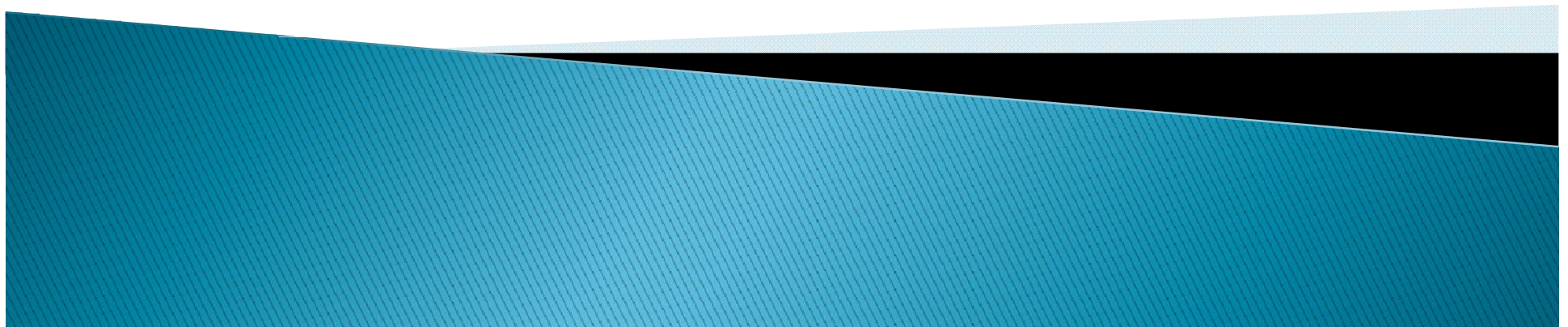
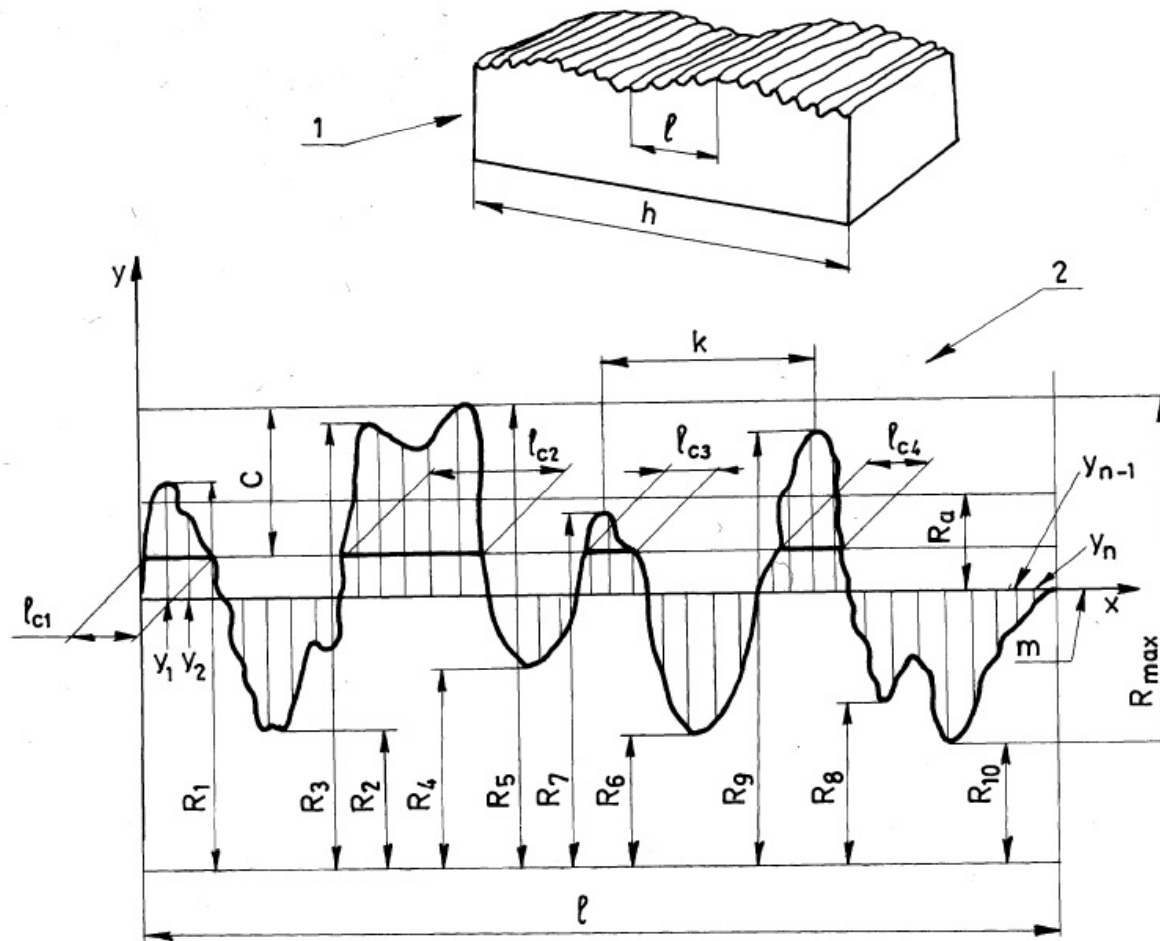


