

# MERJENJE HRAPAVOSTI

---

Obdelava gradiv 4. letnik

# OSNOVNI POJMI

---

- Zamenljivost strojnih delov → da so vse mere v predpisanih tolerancah, **POMEMBNA JE TUDI** kvaliteta površin.
- Od kvalitete površin je odvisno brezhibno delovanje stroja!
- Pregladka površina zahteva nepotrebne visoke stroške obdelave, prav tako pa lahko poslabša delovanje priležnih delov (zaradi mazanja).

- **Od kvalitete površin so odvisne naslednje lastnosti:**

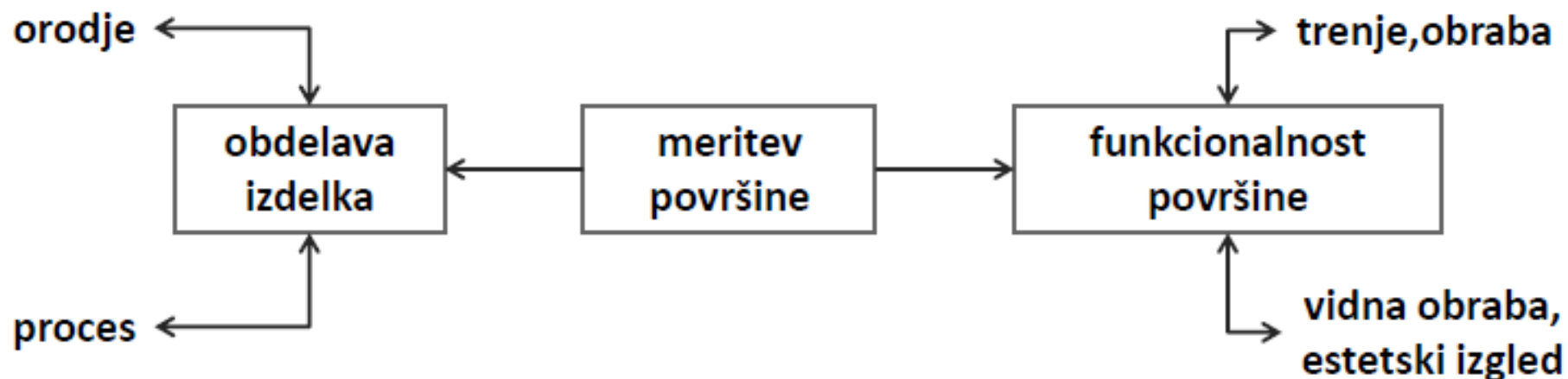
---

- - delovanje
- - šum (pri zobnikih)
- - prileganje
- - mazanje
- - korozija
- - videz
- trdnost
- kvaliteta
- zanesljivost
- obraba
- trenje
- možnost nadaljnje površinske obdelave.

