

1. Mjerenje

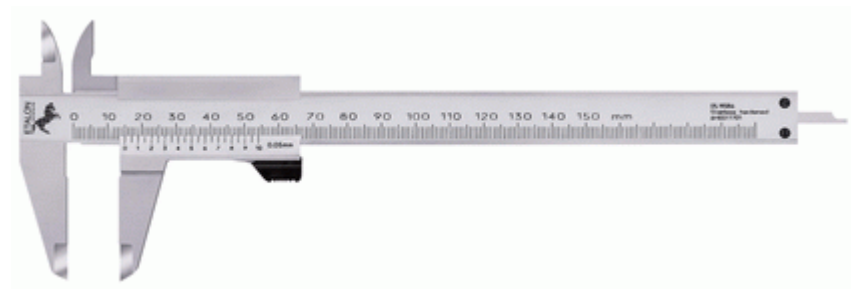
Mjerenje je brojčana usporedba veličine koja se mjeri s poznatom veličinom iste vrste. Rezultat mjerenja je mjerna vrijednost. Osnovna mjerna jedinica u strojarstvu je milimetar pa se sve mjere izražavaju u milimetrima. Npr. 1237 mm (jedan metar, dva decimetra, tri centimetra i sedam milimetara)

Najčešća mjerila u strojarstvu su pomična mjerila, mikrometri, komparatori i kutomjeri, a za brzu kontrolu se primjenjuju kalibri, etaloni i šablone.

1.1. Pomično mjerilo

Univerzalno pomično mjerilo (slika 1.1.), služi za mjerenje vanjskih mjera, unutarnjih mjera i dubine. Sastoji se od pomičnog i nepomičnog dijela, mjernih krakova za mjerenje vanjskih mjera, mjernih krakova za mjerenje unutarnjih mjera i izdanka za mjerenje dubina. Na nepomičnom dijelu je milimetarska podjela, a na pomičnom dijelu je **nonij** podjela. U nekim slučajevima na nepomičnom dijelu osim milimetarske podjele nalazi se i colna podjela, a na pomičnom dijelu colni nonij. Prema najmanjoj mjeri koja se može izmjeriti razlikuju se:

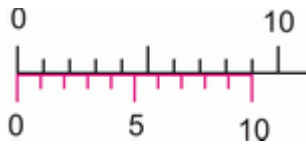
- mjerila preciznosti jedne desetinke (0.1 mm – 1/10),
- mjerila preciznosti pet stotinki (0.05 mm – 1/20),
- mjerila preciznosti dvije stotinke (0.02 mm – 1/50),
- posebna mjerila preciznosti jedne stotinke (0.01 mm – 1/100)



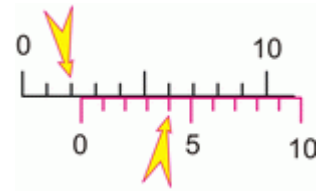
Slika 1.1. Univerzalno pomično mjerilo

1.1.1. Pomično mjerilo preciznosti 0.1 mm (1/10)

Mjerilo preciznosti 0.1 mm ima nonij u kojemu je 9 mm podijeljeno na 10 jednakih dijelova (slika 1.2.). Svaki dio veličine je 9/10 mm (0.9 mm), pa do punog milimetra ostaje 1/10 mm (0.1 mm).



Slika 1.2. Načelo nonija



Slika 1.3. Čitanje mjere s pomičnog mjerila preciznosti 0.1mm

Čitanje mjere s pomičnog mjerila preciznosti 0.1mm:

Prvo treba pročitati koliko je punih milimetara do nule na nonij podjeli, a zatim pronaći crticu na nonij podjeli koja se poklapa s nekom crticom na milimetarskoj podjeli. Npr.: ako je do nule na noniju 2 mm, a četvrta crtica nonija se poklapa s nekom crticom na milimetarskoj podjeli, onda je to mjera 2.4 mm odnosno 2 milimetra i 4 desetinke. Najmanja mjera koju se može izmjeriti mjerilom preciznosti 0.1 mm je upravo jedna desetinka milimetra.