**PRIMENA METROLOŠKIH SISTEMA ZA  
TOLERANCIJE MIKRO GEOMETRIJE  
OBRAĐENIH POVRŠINA**

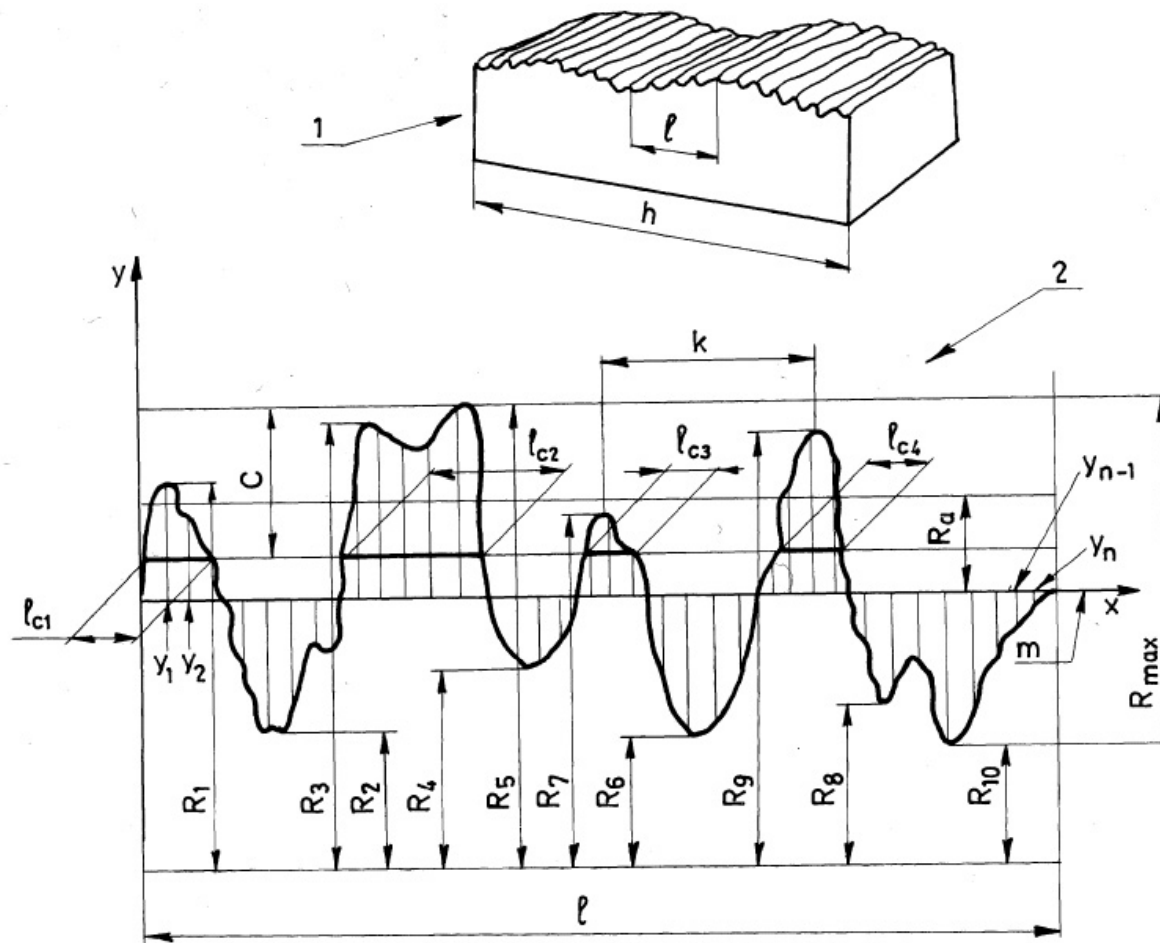




**Srednja linija** se određuje tako da u granicama **referentne dužine l** srednje kvadratno odstupanje profila bude minimalno

**Najveća visina neravnina  $R_{max}$**  razmak između dve paralelne prave koje dodiruju najvišu i najnižu tačku profila a paralelne su sa osnovnom linijom

**Korak brazda k** razmak između dva susedna najizrazitija vrha



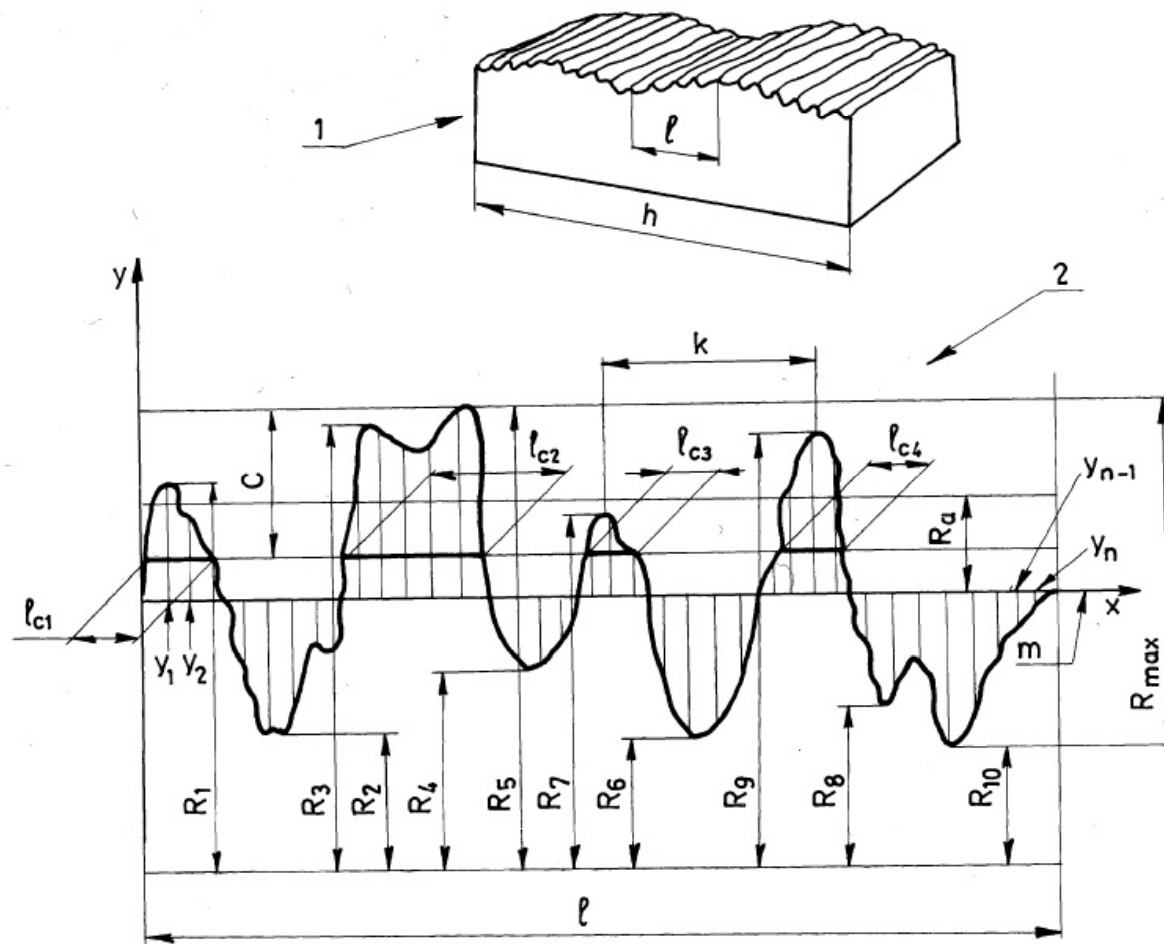
$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y| dx$$

iii

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

**Srednje aritmetičko odstojanje profila  $R_a$**  srednja aritmetička veličina odstojanja apsolutinih vrednosti svih tačaka efektivnog profila

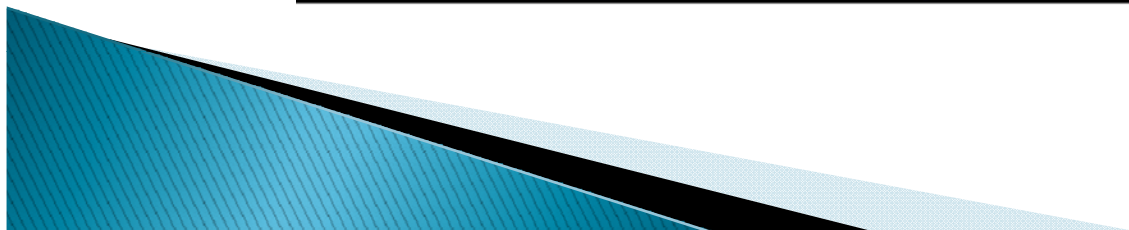




**Srednja visina neravnina  $R_z$  razlika između srednje aritmetičke vrednosti pet najviših i pet najnižih tačaka profila**

$$R_z = \frac{R_1 + R_3 + \dots + R_9 - (R_2 + R_4 + \dots + R_{10})}{5}$$

Број класе храпавости	Највећа вредност у [ $\mu\text{m}$ ]	
	$R_a$	$R_z$
N1	0,025	0,10
N2	0,050	0,20
N3	0,10	0,40
N4	0,20	0,80
N5	0,40	1,60
N6	0,80	3,20
N7	1,60	6,30
N8	3,20	12,50
N9	6,30	25
N10	12,50	50
N11	25	100
N12	50	200



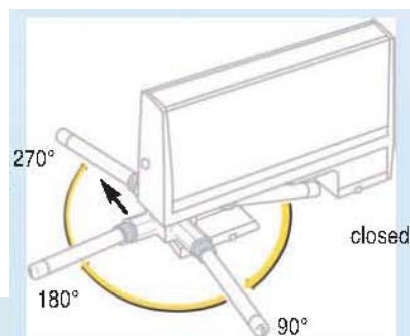
# MERNI SISTEMI ZA KONTROLU PARAMETARA HRAPAVOSTI