## dvojni vidik merjenja hrapavosti površin

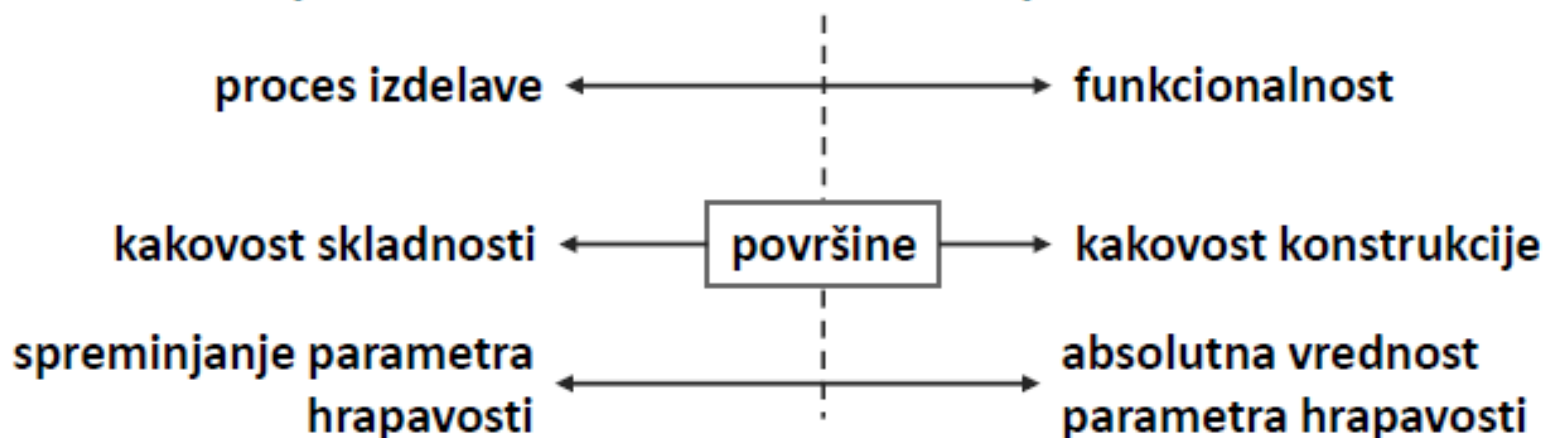
površina z vidika proizvodnje

površina z vidika funkcionalnosti



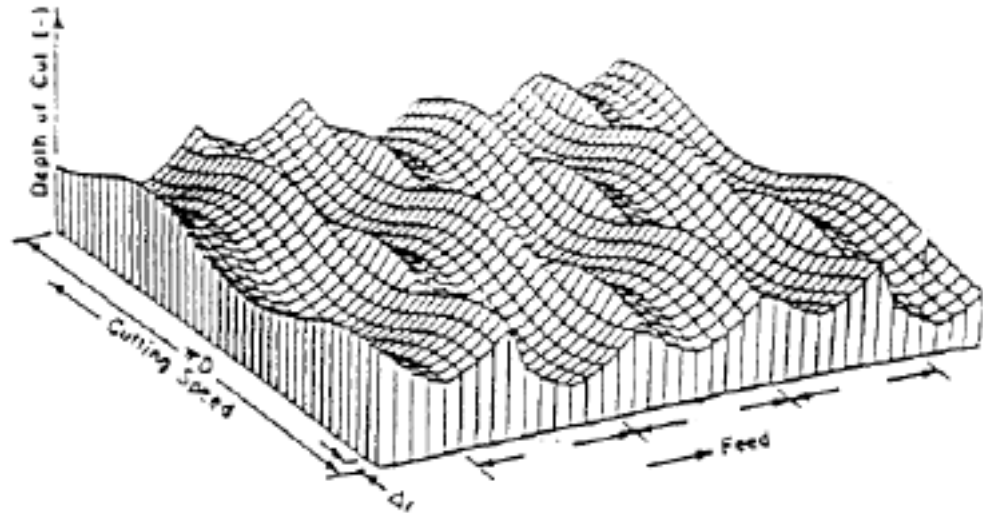
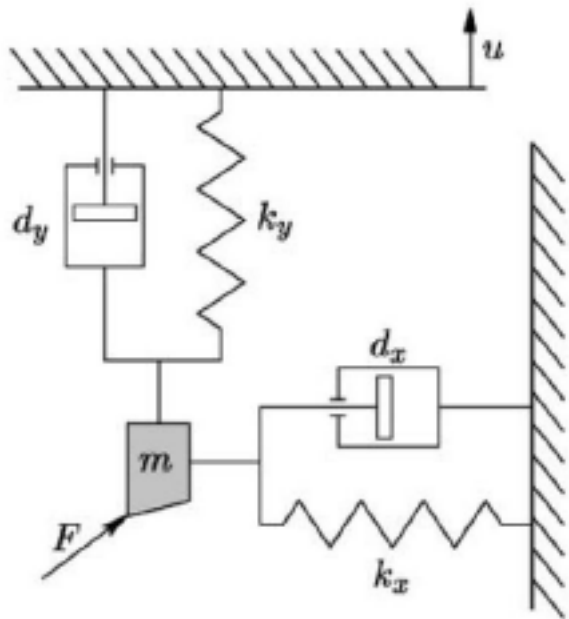
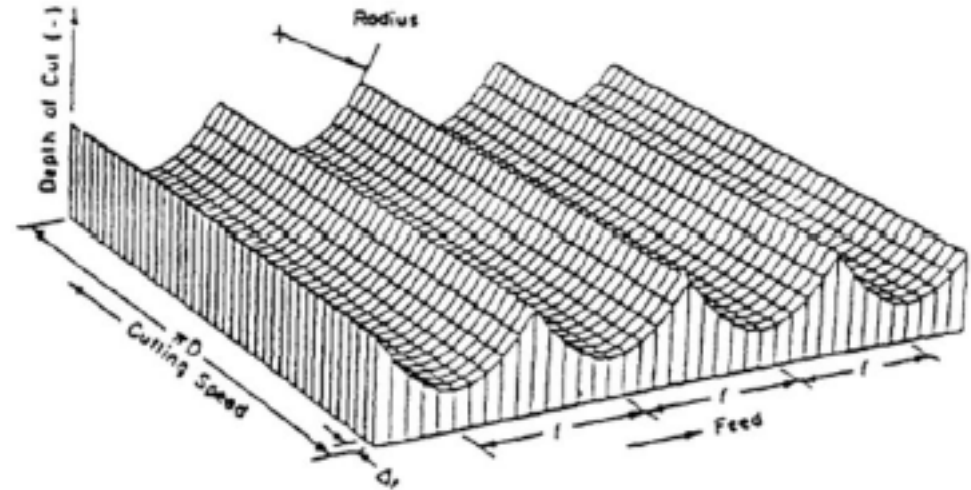
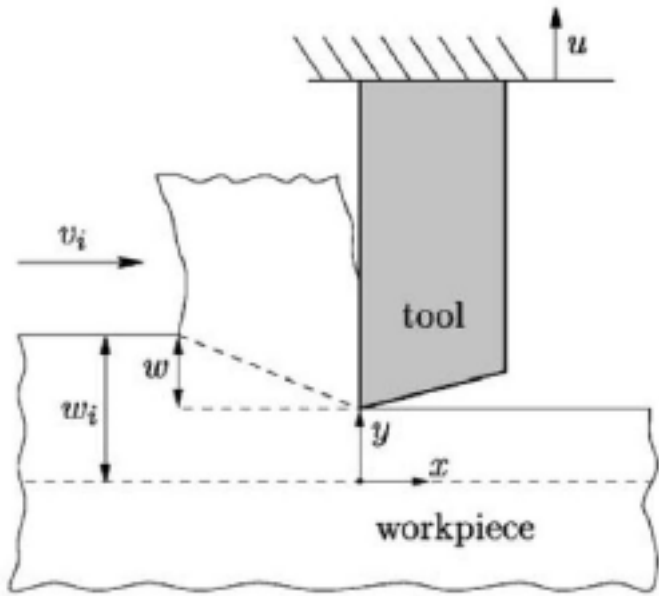
nadzor procesa

