

1. TOLERANCIJE MJERA

U procesu izrade mašinskih elemenata veliki problem predstavlja održavanje tačnosti zadatih dimenzija usljed netačnosti izrade uzrokovane nepreciznošću alatnih mašina, habanja reznog, steznog i mjernog alata, netačnosti kalupa, nedovoljne pažnje radnika i sl.

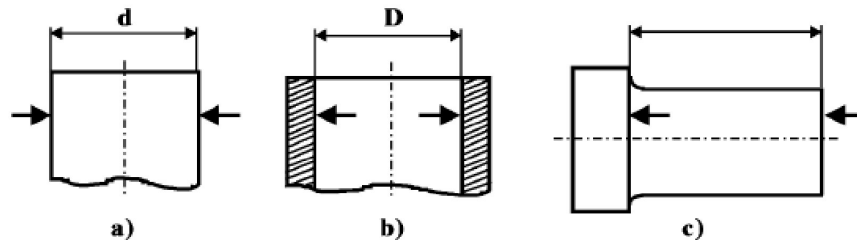
Tolerancije su unaprijed propisana dozvoljena odstupanja: dužinskih mjera, oblika, položaja i kvaliteta hrapavosti obrađenih površina u odnosu na nazivne veličine – mjere.

Tačnost elemenata nikada ne treba da bude veća nego što to zahtijeva funkcija sklopa, jer povećana tačnost znatno povećava cijenu izrade, a time i ukupnu cijenu proizvoda.

Da bi se izbjegla proizvoljnost u pogledu izbora (propisivanja) tolerancija koriste se međunarodni (ISO), odnosno nacionalni standardi. (EN, DIN, BAS i sl.)

Zavisno od načina mjerenja (utvrđivanja stvarne mjere) dužinske mjere se mogu svrstati u tri grupe mjera i to:

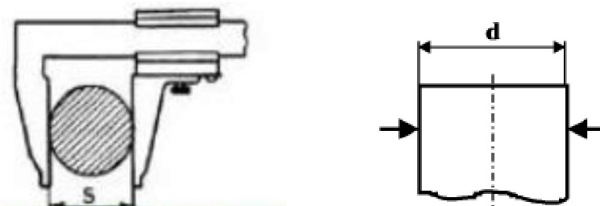
- Spoljašnje,
- Unutrašnje i
- Neodređene.



Slika 1.1: Vrste dužinskih mjera

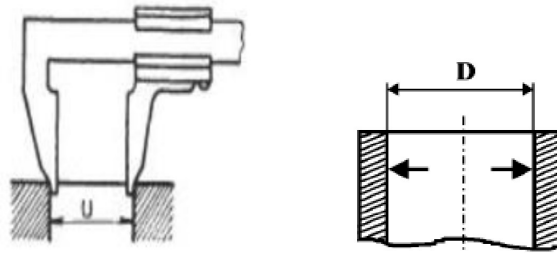
Na slici 1. prikazana je spoljašnja(a), unutrašnja(b) i neodređena(c) dužinska mjera. Standardima su ove dimenzije razdvojene tako što se spoljašnje označavaju malim slovima latinice, a unutrašnje velikim slovima, dok se neodređene mjere označavaju ili kao spoljašnje ili kao unutrašnje mjere.

Spoljašnja mjera je dužinska veličina kod koje su, pri mjerenju, dodirne površine mjernih pipaka alata izvan mjerene dužine slika 1.2.



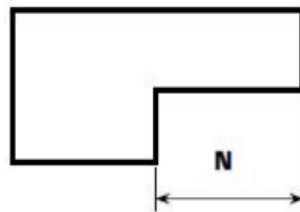
Slika 1.2: Spoljašnje dužinske mere

Unutrašnja mjera je dužinska veličina kod koje su, pri mjerenju, dodirne površine mjernih pipaka alata unutar mjerene dužine slika 1.3.



Slika 1.3: Unutrašnje dužinske mjere

Neodređena mjera je dužinska veličina koja se ne može svrstati ni u grupu unutrašnjih mjera ni u grupu spoljašnjih mjera, slika 1.4.

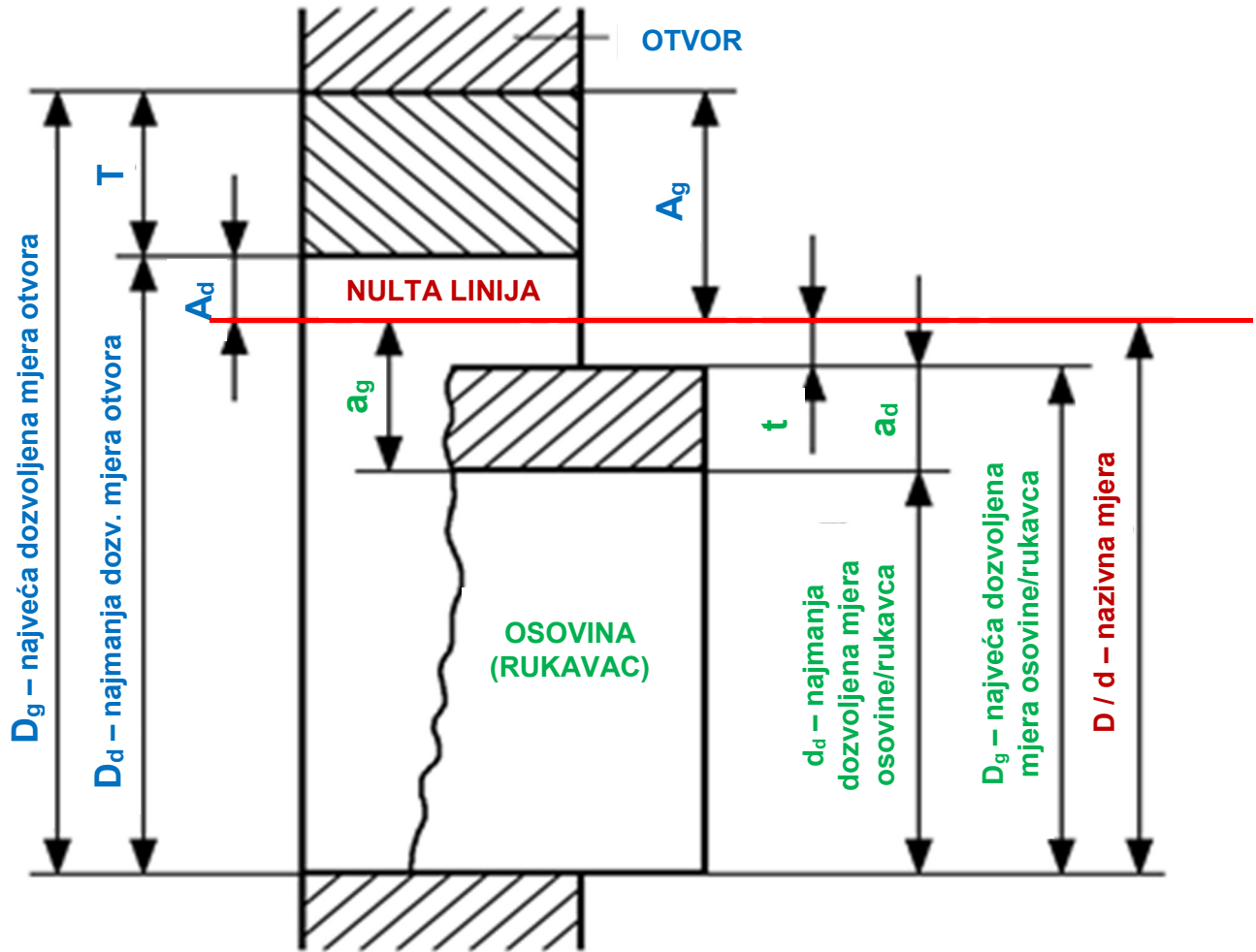


Slika 1.4: Neodređena dužinska mjera

Dužinske mjere se dijele na tolerisane i slobodne.