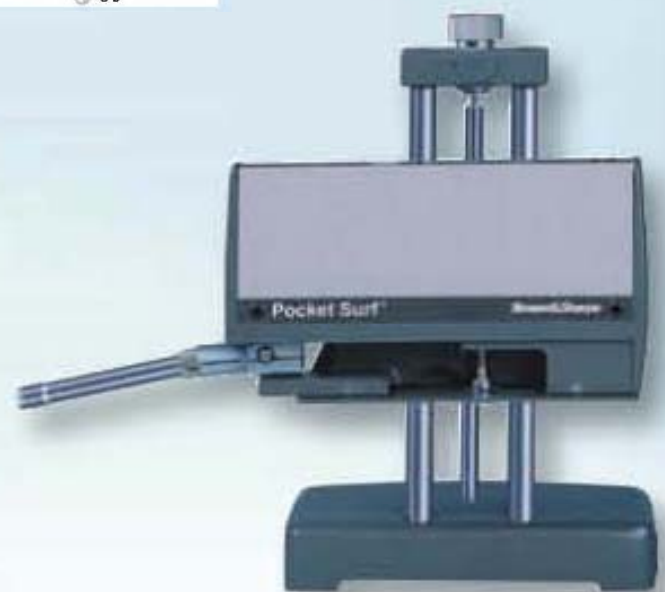
**RUGOSURF 100**



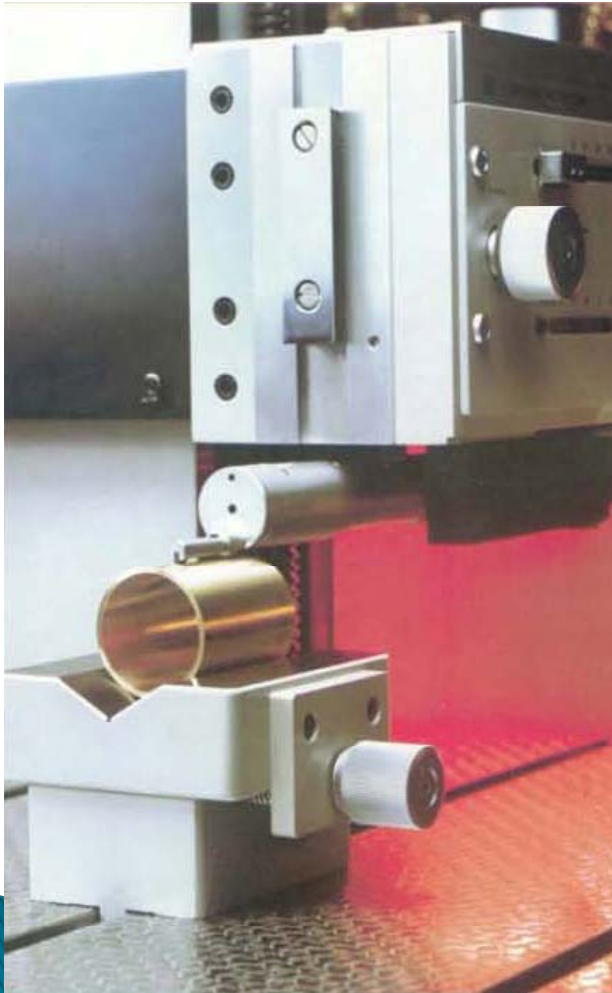
# MERNI SISTEMI ZA KONTROLU PARAMETARA HRAPAVOSTI



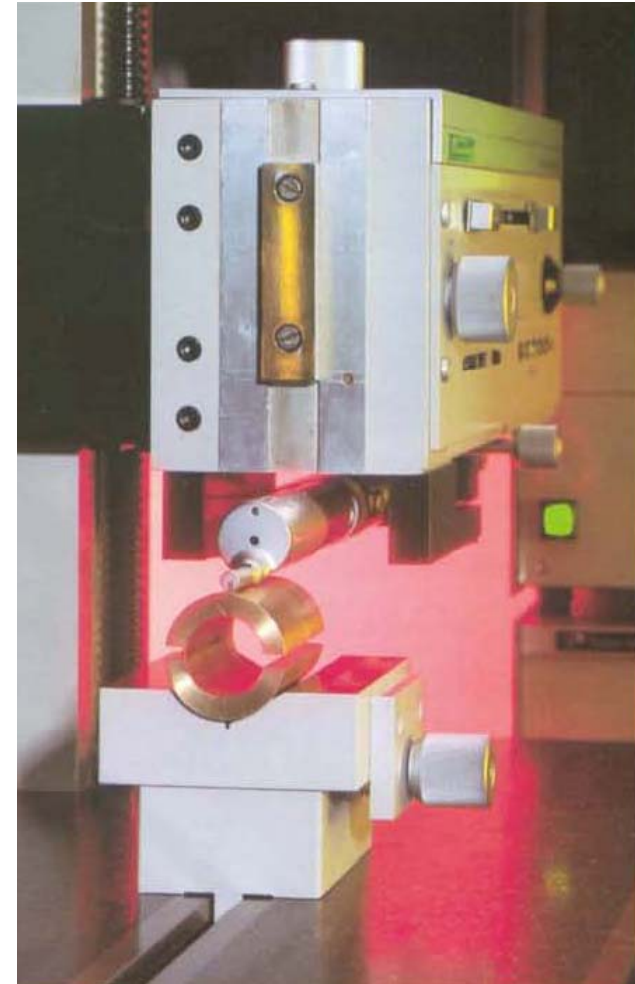
## POCKET SURF



# MERNI SISTEMI ZA KONTROLU PARAMETARA HRAPAVOSTI



*Kontrola  
parametara  
hrapavosti na  
mernom  
predmetu  
cilindričnog  
oblika  
postavljenog u  
mernu prizmu na  
radnom stolu*





# MERNI SISTEMI ZA KONTROLU PARAMETARA HRAPAVOSTI

*Kontrola parametara  
hrapavosti ravne  
površine kućišta sa  
računarom na čijem se  
ekranu dobija izveštaj  
u vidu grafičkog  
prikaza i obrađenih  
podataka i štampačem  
čiji izlaz predstavlja  
dokument*



# MERNI SISTEMI ZA KONTROLU PARAMETARA HRAPAVOSTI

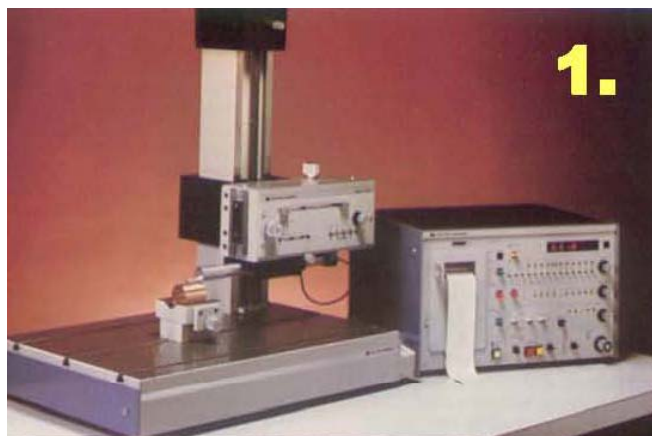
*Prenosivi uređaj za kontrolu parametara hrapavosti u radioničkim uslovima sa izlaznim izveštajem sa štampača*



