

# PROIZVODNE MERITVE IN KAKOVOST

# MERILNI POGREŠEK

- Odstopki od prave vrednosti zaradi nepopolnosti merilne naprave so merilni pogoški.

# VRSTE POGREŠKOV

- **Grobi pogrešek** temelji na pomoti, napačnem in pomanjkljivem razbiranju odčitka na merilni napravi, na grobih napakah in okvarah merilne naprave ali na močnih zunanjih motilnih vplivih. Grobi pogreški se lahko odkrijejo in **preprečijo** z večkratnim ponavljanjem merjenja in skrbnim delom merilca.

# VRSTE POGREŠKOV

## *Sistematični* pogrešek

Vzroki za pojav sistematičnih pogreškov so različni:

- pogrešek zaradi nepopolnosti merilnih naprav
- pogrešek zaradi pomanjkljive merilne metode
- pogrešek zaradi merilca
- pogrešek zaradi vpliva okolice
- pogrešek zaradi vpliva merilne sile in težnosti
- pogrešek zaradi verižnega vpliva ( pri posrednem merjenju je iskana veličina meritve določena z izračunom – določitev srednjega premera navoja)
- pogrešek zaradi vpliva merjenca ( nepopolnost oblike in površine merjenca)

# VRSTE POGREŠKOV

- **Slučajni** pogreški so tisti merilni pogreški, ki se spreminjajo po vrednosti in predznaku kljub enakim pogojem merjenja. Ker so nedoločljivi, naredijo merilni rezultat nezanesljiv. **So posledica** mersko nedoločljivih sprememb merilnih naprav, merilne sile, okolice, dojetanja merilca, kot tudi vpliva merjenja, na katere **ni mogoče vplivati**.

# MERILNA NEGOTOVOST

- Merilna negotovost je parameter, ki postaja vedno bolj nepogrešljiv spremljevalec vseh **kalibracij** in preizkusov, posredno pa podaja tudi stopnjo usposobljenosti laboratorija.

# MERILNA NEGOTOVOST

- Umerjanje, kalibracija – niz operacij za ugotavljanje povezave med vrednostmi, ki jih kaže merilni instrument in pripadajočimi vrednostmi, realiziranimi z etaloni.
- Etalon – merilni instrument, katerega namen je da definira neko enoto, tako, da služi kot referenca.

# MERILNA NEGOTOVOST

Izvori merilne negotovosti so:

- negotovost uporabljenih etalonov,
- lastna negotovost merjene veličine,
- negotovost odčitavanja,
- pogoji okolja,
- človeški faktor.



# MEROSLOVJE

- *Meroslovje je veda o merjenju. Merjenje je niz operacij, izvedenih z namenom, da se ugotovi vrednost veličine.*

# MERILNE METODE

- Merilna metoda je sistem pravil po katerih izvršimo merjenje.

# VRSTE MERILNIH METOD

- **neposredna** merilna metoda je metoda pri kateri neposredno določimo izmerjeno vrednost merilne veličine brez izračuna na osnovi funkcijske odvisnosti. Pri uporabi neposredne merilne metode se pogosto uporablja primerjalna merilna metoda, ko merimo vrednost odstopka od neke referenčne vrednosti ( merilne kladice ).
- **posredna** merilna metoda je metoda pri kateri izmerjeno vrednost merilne veličine izračunamo iz funkcijske odvisnosti.

# VRSTE MERILNIH METOD

- **ravnotežna oz. ničelna** merilna metoda spada v skupino najnatančnejših merjenj. Sem prištevamo mnoga merjenja električnih in neelektričnih veličin s pomočjo merilnih naprav, ki delujejo na principu kompenzacije ( **merjenja s tehtnico**).
- **kompenzacijska** merilna metoda predstavlja izvedbo ničelne merilne metode. Uravnoteženost v merskem sistemu ostane, le da se kazalec ne postavi v ničelni položaj, temveč zavzame nek relativno bližji položaj glede na ničelni položaj.

# MERJENJE

- *Merjenje je proces generiranja in pretvarjanja informacije o določeni merski veličini v takšno obliko, ki jo lahko prikažemo na digitalnem oz. analognem prikazovalniku ali pa jo uporabimo za krmiljenje strojev in naprav.*

# MERJENJE DOLŽIN Z MERILI

Za merjenje dolžin uporabljamo merila, ki so izvedena kot **graduirana** ali kot **etalonska** merila. Uporabljamo jih v osnovni izvedbi ali z dodatnimi merilnimi napravami ali drugimi pripomočki ( nonij, lupa ), ki olajšajo primerjavo merjene dolžine z merilom.

# *Graduirana merila*

- Pri teh merilih je osnovna mera razdelek, to je razmik med dvema črticama.
- Najenostavnejše izvedbo **so metri** iz enega kosa ali sestavljeni iz členov, izdelani iz lesa ali jekla.
- *Merilni trakovi* se uporabljajo za merjenje daljših dolžin, so lahki in zavzemajo malo prostora v naviti obliki. Izdelani so lahko iz platnenega traku, v strojništvu pa uporabljamo jeklene merilne trakove iz vzmetnega jekla, saj imajo enak razteznostni koeficient kot večina merjenih delov.
- Glede na namen uporabe in natančnost izdelave ločimo:
- delavniška ravnila za dolžine do 5 m
- kontrolna ravnila za dolžine do 2 m
- primerjalna ravnila za dolžine do 1 m.

# Etalonska merila

- So **natančnejša** kot graduirana merila in so v praksi uporabnejša.
- Etalonska merila so telesa pri katerih je dolžinska mera določena z razdaljo med končnima merilnima ploskvama.

Po obliki merilnih ploskev ločimo:

- **paralelna** etalonska merila – merilne kladice
- **valjasta** etalonska merila – merilni trni, ploščice in žice
- **krogelna** etalonska merila.

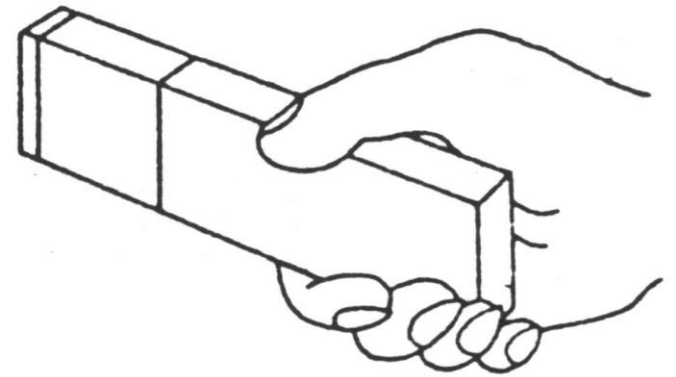
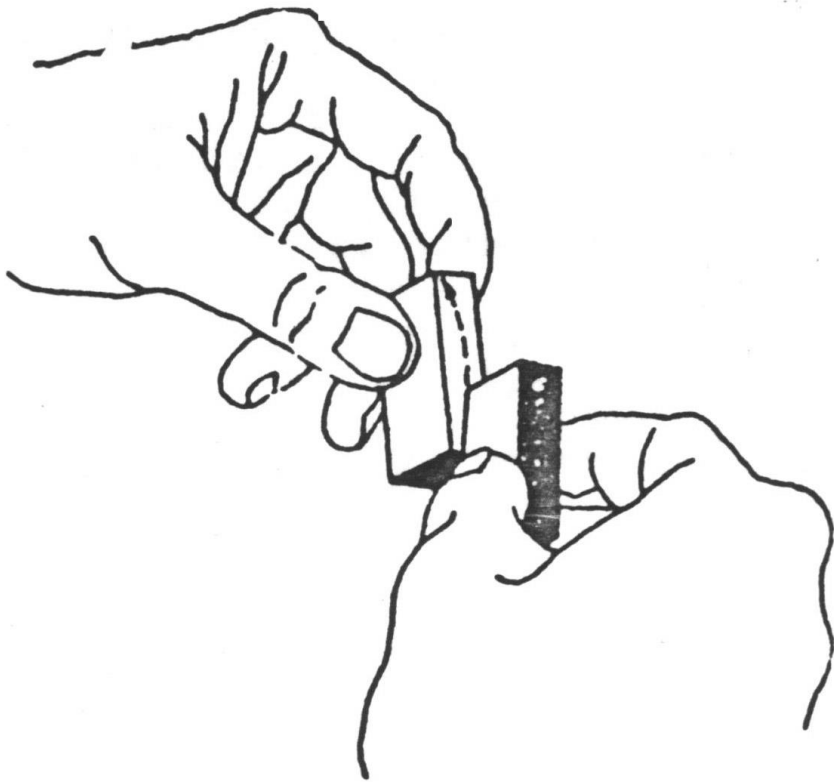
Valjasta in krogelna etalonska merila se uporabljajo za kontrolo premerov lukenj, merjenja smeri in središčnega razmika lukenj, merjenja zobnikov,...



