

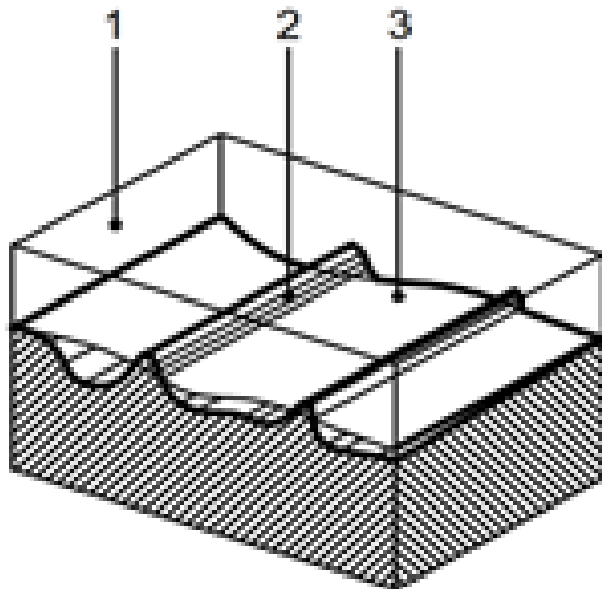


# HRAPAVOST

# UVOD

Pri konstruisanju mašinskih delova, tj. izradi radioničkih crteža, potrebno je, pored vrste materijala, definisati i oblik dela, njegove dimenzije, tolerancije, termohemijsku obradu i kvalitet površinske obrade svake površine.

Kada se govori o površini dela treba razlikovati: 1. geometrijske površine (one koje su propisane crtežom), 2. stvarne površine (koje su ostvarene obradom) i 3. efektivne površine (koje su registrovane merenjem).



# UVOD

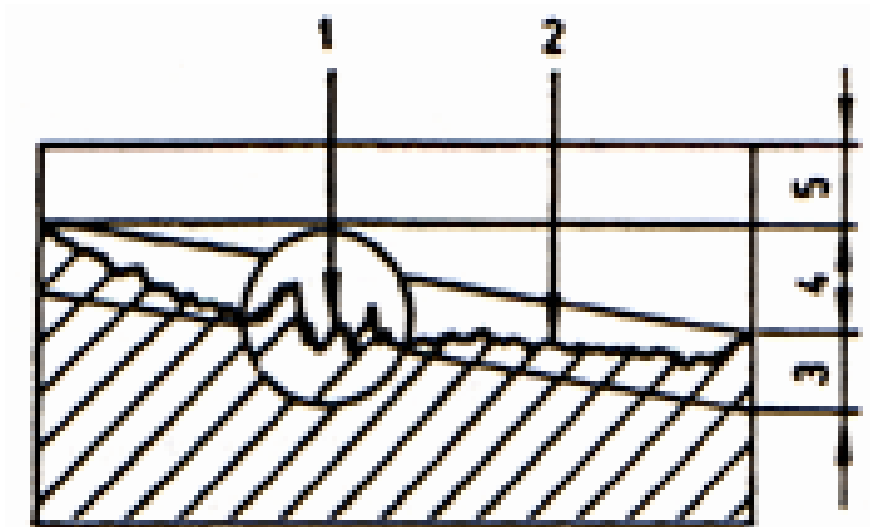
Stvarna površina odstupa od geometrijske površine zbog:

- netačnosti tehnološkog pribora,
- habanja oštrice alata,
- deformacije sistema "mašina-alat-radni predmet",
- heterogenosti materijala radnog predmeta,
- zaostalih napona u radnom predmetu,
- nejednakih dodataka za mašinsku obradu i sl.

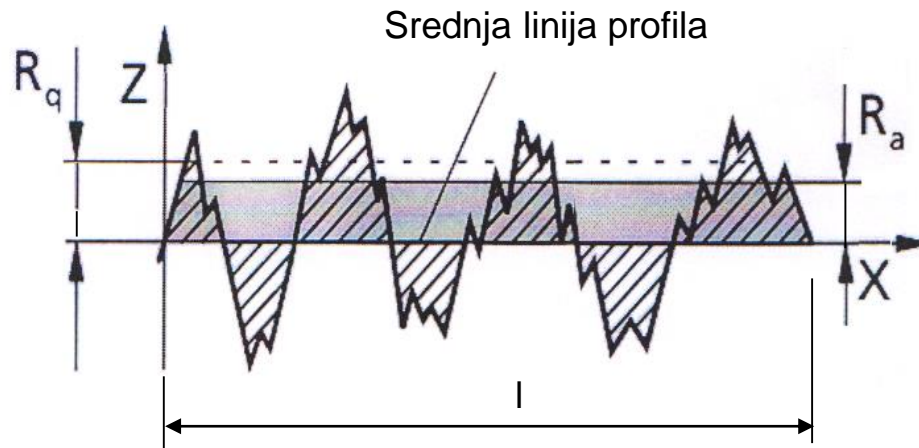
# UVOD

Sva odstupanja se dele na tzv:

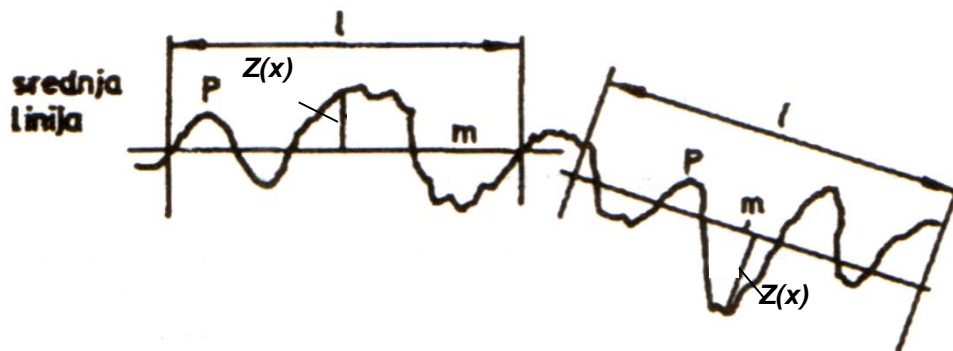
- mikrogeometrijska odstupanja: (1) - površinska hrapavost i
- makrogeometrijska odstupanja: (2) - valovitost površine, (3) - odstupanje oblika, (4) - odstupanje položaja i (5) - odstupanje mera.