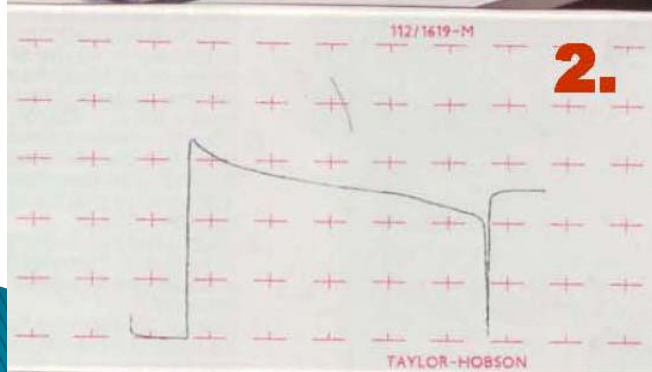


# KONTROLA OBLIKA I PARAMETARA HRAPAVOSTI CILINDRIČNIH PREDMETA

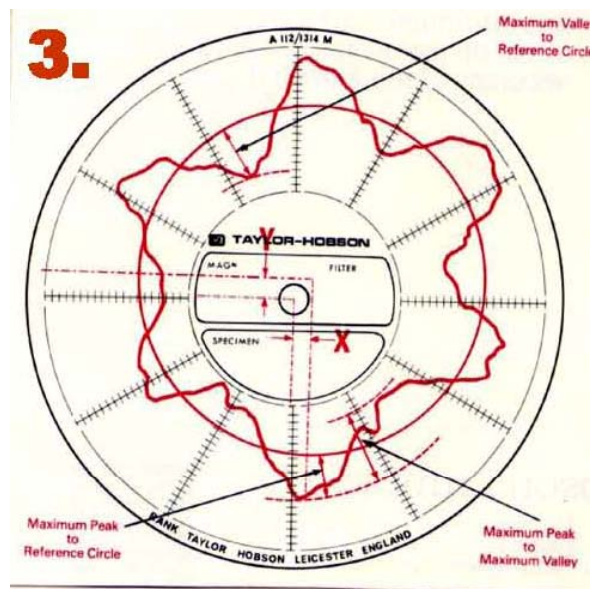
Merni predmet je cev postavljena u mernu prizmu (1). Na ostalim slikama su prikazani grafički prikazi dobijeni na ploteru pri kontroli: (2) oblika, (3) kružnosti, (4) i (5) parametara hrapavosti, pri čemu su u poslednjem slučaju date i numeričke vrednosti



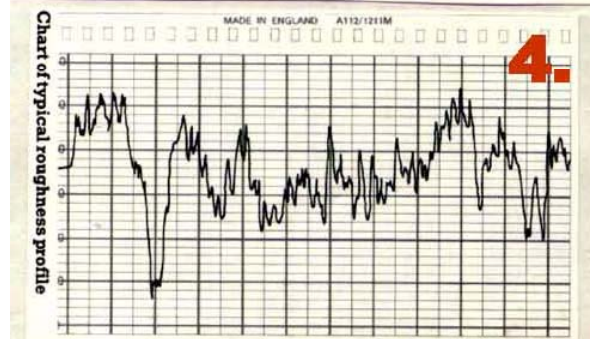
1.



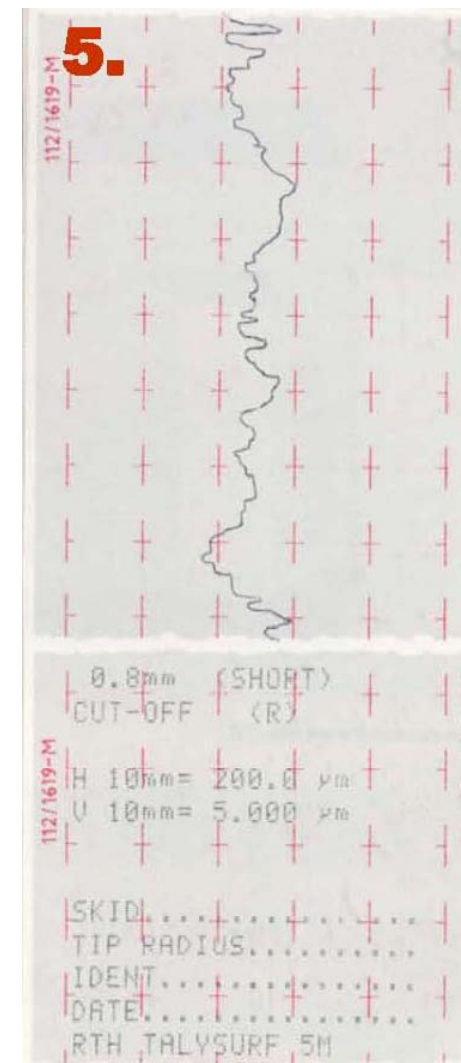
2.



3.



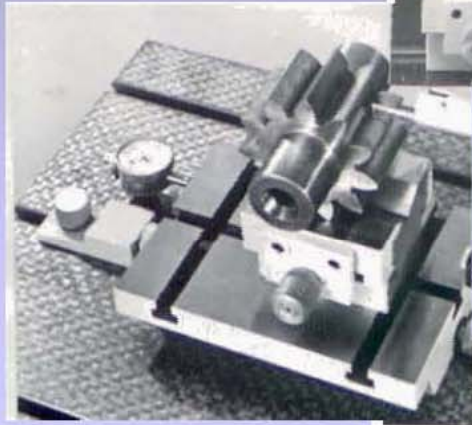
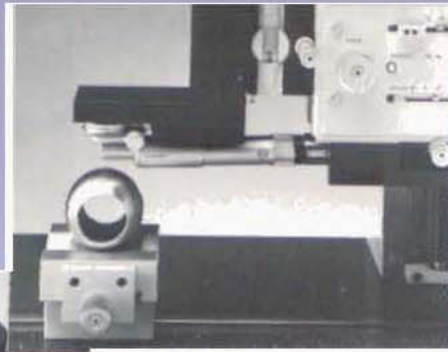
4.



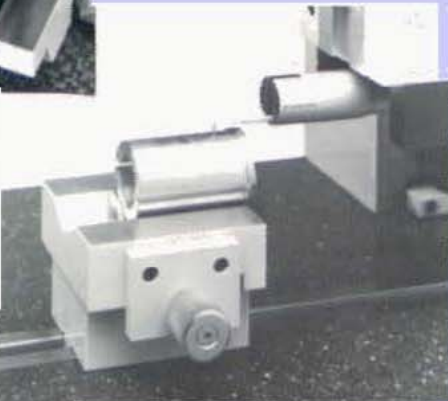
5.



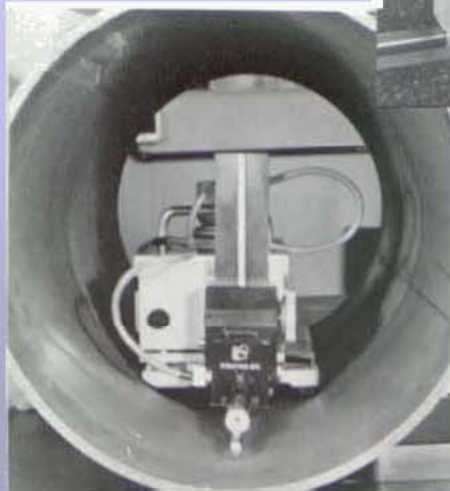
*spoljašnje  
sferne  
površine*



*spoljašnjeg  
ozubljenja*

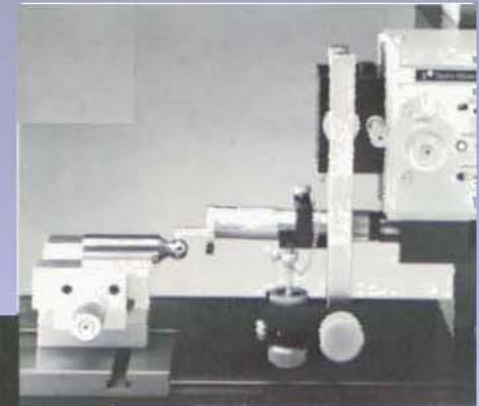


*spoljašnje  
cilindrične  
površine cevi*



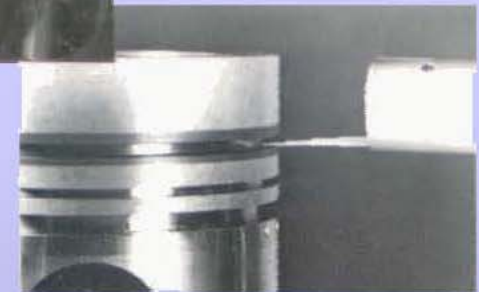
*unutrašnje  
cilindrične  
površine cevi*