1.1.2. Pomično mjerilo preciznosti 0.05 mm (1/20)

U strojarstvu je jedna desetinka često puta krupna veličina, pa se mjerilo točnosti 1/10 primjenjuje samo za gruba i približna mjerenja.



Preciznije pomično mjerilo je mjerilo s nonijem u kojem je 39 mm podijeljeno na 20 jednakih dijelova (slika 1.4.).

Slika 1.4. Nonij u kojem je 39 mm podijeljeno na 20 jednakih dijelova



$39/20=1.95$ mm - do puna dva milimetra nedostaje 0.05 mm odnosno 1/20 mm.

Jednako je $19/20=0.95$ mm - do punog milimetra nedostaje 0.05, odnosno 1/20 mm.

Slika 1.5. Čitanje mjere s pomičnog mjerila preciznosti 0.05mm

Čitanje mjere s pomičnog mjerila preciznosti 0.05mm:

Prvo treba pročitati koliko je punih milimetara do nule na nonij podjeli, a zatim pronaći crticu na noniju koja se poklapa s nekom crticom na milimetarskoj podjeli. Npr.: ako je do nule na noniju 5 mm, a treća crtica nonija se poklapa s nekom crticom na milimetarskoj podjeli, onda je to mjera od 5.15 mm odnosno 5 milimetra i 15 stotinki milimetra. Najmanja mjera koju se može izmjeriti mjerilom preciznosti 0.05 mm je pet stotinki milimetra. Mjere idu redom 0.05, 0.1, 0.15, 0.20, 0.25 itd..

1.1.3. Pomično mjerilo preciznosti 0.02 mm (1/50)



Pomično mjerilo preciznosti 1/50 mm (0.02 mm) je najpreciznije pomično mjerilo sa skalom bez pomoćnog uređaja. Ono ima nonij u kojemu je 49 mm podijeljeno na 50 jednakih dijelova ($49/50=0.98$), pa do punog milimetra nedostaje 0.02 mm. Nonij tog mjerila i način čitanja mjere vidi se na slici 1.6.

Slika 1.6. Čitanja mjere s pomičnog mjerila točnosti 0.02 mm

Čitanje mjere s pomičnog mjerila preciznosti 0.02mm:

Prvo treba pročitati koliko je punih milimetara do nule na nonij podjeli, a zatim pronaći crticu na noniju koja se poklapa s nekom crticom na milimetarskoj podjeli. Npr.: ako je do nule na noniju 12 mm, a prva crtica nonija se poklapa s nekom crticom na milimetarskoj podjeli, onda je to mjera od 12.02 mm odnosno 12 milimetara i 2 stotinke milimetra. Najmanja mjera koju se može izmjeriti mjerilom preciznosti 0.02 mm je dvije stotinke milimetra. Mjere idu redom 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.1, 0.12, 0.14, 0.16 itd..

1.1.4. Posebna pomična mjerila

U posebna pomična mjerila spadaju:

- pomična mjerila s mikrometarskim vijkom,
- pomična mjerila s komparatorom,
- pomična mjerila s LCD zaslonom (digitalna).