napoved funkcionalnosti

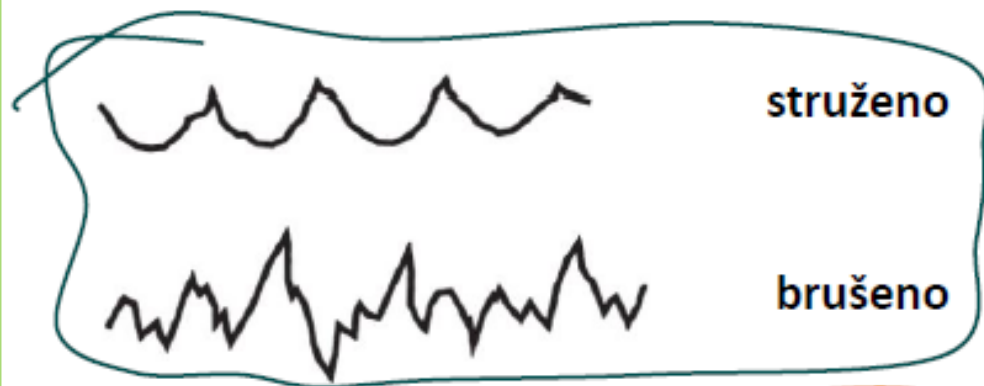


- 
- Največja višina izbočin profila **R<sub>p</sub>**. Razdalja najvišje točke profila površine od srednje linije znotraj referenčne dolžine  $l_r$  .
  - Največja globina vbočin profila **R<sub>v</sub>**. Razdalja najnižje točke profila površine od srednje linije znotraj referenčne dolžine  $l_r$  .
  - Največja višina profila **R<sub>z</sub>**. Razdalja med najvišjo in najnižjo točko profila površine znotraj referenčne dolžine  $l_r$ .

- 
- Aritmetična srednja hrapavost **R<sub>a</sub>**, je definirana kot aritmetična srednja vrednost absolutnih vrednosti razdalj  $y$  dejanskega profila od sedanjega profila.



# koncept nastanka površine na osnovi enotskega dogodka



## primer: proces brušenja

enotski dogodek  
zaradi delovanja  
ostrega zrna



enotski dogodek  
zaradi delovanja  
ostrega zrna



profil  
površine



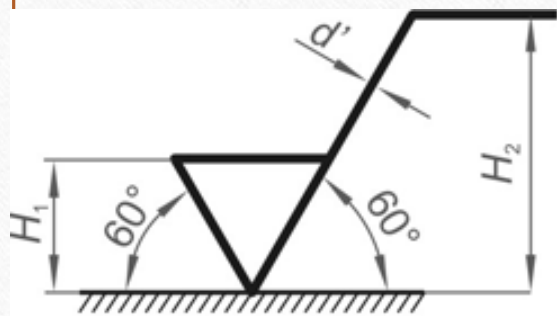
profil  
površine



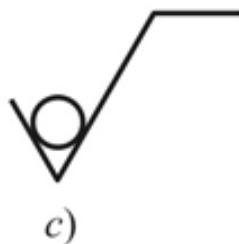
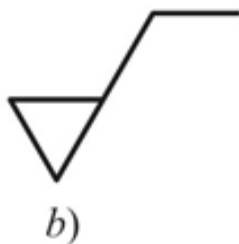
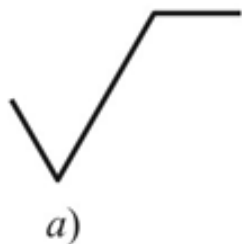
**površina nastane kot konvolucija  
oblike enotskega dogodka s  
porazdelitvijo dogodkov po površini**



