog oblika ponekad se moraju jasnije prikazati, pa se tada crtaju uvećano
- Bez obzira na to da li je predmet nacrtan u stvarnoj veličini, uvećano ili umanjeno, pri kotiranju u crtež se unose stvarne mere predmeta

RAZMERE (SRPS A.A0.106)

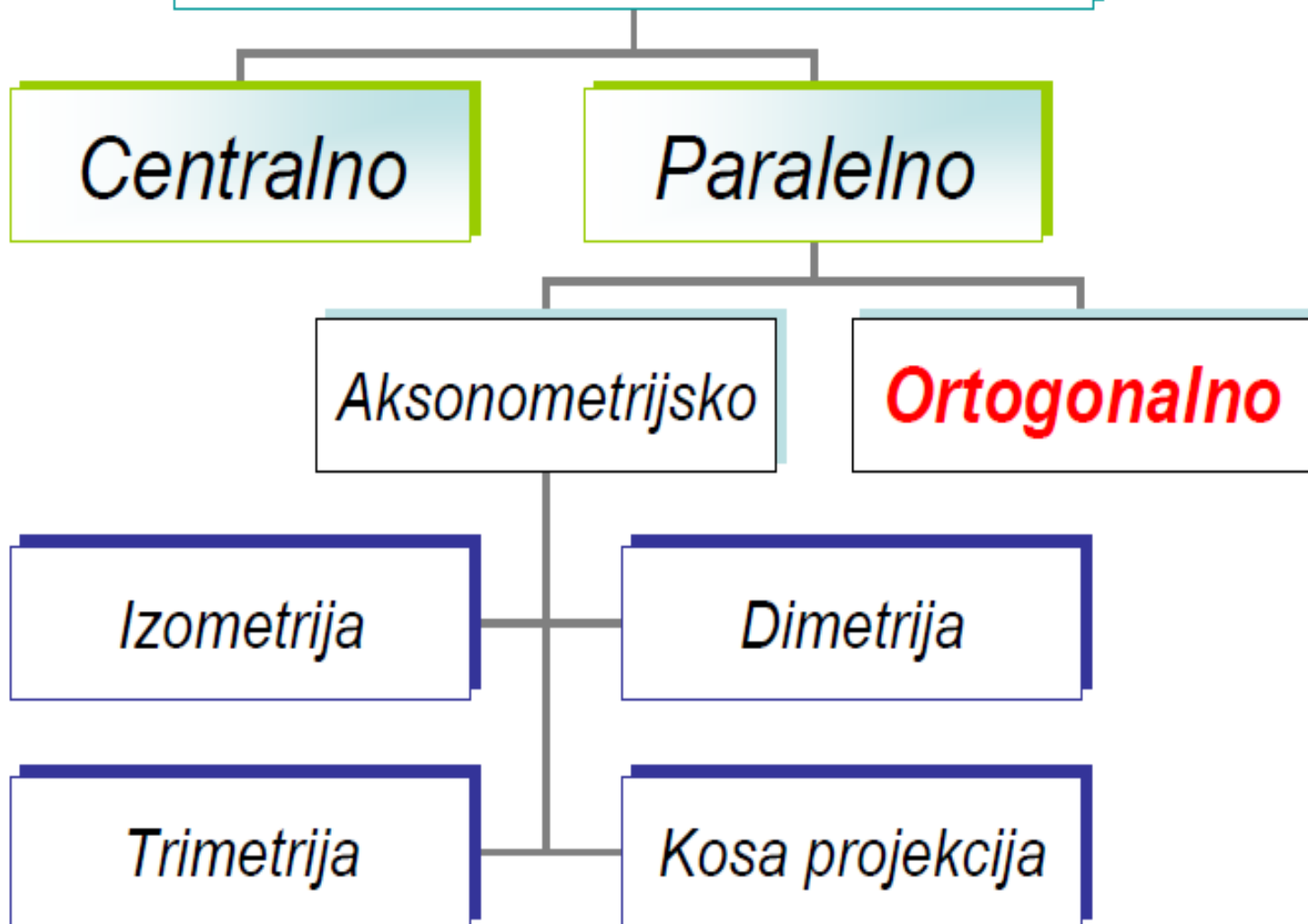
- Razmera se upisuje u odgovarajuće polje zaglavlja
- Oznaka razmere sadrži reč "razmera" ili samo brojke
- Primer: Razmera 1:5 ili samo 1:5

Stvarna veličina	1:1		
Umanjenje	1:2	1:5	1:10
	1:20	1:50	1:100
	1:200	1:500	1:1000
Uvećanje	2:1	5:1	10:1
	20:1	50:1	100:1

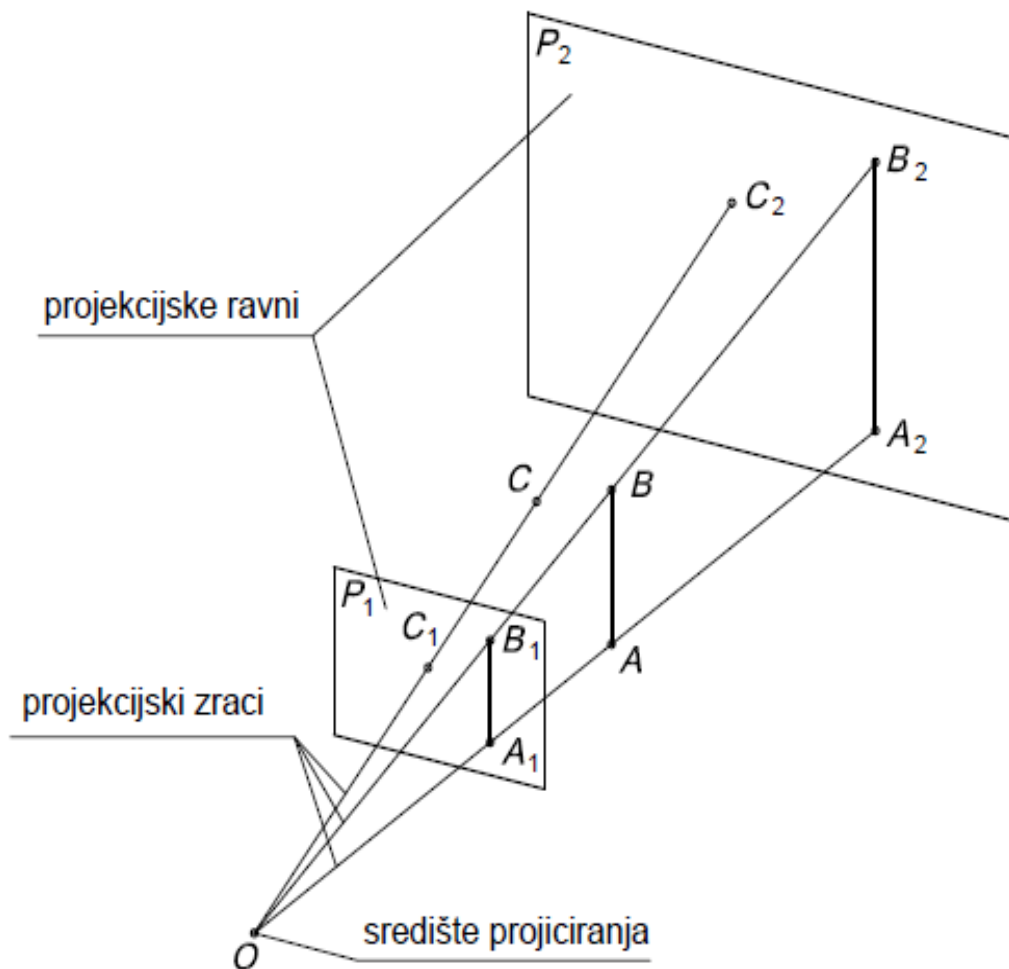
PRIKAZIVANJE PREDMETA NA CRTEŽU

- **Cilj tehničkog crtanja je prikaz prostornog dela u ravni crteža**
- **Prostorni deo je geometrijsko telo ili sklop geometrijskih tela**
- **Oblik dela se prikazuje na crtežu projiciranjem**
- **Projekcija je prikaz trodimenzionalnog predmeta u ravni**

Projiciranje na ravan

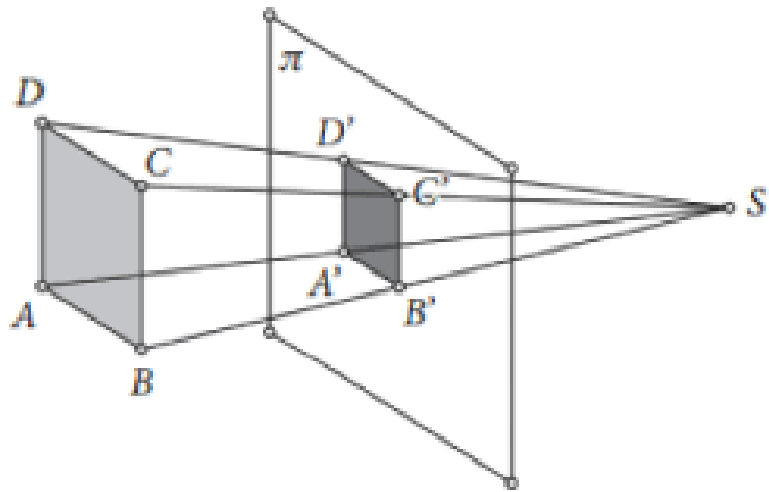
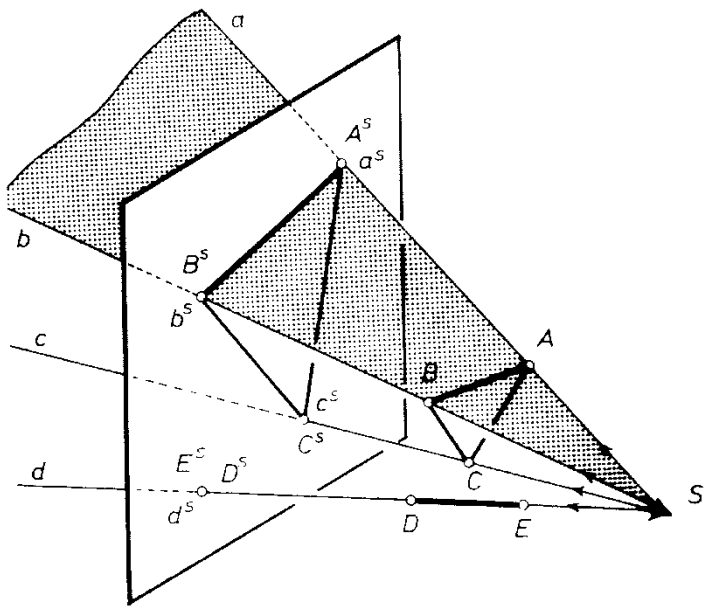