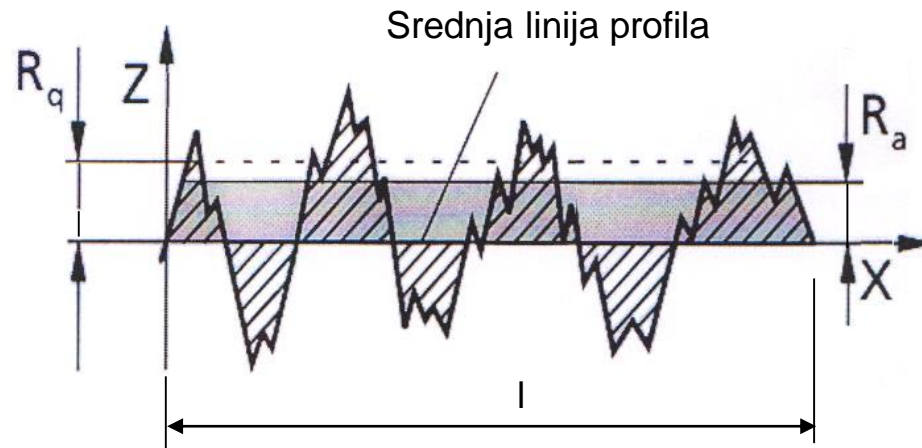
# UVOD



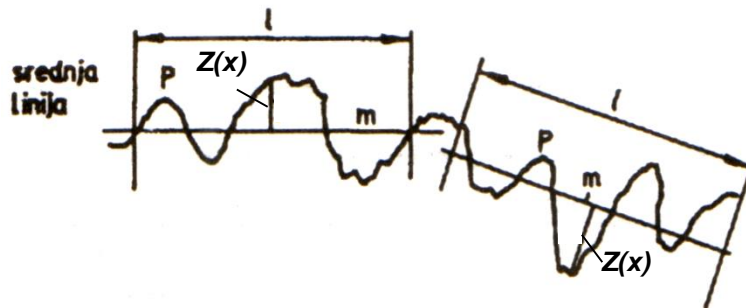
**Srednja linija profila -  $m$**  je ona linija koja ima oblik geometrijskog profila i seče efektivni profil tako da je, u granicama referentne dužine ( $l$ ), suma kvadrata odstupanja tačaka efektivnog profila (kota  $z$ ) do ove linije ( $m$ ) najmanja. Merenje hrapavosti se vrši na posmatranoj dužini koja u sebi može da sadrži jednu ili više referentnih dužina.



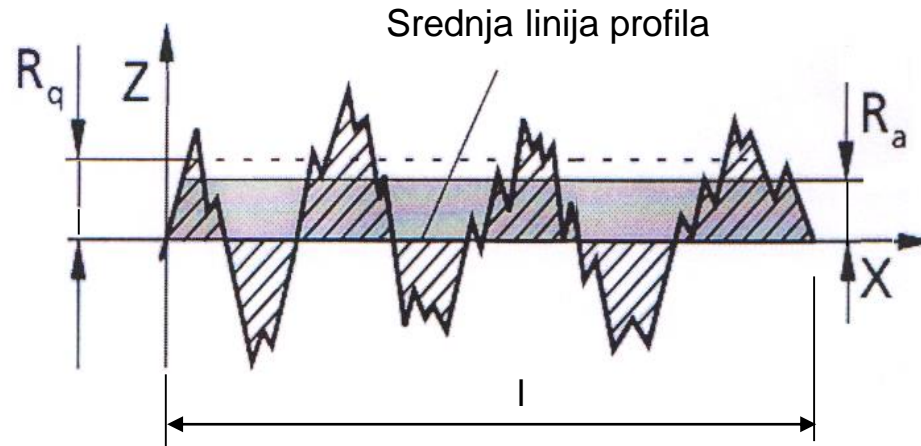
# UVOD



**Referentna dužina** -  $l$ , koja služi za ocenu hrapavosti, bira se tako da isključi uticaje drugih vidova neravnina. U većini slučajeva referentna dužina se može utvrditi u vidu prave linije čime se znatno uprošćava određivanje parametara hrapavosti. Da bi se isključio uticaj drugih odstupanja, koja imaju veći korak od koraka neravnina, pravolinijski isečci (referentne dužine) se mogu postaviti pod izvesnim uglom, jedan prema drugome. Referentne dužine su propisane standardom u zavisnosti od vrste i finoće obrade.