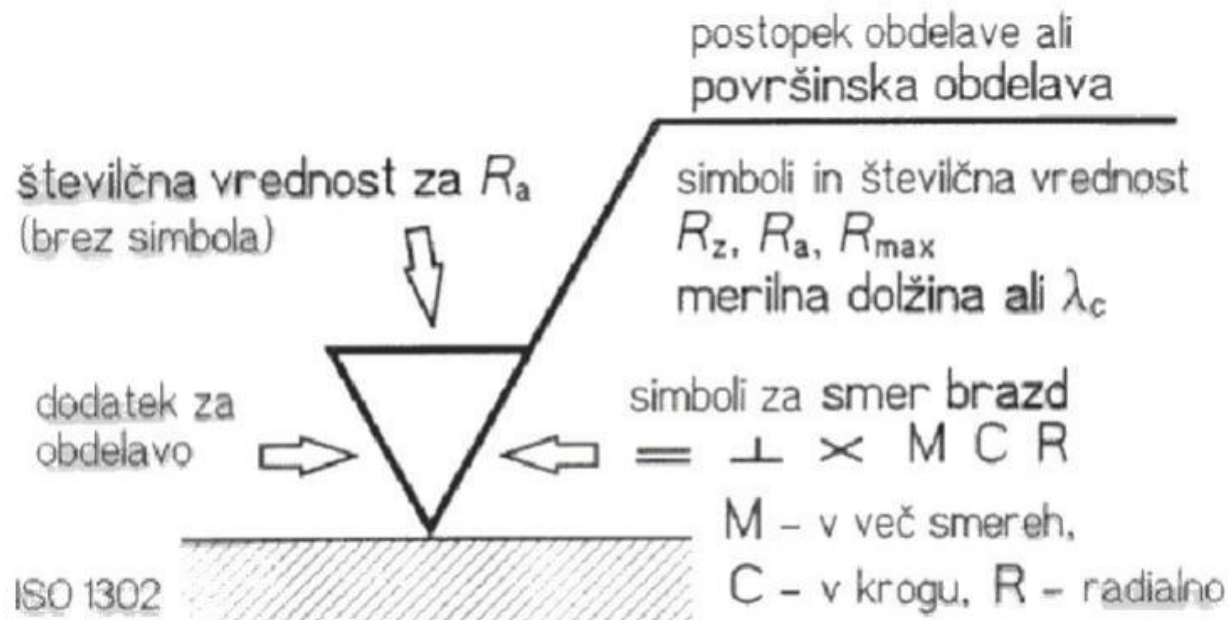
# Označevanje hrapavosti:



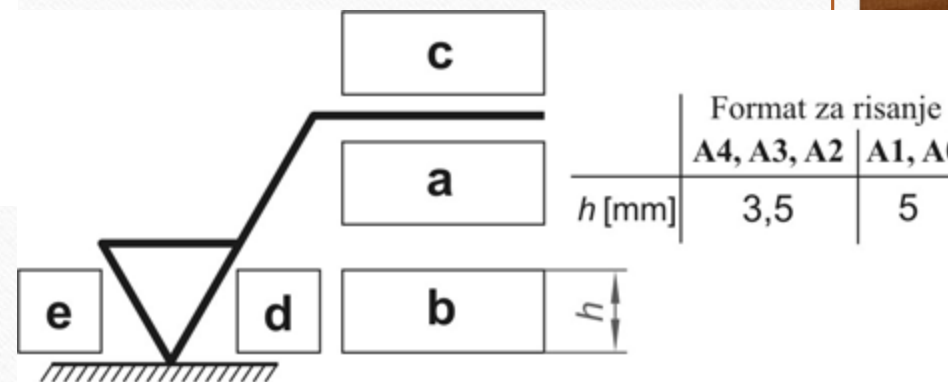
	Format za risanje	
	A4, A3, A2	A1, A0
$H_1$ [mm]	5	7
$H_2$ [mm]	10,5	15
$d'$ [mm]	0,35	0,5



- odprta kljukica pomeni, da je lahko označena površina obdelana s poljubnim postopkom obdelave;
- zaprta kljukica pomeni, da mora biti označena površina obdelana z odvzemanjem materiala;
- kljukica s krogcem pomeni, da na označeni površini ni dovoljeno odvzemanje materiala.

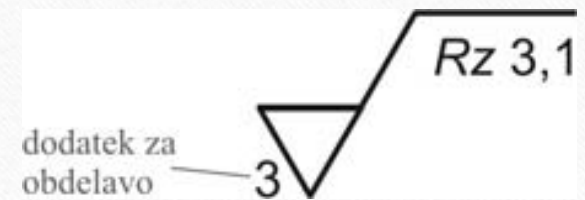
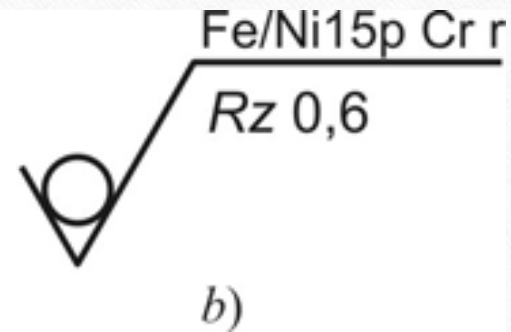
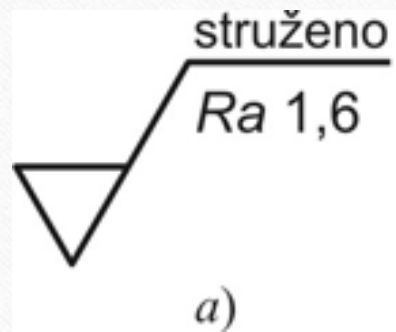