CENTRALNA PROJEKCIJA - PERSPEKTIVA

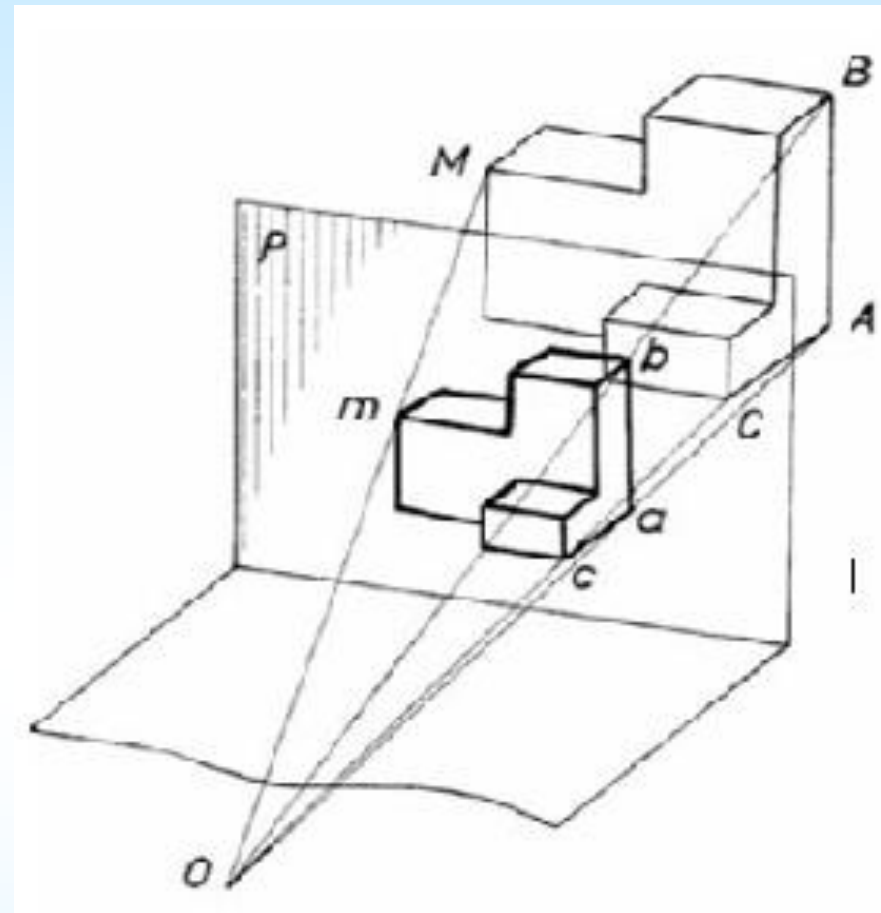


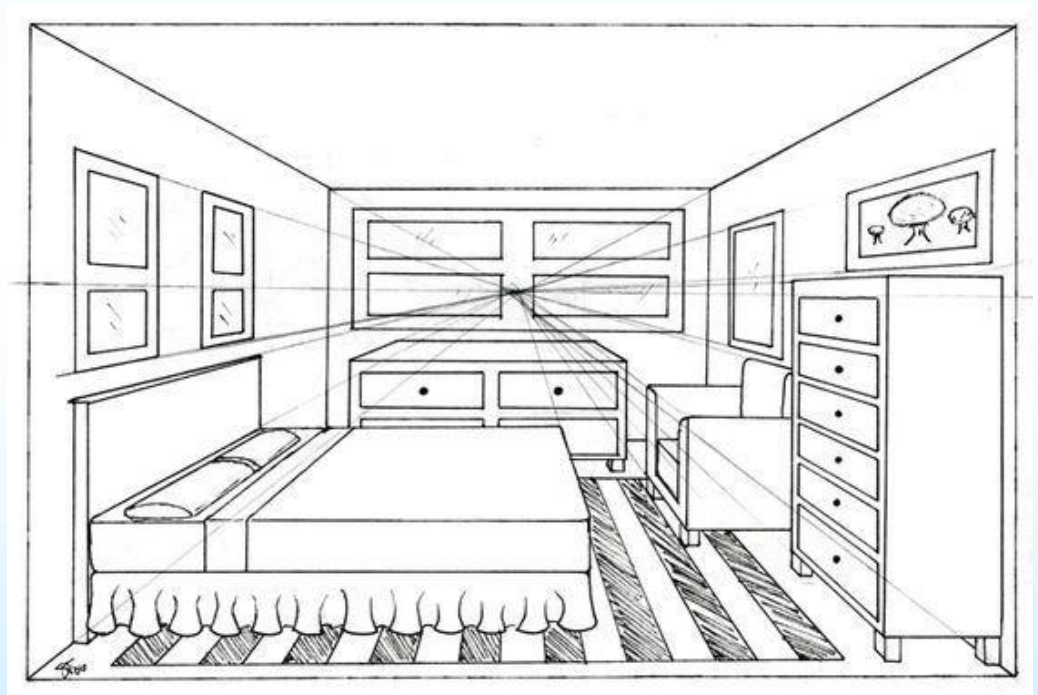
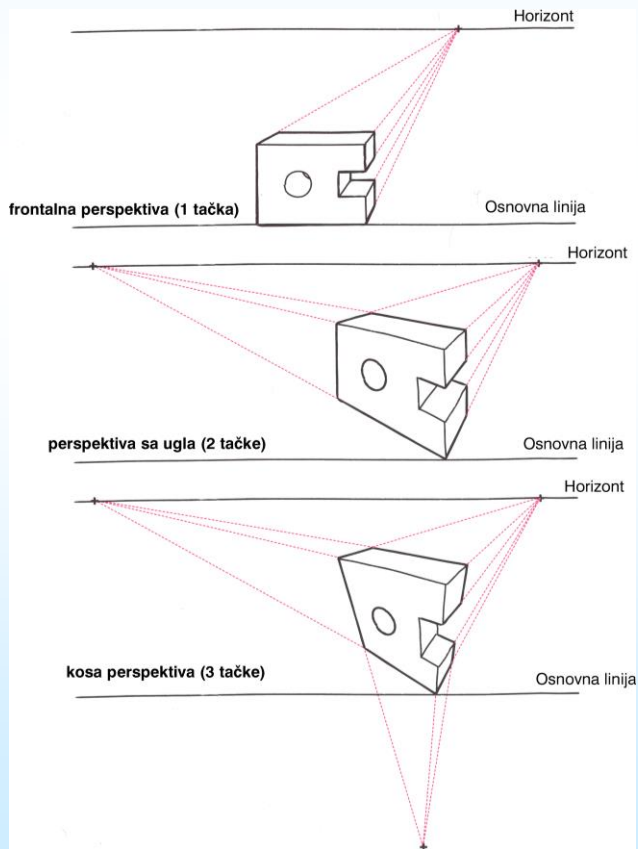
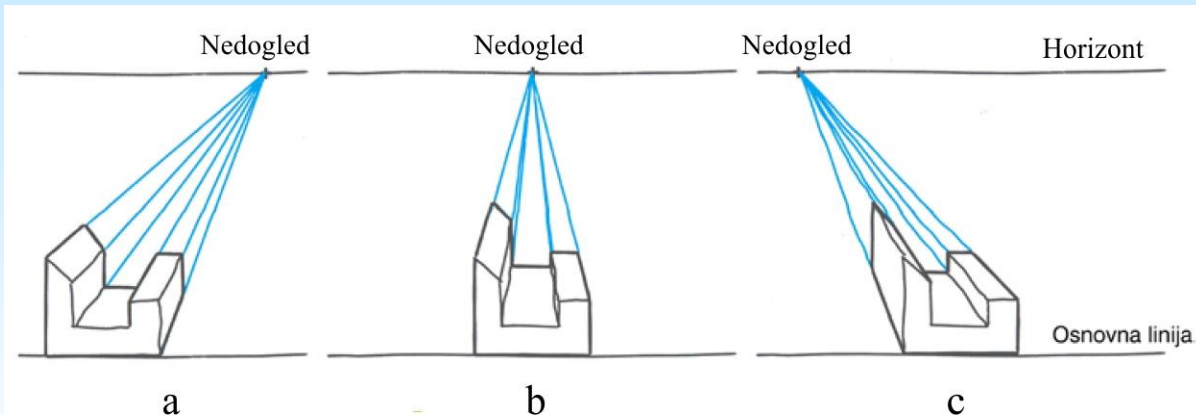
C_1, C_2 – projekcije
tačke C

A_1B_1, A_2B_2 –
projekcije duži AB

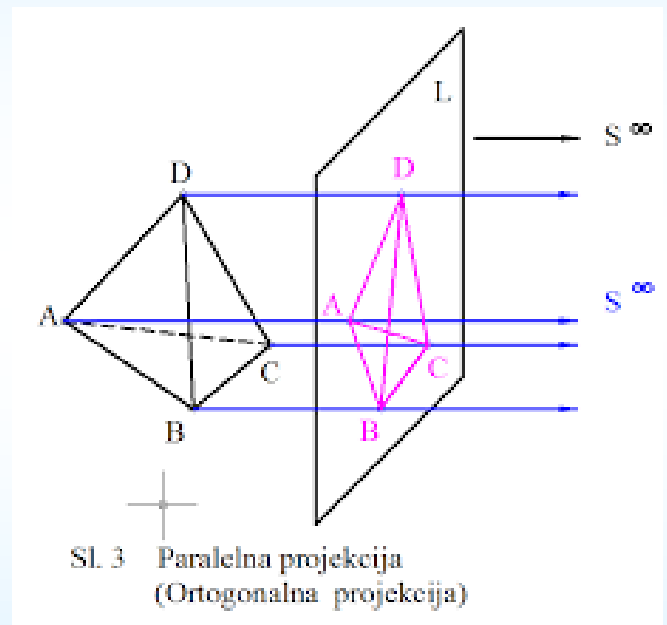
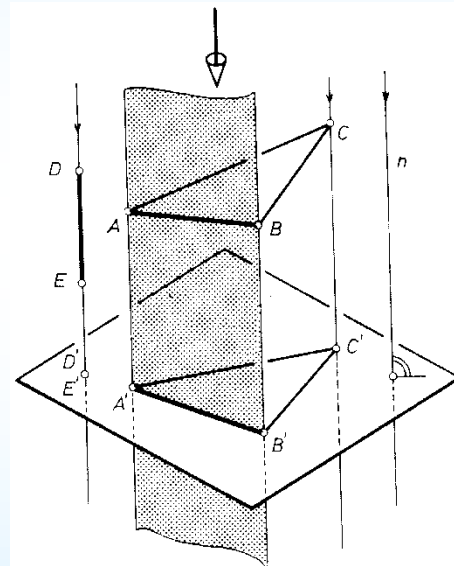
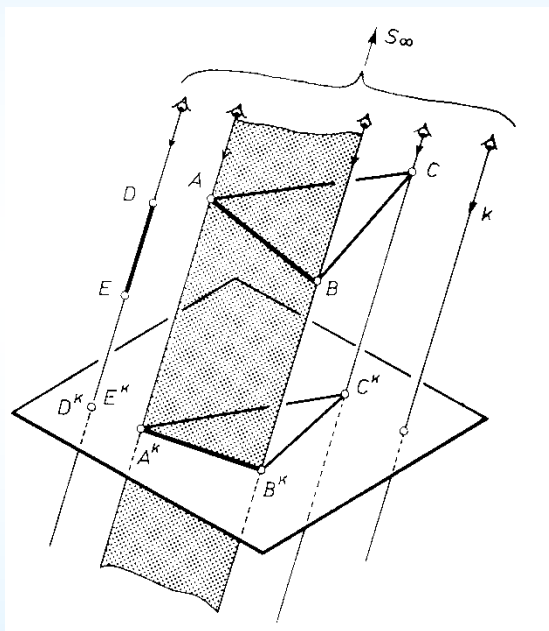


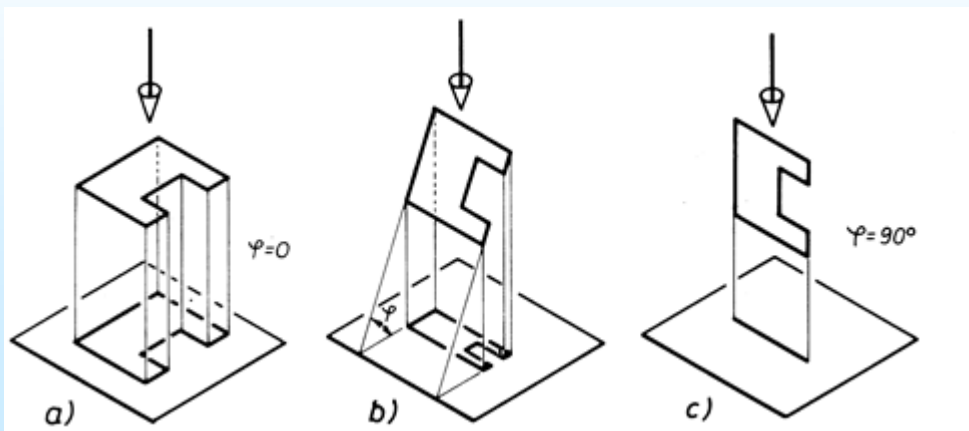
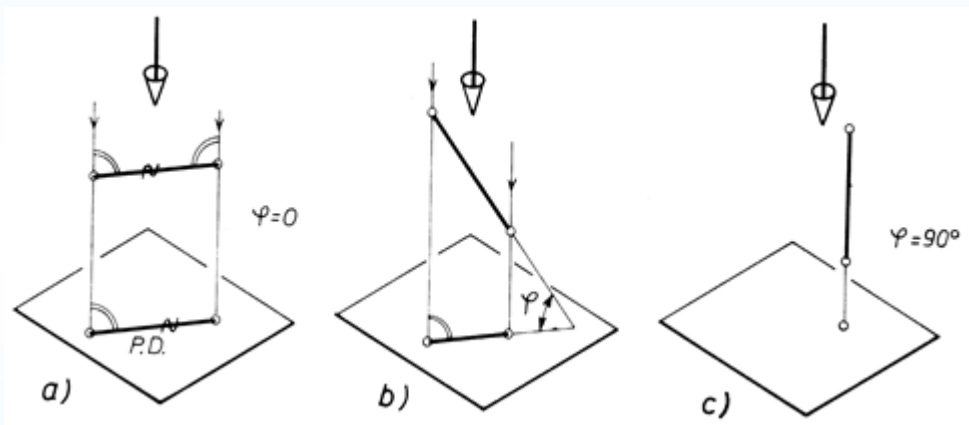
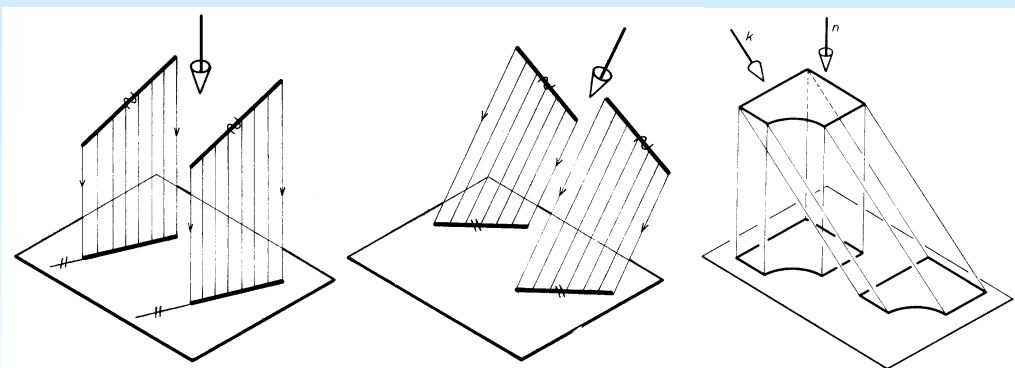
Slika 69.