Tolerisana mjera je dužinska veličina od čije tačnosti izrade zavisi funkcija mašinskog dijela ili sklopa. Njena dozvoljena odstupanja unose se direktno na crtež za svaku kotu ponaosob.

Slobodna mjera je dužinska veličina koja nema posebnog značaja na funkciju i/ili montažu mašinskog dijela. Na crtežu se upisuju samo njihove nazivne vrijednosti, a u napomeni se navode stepeni željene tačnosti izrade.



Slika 2.5. Osnovne mjere tolerancija

Nazivna mjera ili **nominalna mjera** je mjera koja je upisana na crtežu, odnosno to je kotna mjera, a obilježava se:

- za osovine d
- za otvore D

Nulta linija je linija koja se poklapa sa nazivnom mjerom.

Stvarna mjera je mjera izmjerena na završenom mašinskom dijelu.

Tolerancije su dozvoljena odstupanja stvarne mjere od nazivne mjere.

Granična odstupanja su dozvoljena odstupanja stvarne mjere u odnosu na nultu liniju. Dakle granično odstupanje predstavlja vrijednost „za koliko“ je dozvoljeno odstupiti od nazivne mjere.

Npr: Za mjeru $\varnothing 20_{-0,3}^{+0,5}$, gornje granično odstupanje je $+0,5\text{mm}$, a
donje granično odstupanje je $-0,3\text{mm}$.

Razlikuje se:

➤ **gornje granično odstupanje**

- za osovine a_g
- za otvore A_g

➤ **donje granično odstupanje**

- za osovine a_d
- za otvore A_d

Granična mjera je najmanja ili najveća dozvoljena vrijednost izmjerena na završenom dijelu, da se izrađenim predmet smatra ispravnim.

Npr: Za mjeru $\varnothing 20_{-0,3}^{+0,5}$, gornja granična mjera (najveća dozvoljena mjera) je $20,5\text{mm}$, a
donja granična mjera (najmanja dozvoljena mjera) je $19,7\text{mm}$.

Razlikuje se:

➤ **gornja granična mjera**

- za osovine $d_g = d + a_g$
- za otvore $D_g = D + A_g$

➤ **donja granična mjera**

- za osovine $d_d = d + a_d$
- za otvore $D_d = D + A_d$

Tolerancija je razlika između najveće dozvoljene i najmanje dozvoljene mjere, ili razlika između gornjeg dozvoljenog odstupanja i donjeg dozvoljenog odstupanja, odnosno:

$$T = D_g - D_d \quad \text{ili} \quad T = A_g - A_d$$

$$t = d_g - d_d \quad \text{ili} \quad t = a_g - a_d$$

Tolerancijsko polje je standardom propisana veličina i položaj tolerancije.

Vrste nalijeganja: Čvrsto, Labavo i Neizvjesno nalijeganje.

Čvrsto nalijeganje dva elementa koja idu u međusobnu vezu (sklop) je kada je stvarni prečnik otvora manji od stvarnog prečnika osovine.

$$D_s < d_s$$

Razlika između veličina prečnika kod čvrstog nalijeganja je preklop (preklop materijala) i može biti:

$$P_s = d_s - D_s \quad - \text{ stvarni preklop}$$

$$P_{\max} = d_g - D_d \quad - \text{ maksimalni preklop}$$

$$P_{\min} = d_d - D_g \quad - \text{ minimalni preklop}$$

Labavo nalijeganje dva elementa koja idu u međusobnu vezu (sklop) je kada je stvarni prečnik otvora veći od stvarnog prečnika osovine.

$$D_s > d_s$$

Razlika između veličina prečnika kod labavog nalijeganja je zazor (prazan prostor između materijala) i može biti:

$$Z_s = D_s - d_s \quad - \text{ stvarni zazor}$$

$$Z_{\max} = D_g - d_d \quad - \text{ maksimalni zazor}$$

$$Z_{\min} = D_d - d_g \quad - \text{ minimalni zazor}$$

Neizvjesno nalijeganje postoji samo u proračunima, a u praksi je ili čvrsto ili labavo nalijeganje, dakle može se javiti ili zazor ili preklop.

2. TOLERANCIJE OBLIKA I POLOŽAJA POVRŠINA

Tolerancije oblika površina su tolerancije koje opisuju dozvoljeno odstupanje oblika površine od idealnog oblika datog na crtežu, npr. ravnost površine i sl.

Takođe, **tolerancije položaja površina** su tolerancije koje opisuju dozvoljeno odstupanja položaja površine u odnosu na neku referentnu površinu, ivicu i sl. datu na crtežu.

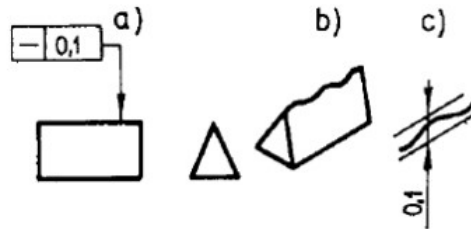
Podjela tolerancija oblika i položaja površina, kao i njihovi simboli, dati su u tabeli 2.1.

Tabela 2.1.

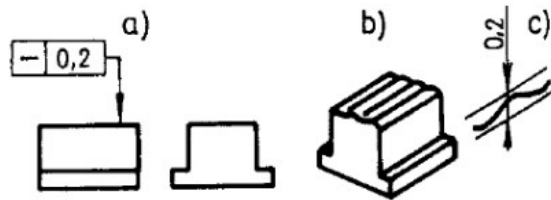
Vrsta tolerancije	Osobina koja se toleriše	Simbol	
Tolerancije oblika	Pravost	—	
	Ravnost		
	Kružnost		
	Cilindričnost		
	Oblik linije		
	Oblik površine		
Tolerancije položaja	Tolerancije pravca	Paralelnost	
		Upravnost	
		Ugao nagiba	
	Tolerancije mjesta	Lokacija	
		Koncentričnost koaksijalnost	
		Simetričnost	
	Tolerancije tačnosti obrtanja	Tačnost obrtanja	
		Kružnost obrtanja	
		Ravnost obrtanja	