# MERILNE KLADICE

- Merilne kladice predstavljajo osnovo sistemu **merjenja dolžin** s katerimi lahko tudi hitro in zanesljivo kontroliramo merilne naprave. Izdelujejo jih predvsem s pravokotnim prerezom in v posameznih primerih s kvadratnim, krožnim ali osemkotnim prerezom.
- Lahko jih sestavljamo v poljubne mere s potiskanjem ene na drugo.

# Sestavljanje merilnih kladic



# MERILNE KLADICE

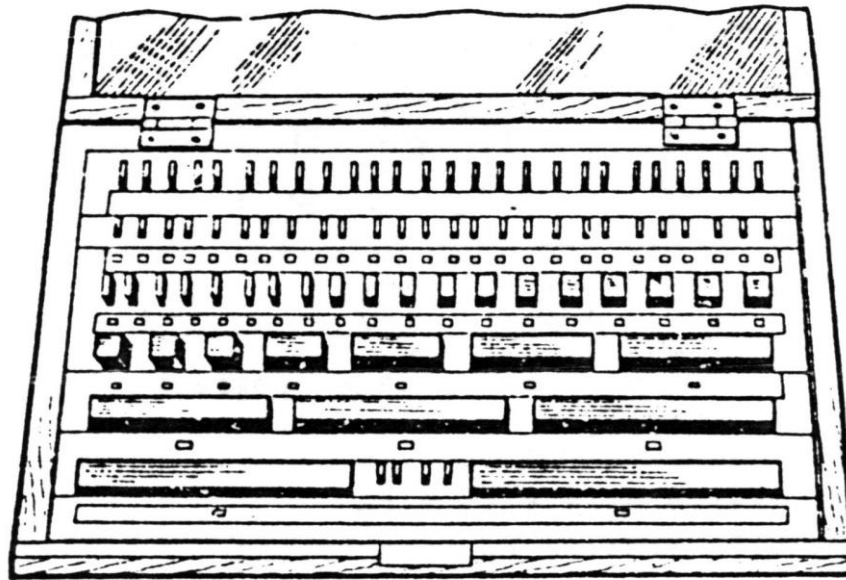
- Najpogosteje so izdelane iz **jekla**, za posebne namene pa tudi iz karbidne trdine ali kremenca. Jeklene kladice so kaljene in umetno starane, da so mersko obstojne. Občasno pa jih moramo zaradi določitve obrabe kontrolirati.
- Merilne kladice imajo **pravokoten** prerez  
39 x 9 mm za imenske mere od 0,5 do 10,1 mm in  
35 x 9 mm za imenske mere nad 10,1 do 100 mm.

# MERILNE KLADICE

Merilne kladice se izdelujejo v naslednjih stopnjah točnosti:

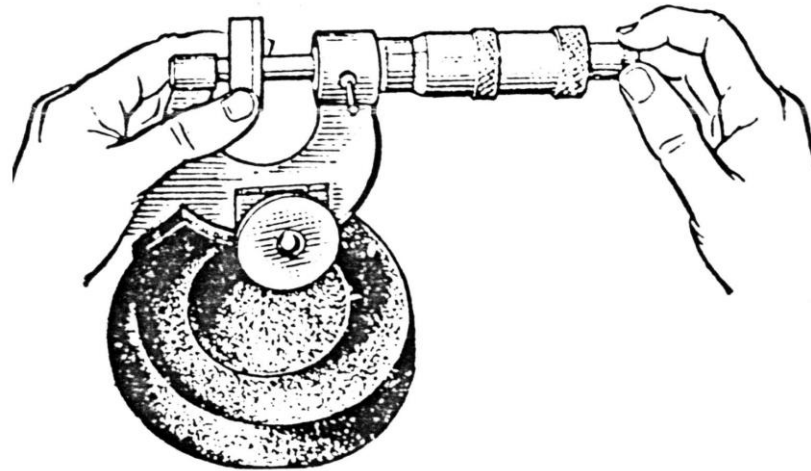
- 0: za visoke zahteve glede natančnosti (kot primerjalna mera, nastavna mera za merilne stroje, vzvodne in druge merilnike visoke stopnje točnosti, za kontrole kalibrov)
- I: za običajne točnosti (kontrola in nastavljanje merilnikov, kontrola kalibrov)
- II: (kontrola delavniških kalibrov, za kontrolo in nastavljanje delavniških merilnikov, uporaba pri gradnji vpenjalnih naprav)
- III: (nastavljanje strojev in vpenjalnih naprav).

# MERILNE KLADICE



# MERILNE KLADICE

- Merilne kladice uporabljamo tudi za **kontrolno natančnosti merilnikov** v vgrajeno merilno normalo – vijačno merilo.

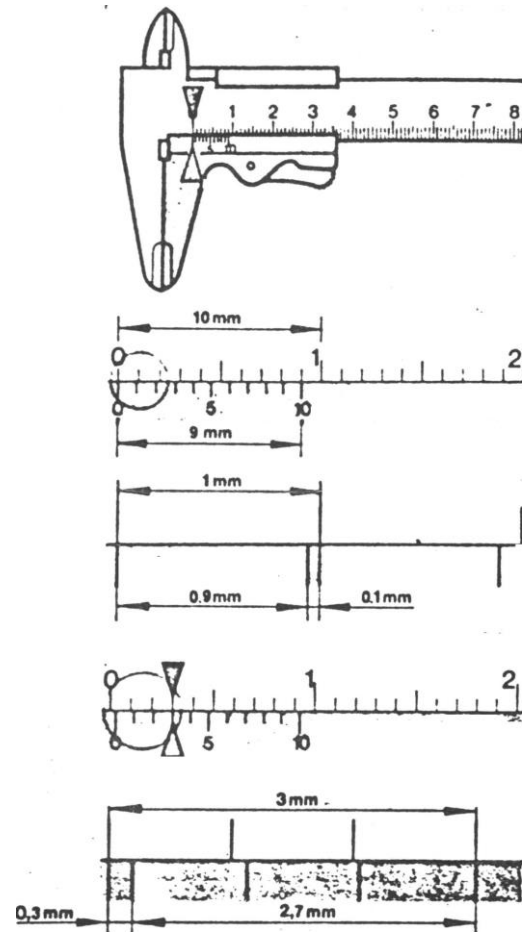


# Mehanska merila

## POMIČNO MERILO

- Pomična merila so dolžinska merila z vodilnim ravnilom in glavno skalo ter pomičnim delom z nonijem. Nonij je pomožna skala na pomičnem delu, ki omogoča razbiranje vrednosti, ki so manjše od razdelka na glavni skali. Nonij lahko ima deset ( $1/10$ ), dvajset ( $1/20$ ) ali petdeset ( $1/50$ ) razdelkov. Noniji se razlikujejo po vrednosti vmesnega odčitka, ki znaša pri  $1/10$  mm = 0,1 mm,  $1/20$  mm = 0,05 mm ter  $1/50$  = mm 0,02 mm. Nonij je tako zasnovan, da imamo 9 mm razdeljeno na 10 1nakih delov, tako da znaša razdelba  $9/10 = 0,9$  mm. Ko se izhodišče »0« nonija ujema z »0« glavne skale, se nobena razdelba nonija ne ujema z razdelbo na glavni skali, le deseta razdelba se ujema z deveti razdelbo glavne skale.