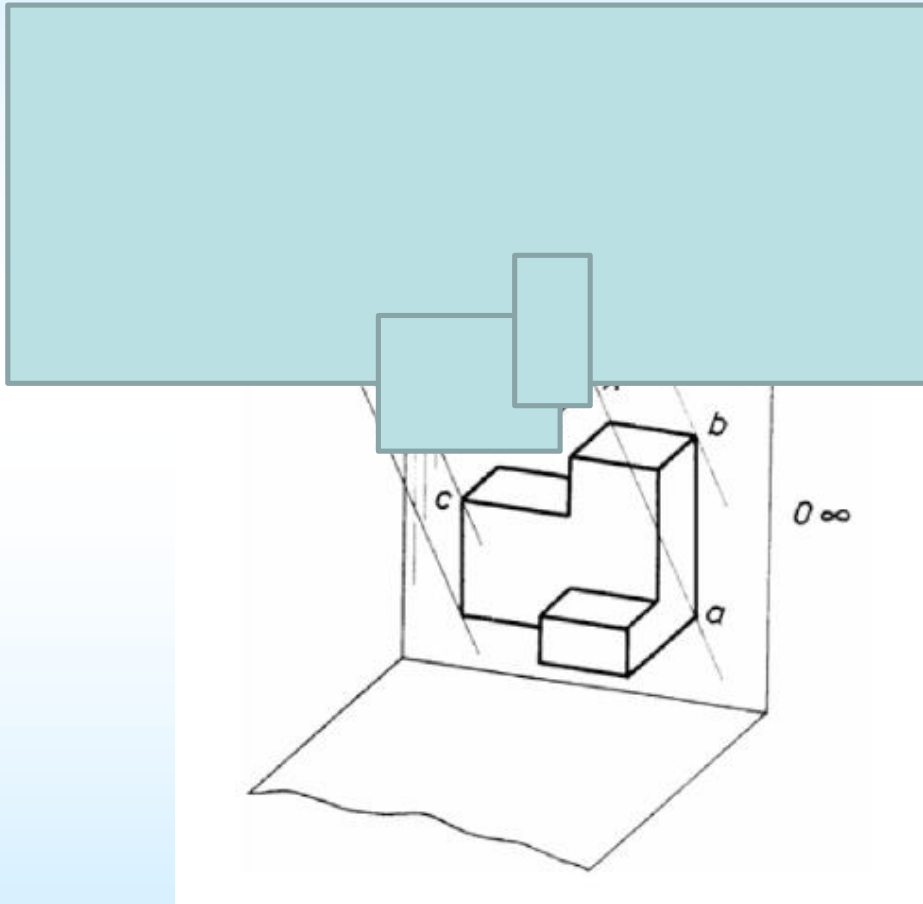


PARALELNO PROJICIRANJE

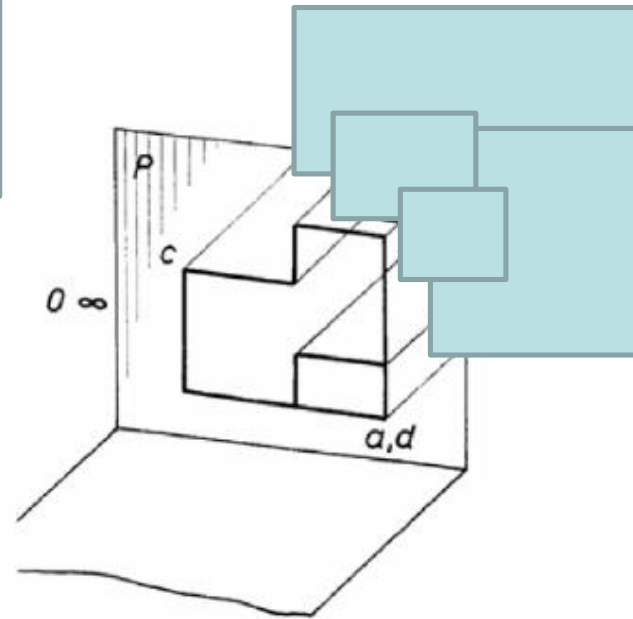




PARALELNO PROJICIRANJE



Ortogonalno projiciranje

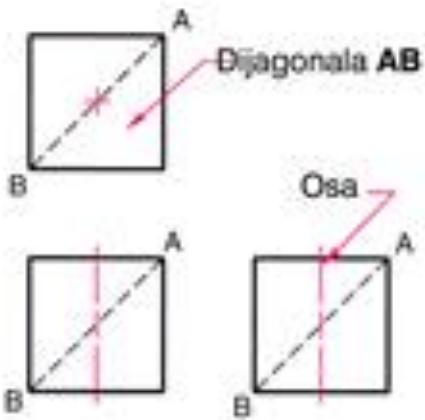
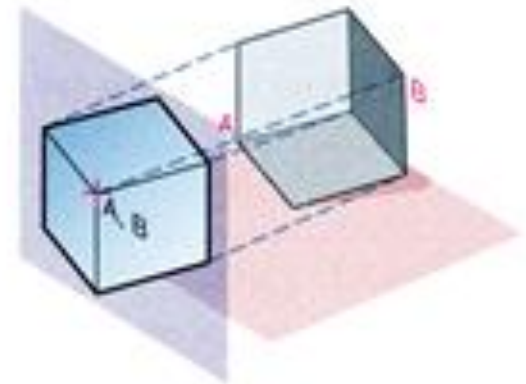
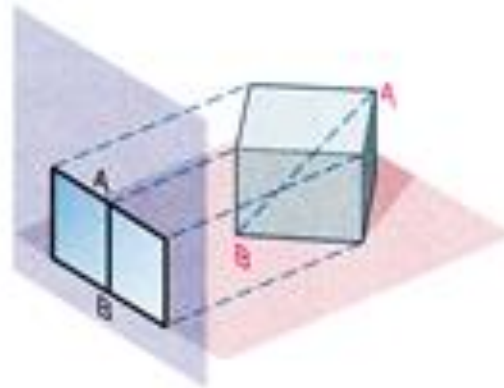
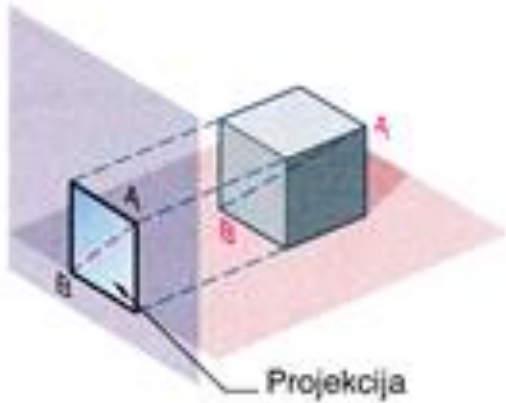


PARALELNO PROJICIRANJE

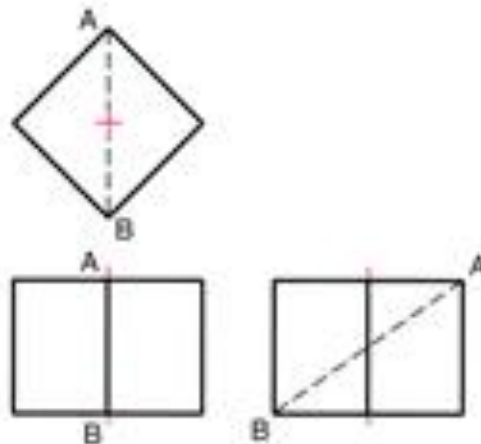
Aksonometrijsko projiciranje_prostorni prikaz

- Kod prostornog prikaza vidljive su sve tri glavne dimenzije predmeta
- Da bi se objekti iz trodimenzionalnog prostora mogli projicirati na dvodimenzionalnu ravan neophodno je bar jednu prostornu dimenziju prikazati pod nekim uglom –**aksonometrijskom projekcijom**
- Za razliku od perspektive, kod aksonometrije paralelne ivice na predmetu zadržavaju takav položaj i na crtežu

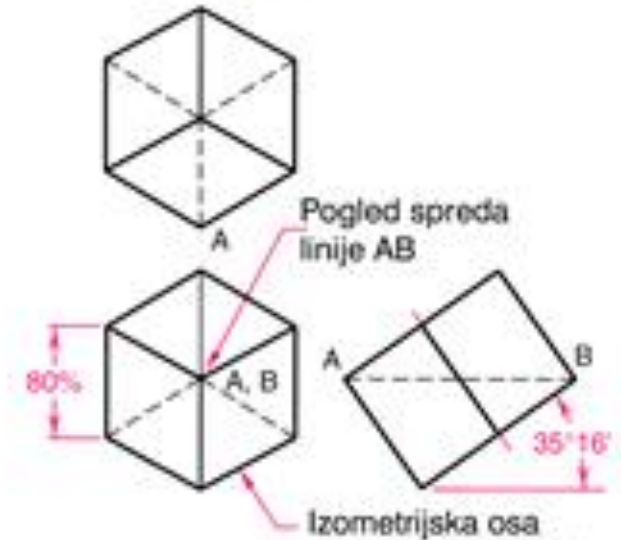
PARALELNO PROJICIRANJE



A) Normalni pogledi kocke



B) Kocka rotirana 45° oko ose

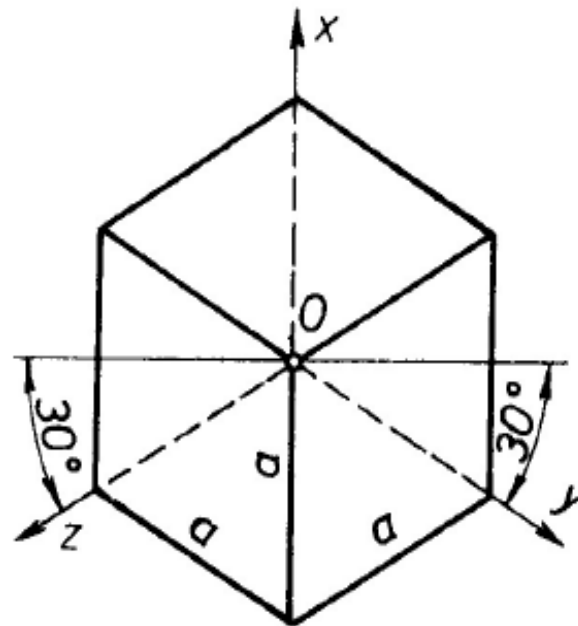


C) Kocka rotirana unapred za $35^\circ 16'$

AKSONOMETRIJSKO PROJICIRANJE

Izometrija

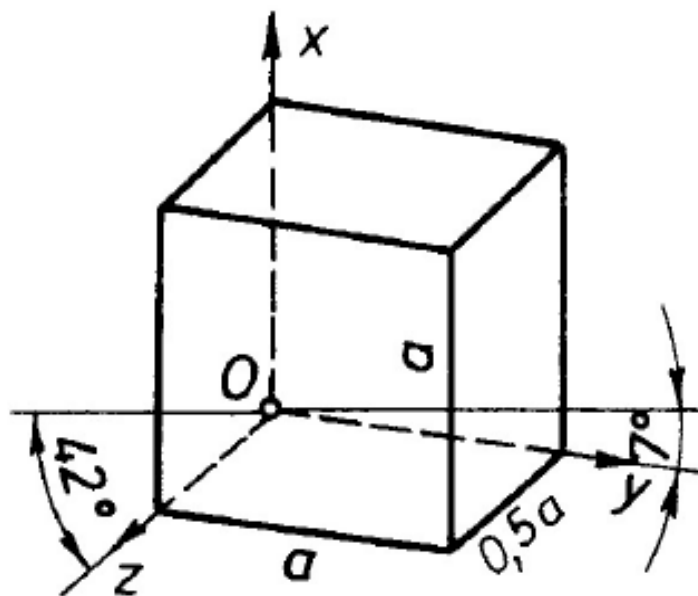
Ose su ravnomerno raspoređene pod uglovima od 120° ,
nema skraćenja u smeru osa



AKSONOMETRIJSKO PROJICIRANJE

Dimetrija

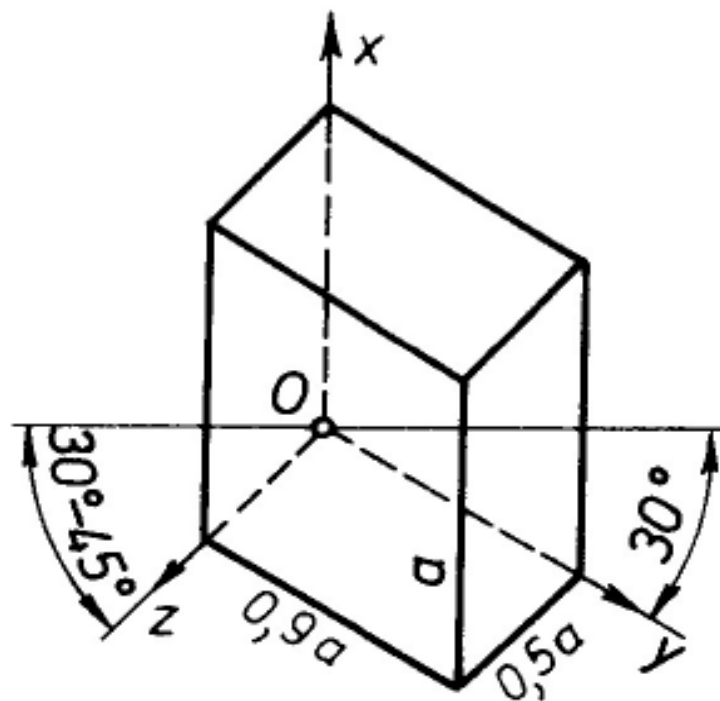
Dve ose su pod uglovima od 7° i 90° bez skraćenja, a jedna pod uglom od 42° sa skraćenjem 1:2



AKSONOMETRIJSKO PROJICIRANJE

Trimetrija

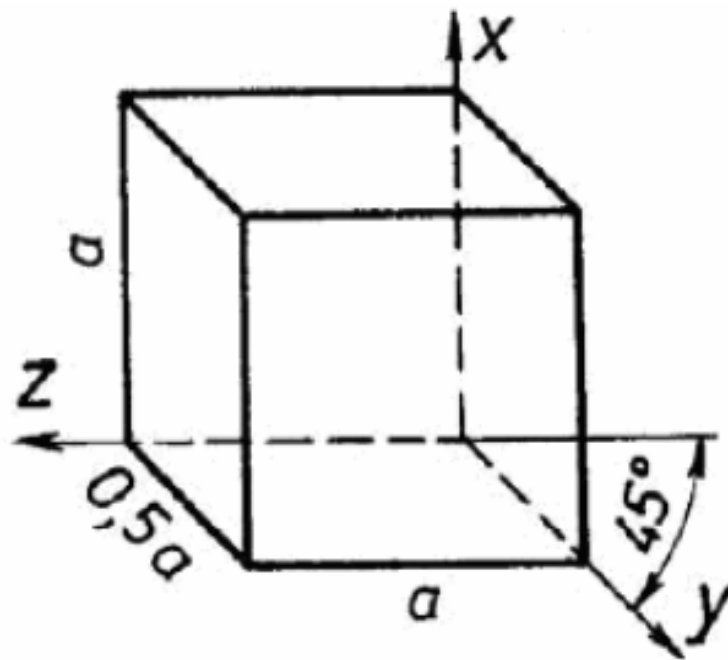
Svaka osa ima drugačiji nagib i skraćenje



AKSONOMETRIJSKO PROJICIRANJE

Kosa projekcija

Dve ose su pod uglom od 90° i bez skraćenja, a treća je pod uglom od 30° , 45° ili 60° s proizvoljnim skraćenjem



ORTOGONALNO PROJICIRANJE

- Aksonometrijske projekcije su pogodne za prostorno razumevanje oblika predmeta, ali imaju nedostatke u pogledu predstavljanja stvarnih dimenzija
- U tehničkom crtanju prostornih delova za prikazivanje predmeta na crtežu po pravilu se primenjuje ortogonalno projiciranje
- Najveći broj delova predstavlja geometrijska tela sa međusobno upravnim površinama

ORTOGONALNO PROJICIRANJE

Kod ortogonalnog projiciranja u tehničkom crtanju koriste se sledeći pojmovi:

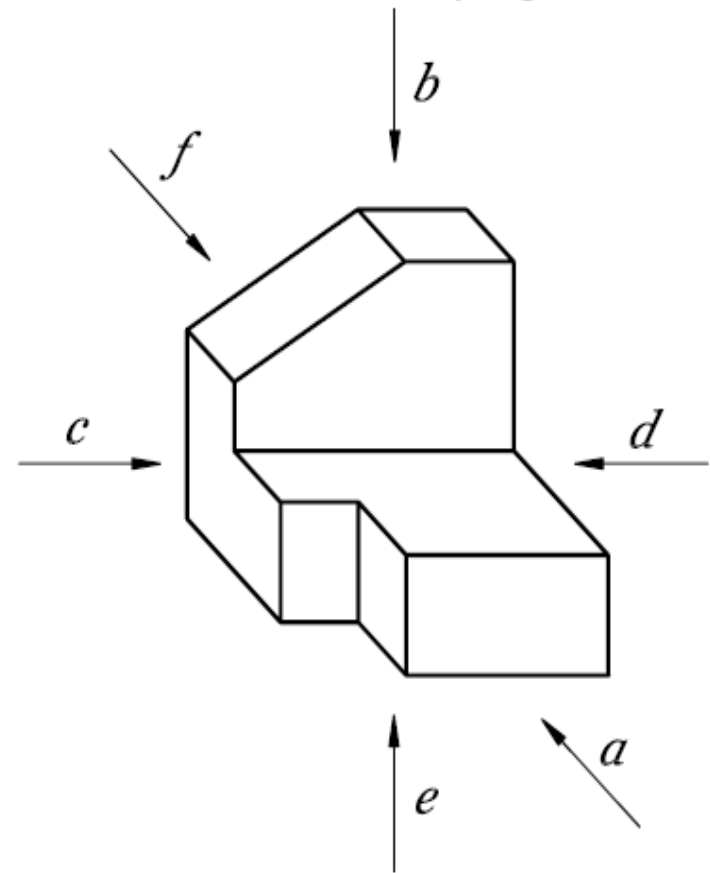
- Projekcija – izgled
- Projekcijski zrak - pogled

ORTOGONALNO PROJICIRANJE

U ortogonalnom projiciranju ima ukupno šest osnovnih pogleda:

- pogled u pravcu a - pogled spreda (glavni),
- pogled u pravcu b - pogled odozgo,
- pogled u pravcu c - pogled s leve strane,
- pogled u pravcu d - pogled s desne strane,
- pogled u pravcu e - pogled odozdo,
- pogled u pravcu f - pogled straga.