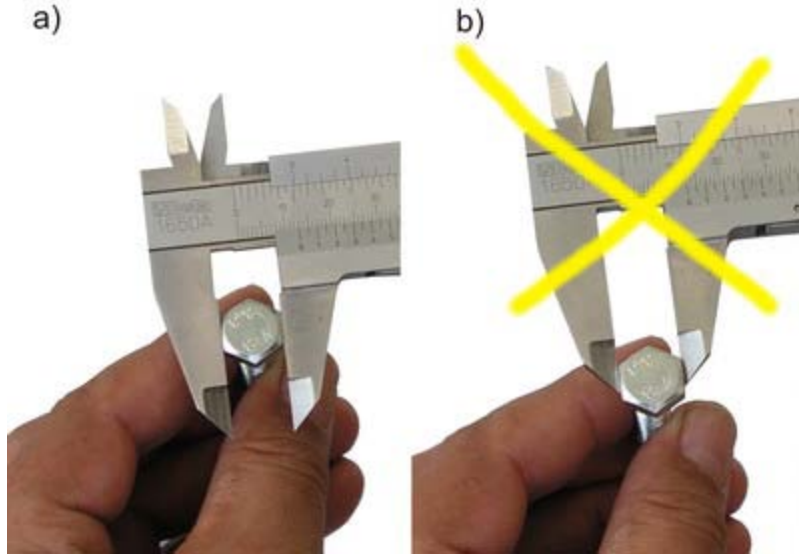
Sva su ta mjerila točnosti 1/100 milimetra.



Slika 1.7. Posebna mjerila; mjerilo s komparatorom i digitalno mjerilo

1.1.5. Tehnika mjerenja pomičnim mjerilom

Pri mjerenju pomičnim mjerilom kraci trebaju zahvatiti što veću površinu (slika 1.8.), a zatim pomični dio ukočiti vijkom i mjerilo skinuti s predmeta. Mjerilo zatim treba okrenuti prema sebi tako da je pogled okomit na mjernu letvu i pročitati mjeru.



Slika 1.8. Zahvaćanje predmeta pomičnim mjerilom a) pravilno b) nepravilno

Pri mjerenju manjih predmeta, kad se mjerilo drži u jednoj, a predmet u drugoj ruci, pa pomični dio ne treba ukočiti, jer svako povlačenje mjernih krakova po predmetu oštećuje pomično mjerilo.

Pri mjerenju dubine (slika 1.9.) rub mjerne letve mora potpuno prileći uz vanjsku stjenku predmeta.



Slika 1.9. Mjerenje dubine univerzalnim pomičnim mjerilom

Sva mjerila zahtijevaju čistoću, pažljivo rukovanje i čuvanje.

1.2. Mikrometri

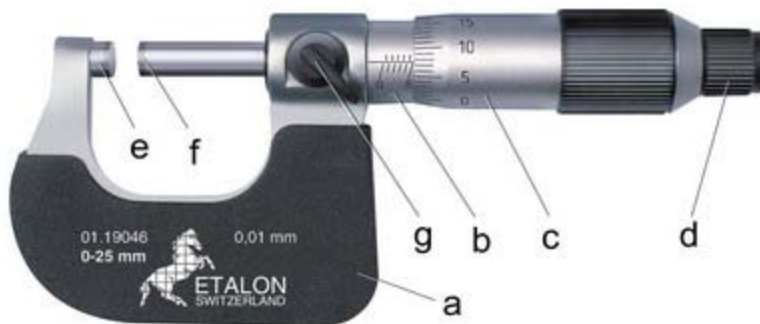


Mikrometri služe za vanjska mjerenja, unutarnja mjerenja i mjerenje dubina. Točnosti su 1/100, 1/200 i 1/500 i 1/1000 mm. Izrađuju se za različita mjerna područja i to: 0 do 25 mm, 25 do 50 mm, 50 do 75 mm, 75 do 100 mm itd..

Slika 1.10. Mikrometri za vanjska i mikrometar za unutarnja mjerenja

1.2.1. Mikrometar za vanjska mjerenja točnosti 0.01 mm (1/100)

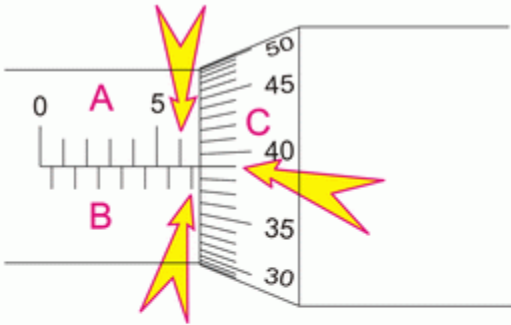
Mikrometar za vanjska mjerenja točnosti 0.01 mm se sastoji se od potkove (a), cilindra s milimetarskom podjelom i podjelom na polovice milimetra (b), mjernog bubnja s podjelom na 50 jednakih dijelova (c), čegrtaljke (d), nepomičnog mjernog čepa (e), pomičnog mjernog čepa (f) i kočnice (g).