*spoljašnje  
sferne  
površine*



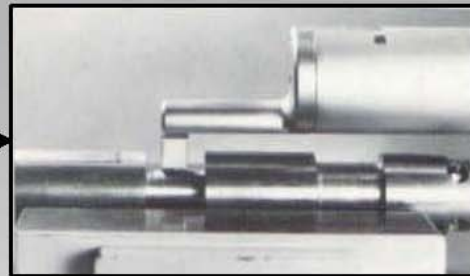
*unutrašnje  
ravne  
prstenaste  
površine*

*cilindričnog  
upusta*

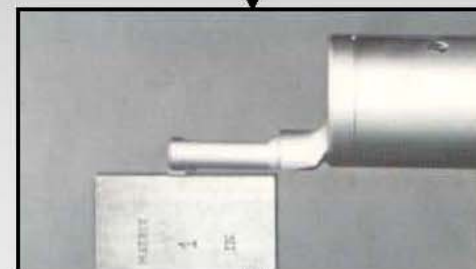


**MERNI SISTEMI  
ZA KONTROLU  
PARAMETARA  
HRAPAVOSTI:**

*spoljašnje  
cilindrične površine*



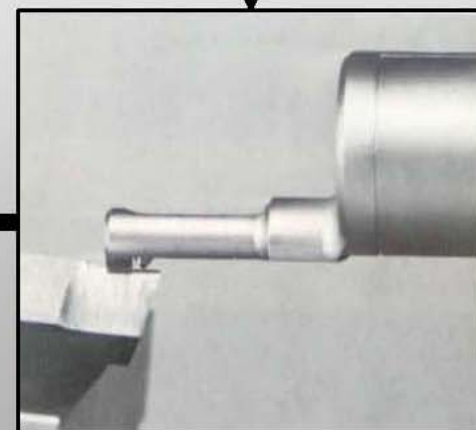
*ravne  
površine sa  
visokom  
rezolucijom*



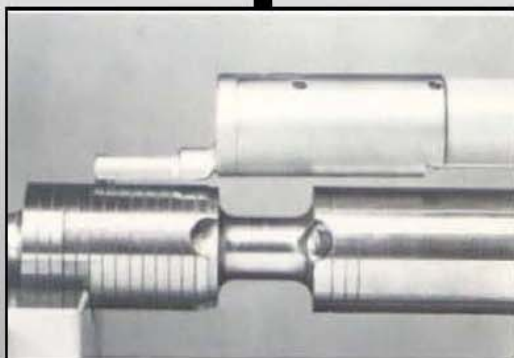
*unutrašnje  
površine  
cevi malog  
prečnika*

**MERNI SISTEMI  
ZA KONTROLU  
PARAMETARA  
HRPAVOSTI**

*strugarskog  
noža*



*spoljašnje  
cilindrične  
površine*






***MAŠINSKI FAKULTET U BEOGRADU***  
***Katedra za proizvodno mašinstvo***

***Primena metroloških sistema u praksi***  
***za tolerancije dužina i uglova***

Mahr INDXYD

The background of the slide features a detailed image of a Mahr INDXYD angle measuring instrument. This is a precision tool used for measuring angles and lengths. It consists of a main body with a circular scale and a sliding arm. The scale is graduated in degrees, and the arm has a vernier scale for precise readings. The brand name 'Mahr' and the model 'INDXYD' are visible on the instrument's body. The image is overlaid with a semi-transparent white background to ensure the text is legible.



## GRANIČNA MERILA (Etaloni)

### 1. Tačnost

- 0 KLASA: 0,000001 mm – za regulisanje MM, preciznih instrumenata
- I KLASA: 0,001 mm – kontrola i regulisanje radioničkih merila
- II KLASA: 0,01 mm – za kont. radioničkih merila manje tačnosti i regulisanje MA
- III KLASA: 0,1 mm – isto

### 2. Oblik

- Paralelopiped – dužinske mere
- Ugaone prizme – uglovne mere
- Štapići – dužinske mere

### 3. Dimenzije

### 4. Primena

- za dužine
- za uglove
- za baždarenje drugih metroloških sistema



*Formiranje kompleta  
Graničnih merila  
(bočne i merne površine)*

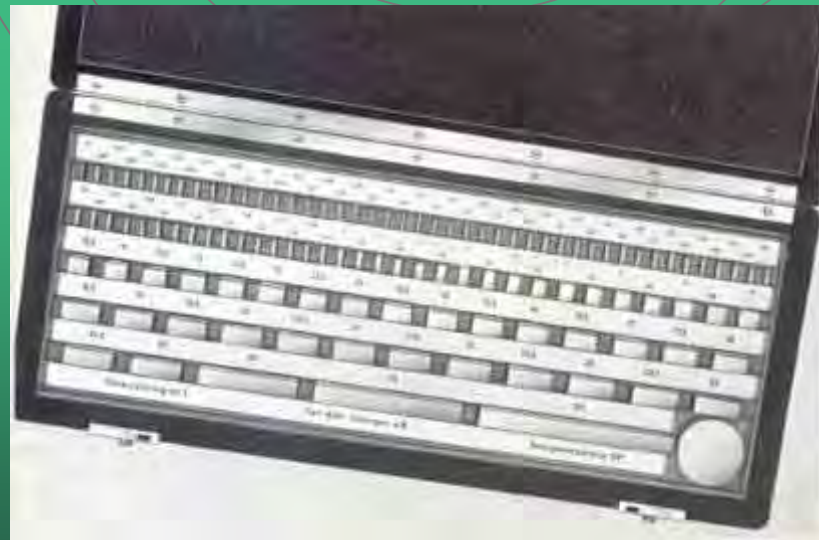
# GRANIČNA MERILA



*Komplet graničnih merila za dužine*



*Komplet GM u obliku štapića*



*Komplet GM u obliku paralelopipeda (Provera tačnosti tolerancijskog merila)*

# TOLERANCIJSKA MERILA

## 1.Primena:

- Kontrola tačnosti izrade (tolerancija)
- Koriste se u masovnoj proizvodnji

## 2.Podela:

- radionička – kontrola RP u toku izrade
- prijemna – kontrola gotovog dela
- reviziona – kontrola radioničkih merila

## 3.Oblik

- račve i čepovi za dužinske mere
- listići (kontrolnici zazora i radijusa)