2.1. Pravost

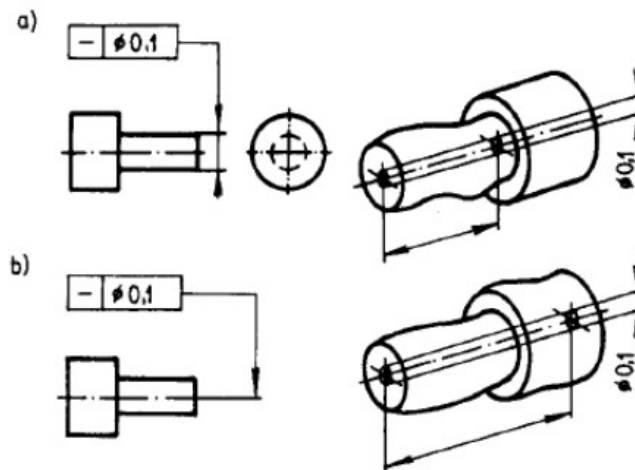
Ovaj simbol se odnosi na pojedinačne konturne linije, osne i simetralne linije. Znači da linija, na kojoj stoji pokazna linija, mora da se nalazi između dve idealno prave linije na rastojanju datom vrednošću tolerancije. Na sl.2.1. dat je primer za tolerisanje ivice predmeta, na sl. 2.2. tolerancija svake pojedinačne linije površine, a na sl. 2.3. tolerancija ose.



Slika: 2.1



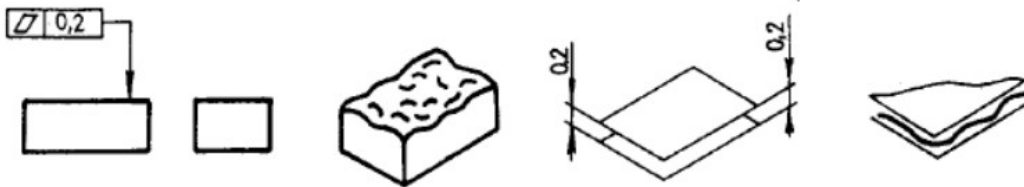
Slika: 2.2



Slika: 2.3

2.2. Ravnost

Ovaj simbol se odnosi na ravnu površinu ili simetralnu površinu predmeta. Znači da ravan na kojoj stoji pokazna linija, mora da se nalazi između dve idealno ravne i međusobno paralelne površine na rastojanju datom vrednošću tolerancije sl. 2.4



Slika 2.4

2.3. Kružnost

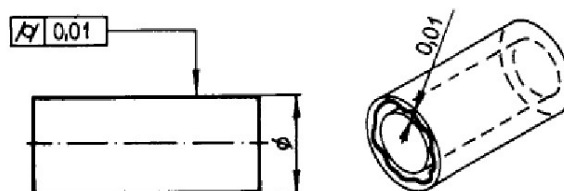
Ovaj simbol se odnosi na pojedinačne na kružne površine (cilindrične i konične). Znači da kružnica, na kojoj stoji pokazna linija, mora da se nalazi između dve idealne i koncentrične kružnice na rastojanju datom vrednošću tolerancije (sl. 2.5.). Kada je predmet koničan, znači da na svakom poprečnom preseku važi dati zahtev.



Slika 2.5

2.4. Cilindričnost

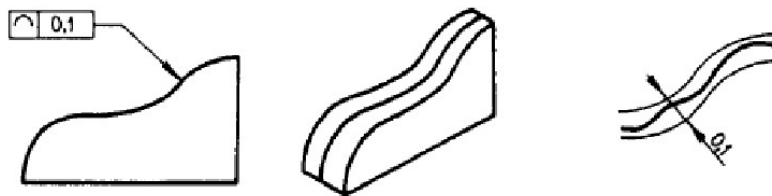
Odnosi se na cilindrične površine. Znači da se cilindar, na kom stoji pokazna linija, mora da se nalazi između dv koaksijalna cilindra na rastojanju datom vrednošću tolerancije (sl. 2.6.).



Slika 2.6

2.5. Profil linije

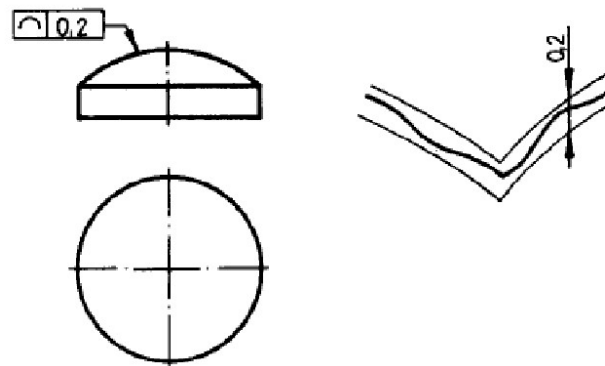
U svakom preseku paralelnom sa projekcijskom ravni tolerisani profil mora biti između dve linije obavijene krugovima prečnika datih vrednošću tolerancije, a čiji centri se nalaze na liniji koja predstavlja idealni geometrijski oblik (sl. 2.7).



Slika 2.7

2.6. Profil površine

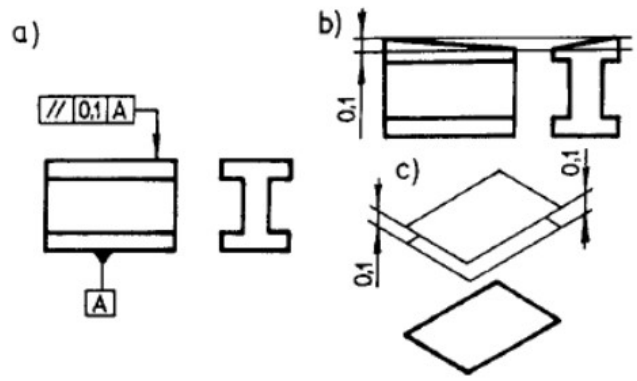
Tolerisana površina mora biti između dve površine obavijene loptama prečnika datih vrednošću tolerancije, čiji centri se nalaze na površini koja predstavlja idealni geometrijski oblik (sl. 2.8)



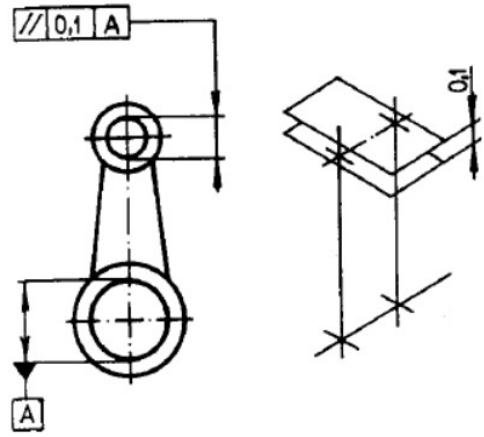
Slika 2.8

2.7. Paralelnost

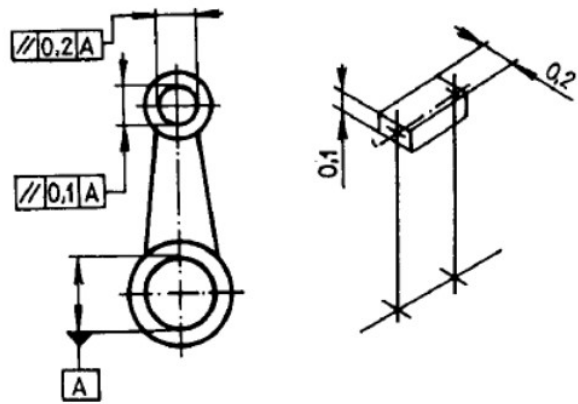
Definiše toleranciju paralelnosti dve ili više površina ili simetralnih linija. Na sl. 2.9 prikazano je korišćenje i značenje ovog simbola za dve paralelne površine. Površina, na kojoj stoji pokazna linija, mora da se nalazi između dvije paralelne ravni, na rastojanju datom vrednošću tolerancije, koje su paralelne sa referentnom ravni. Označavanje paralelnosti osa pokazano je na sl. 2.10. Ako je osa za koju se propisuje tolerancija, ograničena u dvije ravni onda se označava kao na sl. 2.11.