Slika 1.11. Mikrometar za vanjska mjerenja točnosti 0.01 mm;
a) potkova,
b) cilindar s milimetarskom podjelom i podjelom na polovice milimetra,
c) mjerni bubanj s podjelom na 50 jednakih dijelova,
d) čegrtaljka,
e) nepomični mjerni čep,
f) pomični mjerni čep,
g) kočnica

Mikrometarski vijak ima navoj uspona 0.5mm pa se za pun okret mjernog bubnja pomični čep uzdužno pomakne za 0.5mm. Zakretanjem mjernog bubnja za jednu podjelu, pomični čep se uzdužno pomakne za 0.01 mm ($0.5:50=0.01$).

Postupak čitanja mjere s mikrometra točnosti 1/100 vidi se na slici 1.12.



Slika 1.12. Čitanje mjere s mikrometra točnosti 1/100 mm

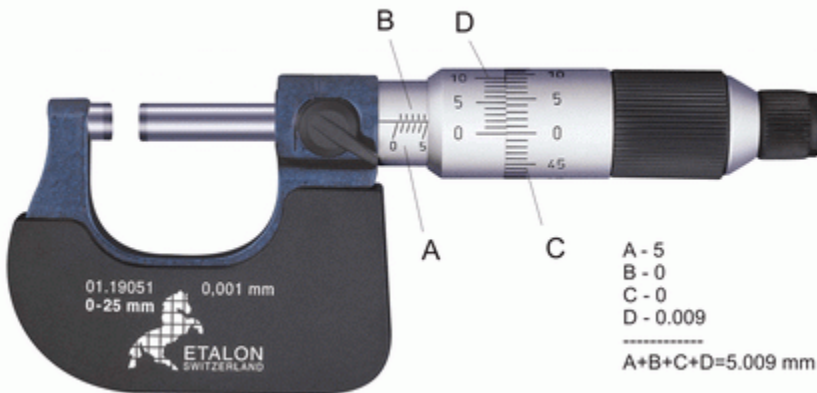
Milimetri i polovice milimetra čitaju se s mjernog cilindra, a stotinke s mjernog bubnja.

Skala A na slici 1.12. predstavlja milimetre, skala B polovice, a skala C stotinke milimetra.

skala	A	6.00
skala	B	0.50
skala	C	0.39
<hr/>		
ukupno	A+B+C = 6.89	

Čitanje mjera s mikrometra točnosti 1/1000 vidi se na slici 1.13.

Slika 1.13. Čitanje mjera s mikrometra točnosti 1/1000



Tehnika mjerenja mikrometrom

Potkova mikrometra obložena je plastikom radi izolacije od prijenosa topline s ruke na nju, kako ne bi došlo do širenja potkove zbog toplinskog istezanja materijala.

Lijevom rukom drži se mikrometar za obloženi dio potkove, a desnom se rukom okreće mjerni bubanj. Mjerni bubanj valja okretati samo čegrtaljkom kako bi se smanjila greška pritezanja. Nakon pritezanja vreteno se ukoči pomoću kočnice, mikrometar skinu s predmeta i pročita mjera.

Ako čegrtaljkom potpuno zatvoren mikrometar ne pokazuje nulu, onda pomoću kukastog ključa koji se nalazi u kompletu treba zakrenuti mjerni cilindar do nule na mjernom bubnju.