Prikaz različitih pogleda

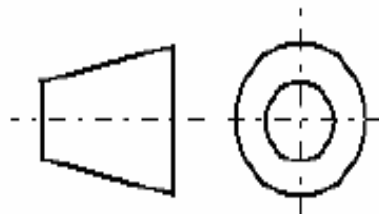


ORTOGONALNO PROJICIRANJE

Načini ortogonalnog projiciranja

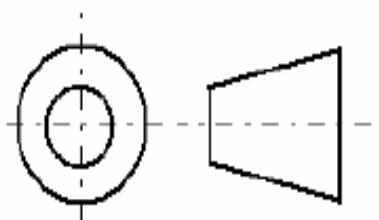
Evropski način projiciranja:

posmatrač – predmet – projekcijska ravan



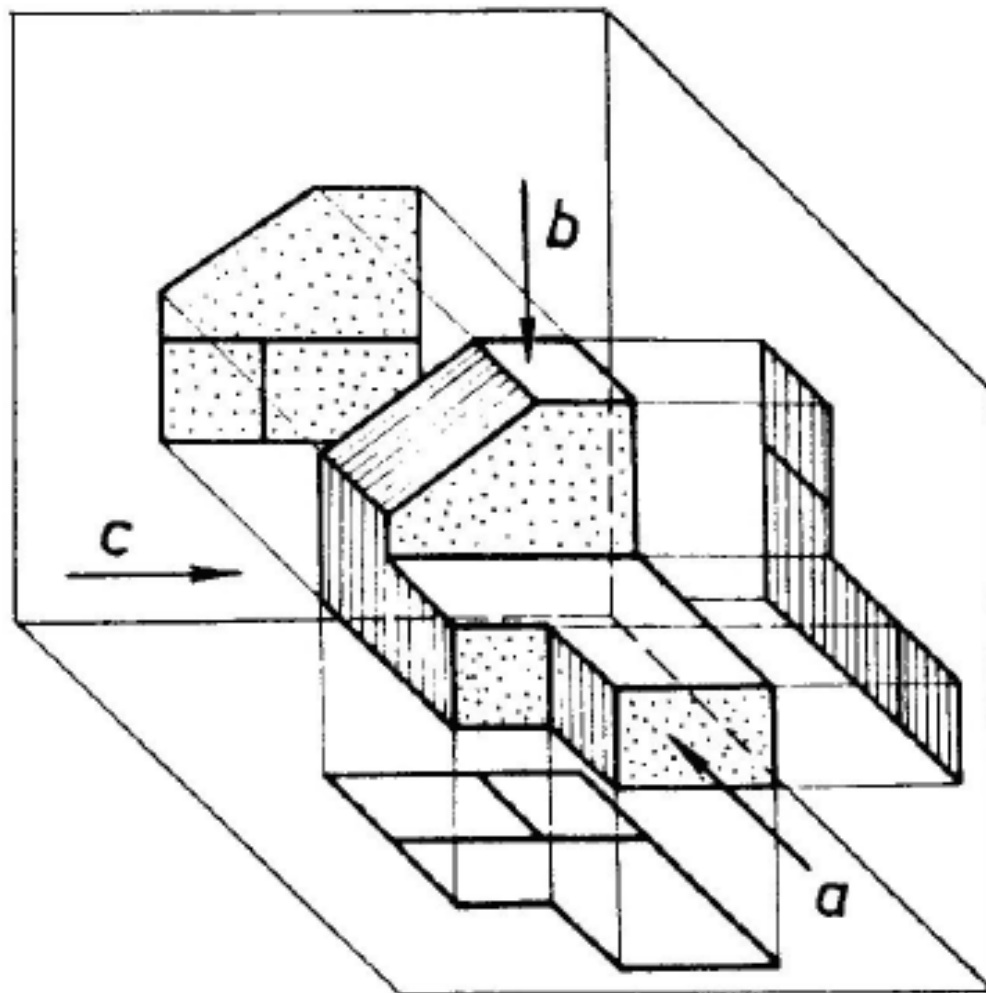
Američki način projiciranja:

posmatrač – projekcijska ravan – predmet



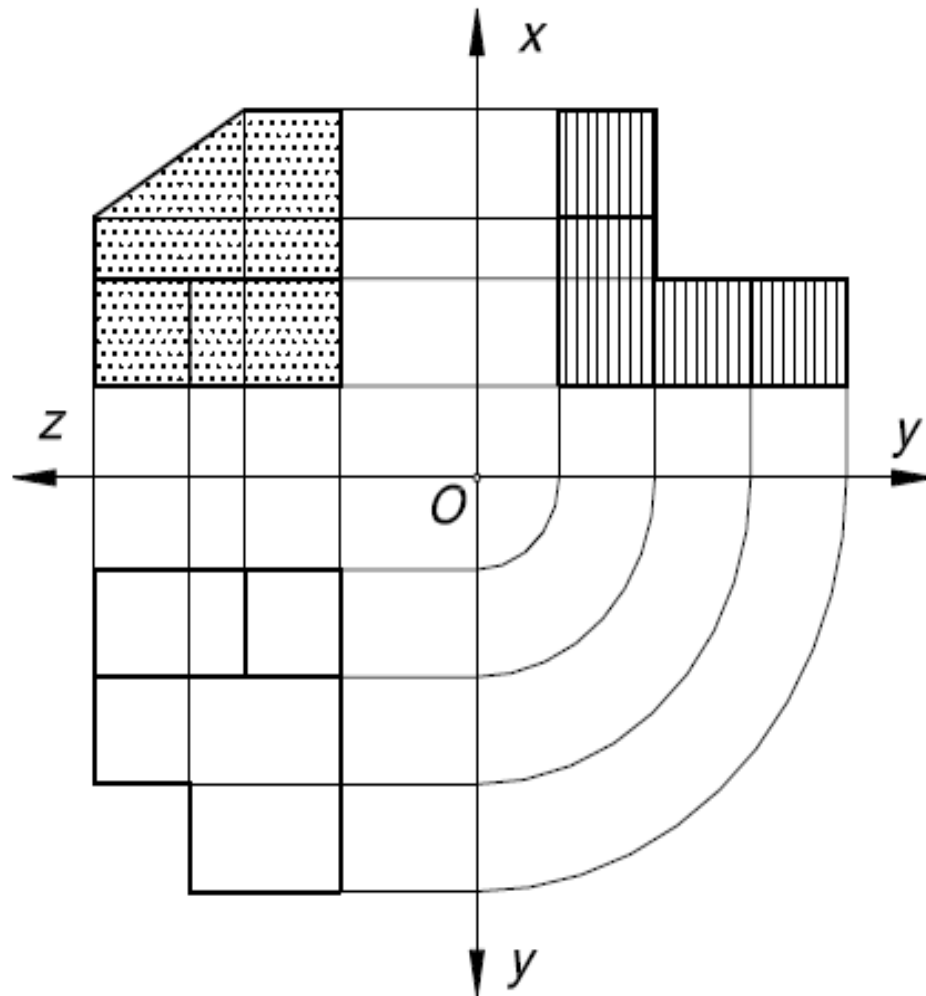
ORTOGONALNO PROJICIRANJE

Postupak dobijanja ortogonalnih projekcija



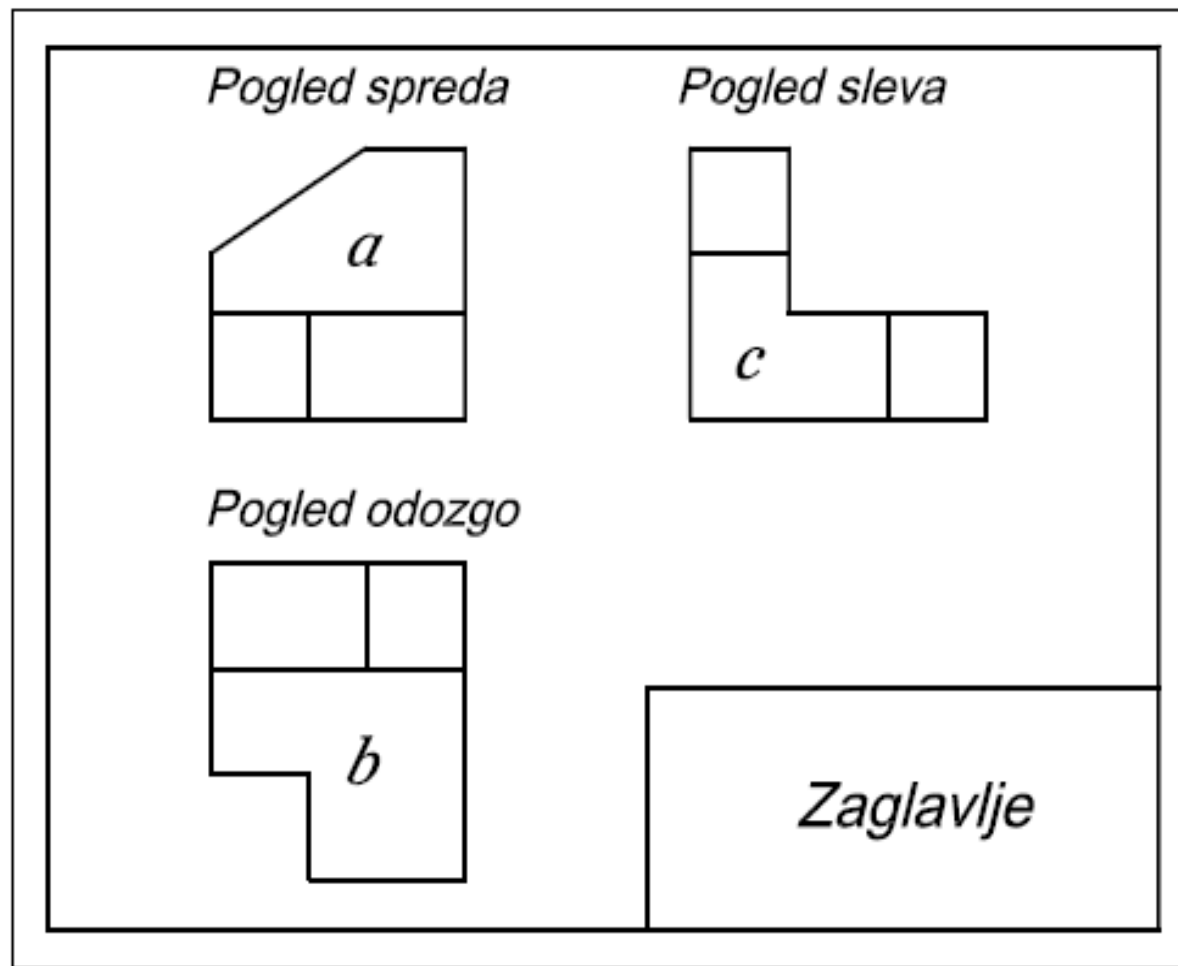
ORTOGONALNO PROJICIRANJE

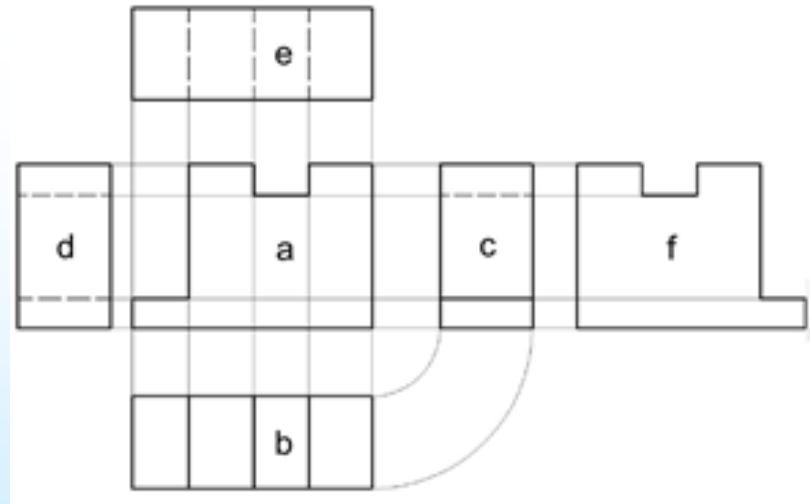
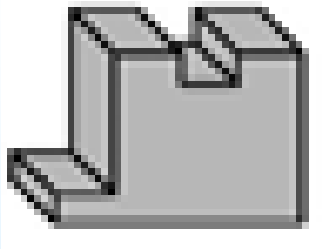
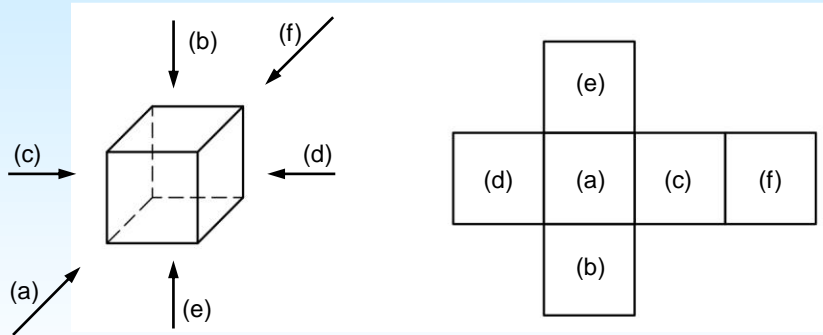
Međusobna veza ortogonalnih projekcija prikazanih u ravni crteža



ORTOGONALNO PROJICIRANJE

Raspored tri osnovne projekcije na tehničkom crtežu





ORTOGONALNO PROJICIRANJE

Osnovna svojstva ortogonalne projekcije

- **Veličine u ravnima paralelnim projekcijskoj ravni se prikazuju u pravoj veličini**
- **Površine upravne na projekcijsku ravan se prikazuju kao duži**
- **Duži upravne na projekcijsku ravan se prikazuju kao tačke**
- **Prostorna predstava predmeta na crtežu se potpuno gubi**

KOTIRANJE

- **Oblik prostornog dela je na crtežu određen projekcijama, a kada je to potrebno i presecima**
- **Kotiranje je unošenje brojnih vrednosti veličina predmeta u crtež**
- **Bez obzira na to u kojoj se razmeri crta, unesene vrednosti označavaju krajnje stanje veličina gotovog komada**