## UVOD



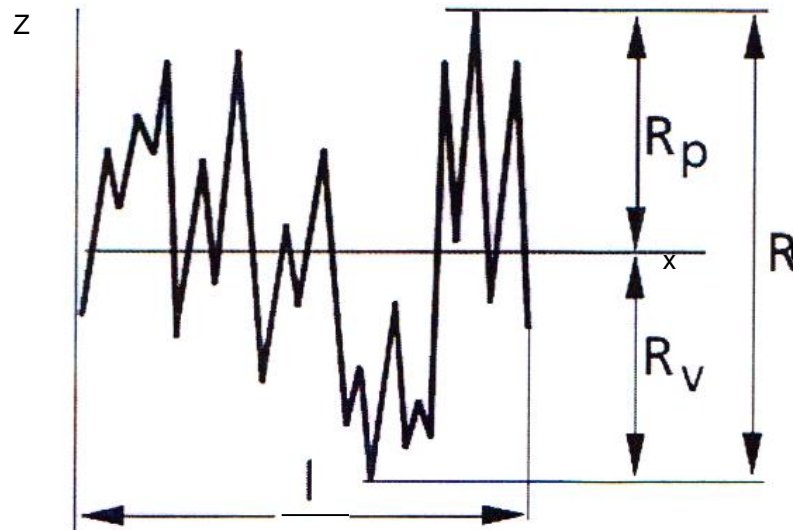
**Srednje aritmetičko odstupanje profila od srednje linije -  $R_a$**  (srednje odstupanje profila) definisano je jednačinom:

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |Z(x)| dx$$

**Srednje kvadratno odstupanje merenog profila -  $R_q$**  je vrednost srednjeg korena odabrane vrednosti  $Z(x)$  na dužini uzorkovanja:

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l Z^2(x) dx}$$

## UVOD

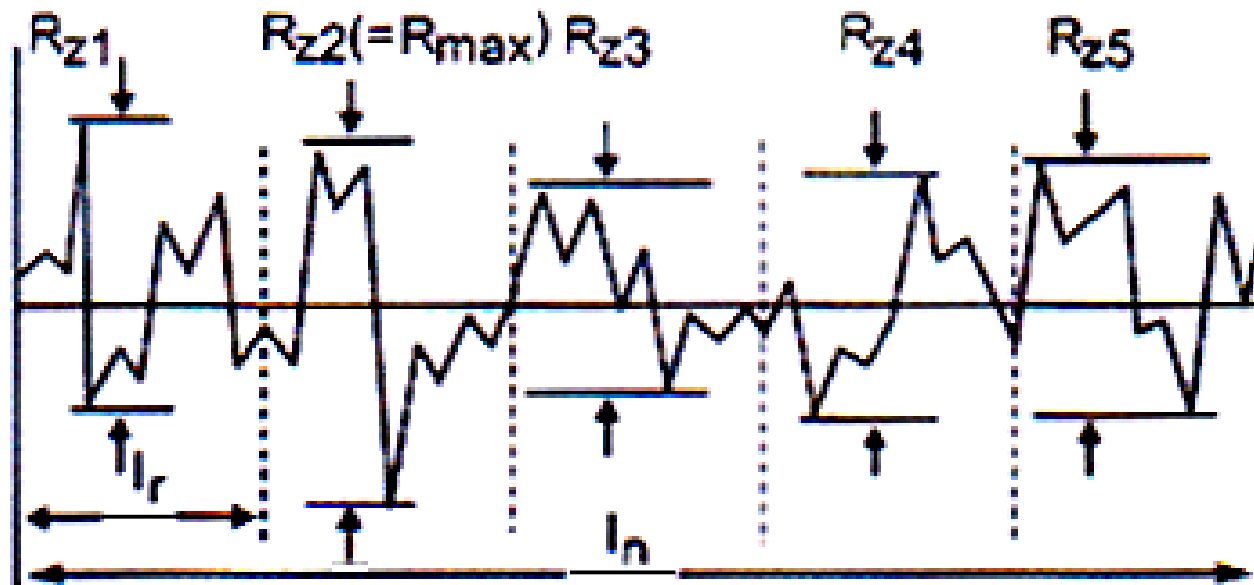


**Najveća visina vrha profila -  $R_p$**  na referentnoj dužini predstavlja rastojanje od srednje linije profila do najvišeg vrha

**Najveća dubina profila -  $R_v$**  na referentnoj dužini predstavlja rastojanje od srednje linije profila do najnižeg dna

**Najveća visina neravnina -  $R_t$**  je veličina visine između dve prave, paralelnih sa srednjom linijom profila, koje tangiraju najveću odnosno najnižu tačku profila na referentnoj dužini ( $l$ )

## UVOD



**Srednja visina neravnina -  $R_z$**  u deset tačaka (z - potiče od nemačke reči “zahn” što znači 10) se određuje kao srednja aritmetička vrednost razlike visina pet pari najviših i najnižih tačaka profila u granicama referentne dužine

$$R_z = \frac{1}{5} (R_{z1} + R_{z2} + R_{z3} + R_{z4} + R_{z5})$$

# UVOD

Standardom je definisano 12 klasa (stepena) hrapavosti površina.

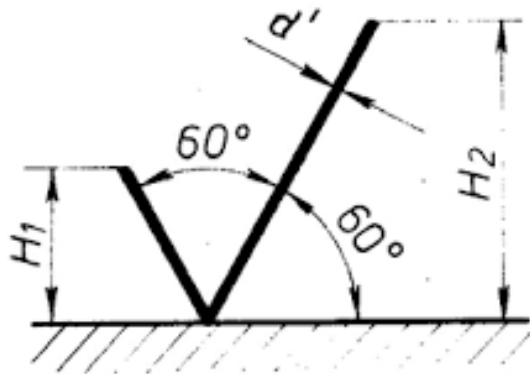
One se označavaju sa slovnom i brojčanom oznakom, počev od N1 do N12

Manji brojevi označavaju finiji kvalitet i obratno.

Osnovni parametar za ovo razvrstavanje je srednje odstupanje profila  $R_a$  čije su vrednosti date po standardnom redu (tabela 10.1).