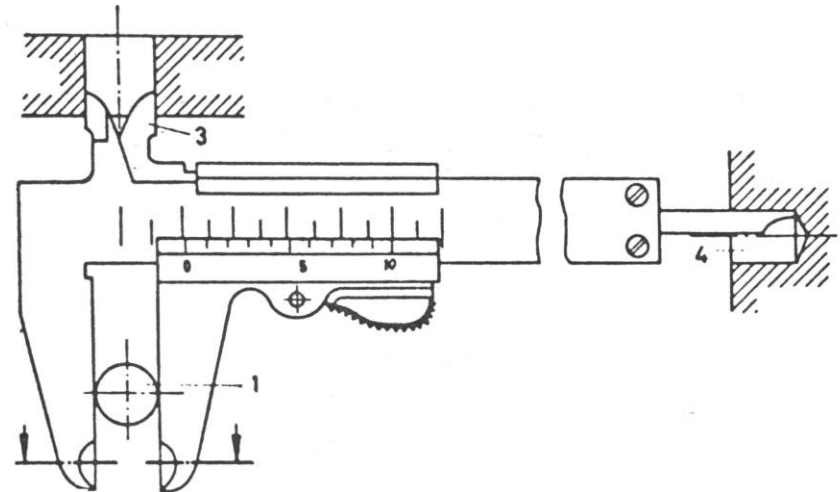
# POMIČNO MERILO





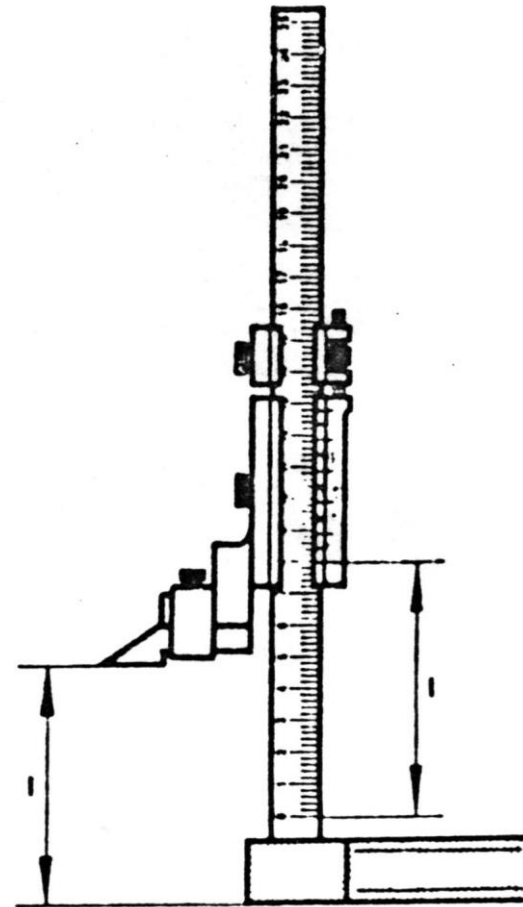
# VRSTE POMIČNIH MERIL

- **kljunasta merila** različnih izvedb, ki se razlikujejo po velikosti, izvedbi merilnih kljunov in pomičnega dela ter stopnje natančnosti. Glede na izvedbo dopušča merjenje **zunanjih in notranjih mer** ter merjenje **globin**.



# VRSTE POMIČNIH MERIL

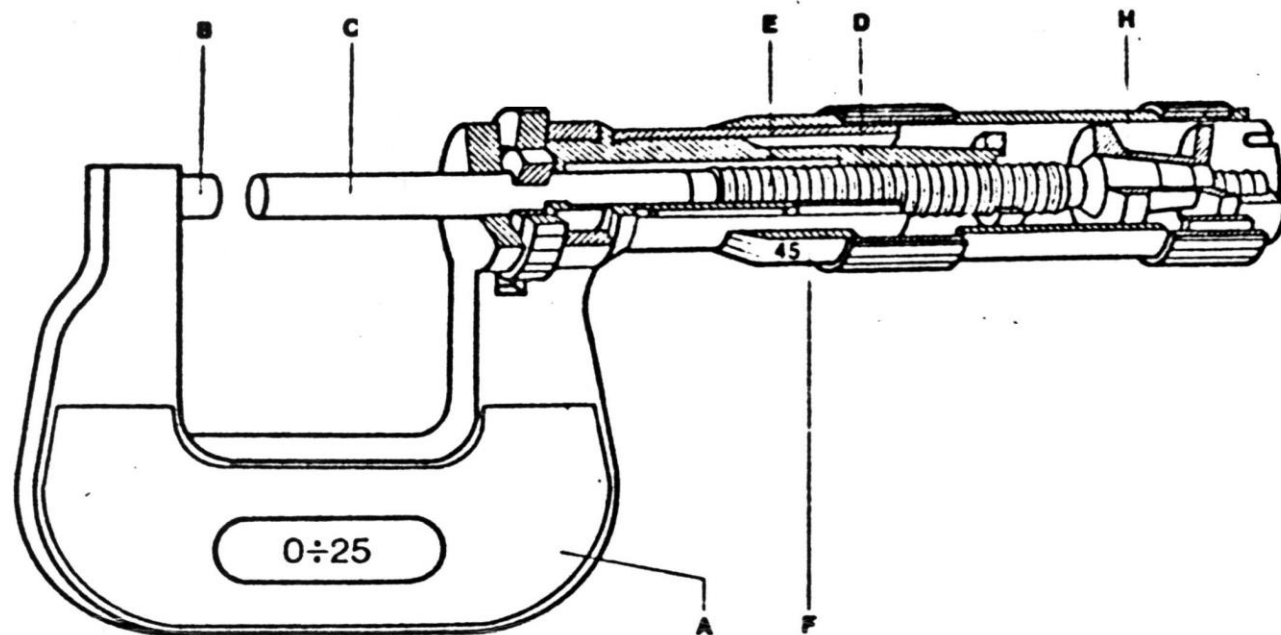
- **globinsko merilo** ima pomični del oblikovan kot naslon, ki zagotavlja pravilno namestitev in zanesljivo merjenje
- **višinsko merilo** služi za merjenje in zarisovanje višin. Sestavljeno je iz podstavka s pokončnim ravnilom in pomičnega dela s kljunom ali zarisno iglo.



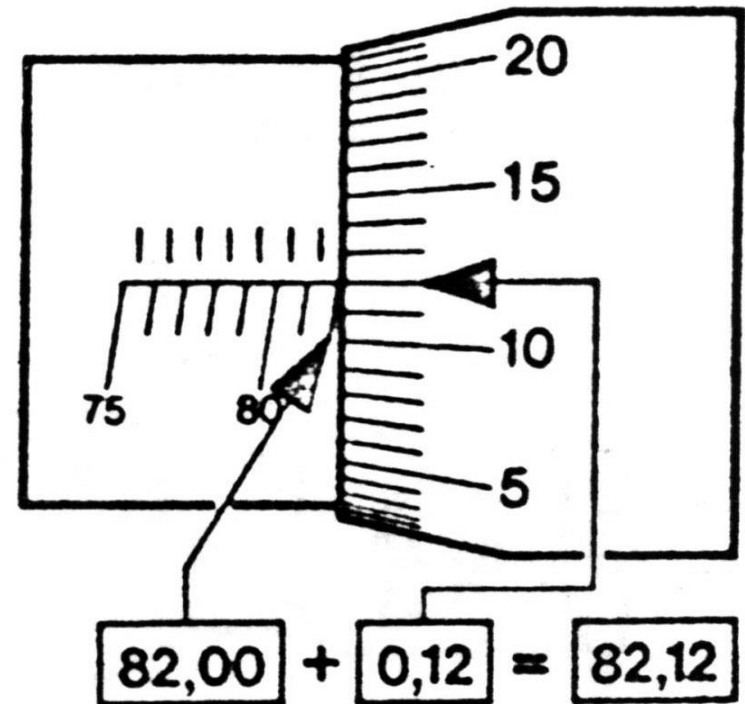
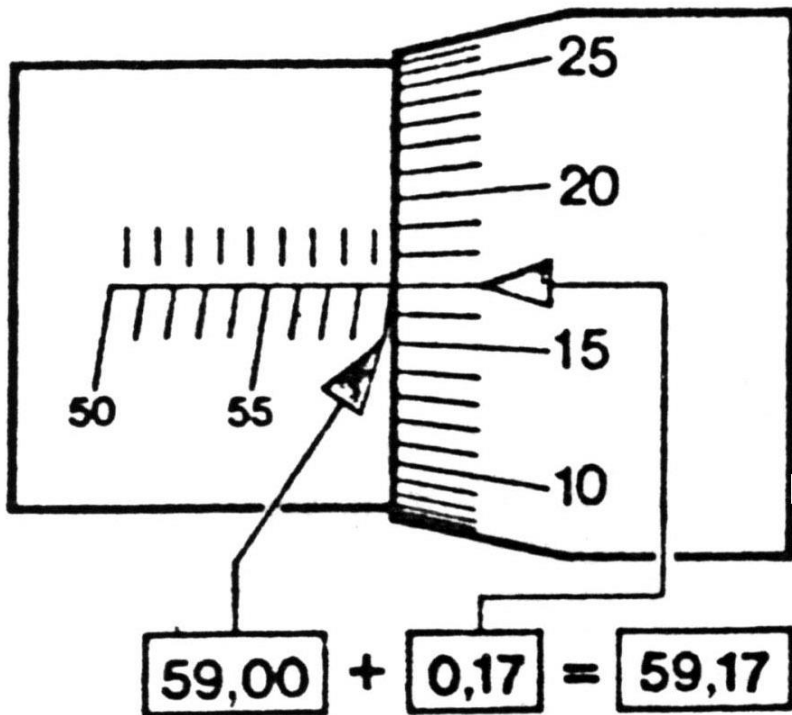
# VIJAČNA MERILA