Slika 2.9



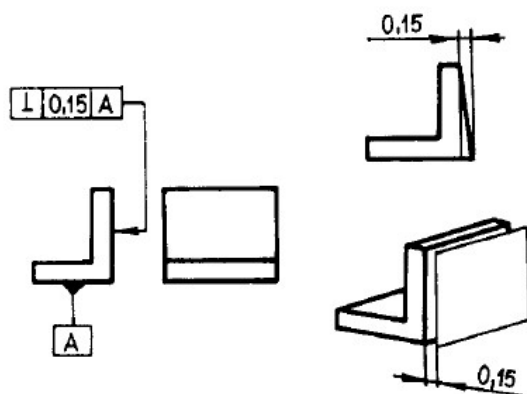
Slika 2.10



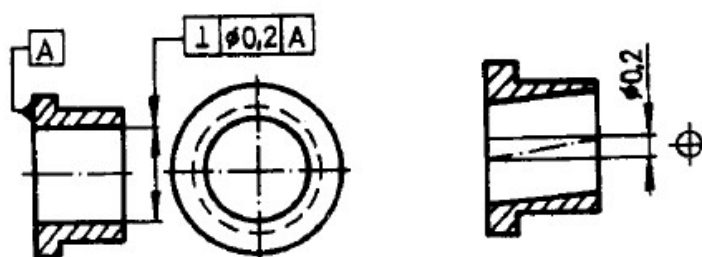
Slika 2.11

2.8. Upravnost

Površina na kojoj stoji pokazna linija, mora da se nalazi između dve idealno ravne i paralelne ravni, na rastojanju datom vrednošću tolerancije, koje su idealno upravne na referentnu površinu (sl. 2.12). Tolerancija upravnosti površine i ose simetrije data je na sl. 2.13.



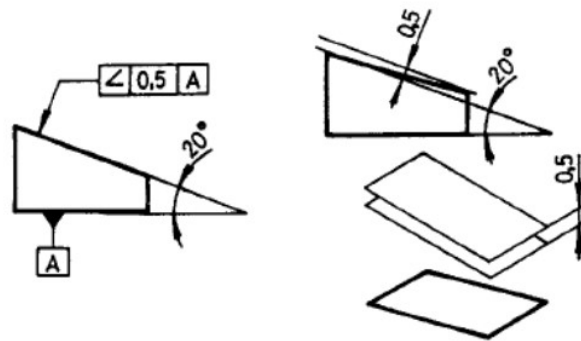
Slika 2.12



Slika 2.13

2.9. Nagib

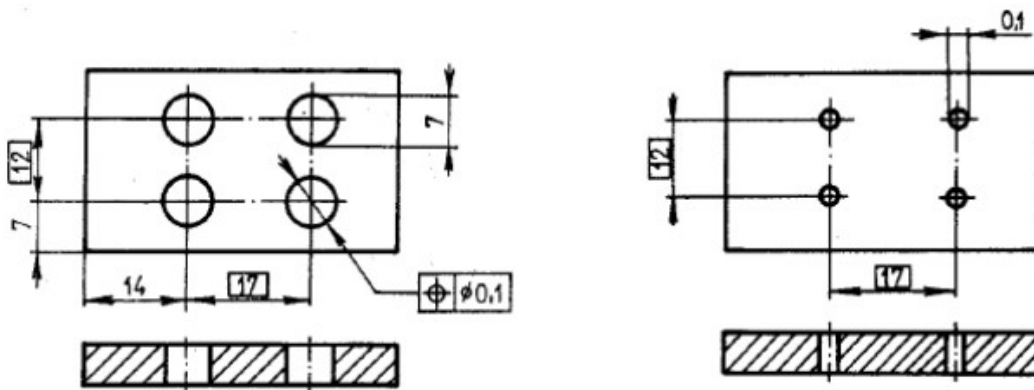
Površina, pod zadatim uglom, na kojoj stoji strelica može da se nalazi između dve idealno ravne i paralelne ravni na rastojanju definisanom tolerancijom, koje su pod zadatim uglom u odnosu na referentnu ravan (sl.2.14).



Slika 2.14

2.10. Lokacija

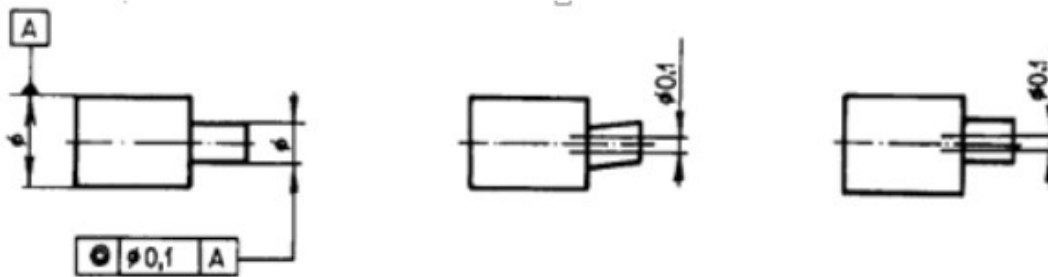
Definiše se tolerancija položaja određenih detalja na predmetu (otvora, žlebova ...). Primer na sl. 2.15 definiše međusobni položaj otvora prečnika 7mm. Referentna rastojanja su 12 i 17mm. Ove kote predstavljaju IDEALNE GEOMETRIJSKE MERE (uokviruju se pravougaonikom na crtežu). U odnosu na njih ose cilindara mogu da se nalaze u idealnim cilindrima prečnika 0,1mm.