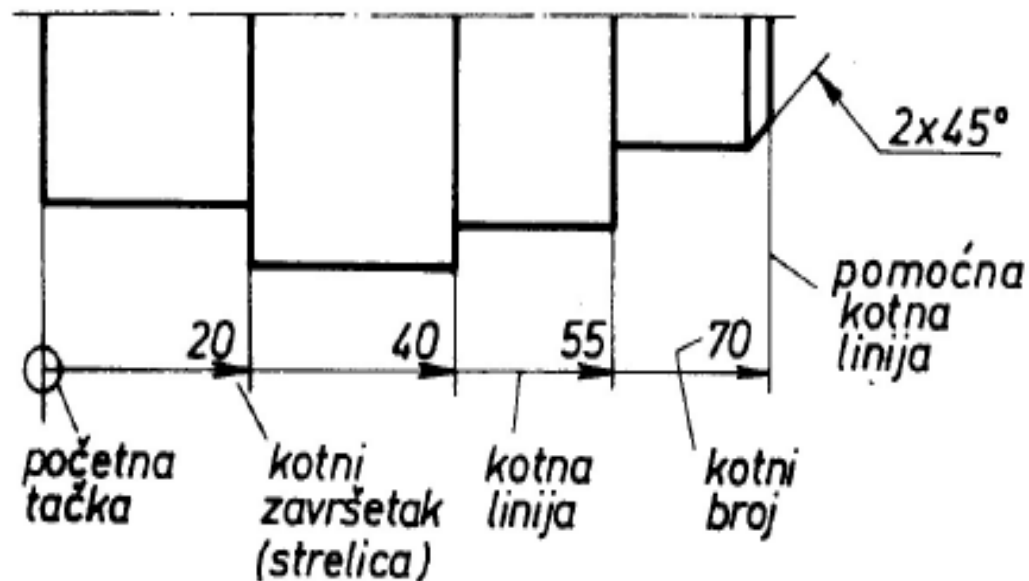
OSNOVNA PRAVILA KOTIRANJA

- Kotama se moraju označiti sve mere potrebne za tačnu i jednoznačnu izradu prikazanog predmeta
- Svaka mera se na crtežu kotira samo jednom
- Kota se smešta u onu projekciju, odnosno presek koji daje najjasniju predstavu o obliku predmeta na tom mestu
- Kote moraju biti raspoređene po svim projekcijama jer svaka prikazuje nešto novo što se mora i kotirati
- Sve mere se daju u milimetrima, ali se jedinica ne piše; međutim ako se radi o nekoj drugoj mernoj jedinici npr. stepenima ta se jedinica upisuje

ELEMENTI KOTIRANJA

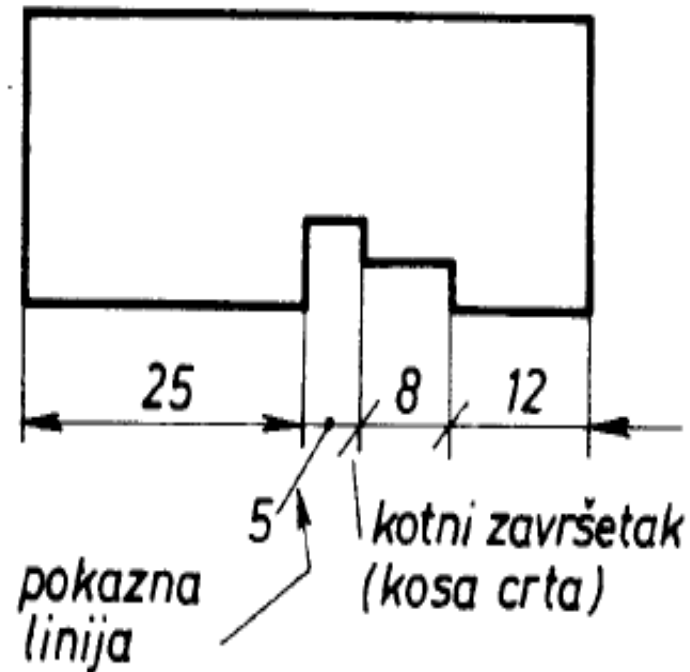
Elementi kotiranja su:

- pomoćna kotna linija,
- kotna linija,
- pokazna linija,
- kotni završetak,
- početna tačka,
- kotni broj.

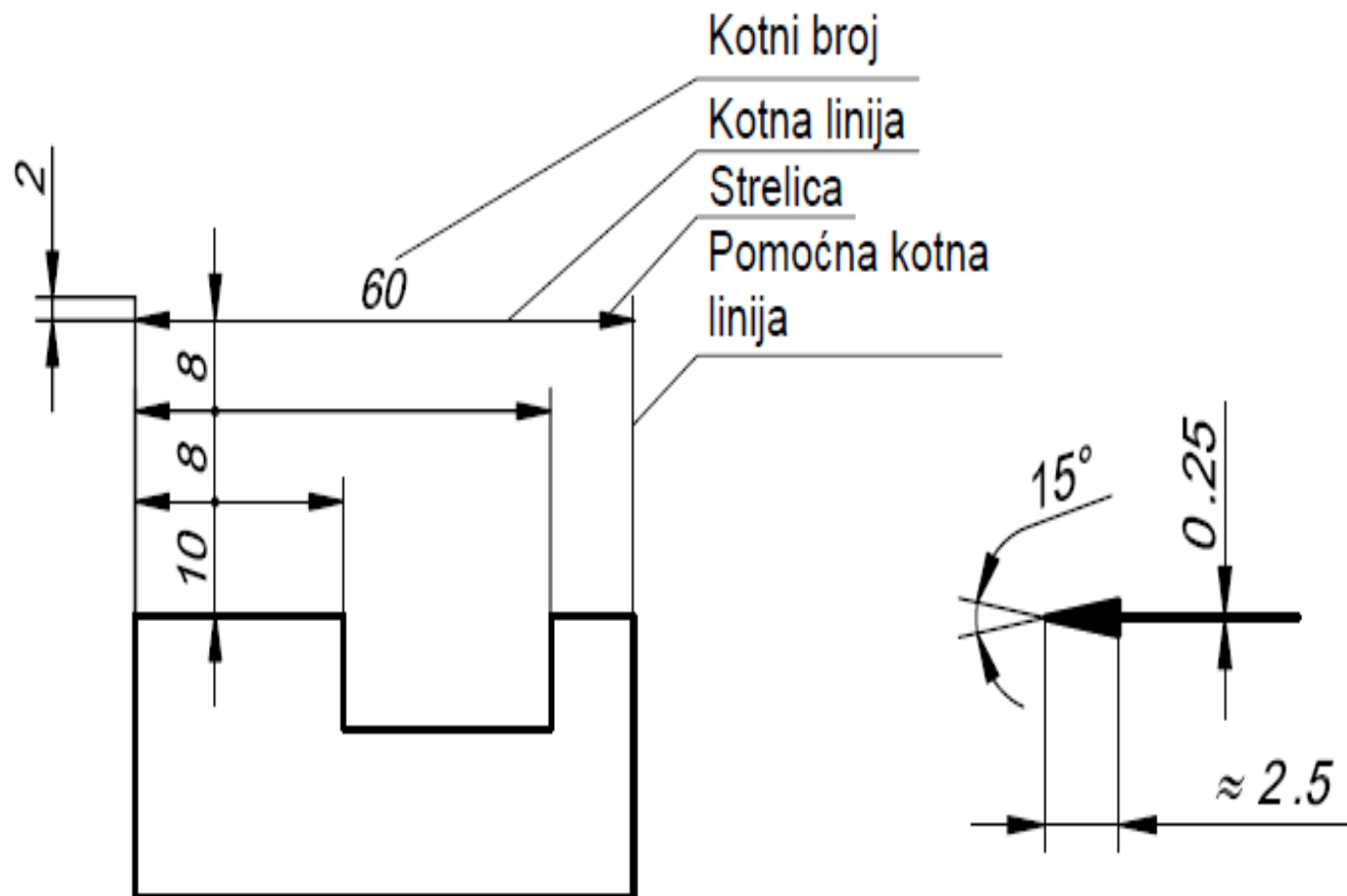


ELEMENTI KOTIRANJA

Sve kotne, pomoćne kotne i pokazne linije crtaju se punom tankom linijom



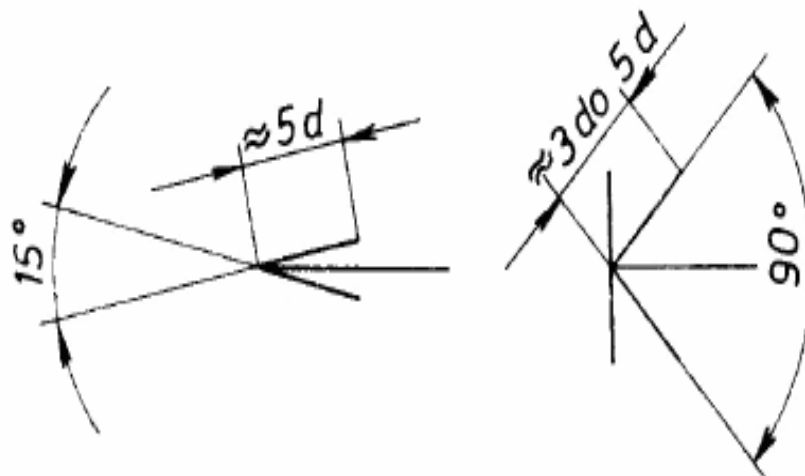
ELEMENTI KOTIRANJA



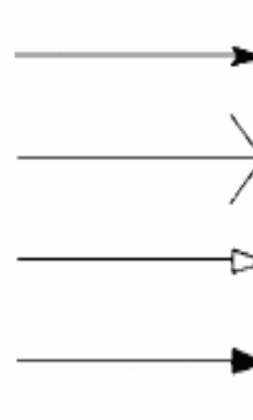
ELEMENTI KOTIRANJA

Kotne linije moraju imati jasno označene kotne završetke

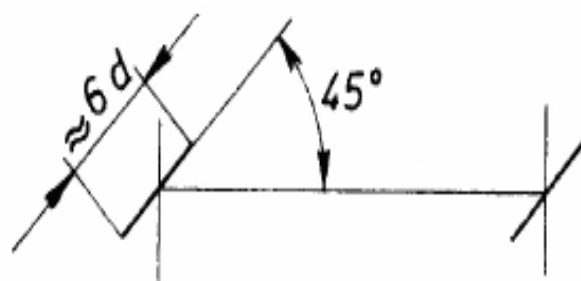
Kotni završeci - strelice



Oblici strelica



Kotni završetak – kosa crta



Početna tačka

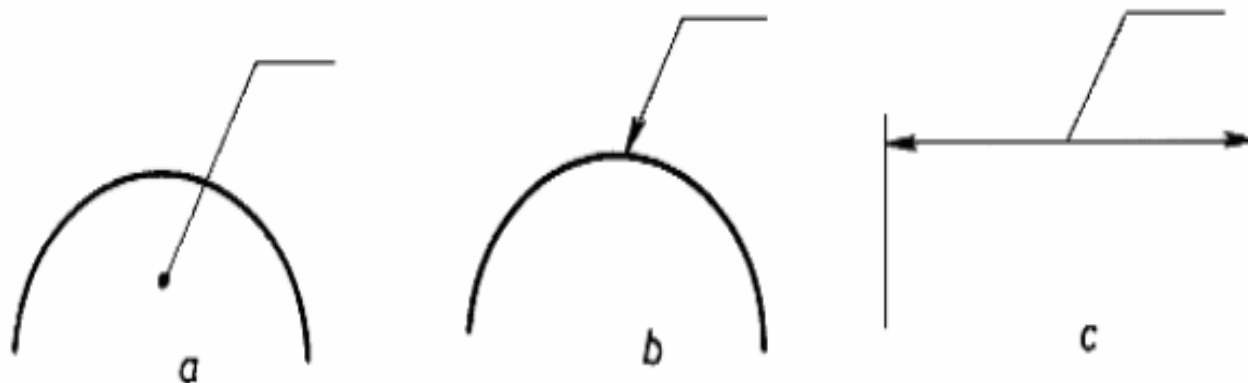


PRAVILA KOTIRANJA

Sve kotne, pomoćne kotne i pokazne linije crtaju se punom tankom linijom.

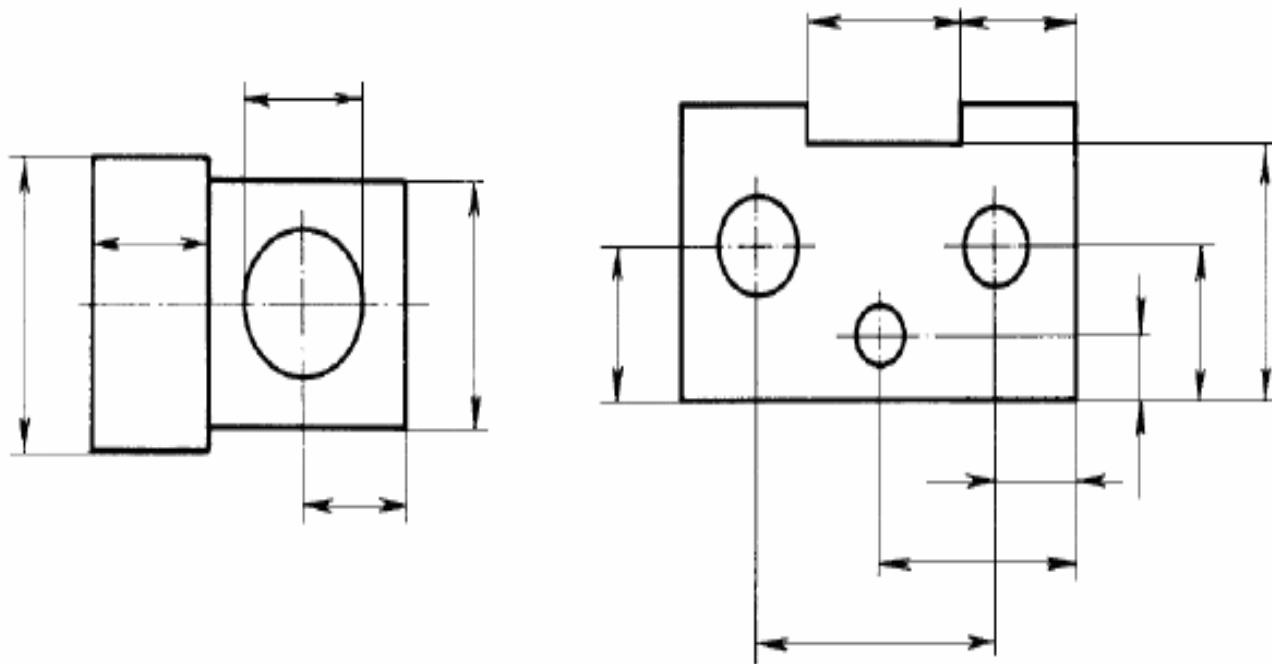
Pokazna linija tj. linija koja upućuje na predmet, konturu, meru itd., može da se završi:

- tačkom, ako se završava u okviru konture nekog predmeta
- strelicom, ako se završava na konturi predmeta i
- bez tačke ili strelice, ako se završava na kotnoj liniji.