A-telo, B-nakovalce, C-navojno vreteno,  
D-tulka z nastavljivo matico, E-fiksni boben  
z mm in 0,5 mm razdelbo, F-vrtljivi boben  
z razdelbo  $\phi$ hoda G-obroč za fiksiranje

navojnega  
vretena,  
H-momentna  
sklopka.



# VIJAČNA MERILA



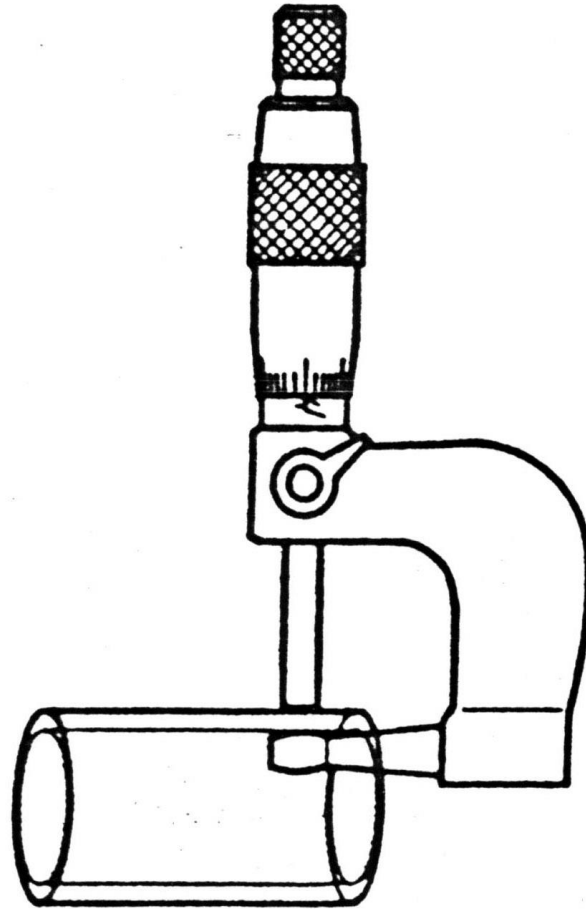
# VRSTE VIJAČNIH MERIL

- *vijačna merila za merjenje zunanjih mer ali podkvasto vijačno merilo. Podkev je polkrožne ali pravokotne oblike s pravokotnim ali I prerezom, ki je obložena z umetno snovjo zaradi toplotne izolacije. Izdelujejo jih za mere do 2000 mm z merilnim območjem po 25 mm.*

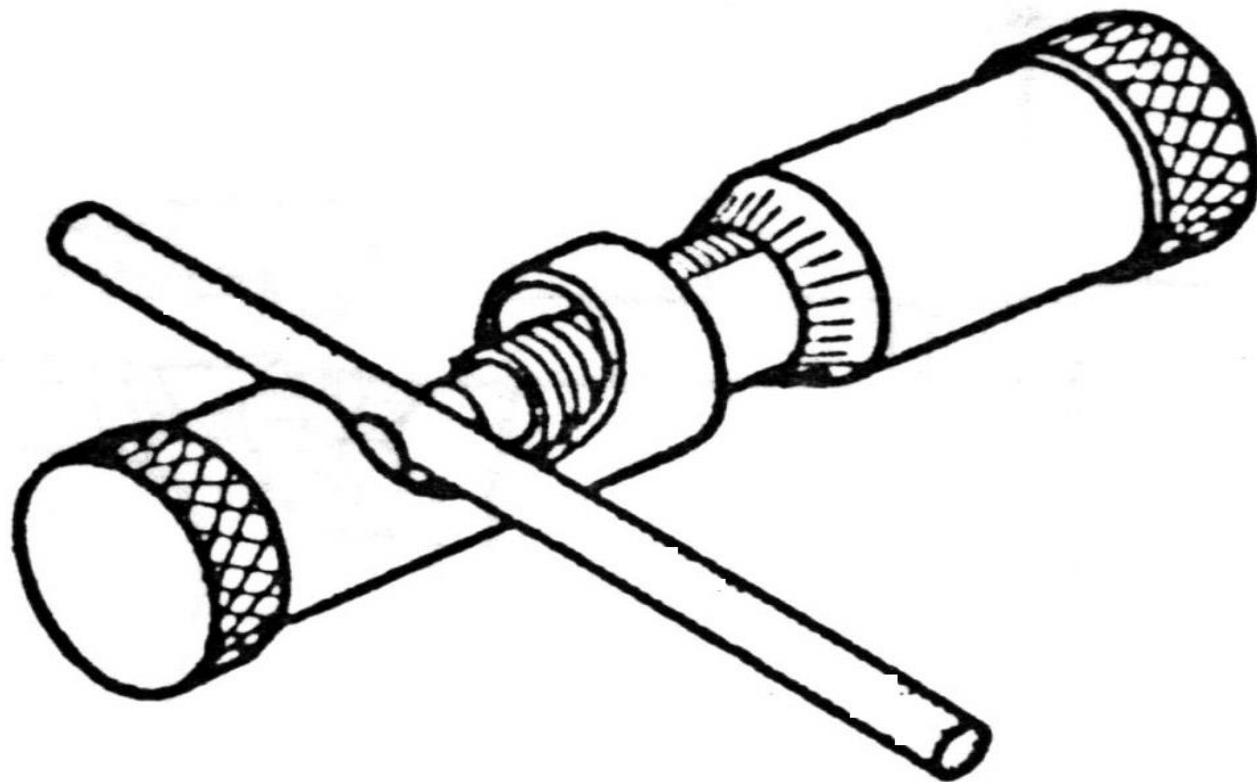
Nekatere izvedbe:

- vijačno merilo za merjenje debeline sten cevi,
- vijačno merilo za žice,
- vijačno merilo za merjenje debeline tankih pločevin,
- vijačno merilo za merjenje zunanjih premerov rezalnega orodja,
- vijačno merilo s krožnikoma za merjenje čez zobe,
- globinsko vijačno merilo.