Simbol za predpis lastnosti površine na načrtih po ISO 1302

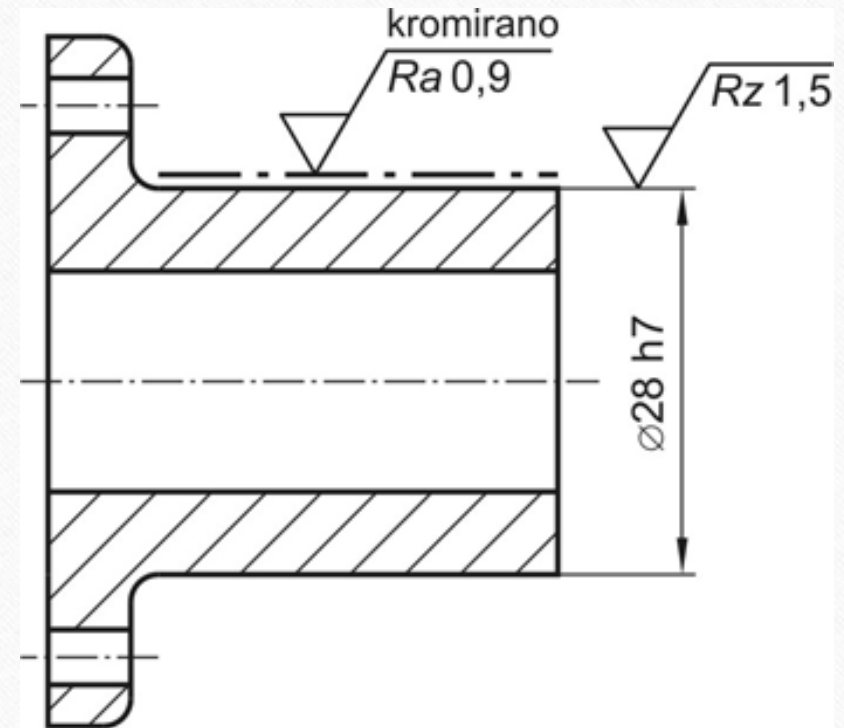
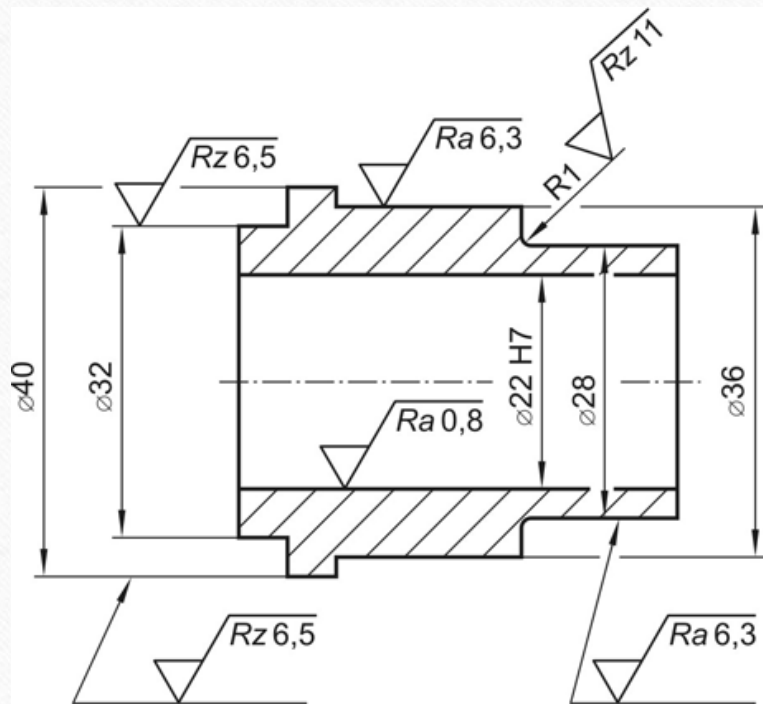


- a** osnovni parameter hrapavosti v [ $\mu\text{m}$ ]
- b** drugi parameter hrapavosti v [ $\mu\text{m}$ ]
- c** postopek obdelave
- d** orientacija hrapavosti
- e** dodatek za obdelavo v [mm]