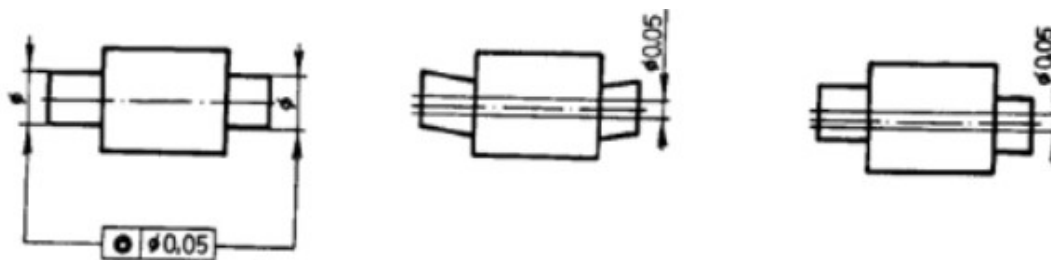
Slika 2.15

2.11. Koncentričnost i koaksijalnost

Definiše se podudarnost osa kružnih površina. Osa dela predmeta na kome stoji referentni element ostaje idealna, a osa dela na kome se nalazi pokazna strelica može da se kreće u okviru cilindra čiji je prečnik zadat vrednošću tolerancije (sl. 2.16). Druga mogućnost za označavanje (bez referentnog elementa) data je na sl. 2.17. Referentna osa je osa središnjeg dela (ona ostaje idealno prava), a ose na kojima se nalaze pokazne strelice nalaze se u cilindru čiji je prečnik definisan zatom tolerancijom.



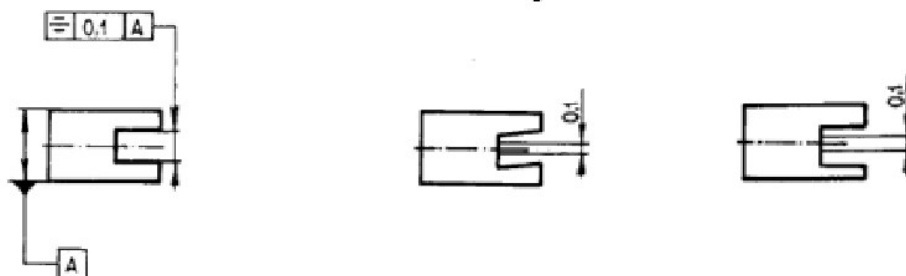
Slika 2.16



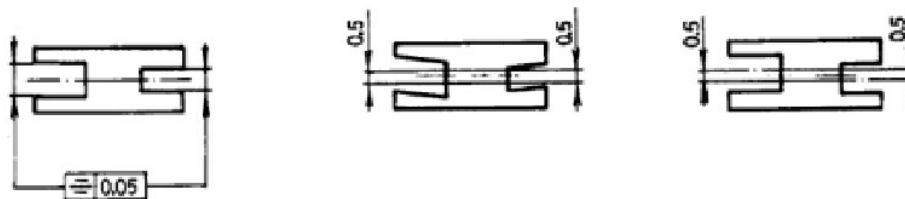
Slika 2.17

2.12. Simetričnost

Definiše se tolerancija položaja žljebova u odnosu neke ose predmeta. Na sl. 2.18 dat je primer označavanja u slučaju da postoji referentni element, a na sl. 2.19 slučaj kada ga nema. U ovom slučaju osa središnjeg dela predmeta je referentna (ostaje idealna), a ose dva žljeba na kojima stoje pokazne strelice nalaze se u zoni tolerancije od 0,05 mm.



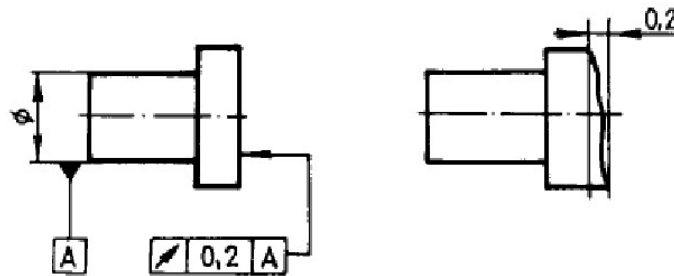
Slika 2.18



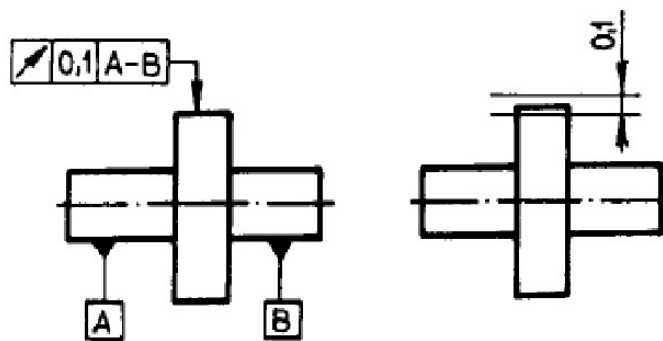
Slika 2.19

2.13. Bacanje

Definiše se ravnost (aksijalno bacanje) i kružnost obrtanja (radijalno bacanje) između definisanih površina. Na sl. 2.20 dat je primer za ravnost obrtanja. Čeona površina predmeta pri obrtanju može da se kreće u zoni između dve idealno paralelne površine na rastojanju od 0,2 mm u odnosu na cilindričnu površinu na kojoj stoji referentni trougao. U primeru za kružnost obrtanja (sl. 2.21) cilindrična površina na kojoj stoji pokazna strelica pri obrtanju može da se kreće između dva koaksijalna cilindra na rastojanju od 0,1 mm.



Slika 2.20









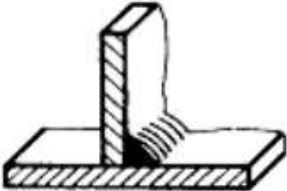
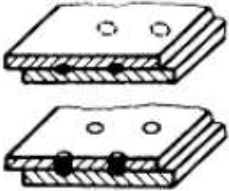
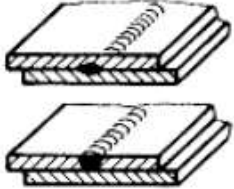
Slika 2.21

3. ZAVARENI SPOJEVI I PRIKAZIVANJE NA CRTEŽU

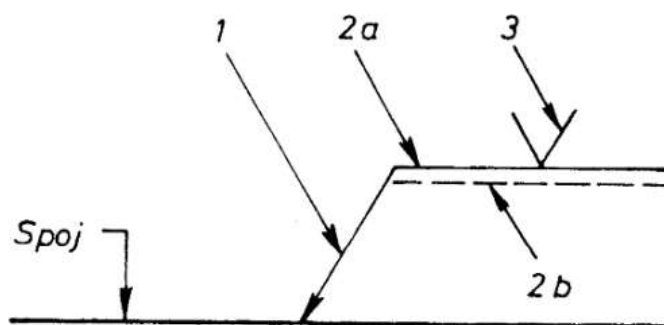
3.1. Vrste zavarenih spojeva

Različite vrste šavova, na crtežima se predstavljaju oznakama koje su, u osnovi, po obliku slične šavu koji se izvodi, a prikazane su u tabeli 3.1.