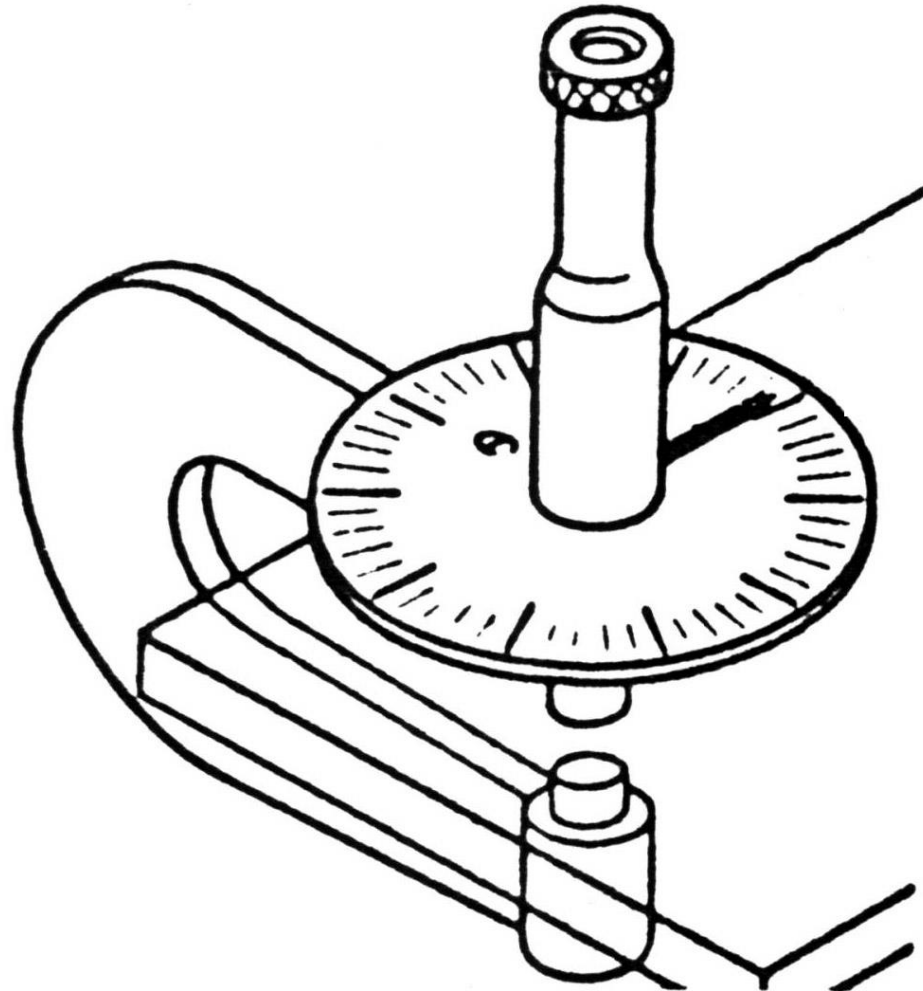
# Vijačno merilo za merjenje debeline sten cevi



# Vijačno merilo za žice

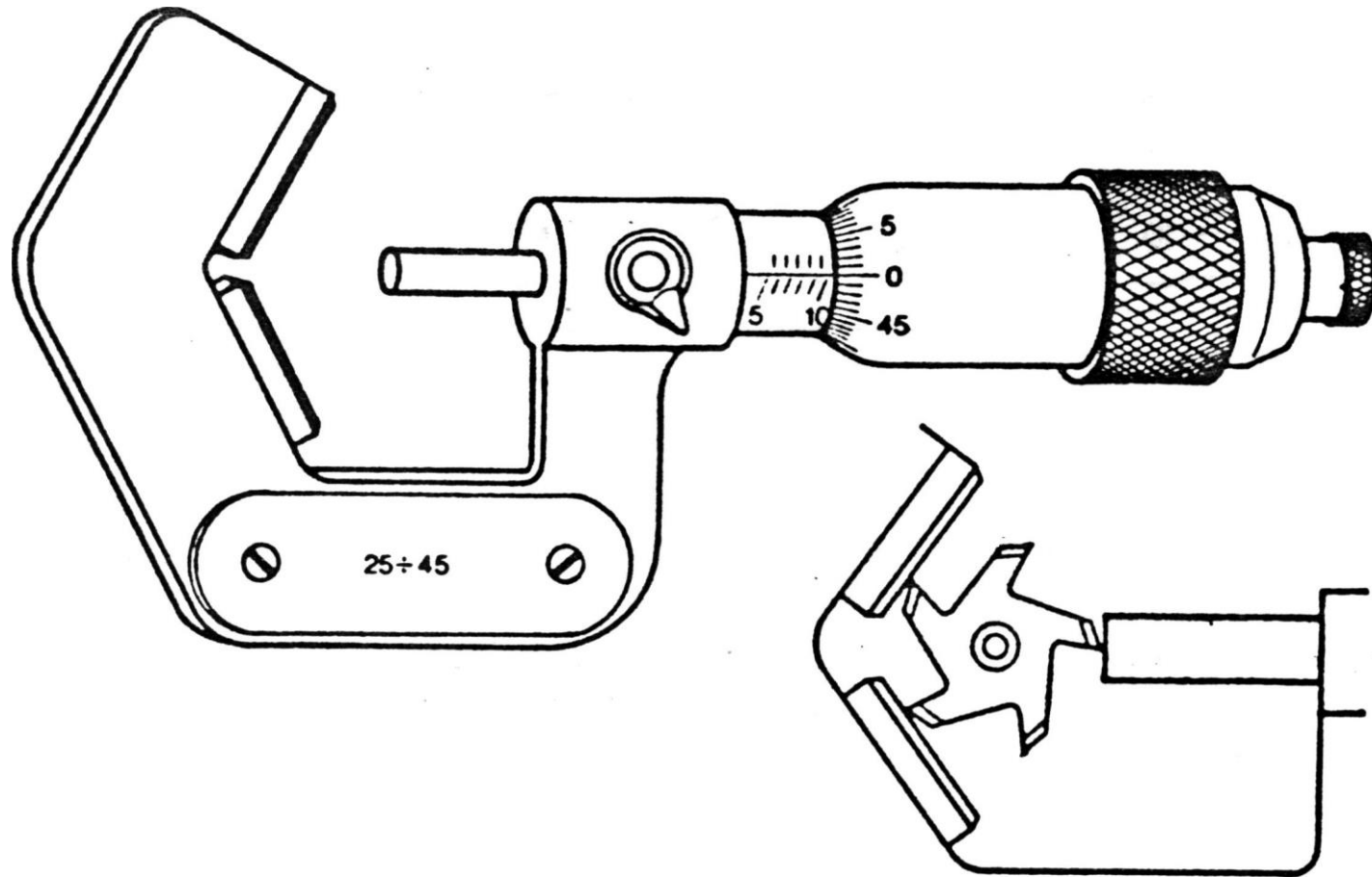


# Vijačno merilo za merjenje debeline tankih pločevin

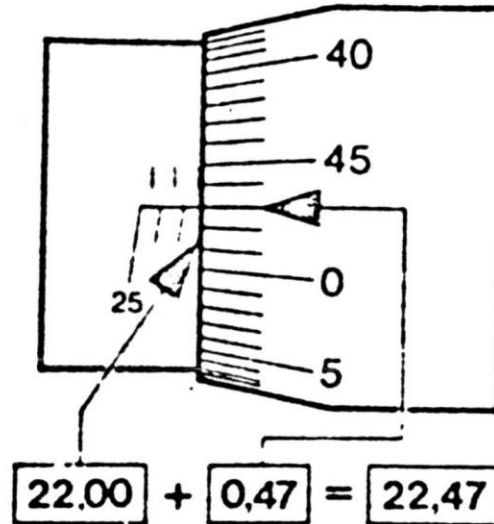
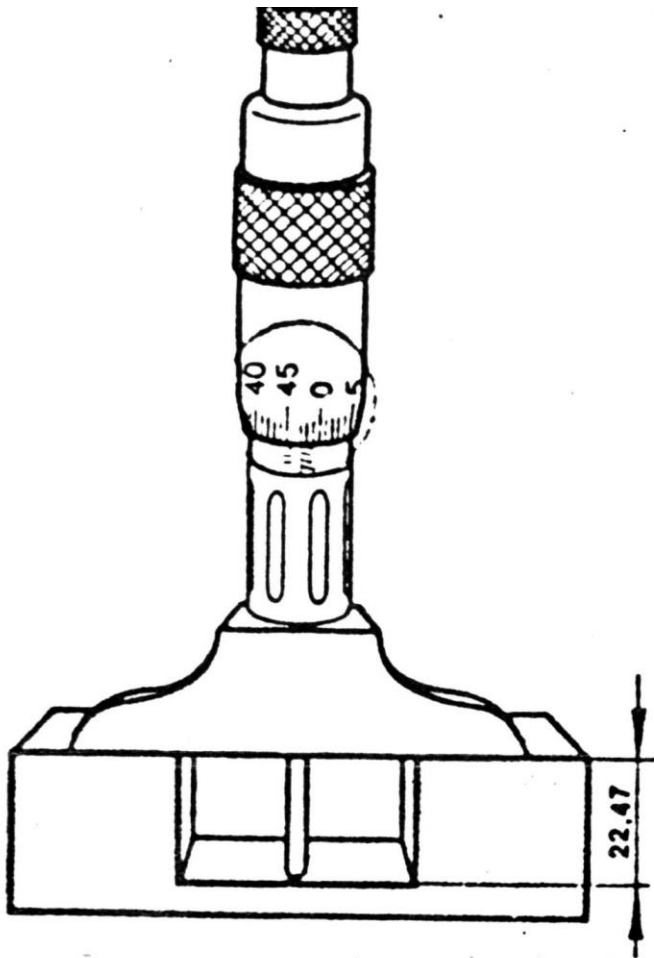