za zazore

- čepovi i račve za navoje

## 4. Crveno označava NE IDE stranu



*Čepovi za dužine, navoje i žlebove*



**Tolerancijska merila za ožlebljenja (spolj. i unut.)**



**Račve za dužine**



## TOLERANCIJSKA MERILA



**Čepovi**

**Čepovi sa samo lošom ili samo dobrom stranom**



# TOLERANCIJSKA MERILA ZA NAVOJE



*Račva za navoj*



*Čepovi za navoje sa jednom dobrom  
ili lošom stranom i sa obe strane*

# TOLERANCIJSKA MERILA



*Listići za zazor*



# KOMPARATORI SA ANALOGNOM POKAZIVAČKOM JEDINICOM

**Komparatori su  
merila koja pokazuju  
veličinu odstupanja  
od neke mere, a ne  
samo meru**



*Komparator na  
stalku za male  
dimenzije*

*Komparator na  
stalku za veće  
dimenzije*



*Komparator koji  
se postavlja na  
mašinu alatku*

## **PODELA:**

- mehanički
- optički
- električni
- pneumatski
- hidraulični

# KOMPARATORI SA DIGITALNOM POKAZIVAČKOM JEDINICOM



# KONSTRUKCIJSKI ELEMENTI KOMPARATORA



*Slika 1. Komparator sa analognom skalom i graničnicima*



*Slika 2. Komparator sa zupčastom letvom i zupčastim prenosnim mehanizmom*

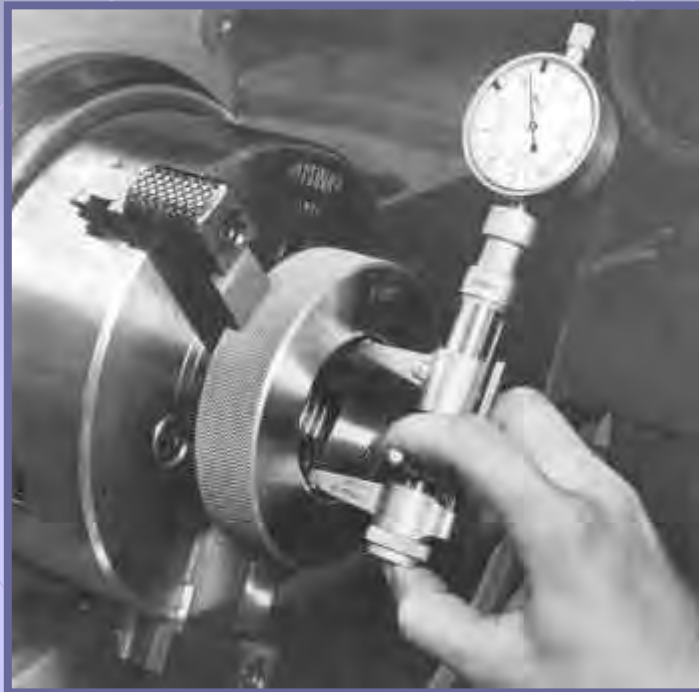


*Slika 3. Merno vreteno sa oprugom i zupčastom letvom.*

*Kretanje mernog vretena na čijem se kraju nalazi merni pipak se preko zupčaste letve i sistema zupčanika prenosi na pokretnu kazaljku sa nepokretnim zupčanikom*



*Mikrometarski zavrtanj za unutrašnje prečnike sa komparatorom*



**K  
O  
M  
P  
A  
R  
A  
T  
O  
R  
I**

*Komparator sa analognim pokazivačem*



**UZROCI NETAČNOSTI KOMPATORA:**

- Netačnost izrade zupčaste poluge (korak, profil)
- Netačnost izrade zupčanika (korak, profil, paralelnost osa, paralelnost bokova, ekscentričnost, zazori u mehanizmu)
- Poklapanje ose obrtanja mehanizma sa osom obrtanja kazaljke; ekscentričnost kružne skale u odnosu na osu obrtanja; netačnost podele

# KLJUNASTO MERILO



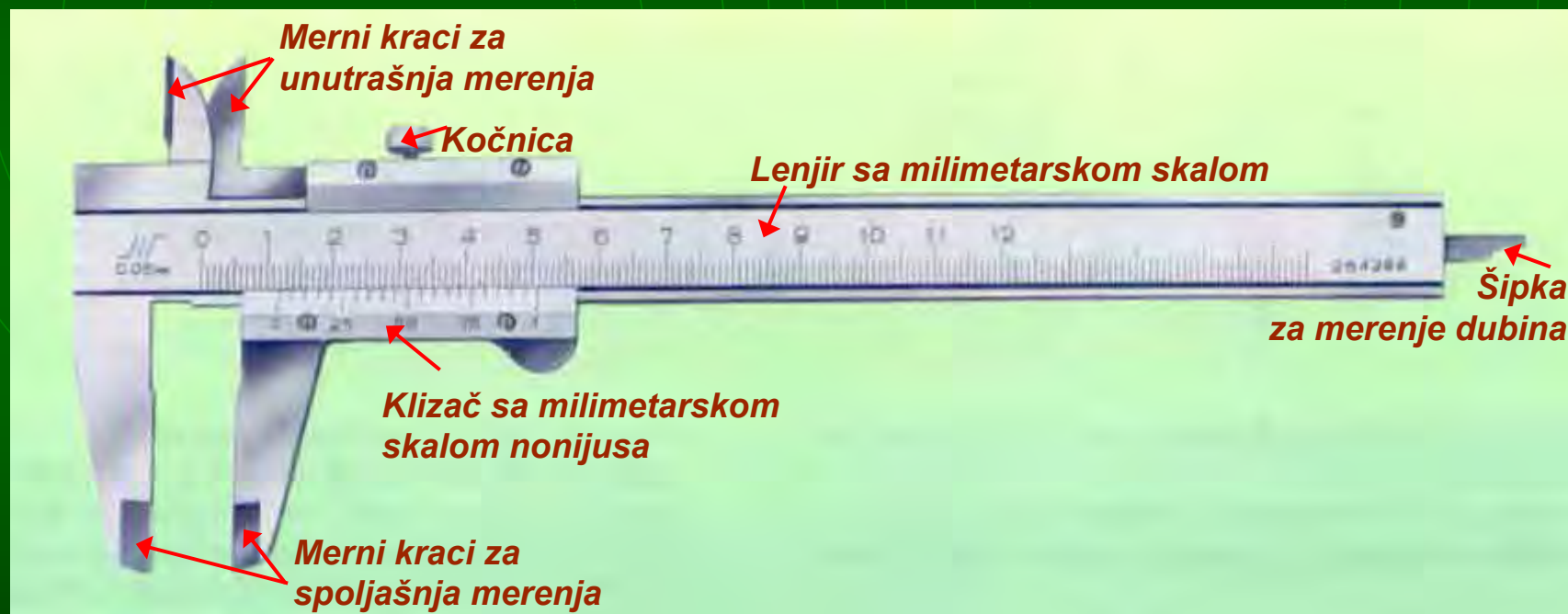
*Dubinomer*

*Kljunasto merilo sa analognom skalom*



*Kljunasto merilo sa digitalnom skalom*

# KLJUNASTO MERILO SA NONIJUSOM (Konstrukcija)



*Kljunasto merilo za spoljašnje, unutrašnje merenje i merenje dubine*



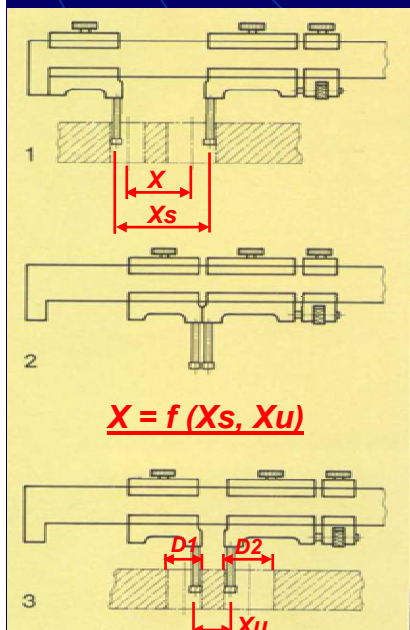


*Kljunasto merilo  
za spoljašnja i unutrašnja merenja*

*Kljunasto merilo za spoljašnja  
i unutrašnja merenja*



*Kljunasto merilo za  
spoljašnje, unutrašnje  
merenje i merenje dubine*



*Kljunasto merilo sa nonijusom  
za merenje međuosnog  
rastojanja dva otvora*

# KLJUNASTO MERILO

# MIKROMETRI

## Glavni delovi mikrometra:

1. Telo oblika luka – uzengija
2. Nepokretni oslonac sa naslonom površinom
3. Pokretno vreteno sa naslonom površinom
4. Čaura sa skalom
5. Doboš sa skalom
6. Kočnica
7. Čegrtaljka – obezbeđuje da sila ne pređe  $10 \text{ N/m}^2$  površine mernih oslonaca i sprečava oštećenje mernog instrumenta i mernog predmeta i omogućava tačno merenje





*Mikrometar sa tanjirastim  
naslonim površinama*

## **MIKROMETRI**

*Mikrometar sa ravnom  
pokretnom i loptastom  
nepokretnom naslonom  
površinom*

Oblik naslonih elemenata je promenljiv i zavisi od mernog predmeta.