Tabela 3.1. Oznake vrsta šavova

R.br.	Naziv	Izgled šava	Oznaka
1.	jednostrani šav		
2.	jednostrani V šav		V
3.	jednostrani V šav sa jednom zakošenom stranicom		V
4.	jednostrani Y šav		Y
5.	jednostrani U šav (sa paralelnim ili kosim stranicama)		U
6.	potkorjeni zavar, odnosno šav		D
7.	ugaoni šav		△
8.	tačkasti šav		○
9.	linijski šav		⊕

3.2. Prikazivanje šavova na crtežima



Slika 3.1. Oznaka šava na crtežu

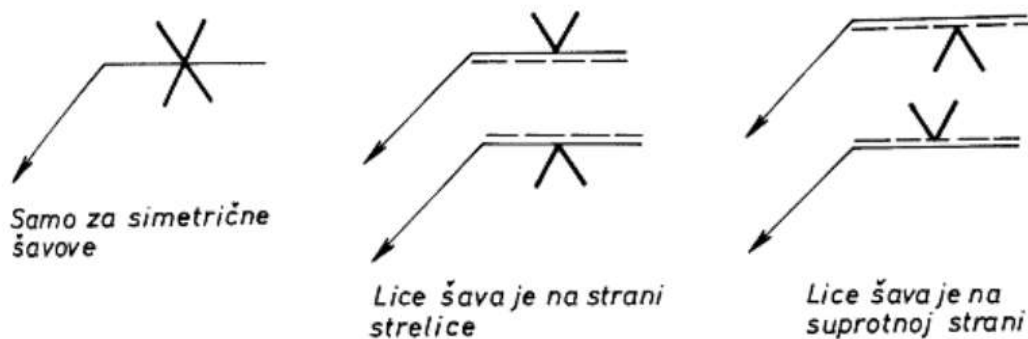
Na slici 1. dati su elementi oznake šava i sastoje se od:

- 1 – Strelica
- 2a – Pokazna linija (puna)
- 2b – Pokazna linija (isprekidana)
- 3 – Oznaka vrste šava i oznaka brojne vrijednosti mjera

Isprekidana linija 2b može biti iznad ili ispod pune linije i služi za određivanje da li je lice šava na strani strelice ili na suprotnoj strani.

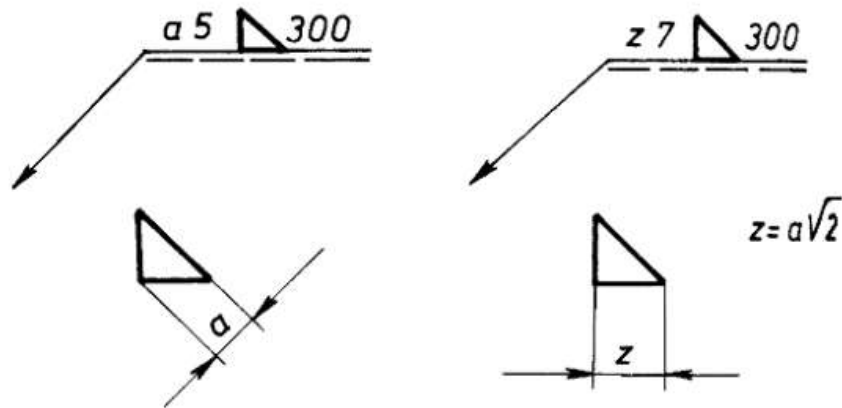


Slika 3.2: Položaj strelice u odnosu na spoj



Slika 3.3: Položaj pokazne linije i mjesto oznake u odnosu na pokaznu liniju

Glavne mjere poprečnog presjeka šava pišu se na lijevoj strani, a dužine šava i koraka na desnoj strani oznake za šav.



Slika 3.4. Upisivanje i određivanje mjera ugaonih šavova

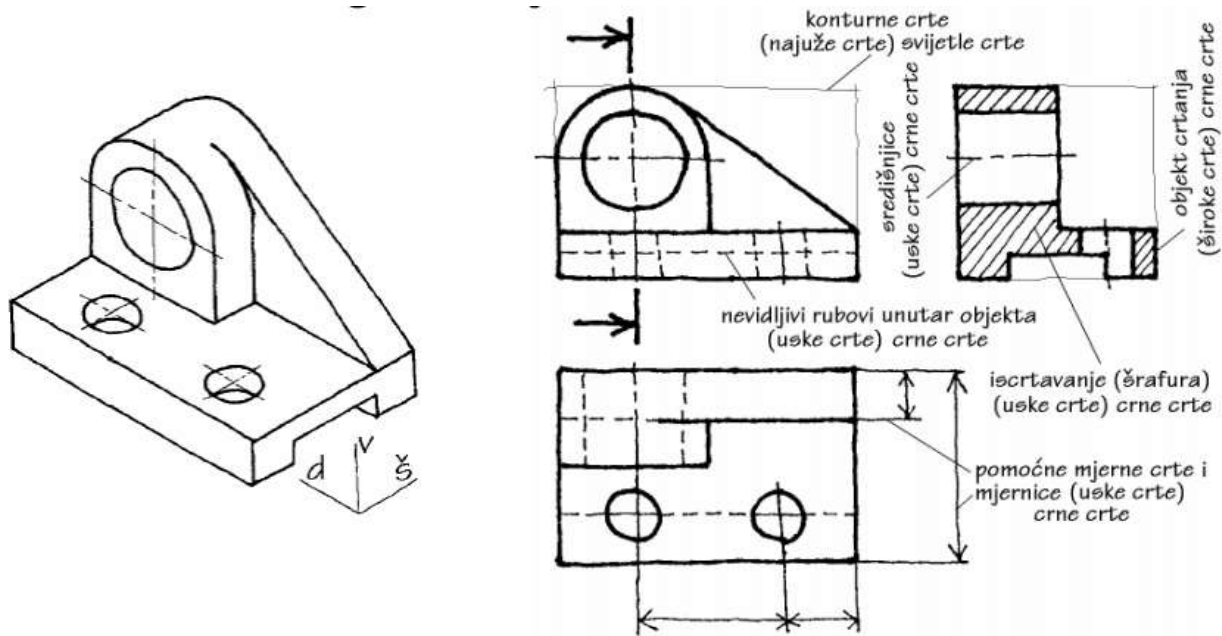
4. MAŠINSKO SKICIRANJE I SNIMANJE

4.1. Mašinsko skiciranje

Mašinsko skiciranje je „crtanje slobodnom rukom“, a primjenjuje se u situacijama kada nema raspoloživog pribora za crtanje.

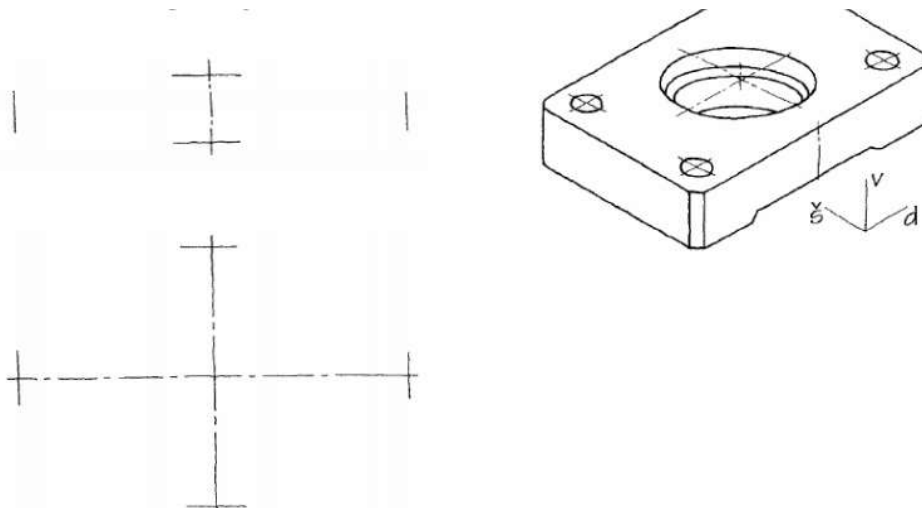
Mašinsko skiciranje takođe predstavlja jedan od početnih koraka u procesu konstruisanja.