Klasa hrapavosti	$R_a$ u $\mu\text{m}$ (najveća vrednost)	$R_z$ u $\mu\text{m}$ (najveća vrednost)	Podesna referentna dužina - $l$ u mm
N1	0,025	0,1	0,08
N2	0,05	0,2	0,25
N3	0,1	0,4	
N4	0,2	0,8	
N5	0,4	1,6	
N6	0,8	3,2	0,8
N7	1,6	6,3	
N8	3,2	12,5	
N9	6,3	25	2,5
N10	12,5	50	
N11	25	100	8
N12	50	200	

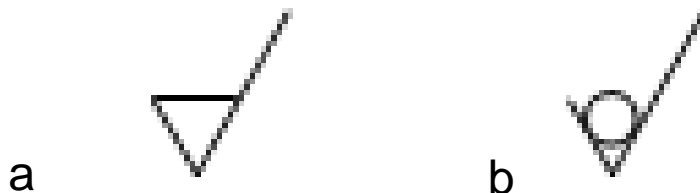
# OZNAČAVANJE KVALITETA POVRŠINSKE HRAPAVOSTI



Osnovni znak za označavanje kvaliteta je kukica. Ovaj znak, sam po sebi, nema nikakvo značenje a može se upotrebljavati samo ako je njegovo značenje objašnjeno dopunskim znacima.

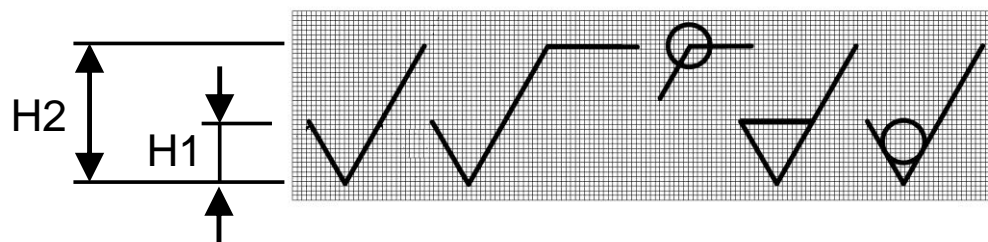
Ako se predmet obrađuje skidanjem materijala mašinskom obradom rezanjem, onda kukica ima oblik prikazan na a.

Ukoliko se površina obrađuje bez rezanja, onda kukica ima oblik prikazan na b. Ova oznaka se koristi i u slučajevima kada se želi naglasiti da površina treba da ostane u onom stanju koje je ostvareno prethodnom obradom. U tom slučaju ovoj kukici se ne dodaju nikakvi dodatni znaci



# OZNAČAVANJE KVALITETA POVRŠINSKE HRAPAVOSTI

Nazivna visina kukica se usvaja u zavisnosti od visine tehničkog pisma ( $h$ ) prema sl. 10.11. Sve kukice na istom crtežu moraju biti iste visine.

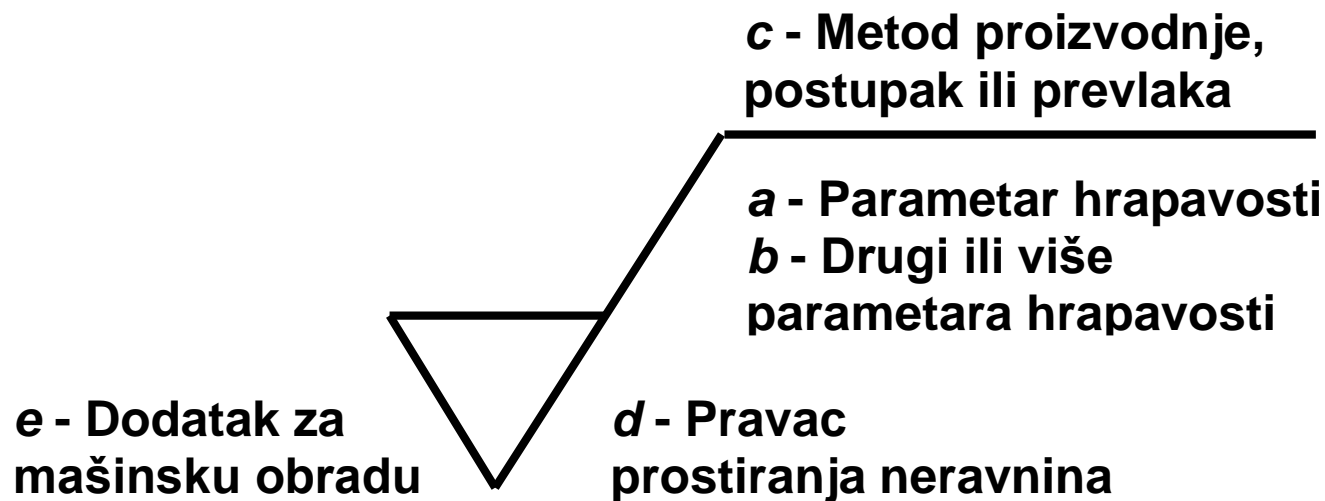


Visina slova	2,5	3,5	5	7
Debljina linije	0,25	0,35	0,5	0,7
H1	3,5	5	7	10
H2	7,5	10,5	15	21

**Slika 10.11** Prikaz karakterističnih dimenzija kukice

# OZNAČAVANJE KVALITETA POVRŠINSKE HRAPAVOSTI

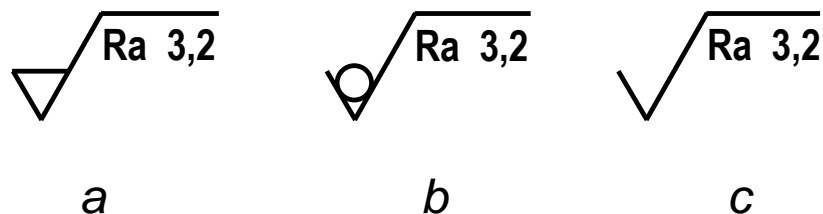
Oznake koje se dodaju kukicama prikazane su na sl. 10.12.