# Primeri iz prakse:



# Na delavniških risbah:



# Metode merjenja hrapavosti

merilne metode in naprave



Taktilne normale za primerjanje hrapavosti



9 more Specimens on Obverse Side



[en.wikipedia.org/wiki/Sailing\\_stones](http://en.wikipedia.org/wiki/Sailing_stones)

svetloba odkrije podrobnosti



tipično opazovanje površine

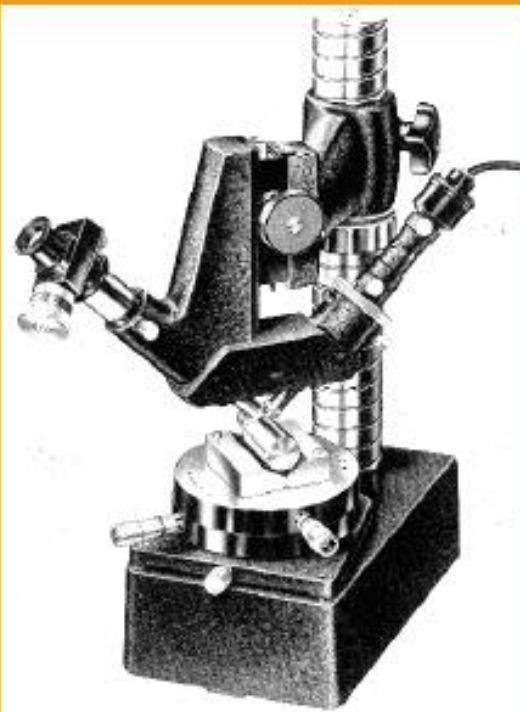
- Razlikujemo **preizkuševalne metode** (kontrolne), ki jih uporabljamo v delavnicah in merilne metode (laboratorijske), ki jih uporabljamo v merilnicah.
- 

Vse te metode pa so lahko primerjalne, kakovostne ali količinske.

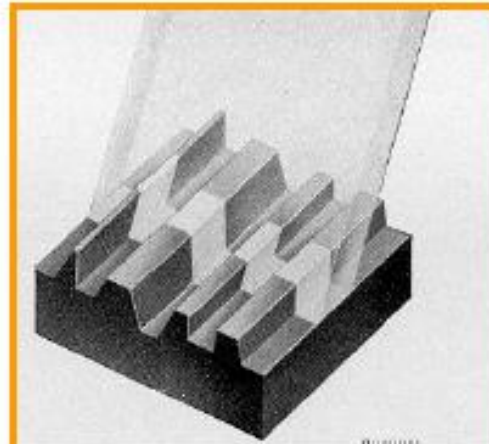
- **Primerjalne metode** ne dajo številčnih vrednosti veličin, temveč le stopnjo kvalitete, ker temeljijo na primerjanju merjenih površin z vzorci in so rezultati bolj ali manj subjektivni (izkušnost merilca).

---

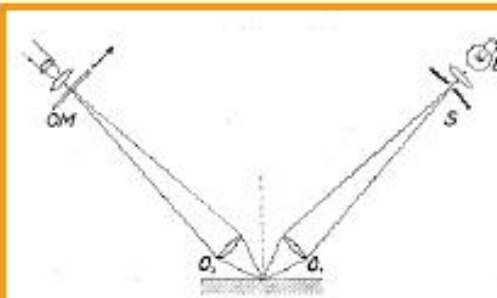
- **Pri kakovostnih metodah** ne dobimo posameznih veličin, ampak je merni rezultat neka srednja vrednost vrste različnih za površino značilnih faktorjev.
- **Pri količinskih metodah** so rezultati merjenj vrednosti posameznih veličin površine.



Schmaltzev merilnik



shematično  
prikazan svetlobni  
rez



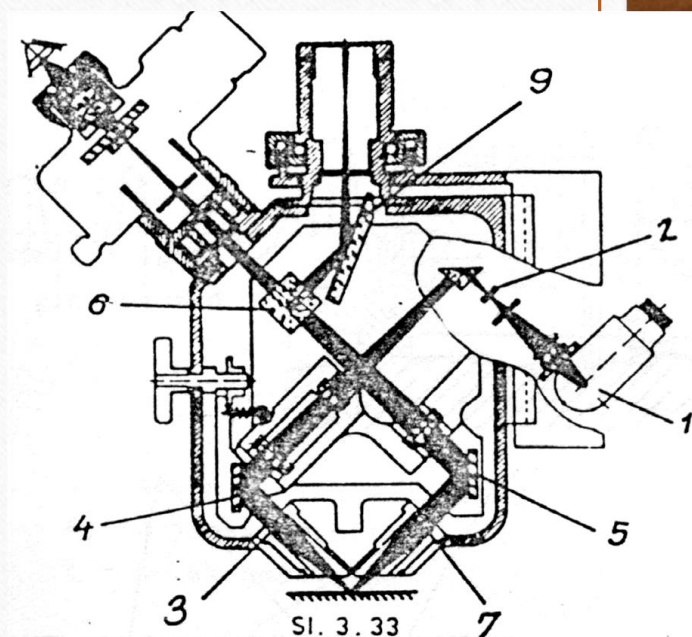
Pot žarkov v  
merilniku



Slika, zajeta s kamero



- Ta metoda predstavlja optični rez brez dotika
  - Izvor svetlobe 1 projicira skozi ozko režo 2 svetlobni snop na površino merjenca, katerega opazujemo v okularju mikroskopa 4.
  - Na opazovalni sliki merimo neposredno s pomočjo okularnega merilnega vijaka.
- 
- Naprava je opremljena s štirimi menjalnimi objektivi mikroskopa z največjo povečavo 520 krat.
  - Sodobna in izpopolnjena naprava s svetlobnim rezom je prikazana na sliki .
  - Prednost naprave je zaprta izvedba.
  - Reža 2 oblikuje svetlobni snop, proizveden v svetlobnem viru 1. Oblikovan snop skoncentrira in pomanjša objektiv 3 ter ga preko usmerjevalnega zrcala 4 meče na površino merjenca.
  - Ta ozek osvetljen pas opazujemo preko zrcala z mikroskopom.
  - Razdelilna prizma 6 usmeri del žarkov v tubus, ki je opremljen s foto-registrirno napravo.