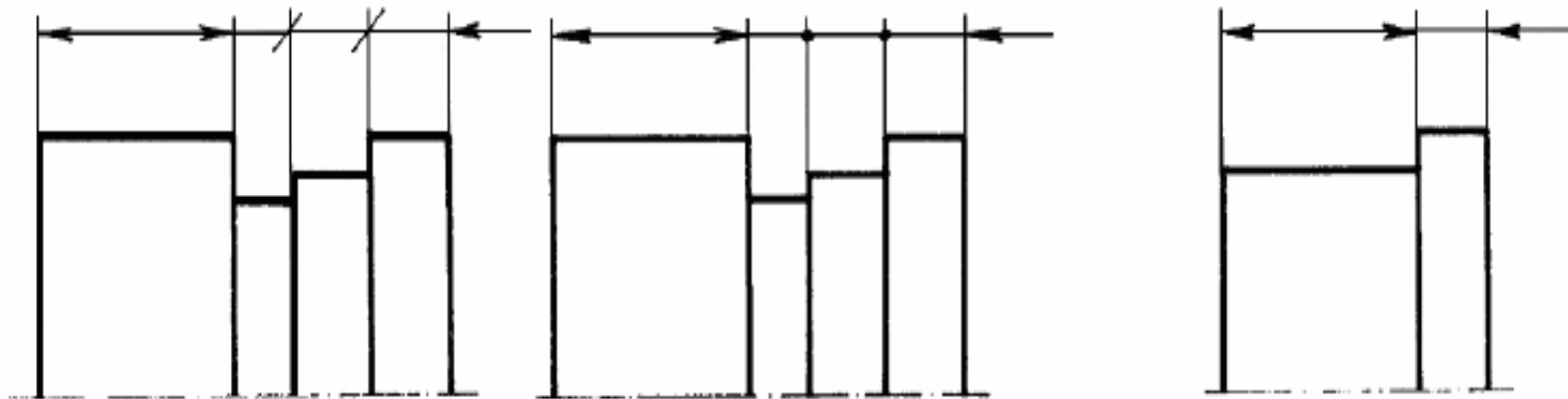
PRAVILA KOTIRANJA

Strelice se vrhovima oslanjaju na pomoćne kotne linije, ili ako je to pogodno na same ivice predmeta koje takođe definišu dužinu koju treba kotirati. Po pravilu, kotne i pomoćne kotne linije ne bi trebalo da presecaju druge linije, osim ako je to neizbežno. Međusobni presek kotne i pomoćne kotne linije bi trebalo izbegavati, a kada to nije moguće, nijedna od njih ne sme imati prekid.



PRAVILA KOTIRANJA

Kada na crtežu ima dovoljno prostora vrh strelice se postavlja unutar granica kotne linije, a ako nema dovoljno prostora strelice se mogu nalaziti izvan granica kotne linije. U slučajevima kada za postavljanje strelica nema mesta, mogu se umesto strelica koristiti tačke ili kose crte

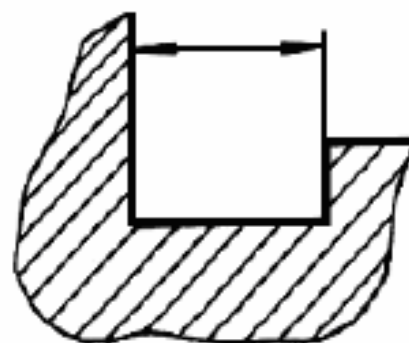
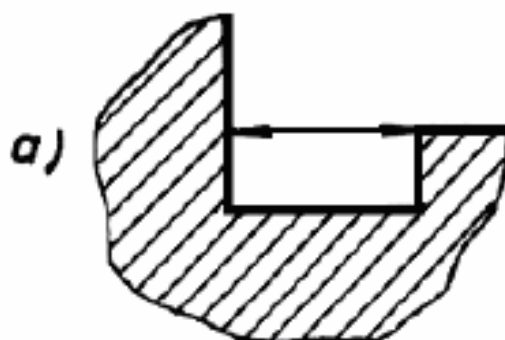


PRAVILA KOTIRANJA

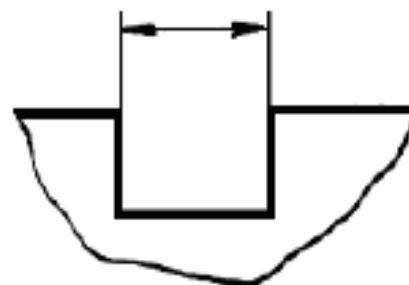
Strelica ne sme da vrhom dodiruje tačku preseka dveju linija

NEISPRAVNO

ISPRAVNO



b)



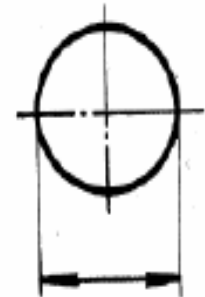
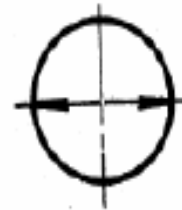
PRAVILA KOTIRANJA

Nikakva postojeća linija predmeta, osa, linija šrafure i ivica, ne sme da se koristi kao kotna linija

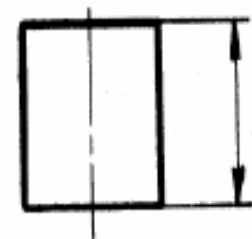
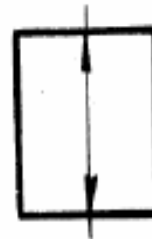
NEISPRAVNO

ISPRAVNO

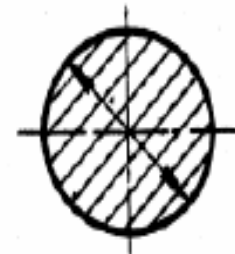
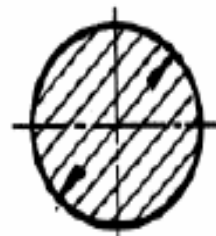
a)



b)

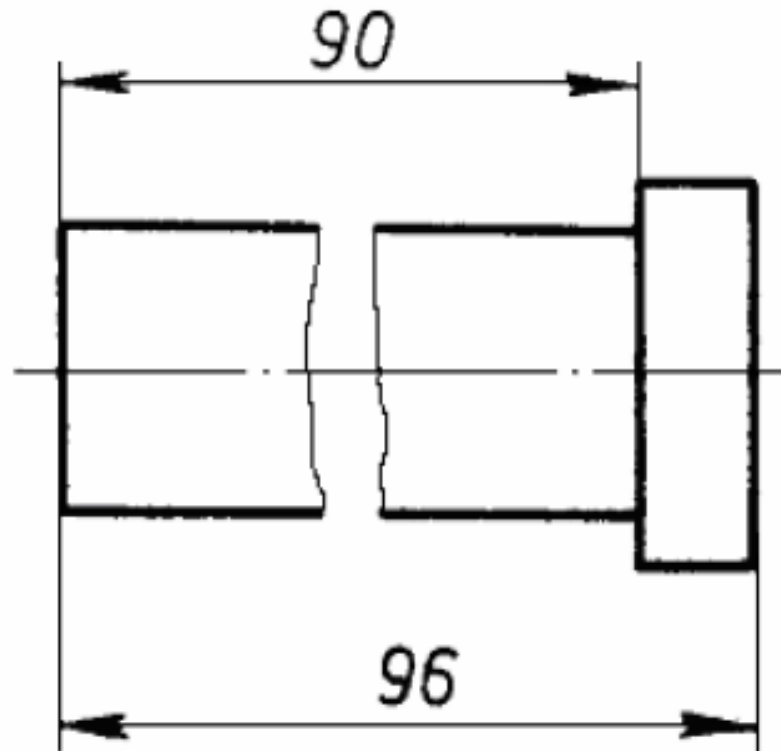


c)



PRAVILA KOTIRANJA

Kotna linija crta se neprekinuta i kada ona predstavlja dužinu dela prikazanog sa skraćenjem



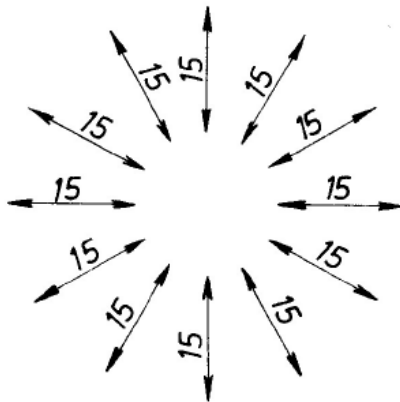
PRAVILA KOTIRANJA

- Kotni broj se upisuje paralelno sa kotnom linijom, prvenstveno u sredinu i iznad kotne linije
- Kotni broj se upisuje tako da ga ne presecaju nikakve linije na crtežu
- Kotni brojevi se upisuju obavezno tako da se mogu čitati odozdo ili sa desne strane crteža
- Svi kotni brojevi na jednom crtežu moraju biti iste veličine

Kotiranje uglova

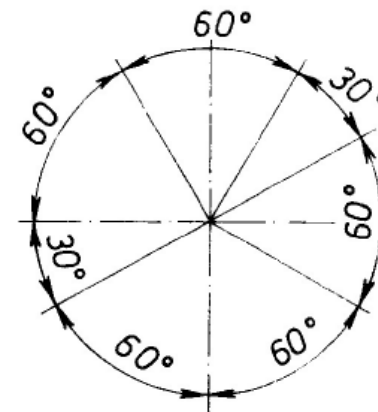
PRAVILA KOTIRANJA

Način postavljanja kotnih brojeva za različite položaje kotnih linija



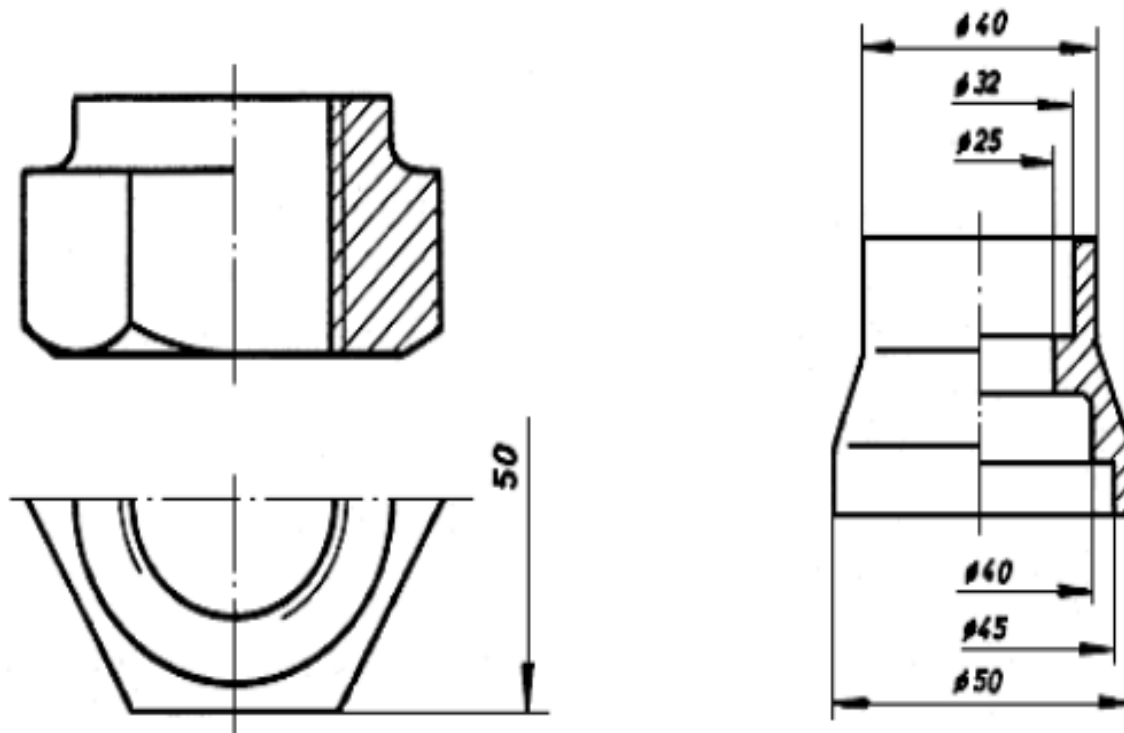
PRAVILA KOTIRANJA

Upisivanje kotnih brojeva za uglove



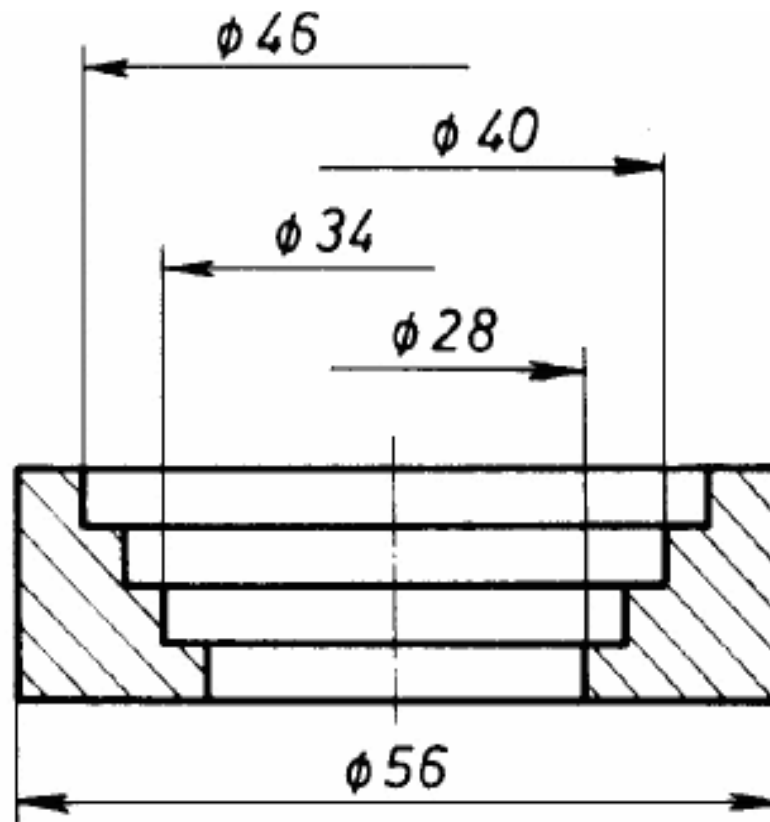
PRAVILA KOTIRANJA

Kod simetričnih komada, bilo da je nacrtana samo jedna polovina izgleda ili polupresek, mogu da se daju skraćene kotne linije samo sa jednom strelicom



PRAVILA KOTIRANJA

Kotni broj bliže kotnom završetku (da bi se izbegla dugačka kotna linija)



PRAVILA KOTIRANJA

Za kotiranje nekih posebnih oblika, a u cilju jednostavnijeg označavanja i jasnijeg tumačenja crteža koriste se simboli koji se upisuju ispred kotnog broja:

∅ – prečnik

R – poluprečnik

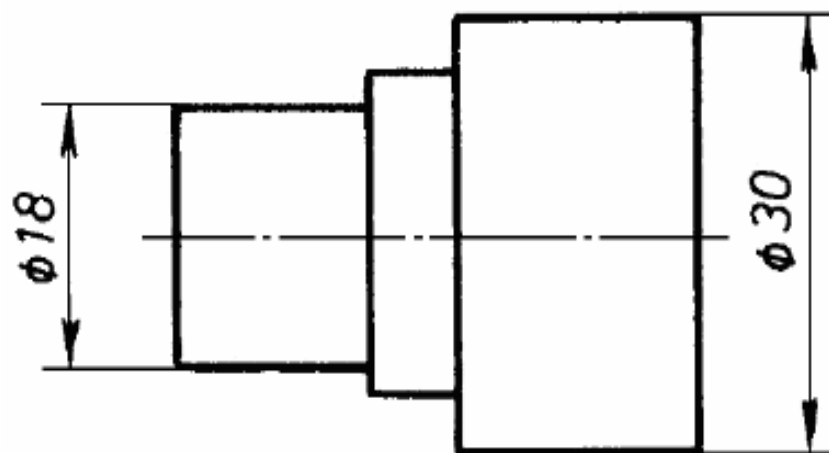
□ – kvadrat

SR – poluprečnik kugle

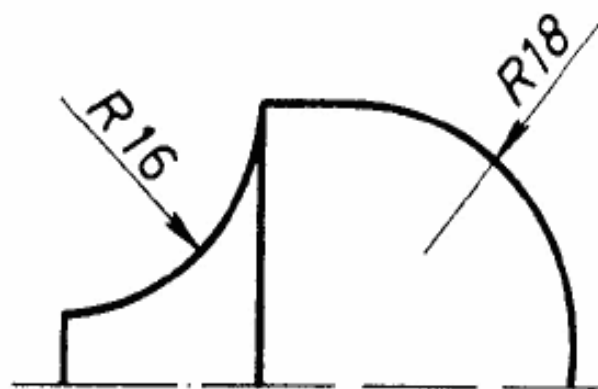
S ∅ – prečnik kugle

PRAVILA KOTIRANJA

Kotiranje prečnika

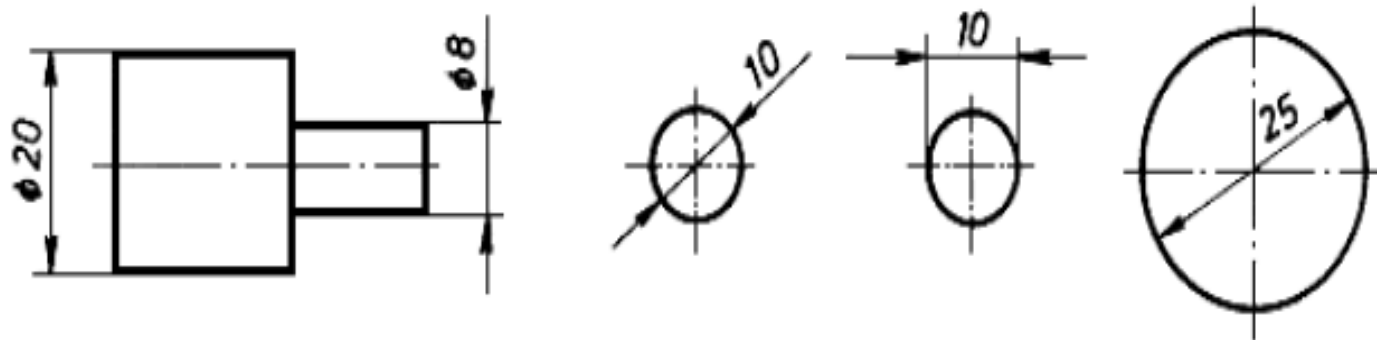


Kotiranje poluprečnika



PRAVILA KOTIRANJA

Položaj kota i kotnih strelica pri kotiranju prečnika

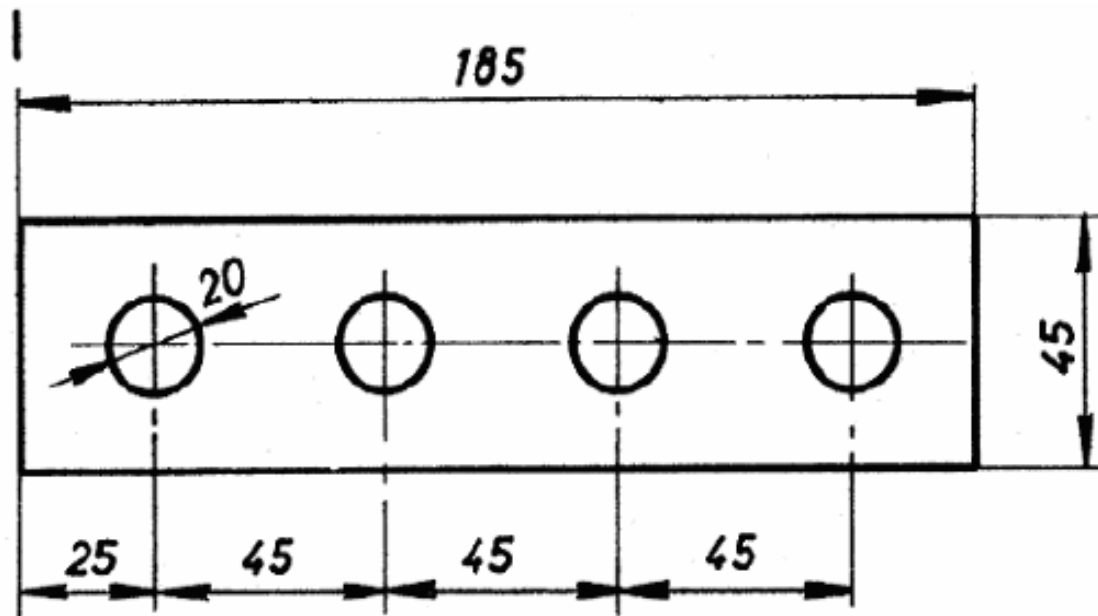


VRSTE KOTIRANJA

- Simetrično kotiranje
- Lančano kotiranje
- Paralelno kotiranje
- Kotiranje preklapanjem kotnih linija
- Kotiranje koordinatama
- Kombinovano kotiranje

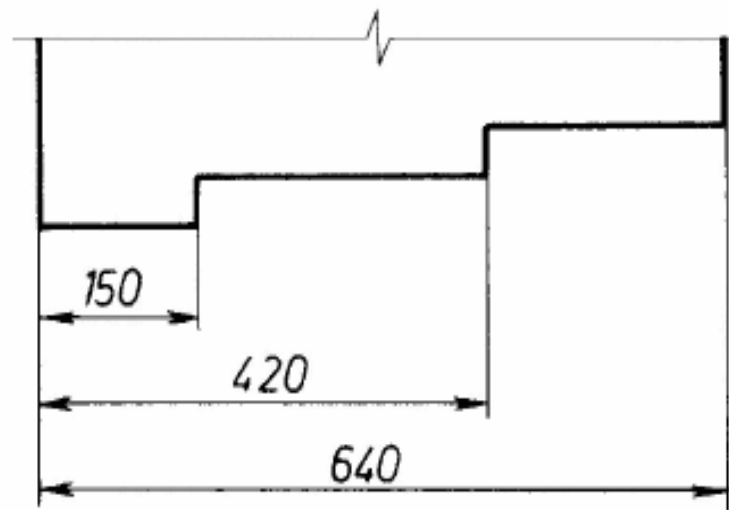
VRSTE KOTIRANJA

Lančano kotiranje se koristi kod delova kod kojih zbir odstupanja većeg broja vrednosti u redu nema uticaja na funkcionalnost dela samostalno upotrebljenog ili kasnije postavljenog u sklopu



VRSTE KOTIRANJA

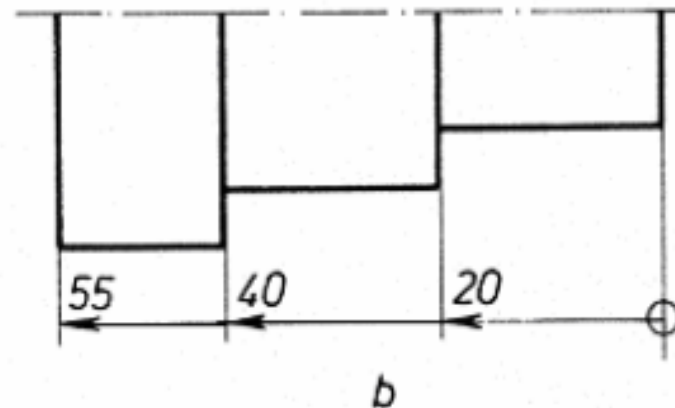
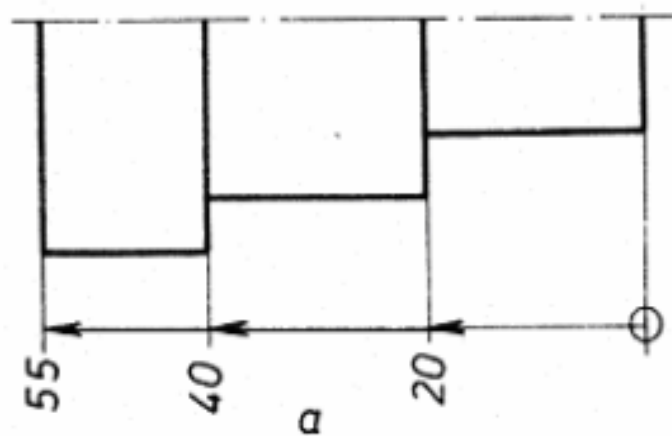
Kod **paralelnog kotiranja** kotne linije su međusobno paralelne, a počinju od određene površine – vrednosne osnove. Koristi se tamo gde je neophodno obezbediti tačna udaljenja ostalih površina u odnosu na osnovu, ili gde to zahteva tehnološki proces izrade komada



VRSTE KOTIRANJA

Kotiranje preklapanjem kotnih linija je uprošćeno paralelno kotiranje koje se koristi kada postoje prostorna ograničenja i kada ne dolazi do problema jasnog očitavanja crteža

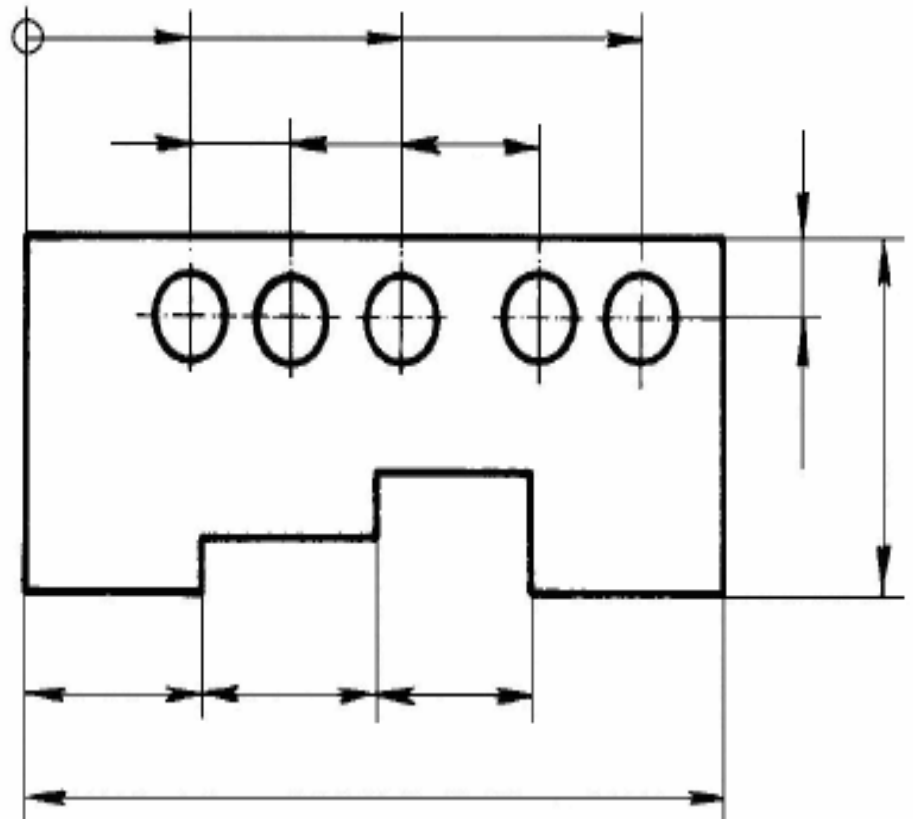
- ✓ Početna tačka je polaz za sve kotne linije koje se završavaju strelicom samo sa jedne strane



VRSTE KOTIRANJA

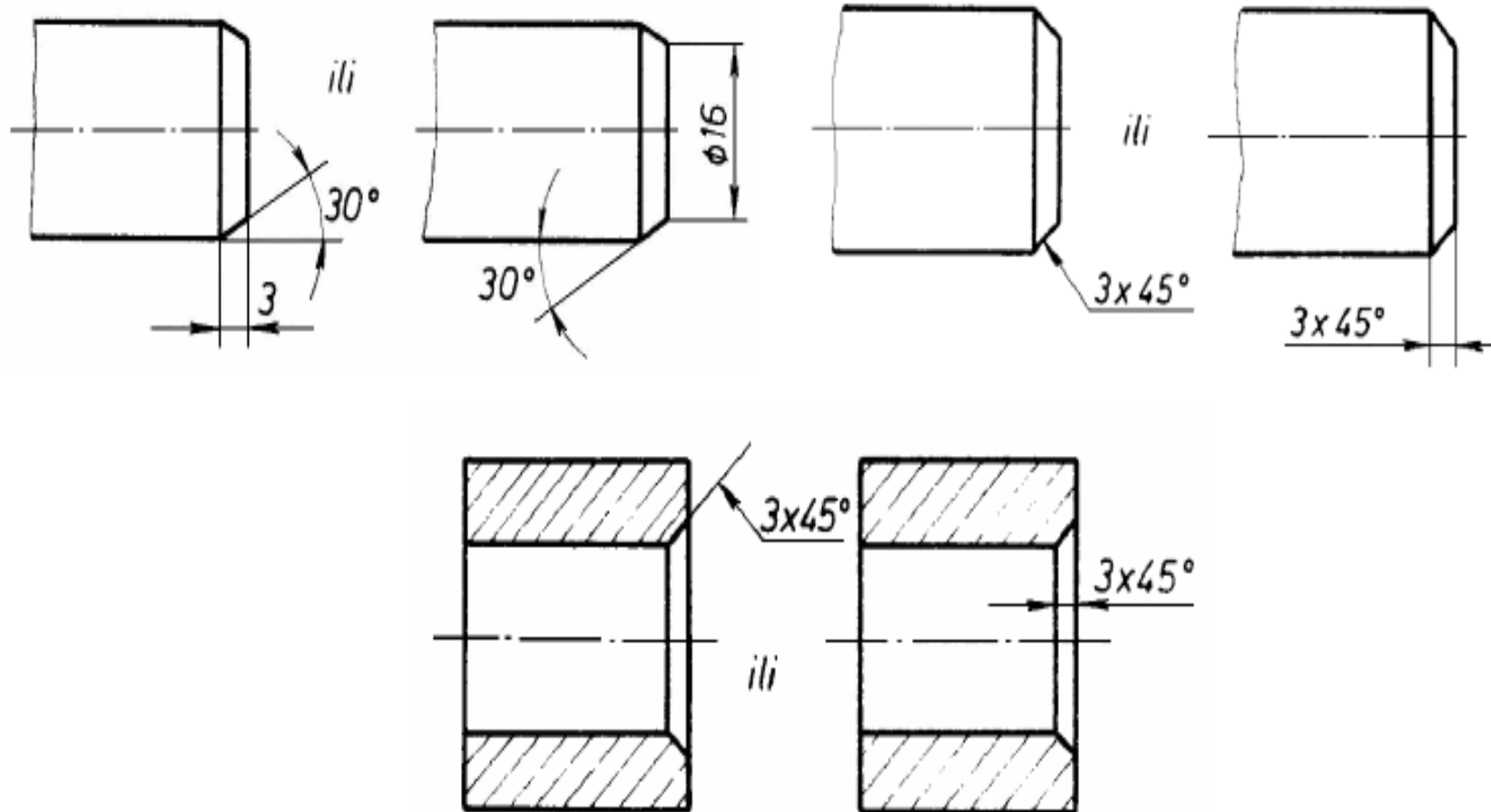
Kombinovano kotiranje predstavlja spoj paralelnog i lančanog kotiranja