**Slika 10.12** *Dopunske oznake u znaku za površinsku hrapavost*

# OZNAČAVANJE KVALITETA POVRŠINSKE HRAPAVOSTI

Veličina hrapavosti se propisuje posredstvom vrednosti glavnog kriterijuma hrapavosti  $R_a$  (srednjeg odstupanja profila) u mikrometrima koja se ispisuje ispod dodatne linije uz kukicu na način prikazan na sl. 10.13.

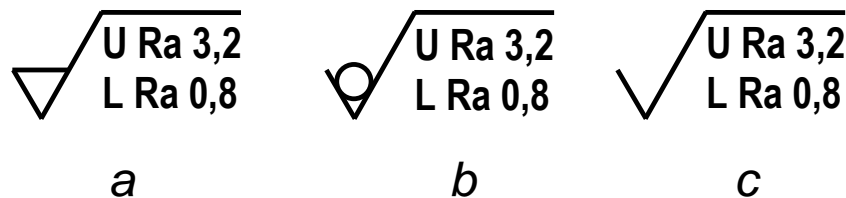


**Slika 10.13** Oznake za površinsku hrapavost

Propisana površinska hrapavost  $R_a = 3,2 \mu\text{m}$  (sl. 10.13) predstavlja najveću dozvoljenu hrapavost koja treba da se ostvari skidanjem materijala rezanjem (sl. 10.13-a), bez skidanja materijala, tj. skidanje materijala nije dozvoljeno (sl. 10.13-b) i bilo kojom metodom obrade (sl.10.13-c).

# OZNAČAVANJE KVALITETA POVRŠINSKE HRAPAVOSTI

U slučaju da je potrebno propisati i najveću ( $U$ ) i najmanju ( $L$ ) graničnu vrednost površinske hrapavosti, onda se najveća vrednost površinske hrapavosti, na primer,  $R_a$  (u mikrometrima) ispisuje iza znaka  $U$ , a najmanja dozvoljene vrednosti, ispod, iza znaka  $L$ , kao što je to prikazano na sl. 10.14. Na isti način se ispisuju i drugi parametri površinske hrapavosti.

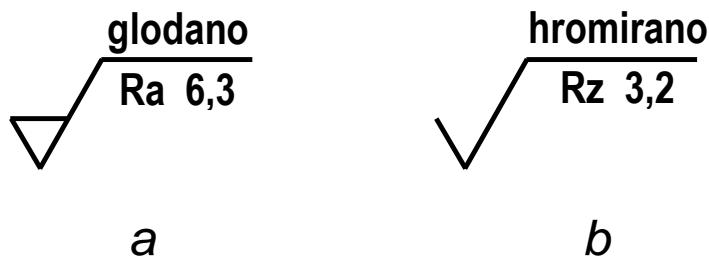


**Slika 10.14** Oznake za površinsku hrapavost

Površinska hrapavost je propisana sa najvećom vrednost  $R_a = 3,2 \mu\text{m}$  i najmanjom vrednosti  $R_a = 0,8 \mu\text{m}$  koja treba da se ostvari skidanjem materijala rezanjem, (sl. 10.14-a), bez skidanja materijala, tj. skidanje materijala nije dozvoljeno, (sl. 10.14-b) i bilo kojom metodom obrade (sl. 10.14-c).

# OZNAČAVANJE KVALITETA POVRŠINSKE HRAPAVOSTI

U pojedinim slučajevima, kada je to potrebno, ispisuje se rečima i metod proizvodnje, postupak ili prevlaka iznad produžetka dužeg kraka kukice (sl. 10.16).

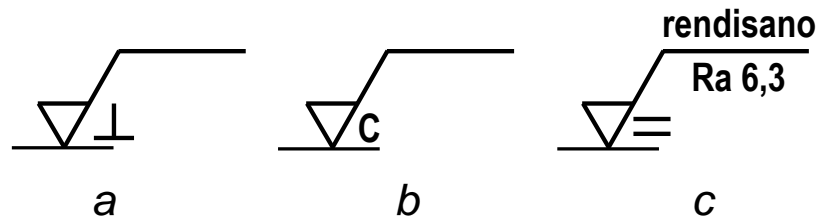


**Slika 10.16** Oznake za površinsku hrapavost

U ovom slučaju dodatne oznake definišu (sl. 10.16-a) metod proizvodnje - glodanje, konačna površinska hrapavost se mora ostvariti glodanjem sa  $R_a = 6,3 \mu\text{m}$ , u drugom slučaju, vrsta prevlake - hromirano, konačna površinska hrapavost posle hromiranja je  $R_z = 3,2 \mu\text{m}$ .

# OZNAČAVANJE KVALITETA POVRŠINSKE HRAPAVOSTI

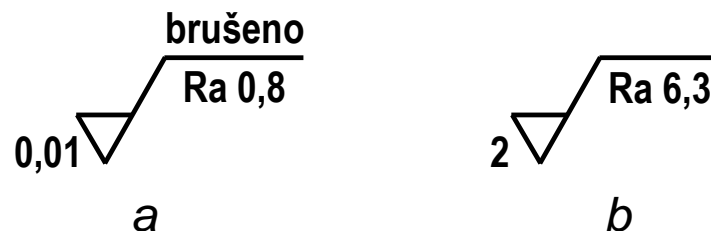
U procesu obrade materijala skidanjem strugotine dolazi do formiranja određenih tragova na površini, čiji oblik i pravac prostiranja (tabela 10.5) u najvećoj meri zavisi od primenjenog postupka izrade. Znak za pravac prostiranja neravnina upisuje se sa donje desne strane kukice na način prikazan na sl. 10.18.