Skica se crta u skladu sa pravilima tehničkog crtanja,

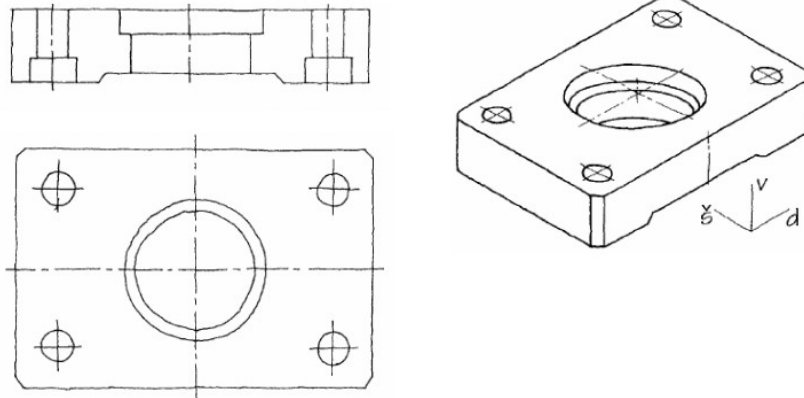


Skica se crta po slijedećem redoslijedu:

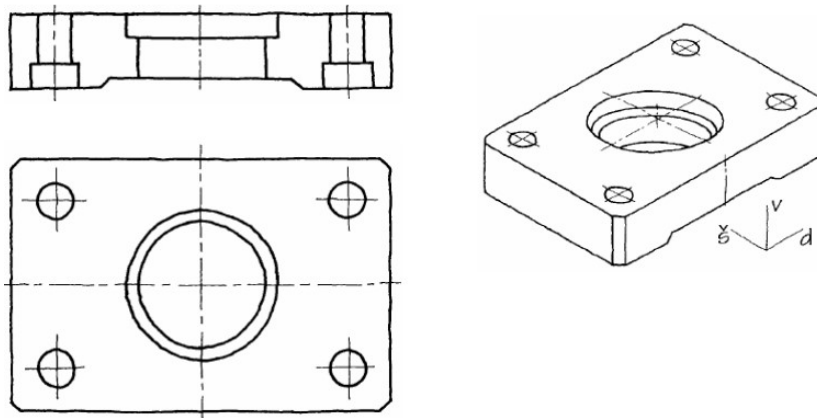
1. Usvajanje broja projekcija i osa mašinskog dijela



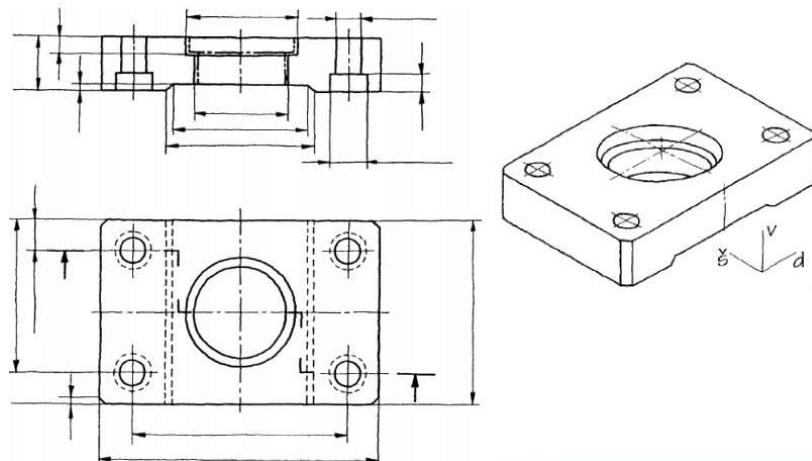
2. Crtanje kontura (u svakoj projekciji najprije nacrtati konture, a tek nakon toga detalje)