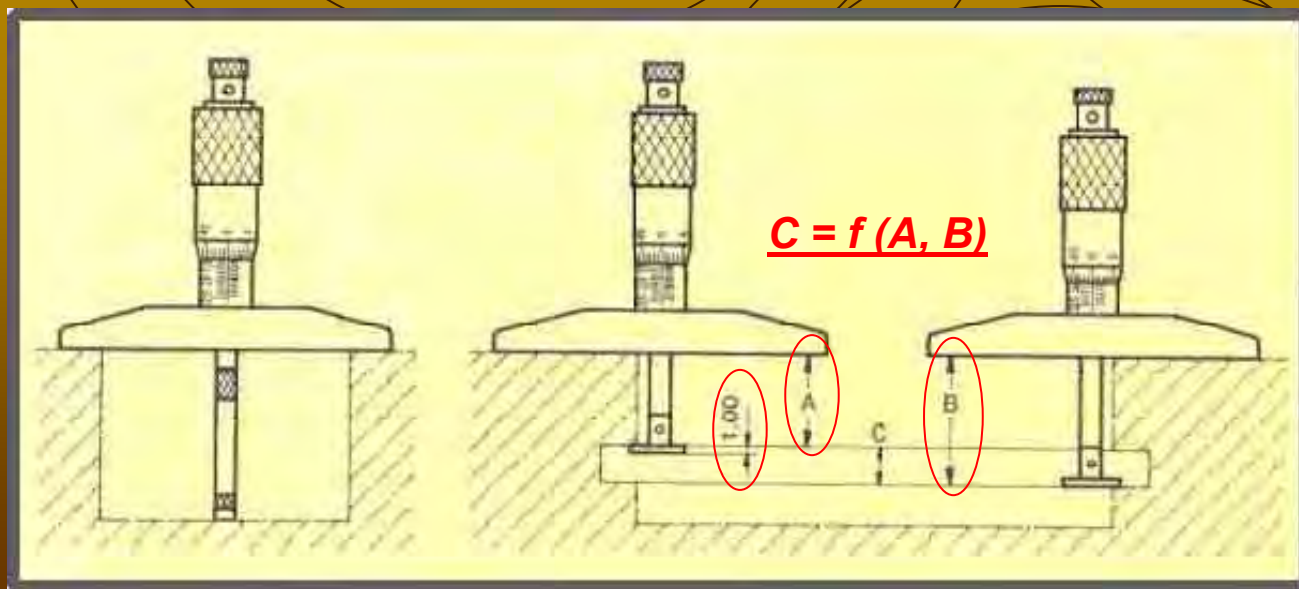
- Ravne naslone površine – ravne i cilindrične merne površine
- Proširena nepokretna naslona površina – dubinomeri;
- Tanjiraste naslone površine – korak zupčanika;
- Konus i češalj naslone površine – zavojnice;
- Loptaste naslone površine – savijeni limovi, debljina zida cevi;
- Prizmatične naslone površine – meki materijali, guma, hartija





*Dubinometar*

# MIKROMETRI



*Princip merenja  
dubine i širine  
ukopanog žljeba*

# MERENJE ZUPČANIKA



*Merenje koraka zupčanika  
mikrometrom sa tanjirastim  
naslonim površinama*



*Provera tačnosti  
zupčanika pomoću  
komparatora*

# MIKROMETRI

*Mikrometar sa kompletom konus-češalj  
naslonih površina*







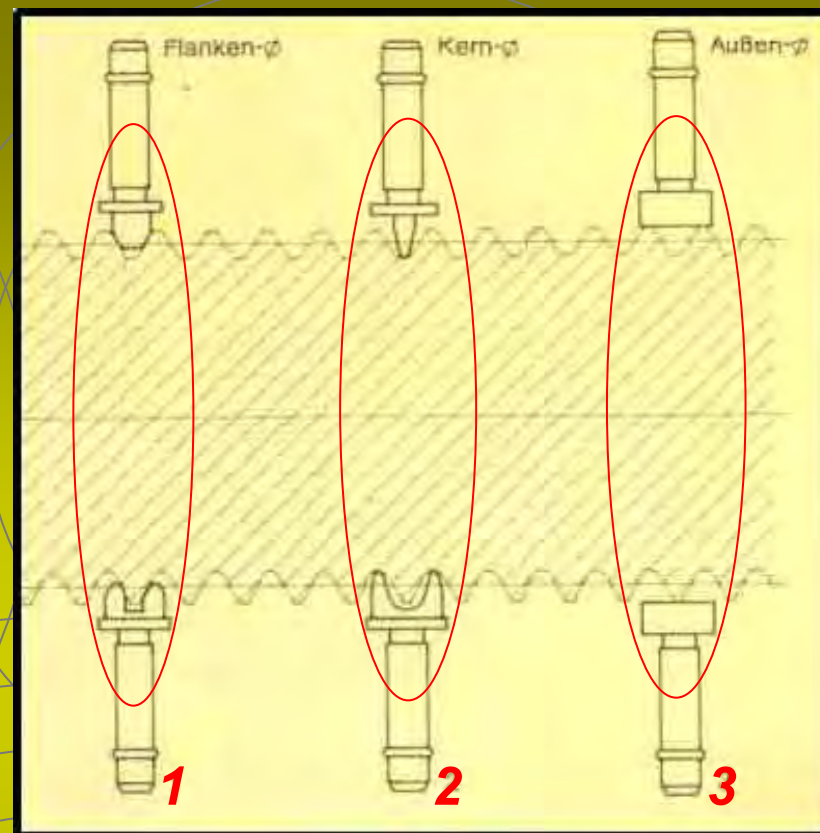
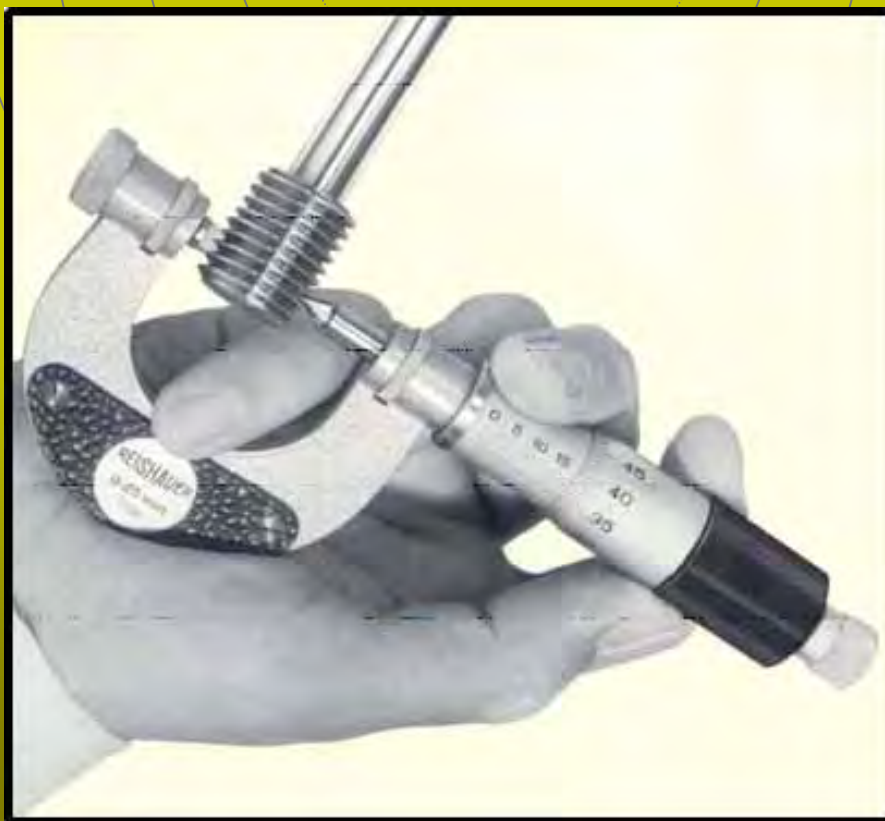
- *Merenje parametara zavojnice mikrometrom sa konus-češalj naslonim površinama.*
- *Kalibracija (baždarenje) mikrometra.*