**Slika 10.18** Dodatne oznake u kukici za označavanja pravca prostiranja neravnina

# OZNAČAVANJE KVALITETA POVRŠINSKE HRAPAVOSTI

Dodaci za mašinsku obradu ispisuju se samo u slučaju posebne potrebe i to sa donje leve strane kukice (sl. 10.20).

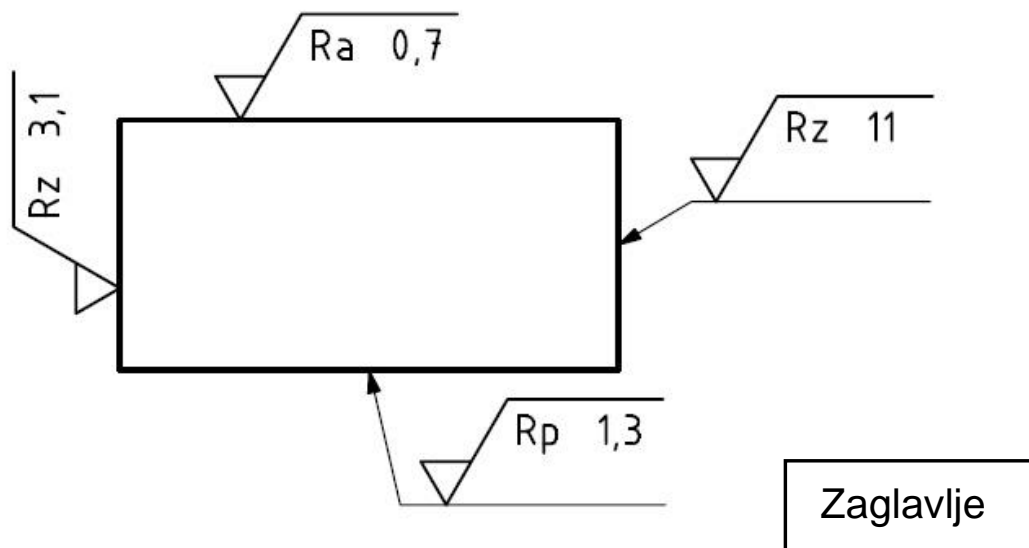


**Slika 10.20** *Dodatne oznake u kukici za označavanja dodataka za mašinsku obradu*

U ovom slučaju oznaka (sl. 10.20-a) definiše dodatak za brušenje od 0,01 mm, a u drugom slučaju (sl.10.20-b) oznaka definiše dodatak za mašinsku obradu od 2 mm.

# OZNAČAVANJE KVALITETA POVRŠINSKE HRAPAVOSTI

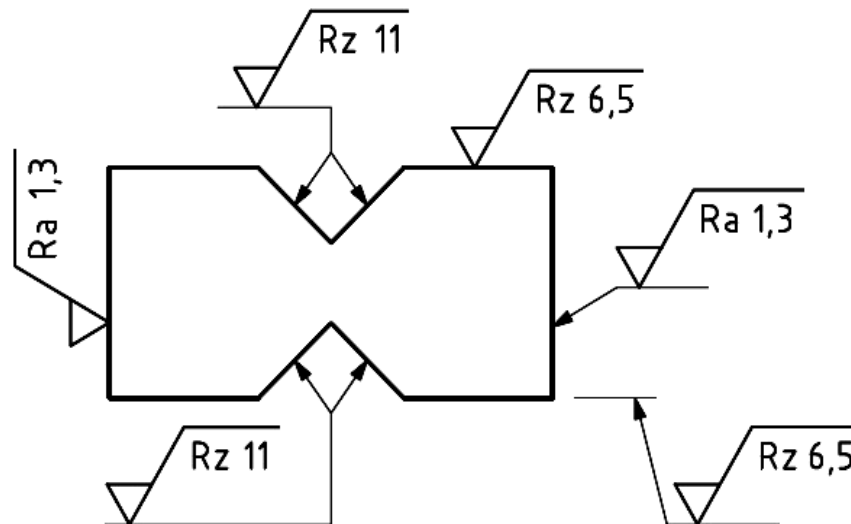
Na crtežima se kukice za označavanje kvaliteta hrapavosti površina, po mogućnosti, postavljaju tako da se očitavaju odozdo i sa desna, shodno sl. 10.23.