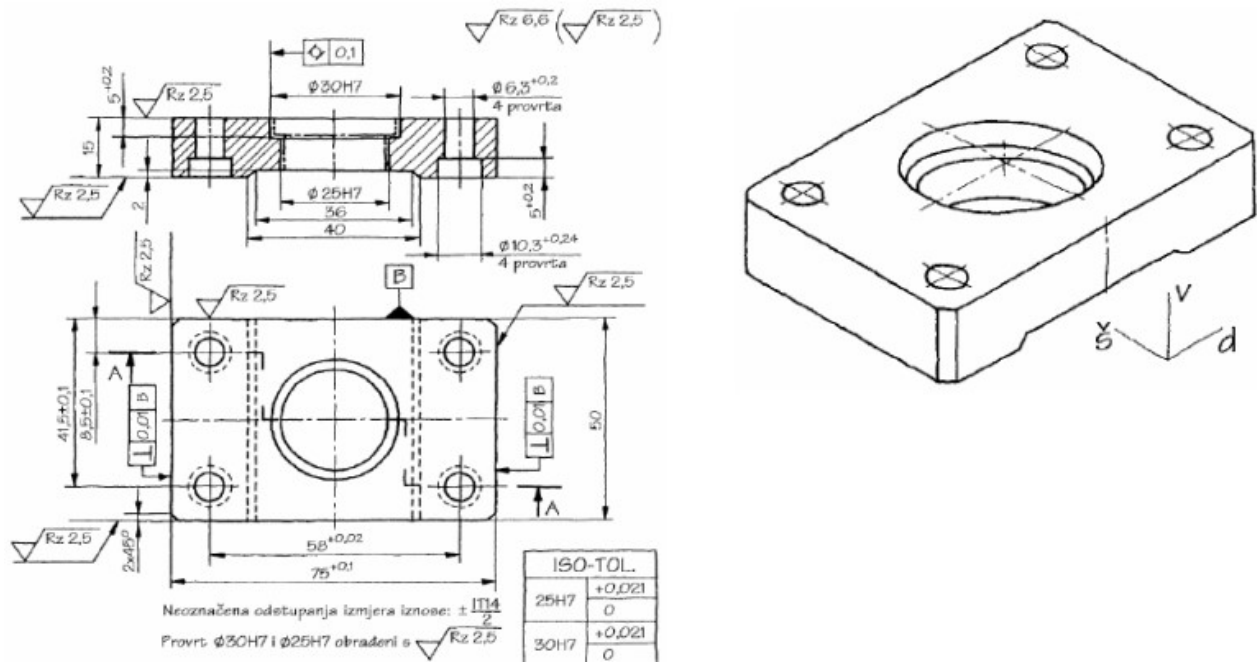
3. Podebljavanje projekcija



4. Kotiranje mašinskog dijela



5. Unošenje dimenzionija, tolerancija i kvaliteta obrade mašinskog dijela

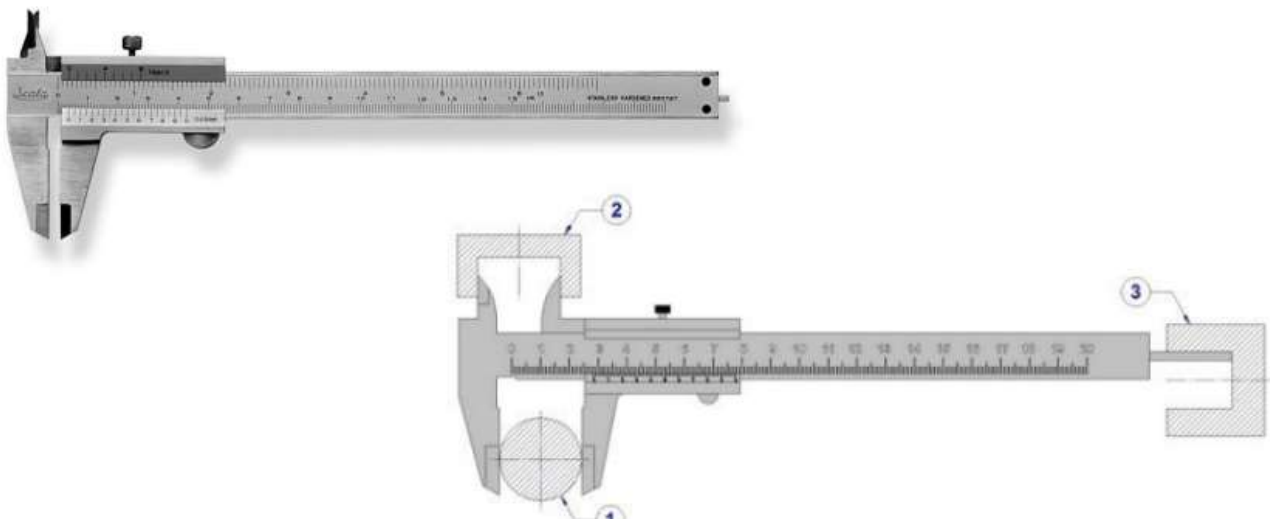


4.2. Mašinsko snimanje

Snimanje mašinskih dijelova se sastoji iz izrade skice snimanja i izrade radioničkog crteža. U praksi se snimanje mašinski dijelova izvodi zbog izrade rezervnih dijelova.

Mjerni instrumenti za smimanje:

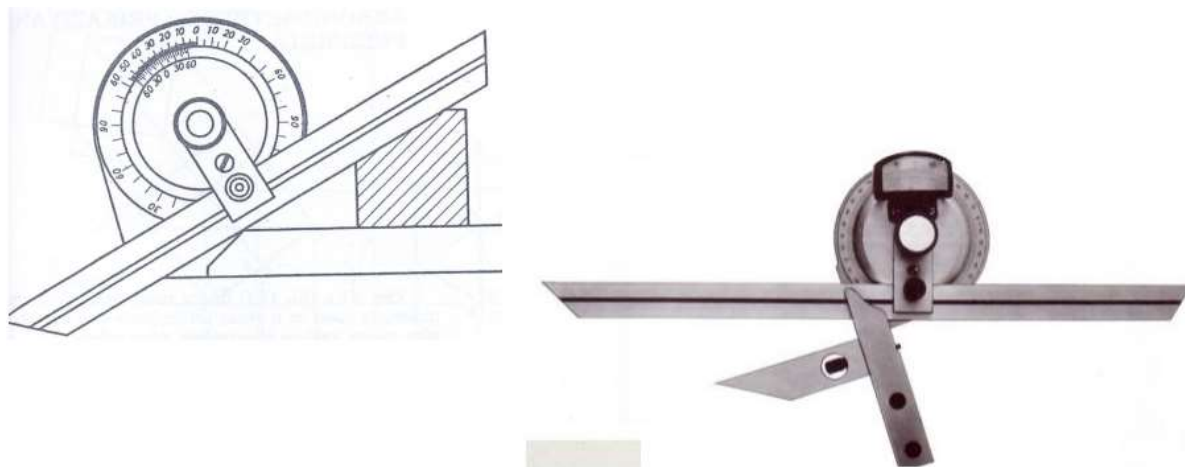
Pomično mjerilo služi za mjerenje prečnika, dužinskih mjera dijelova.



Precizna mjerenja dužina i prečnika sa tačnošću od 1/100 mm obavljaju se mikrometrom.



Uglovi se mjere najčešće uglomjerom sa pomjerljivom duodecimalom.



Vrste navoja se određuju pomoću češlja kojim se određuje korak, a potom se posebnim mjerenjem određuje i nazivni prečnik navoja.



5. KOSI PRESJECI GEOMETRIJSKIH TIJELA I NJIHOVE MREŽE

Zdatak:

Konstruisati kosi presjek uspravne trostrane prizme baza ABC i DEF i visine h , ravninom E u opštem položaju.

$$E (-25, 25, 15)$$

$$A (20, 25, 15)$$

$$B (50, 55, 0)$$

$$C (65, 15, 0)$$

$$h = 90$$

Postupak:

1. O koordinatni sistem XYZ nacrtaju se prva i druga projekcija (tlocrt i nacrt) prizme, a zatim se ucrtaju tragovi ravnine E (e_1 i e_2).
2. Stranice baze prizme u tlocrtu se produže do traga e_1 i do X ose, te se tako dobiju probodišta P_1 i Q_1 , te P_{2x} i Q_{2x} .
3. Iz probodištasa traga e_1 (P_1 i Q_1) dižu se okomice na X osu, čime se dobiju probodišta P_{1x} i Q_{1x} , a iz probodišta P_{2x} i Q_{2x} dižu se normale do traga e_2 , čime se dobiju probodišta P_2 i Q_2 .
4. U drugoj projekciji (nacrtu) spoje se probodišta P_2 sa P_{2x} , te Q_2 sa Q_{2x} , a presječne tačke tih zraka sa odgovarajućim bridovima (ivicama) prizme predstavljaju vrhove pologona (trugla) presjeka prizme. Ove tačke se označavaju sa 1, 2 i 3.
5. CRTANJE MREŽE.

Mreža presječene prizme crta se tako što se prvo nacrtava razvijena mreža prizme u stvarnim proporcijama (stvarne veličine baze prizme su na prvoj projekciji-tlocrtu, dok su stvarne mjere ivica prizme na drugoj projekciji-nacrtu).

Na razvijenu mrežu, na odgovarajuće ivice (bridove) prizme nanese se visine $A''1''$, $B''2''$, $C''3''$, a spajanjem tih visina dobije se linija presjecanja prizme.

Donja baza ABC , gornja baza DEF , kao i poligon presjeka prizme 123 , dobiju se prenošenjem dužina susjednih stranica uz pomoć šestara.