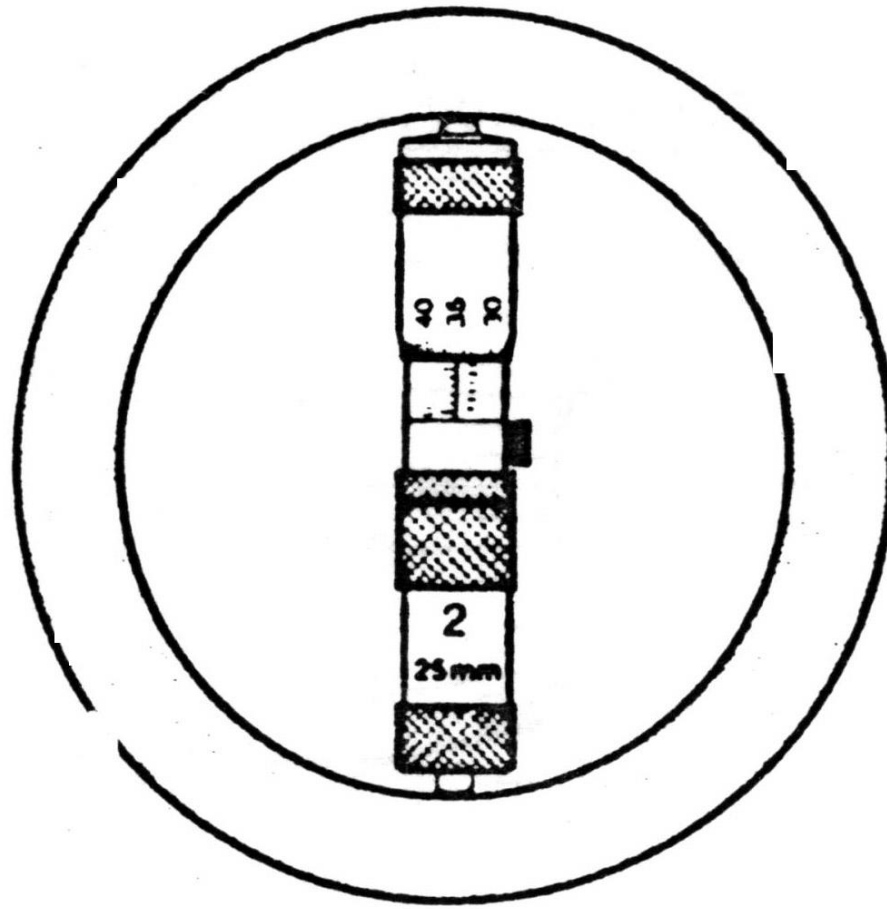
# Vijačno merilo za merjenje zunanjih premerov rezalnega orodja



# Globinsko vijačno merilo

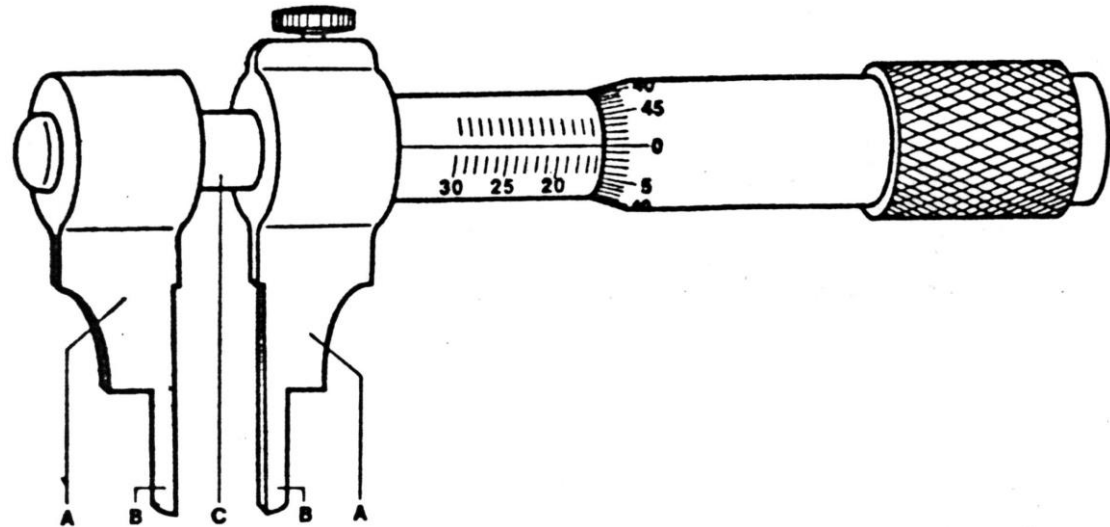


# *Vijačna merila za merjenje notranjih mer*



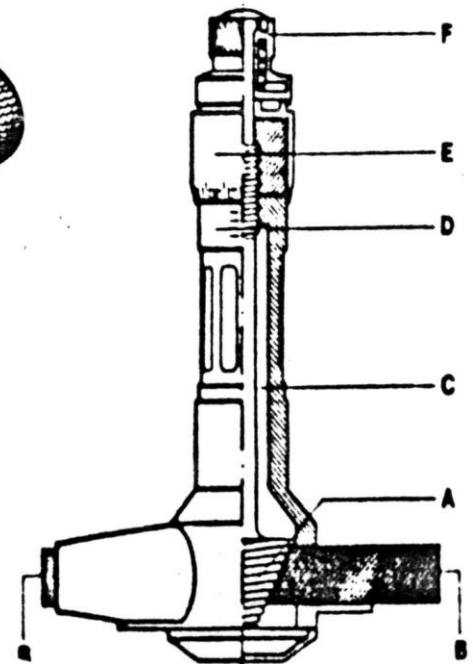
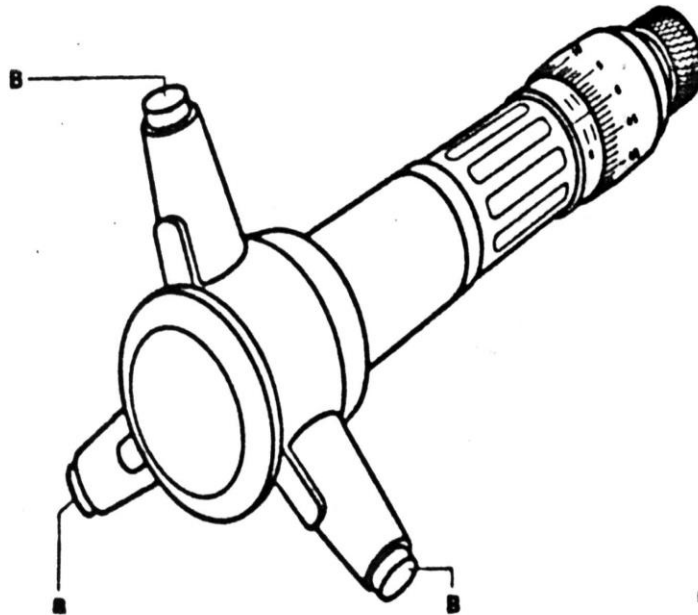
# Vijačno merilo z merilnima kljunoma

A-merilna kljuna,  
B-naležni ploskvi,  
C-vodilno vreteno.