**Slika 10.23** Prikaz položaja kukica u odnosu na zaglavlje crteža

# OZNAČAVANJE KVALITETA POVRŠINSKE HRAPAVOSTI

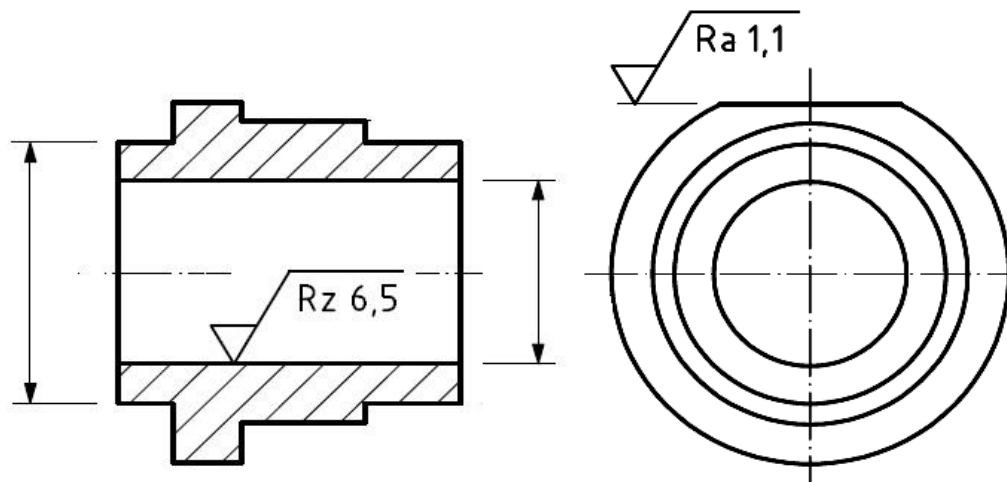
Kukice se uvek postavljaju sa one strane sa koje se vrši obrada dotične površine, a u slučaju da nema dovoljno mesta, može se postaviti i na liniju produžetka konture (sl. 10.24).



**Slika 10.24** Prikaz načina ispisivanja kukica

# OZNAČAVANJE KVALITETA POVRŠINSKE HRAPAVOSTI

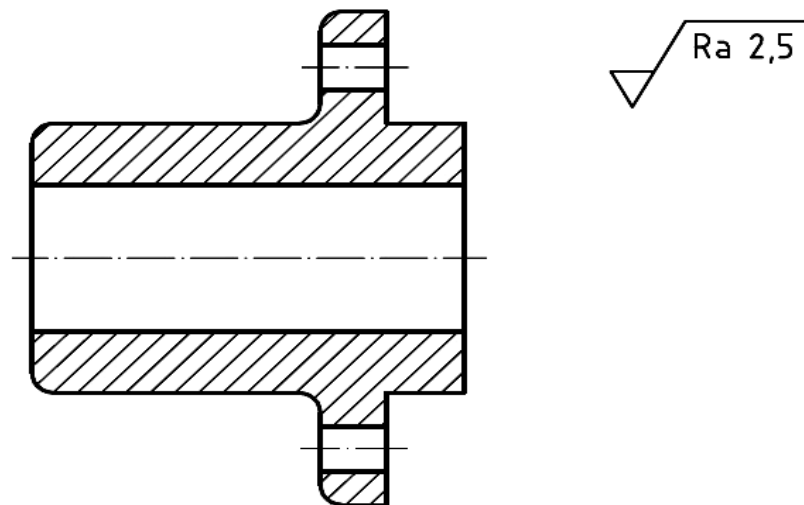
Ako je predmet prikazan u više pogleda, kukica se postavlja samo u jednom pogledu i to, po pravilu, u onaj gde je data kota dotične površine (sl. 10.25).



**Slika 10.25** Načini ispisivanja kukica

# OZNAČAVANJE KVALITETA POVRŠINSKE HRAPAVOSTI

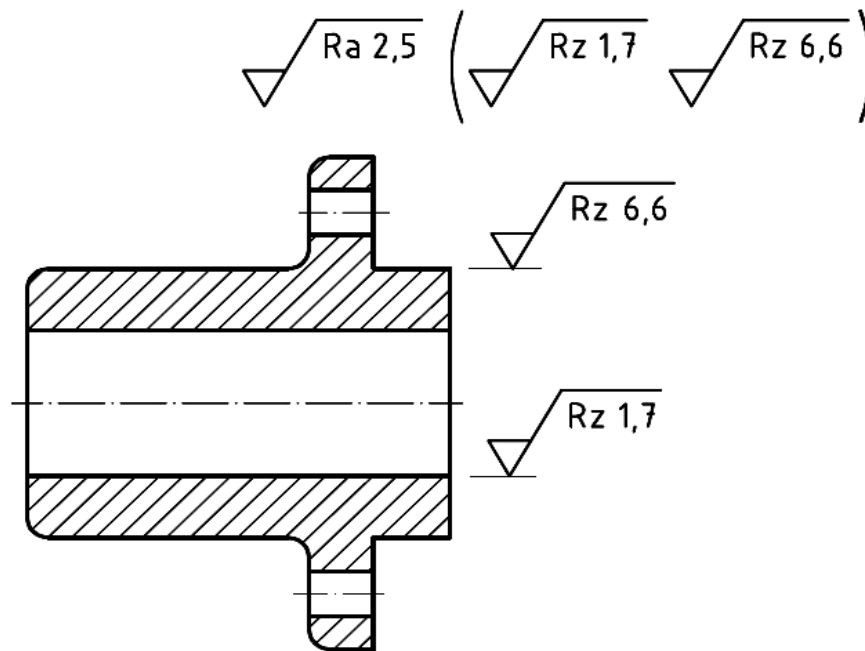
Ako se sve površine obrađuju sa istim kvalitetom obrade, onda se u zaglavlje crteža, ili gornji desni ugao crteža, ispisuje samo jedan zajednički znak obrade (sl. 10.26).