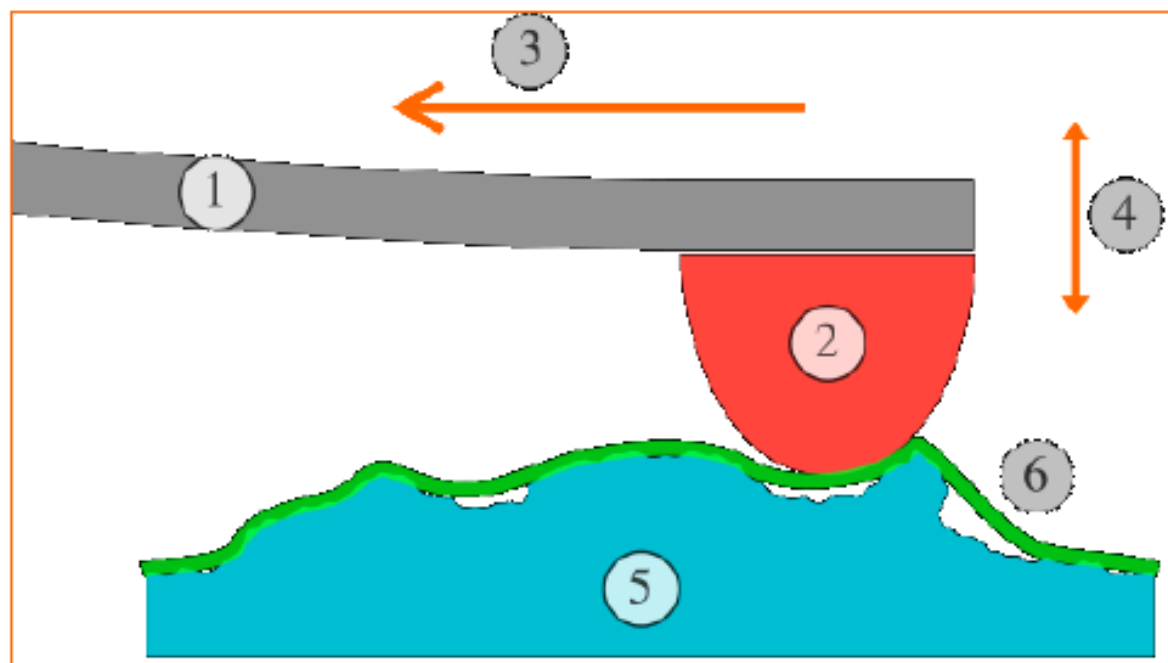
prerez naprave s svetlobnim rezom  
E. Leitz, Wetzlar, GmbH

Princip delovanja kontaktnega merilnika hrapavosti:

ročica (1) drži tipalo (2),  
ki drsi vzdolž smeri (3) nad površino  
merjenca (5).

Tipalo se giblje v smeri (4) skladno s  
površino po kateri potuje.

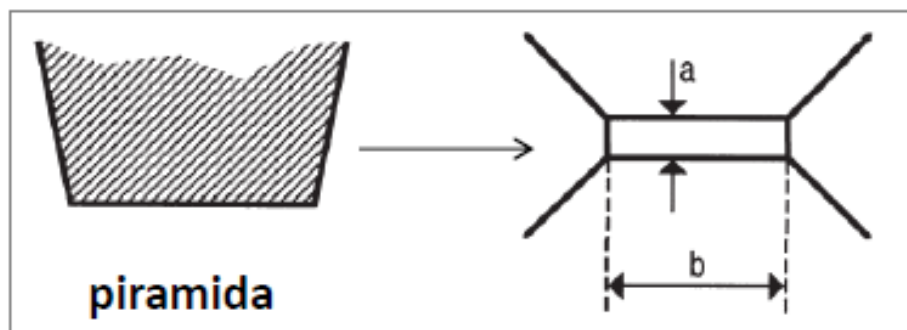
Vertikalni položaj tipala predstavlja profil  
hrapavosti (6), kot je narisano z zeleno  
črto.



tipalo (2):

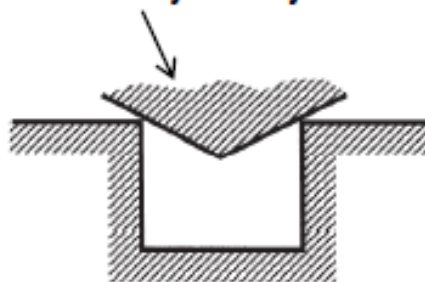


stožec



piramida

tipalo lahko naredimo bolj  
konično, vendar bo zato  
bolj podvrženo obrabi in še  
interakciji z merjencem!