## MIKROMETRI

- *Mikrometar za merenje parametara unutrašnjih navoja sa konus-češalj naslonim površinama.*



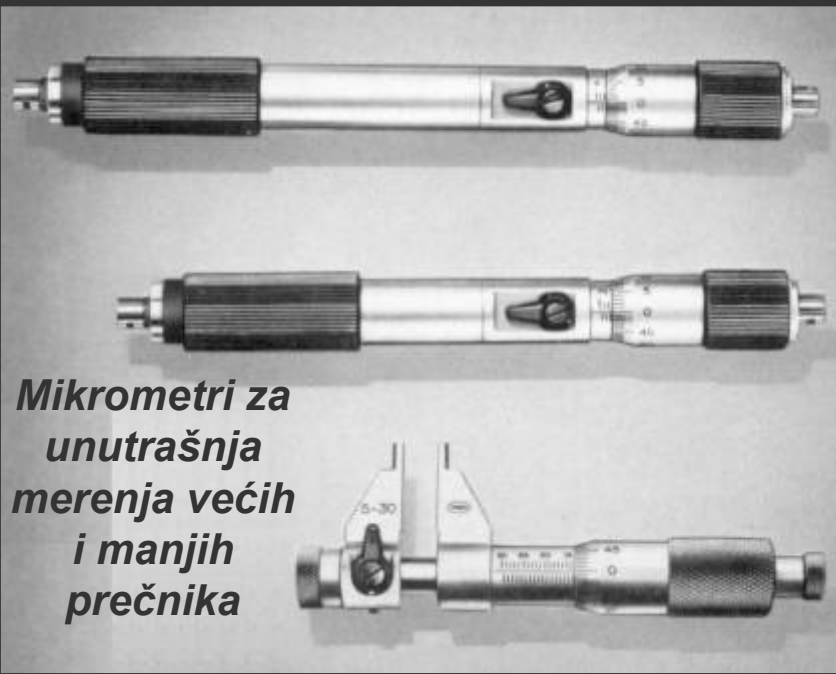
- **Princip merenja:**
1. **srednjeg prečnika vijka,**
  2. **unutrašnjeg prečnika vijka mikrometrom sa konus-češalj naslonim površinama, i**
  3. **spoljašnjeg prečnika vijka mikrometrom sa ravnim naslonim površinama**



## MIKROMETRI

- **Merenje parametara zavojnice mikrometrom sa konus-češalj naslonim površinama.**

# MIKROMETRI



*Mikrometri za  
unutrašnja  
merenja većih  
i manjih  
prečnika*



*Mikrometar sa tri naslone  
površine za merenje  
unutrašnjeg prečnika*



*Mikrometri za merenje  
parametara unutrašnjih  
navoja sa konus-češalj  
naslonim površinama*



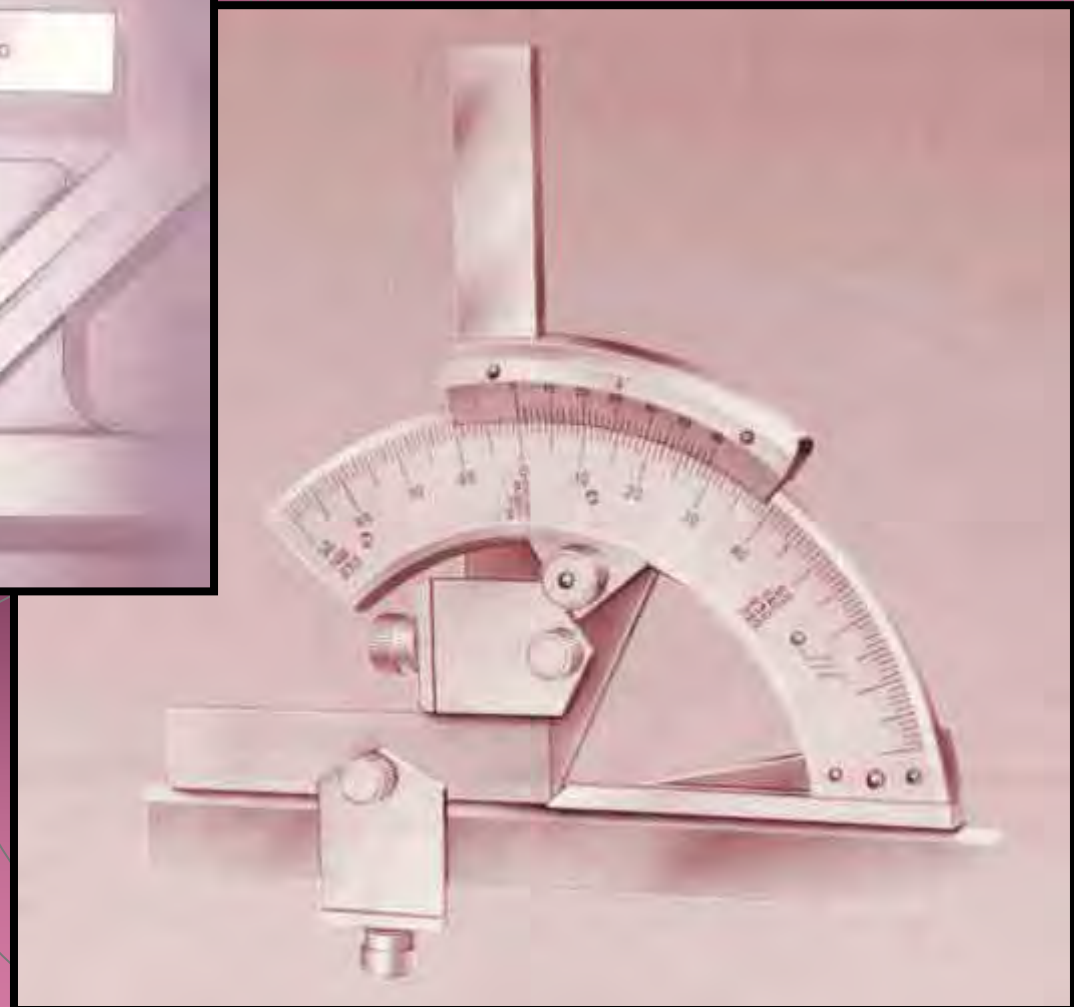
# MIKROMETRI

- Mikrometar za unutrašnje prečnike.
- Mikrometar sa komparatorским pokazivačem.
- Princip rada pri oceni tačnosti komparatora mikrometrom.





*- Mehanički uglomeri sa pokretnim i nepokretnim krakom i nonijus skalom (sa lupom i bez lupe).*



## **UGLOMERI**

*- Mehanički uglomer sa nepokretnim krakom i pokretnim naslonima.*



**P  
R  
O  
V  
E  
R  
A  
  
T  
A  
Č  
N  
O  
S  
T  
I  
  
P  
A  
R  
A  
M  
E  
T  
A  
R  
A  
  
Z  
U  
P  
Č  
A  
N  
I  
K  
A**



**MERENJE  
PARAMETARA  
UNUTRAŠNJEG  
NAVOJA  
SUBITOM SA  
KONUS-ČEŠALJ  
NASLONIM  
POVRŠINAMA**







**KRAJ**

*Hvala na pažnji !*