**Slika 10.26** Način označavanja kvaliteta obrade

# OZNAČAVANJE KVALITETA POVRŠINSKE HRAPAVOSTI

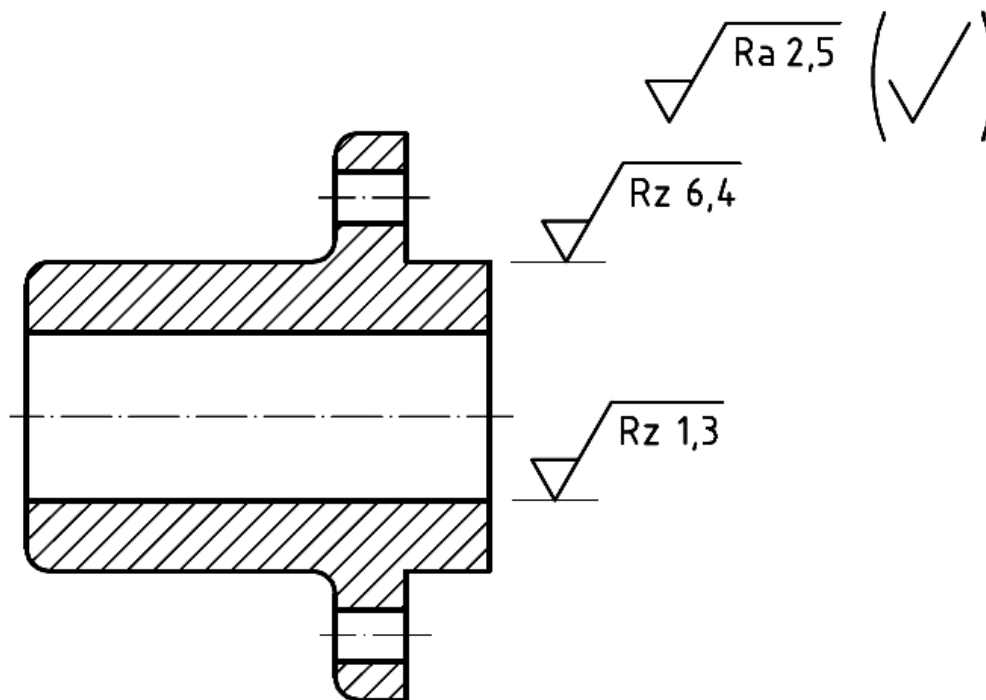
Ukoliko na delu preovlađuje jedan kvalitet obrade, onda se taj znak ne ispisuje na crtežu, već ispred zagrade u zajedničkom znaku (sl. 10.27), dok se u zagradi nanose ostali kvaliteti obrade koji su označeni na crtežu. Ovakav način omogućava lako sagledavanje zastupljenih obrada.



**Slika 10.27** Način označavanja kvaliteta obrade

# OZNAČAVANJE KVALITETA POVRŠINSKE HRAPAVOSTI

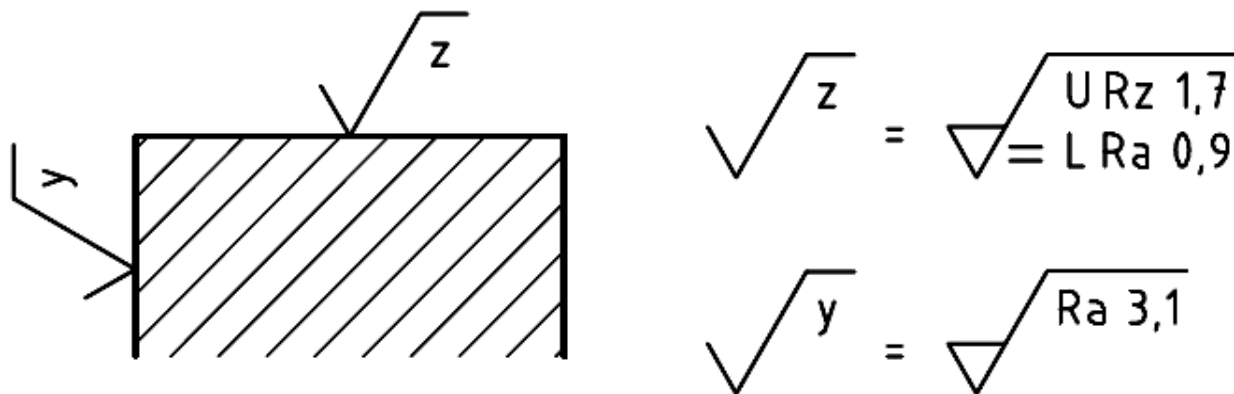
Praktikuje se da se umesto ostalih znakova upiše samo jedan opšti znak (kukica) čime se neznatno olakšava rad konstruktoru a znatno otežava tehnologu (sl. 10.28).



**Slika 10.28** Način označavanja kvaliteta obrade

# OZNAČAVANJE KVALITETA POVRŠINSKE HRAPAVOSTI

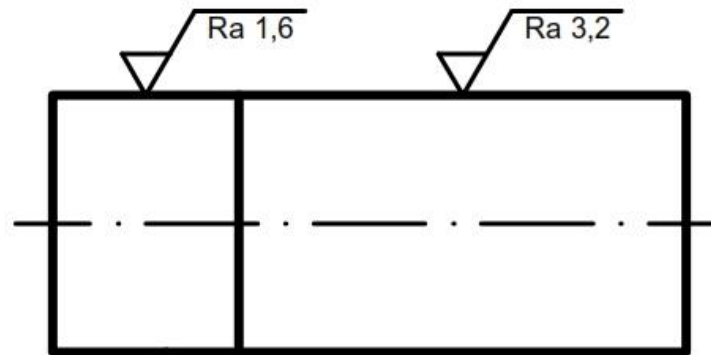
Ukoliko je prostor na crtežu ograničen, ili je kukica komplikovana, pa nije moguće ispisati kukicu, dozvoljava se posredno označavanje shodno slici 10.29.



**Slika 10.29** Način ispisivanja kukica

# OZNAČAVANJE KVALITETA POVRŠINSKE HRAPAVOSTI

Kada se jedna površina obrađuje sa različitim kvalitetima, tada se oblasti tih površina odvajaju punom deblom linijom (sl. 10.31).



**Slika 10.31** *Postupak označavanje jedne površine obrađene sa dva različita kvaliteta obrade*