tipična izvedba ima radij  $2\ \mu\text{m}$  in kot  $60^\circ$

# Merilnik hrapavosti Mitutoyo SJ – 301



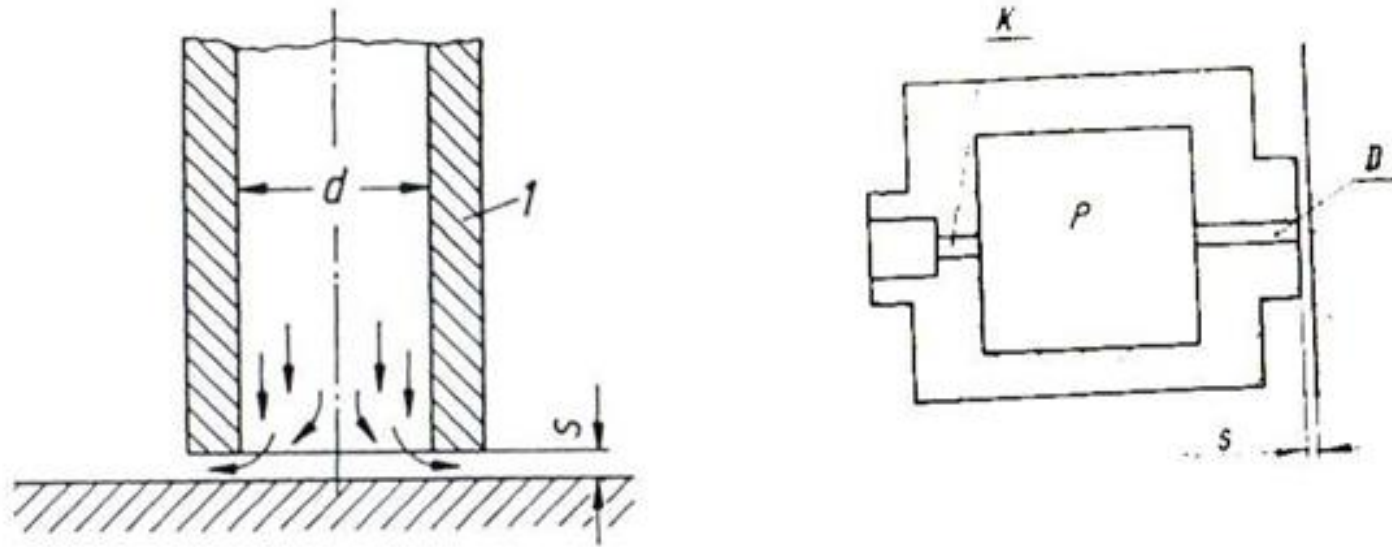
Merilnik sestavljajo trije členi:

- AC adapter
- Merilna enota z detektorjem
- Enota za nastavitve in obdelavo parametrov hrapavosti

# PNEVMATSKE MERILNE NAPRAVE ZA MERJENJE DOLŽIN

---

- Princip delovanja pnevmatskih merilnih naprav je zasnovan na zakonih pretoka zraka.
- Zrak s konstantnim tlakom dovajamo skozi vstopno šobo v komoro, od tod pa skozi izstopno šobo k površini merjenca.
- Tlak v komori je odvisen od razdalje med površino merjenca in merilno šobo.



Slika 2.19: Princip pnevmatske merilne naprave

- Pnevmske merilne naprave zelo pogosto uporabljamo v serijski proizvodnji.
- Njihove prednosti so preprosta izvedba, robustnost, majhna obraba, velika občutljivost, velika natančnost merjenja in možnost merjenja brez dotika in brez sile.
- Njihova glavna slabost je majhen obseg merjenja.

# ELEKTRIČNE MERILNE NAPRAVE ZA MERJENJE DOLŽIN

V praksi se vse več uporabljajo, ker imajo pred mehanskimi in pnevmatskimi merilnimi napravami mnoge prednosti:

---

- □ visoka zanesljivost, ki jo zagotavljajo tranzistorska vezja,
- □ prostorsko ločevanje tipalnega dela naprave od kazalnega dela,
- □ majhni tipalni elementi,
- □ možnost spreminjanja merilnega območja,
- □ merjenje brez uporabe sile ali z zelo malo merilno silo,
- □ hitra obdelava podatkov in
- □ možnost prenosa informacij na daljavo.

- V to skupino uvrščamo električne merilne naprave, pri katerih se mehanski gib tipala pretvori v električno veličino, le ta pa zopet v mehanski odklon kazalca ali v električni oz. optični signal.

---

### Električne merilne naprave za merjenje neelektričnih veličin se sestojijo iz treh enot.

- Merilna enota**, ki je mehanično električni pretvornik, ki meri z dotikom ali brez. Deluje po generatorskem ali parametrskem principu.
- Posredna enota**, ki ojača, povezuje in prenaša ustrezne signale iz merilne enote do indikatorske enote.
- Indikatorska enota**, ki prikaže izmerjeno vrednost v ustrezni obliki