# Vijačno merilo za notranje merjenje

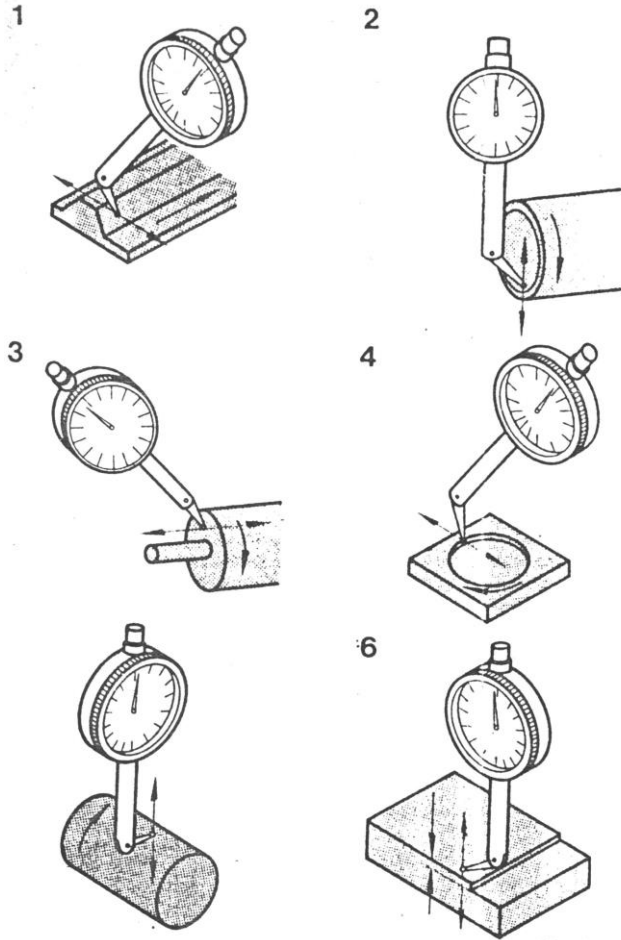
A-konično navojno vreteno, B-merilna tipala,  
C-navojno vreteno vijáčnega merila,  
D-ohišje z milimetrsko razdelbo,  
E-vrtljivi boben,  
F-momentna sklopka.



# VZVODNI MERILNIKI

- Vzvodni merilnik je mehanična merilna naprava pri kateri se hod merilnega čepa poveča preko vzvodnega mehanizma in prenaša na kazalec merilnika. Pot kazalca je manjša od  $360^\circ$ . Z njimi merimo pozitivne in negativne odstopke od ničelne lege.

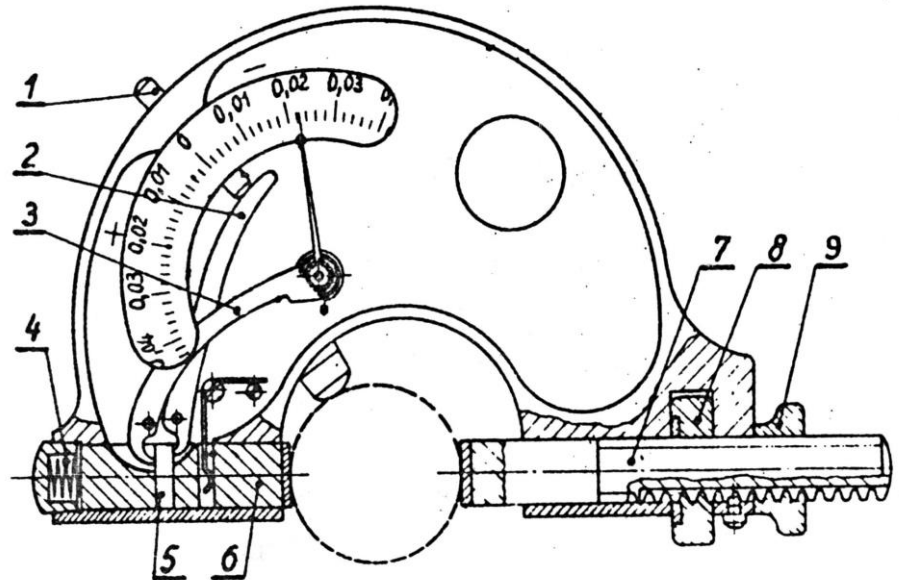
# Vzvodni merilnik z nastavljivo tipalko »PUPITAS«



# Vzvodni merilnik - »PASSAMETER«.

- Vzvodni merilni konstruiran za določen namen imenujemo »PASSAMETER«. Je merilna naprava, ki služi za zunanje merjenje. Z njim lahko merimo odstopke od nastavljene mere oz. **kontroliramo**, če se izmerjena vrednost nahaja v tolerančnih mejah.

Nadomešča  
tolerančna  
merila – kalibre.

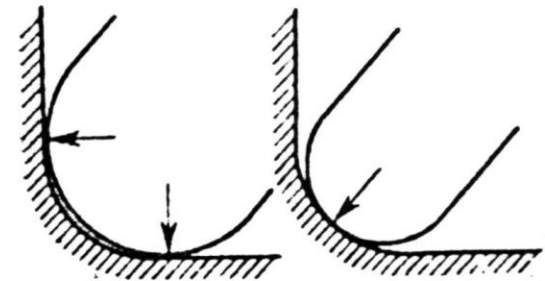
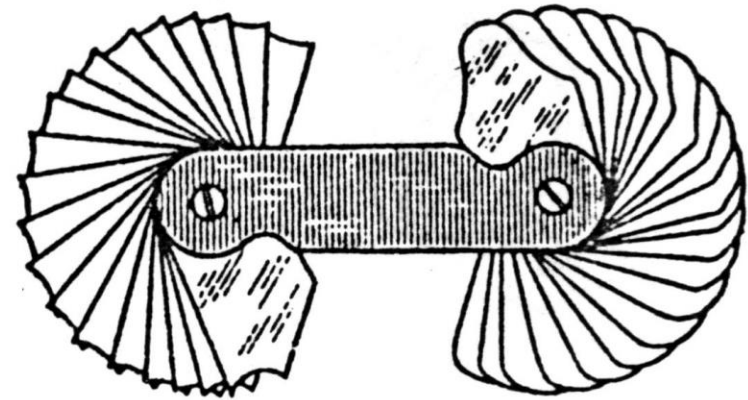




# KONTROLNE NAPRAVE

## Oblikovni kontrolniki

- **radius šablone** so kontrolniki, ki imajo merilni rob oblikovan kot konveksni ali konkavni krožni lok. Pri uporabi jih prislonimo ob kontrolirani radius in kontroliramo svetlobno režo. Posamezne šablone so izdelane iz jeklene pločevine in sestavljene v paket. Radiusi se stopnjujejo po 0.1 ali 1 mm.

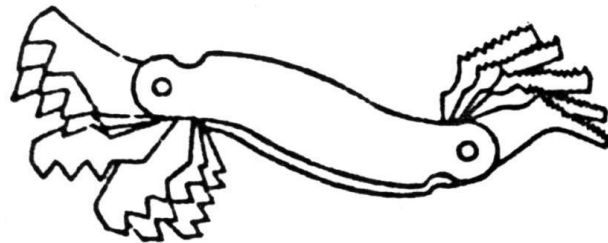


največja  
mera

najmanjša  
mera

# KONTROLNE NAPRAVE

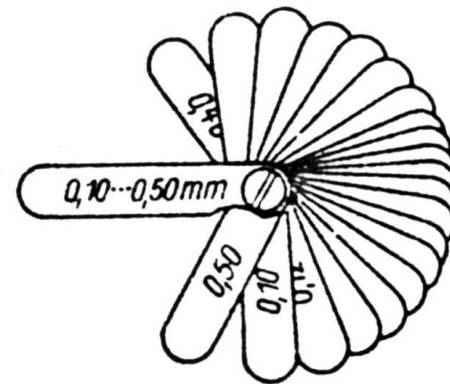
- **Navojne šablone** služijo za hitro in enostavno določitev vrste neznanega navoja.