- ✓ Vrednosti, koje bi u izradi komada trebalo obezbediti za njegovo pravilno funkcionisanje ili sklapanje, daju se sa polazom od vrednosne osnove, a na njih se redno nadovezuju ostale vrednosti



POSEBNE OZNAKE

Kotiranje zakošenja

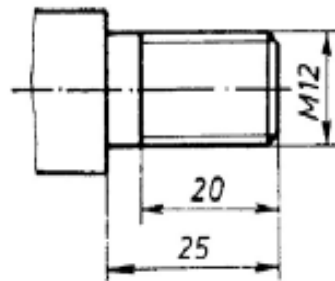


NAVOJNE VEZE

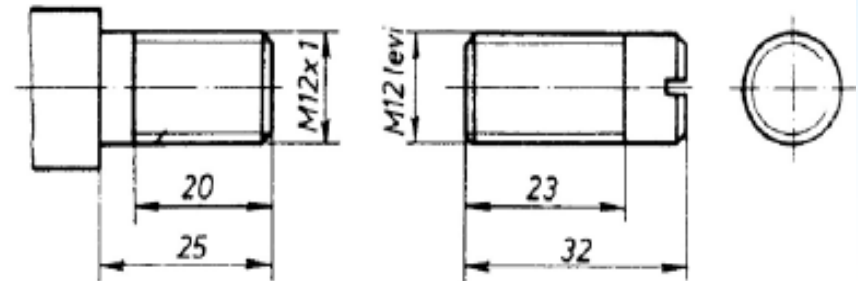
Crtanje, kotiranje i označavanje navoja

- Kod standardnih vijaka kotira se nazivni prečnik, aktivna dužina navoja i dužina stabla vijka
- Kod slepih otvora sa navojem kotiraju se nazivni prečnik navoja, dužina navoja sa punim profilom i dubina rupe
- **Prečnik rupe se ne kotira**

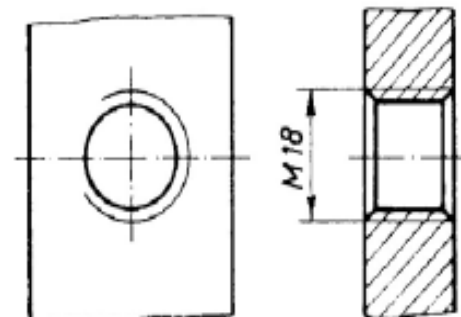
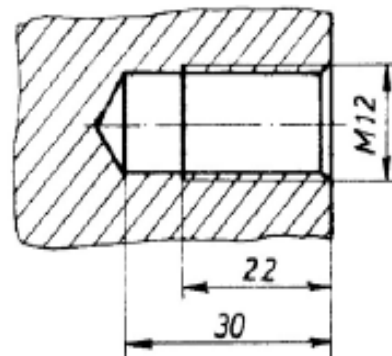
a. Metrički krupni i fini navoj



b. Metrički levi navoj



c. Metrički navoj u rupi



d. Metrički navoj u otvoru

TOLERANCIJE U TEHNIČKOM CRTANJU

- U industrijskoj proizvodnji, usled nesavršenosti mašina, alata, materijala, metoda merenja, kontrole i ljudskog faktora, postizanje željene tačnosti mera praktično nije moguće
- Visoka tačnost nije ekonomična jer dovodi do povećanja troškova proizvodnih procesa
- Iz ovih razloga unapred se propisuju dozvoljena odstupanja pojedinih karakteristika mašinskih delova, u skladu sa njihovom namenom i funkcijom, a nazivaju se tolerancijama

TOLERANCIJE MERA

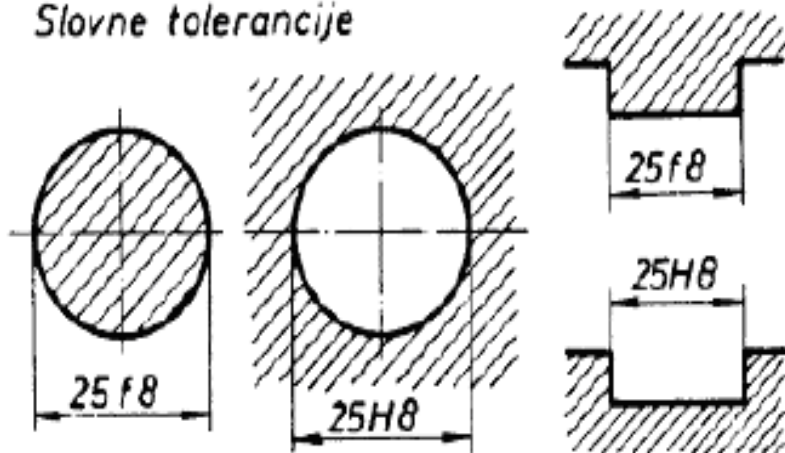
Kotiranje tolerisanih mera

- Tolerancije se upisuju slovniim oznakama ili brojčano
- Kod slovniih tolerancija odstupanja se daju na crtežu tabelarno
- Kod brojčaniih tolerancija odstupanja se upisuju neposredno uz nazivnu meru

TOLERANCIJE MERA

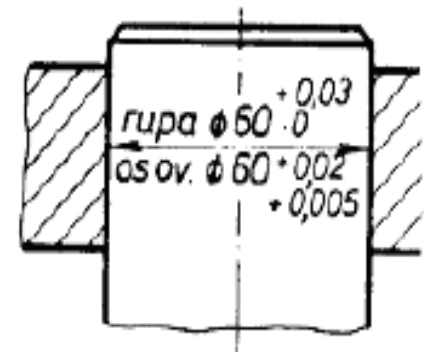
Kotiranje tolerisanih mera - primeri

a Slovne tolerancije

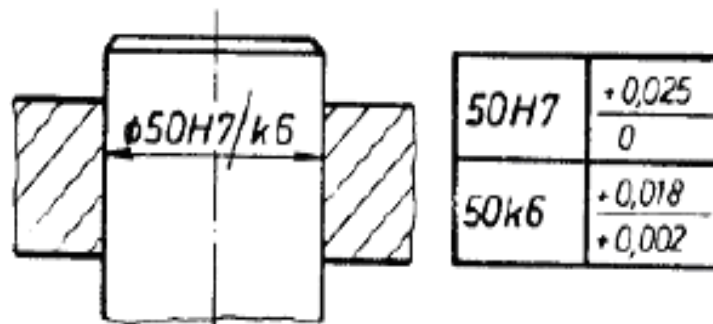


25H8	$\frac{+0,033}{0}$
25f8	$\frac{-0,020}{-0,053}$

c Kotiranje naleganja brojčanim tolerancijama



b Kotiranje naleganja slovnim tolerancijama



d Kotiranje tolerisanog ugla



TOLERANCIJE SLOBODNIH MERA







- Mere kod kojih odstupanja od nazivnih vrednosti praktično ne utiču na upotrebljivost i sigurnost delova nazivaju se slobodnim merama

TOLERANCIJE OBLIKA I POLOZAJA

- Za funkcionisanje i montažu mašinskih delova neophodna je određena tačnost oblika i položaja
- Dozvoljeno odstupanje od geometrijski idealnog oblika i položaja definiše se tolerancijama, čije se oznake unose u tehničke crteže
- Tolerancijama se određuje oblast u kojoj posmatrana karakteristika predmeta mora da se nađe posle obrade
- Vrednosti tolerancije propisuje konstruktor, a izražavaju se u milimetrima

TOLERANCIJE OBLIKA I POLOŽAJA

Tolerancije oblika

Vrsta tolerancije	Osobina koja se toleriše	Simbol
Tolerancije oblika	Pravost	
	Ravnost	
	Kružnost	
	Cilindričnost	
	Oblik linije	
	Oblik površine	

TOLERANCIJE OBLIKA I POLOŽAJA

Tolerancije oblika

Vrsta tolerancije	Osobina koja se toleriše	Simbol
Tolerancije oblika	Pravost	—
	Ravnost	
	Kružnost	
	Cilindričnost	
	Oblik linije	
	Oblik površine	

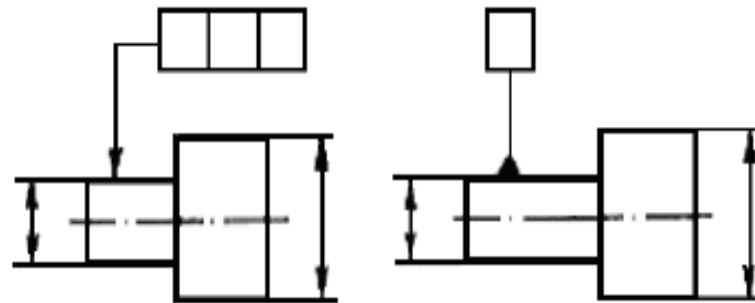
TOLERANCIJE OBLIKA I POLOŽAJA

Tolerancije položaja

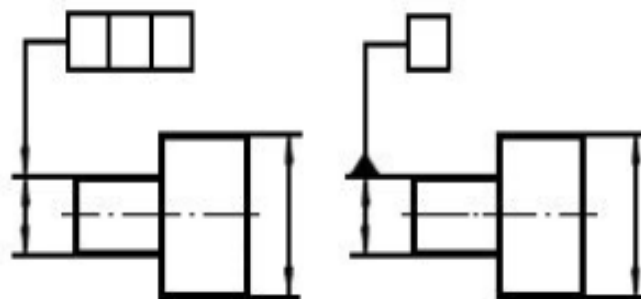
Vrsta tolerancije	Osobina koja se toleriše	Simbol	
Tolerancije položaja	Tolerancije pravca	Paralelnost	
		Upravnost	
		Ugao nagiba	
	Tolerancije mesta	Lokacija	
		Koncentričnost i koaksijalnost	
		Simetričnost	
	Tolerancije tačnosti obrtanja	Kružnost obrtanja	
		Ravnost obrtanja	

TOLERANCIJE OBLIKA I POLOŽAJA

Ako se tolerancija oblika i položaja odnosi na površ pokazna i kotna linija su jasno razdvojene:



Ako se tolerancija oblika i položaja odnosi na osu dela onda su kotna i pokazna linija u istom pravcu:



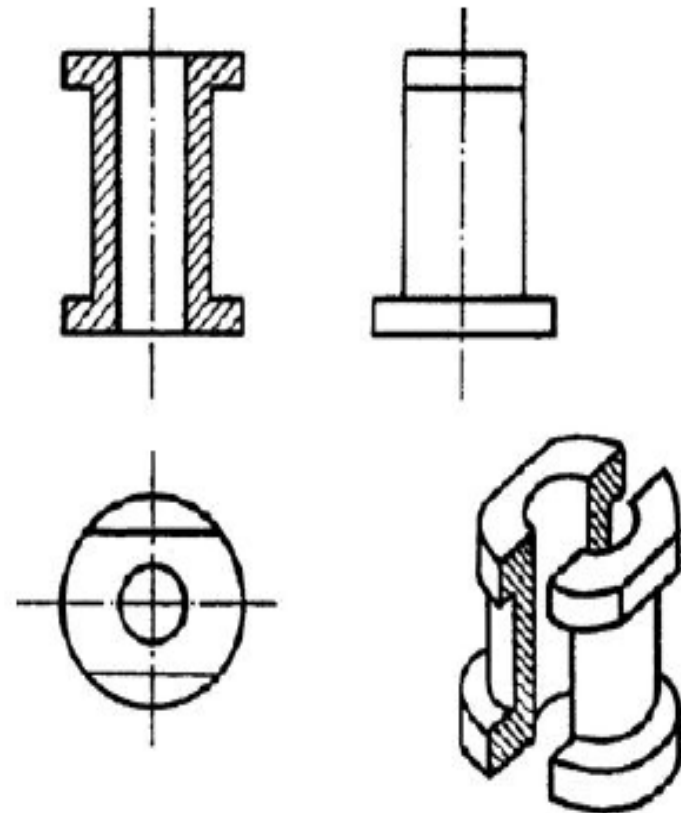
POJAM PRESEKA

- Složene predmete sa šupljinama i zaklonjenim detaljima potrebno je prikazati ne samo u projekcijama, već i u presecima
- Pod presekom se podrazumeva zamišljeni izgled predmeta ukoliko bi on bio presečen jednom ili sa više ravni
- Pri tome se deo predmeta koji se nalazi između oka posmatrača i presečne ravni “odbaci” a preostali deo se projicira na uobičajen način

POJAM PRESEKA

Svi predmeti sa šupljinama, otvorima i rupama prikazuju se u preseku u cilju dimenzionisanja i označavanja kvaliteta obrađenih površina

- ✓ U preseku nevidljive izvodnice cilindrične šupljine postaju vidljive pa se crtaju punom deblom linijom kao i ostale vidljive konture



ŠRAFIRANJE PRESEKA

- Presečeni materijal se obeležava šrafurom, koja simbolički označava tragove testere koji bi nastali stvarnim sečenjem predmeta
- Metali se šrafiraju pod uglom 45° u odnosu na glavne konture ili ose simetrije
- Linije šrafure su tanke pune linije
- Razmak između linija šrafure zavisi od veličine dela i formata crteža; standardom je propisano da taj razmak ne sme biti manji od 0.7 mm, a uobičajen je razmak od 3 mm

Vrste preseka

- Pun simetričan presek
- Polupresek
- Presek sa više paralelnih ravni
- Zaokrenuti presek
- Delimični presek
- Uzastopni presek
- Lokalni presek

KRAJ