# KONTROLNE NAPRAVE

## Merski kontrolniki

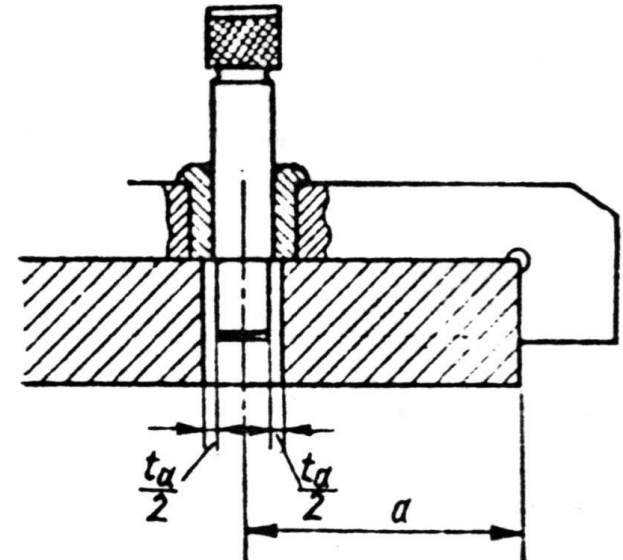
- **merilni lističi** – špijoni so v paket zloženi pločevinasti trakovi različnih debelin. Z njimi merimo velikost rež. Merilni lističi so stopnjevani po 0.01, 0.02, 0.05 ali 0,1 mm.



# KONTROLNE NAPRAVE

## Ujemni kontrolniki

- **kontrolnik središčne oddaljenost luknje** od roba telesa je sestavljen iz naslonskega kotnika, ki nalega na izhodiščno ploskev. V oddaljenosti  $a$  od izhodiščne ploskve je vstavljena jeklena puša, v kateri se da brez zračnosti premikati pomožni trn.



# KONTROLNE NAPRAVE

## *Mejni kontrolniki – kalibri*

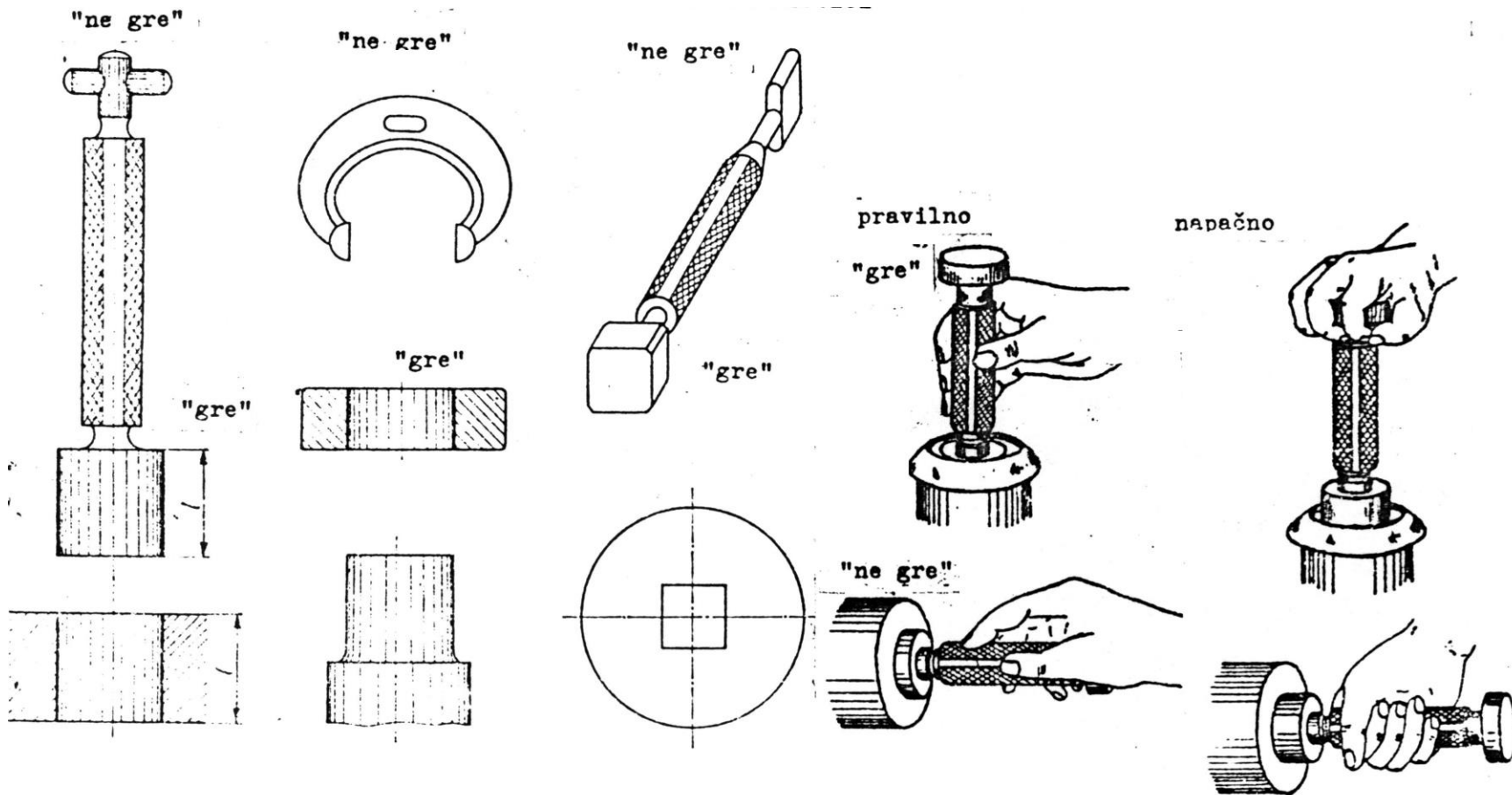
- Pri mejnih kontrolnikih sta potrebna vedno dva kontrolnika. Eden je obdelan na dopustno zgornjo mejno mero in drugi na dopustno spodnjo mejno mero. Ustrezati morata Taylorjevemu zakonu, ki pravi: na kalibru »gre« (dobro) moramo kontrolirati celotno obliko, na kalibru »ne gre« (izmeček) pa posamezno mero na poljubnem mestu oblike.

# KONTROLNE NAPRAVE

Izvedbe kalibrov:

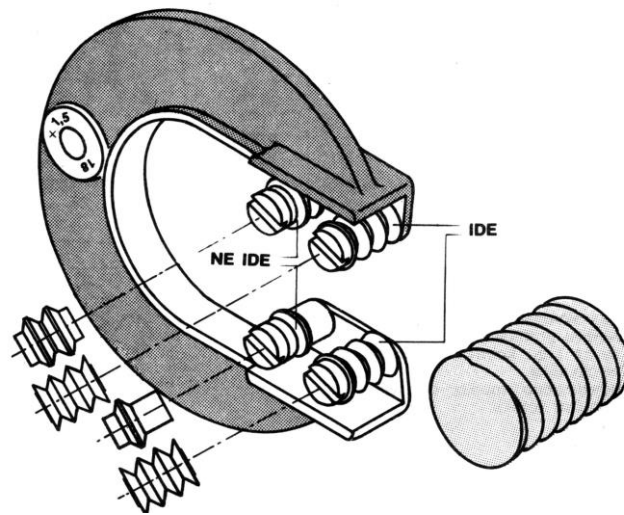
- *kalibri za luknje oz. notranje mere*
- *kalibri za čepe oz. zunanje mere*
- *kalibrski obroči*
- *kalibri za kontrolo navojev*
- *kalibri za kontrolo konusov*

# KONTROLNE NAPRAVE



# KONTROLNE NAPRAVE

## Zevasti navojni kaliber





# KONTROLNE NAPRAVE

Zevasti kaliber

