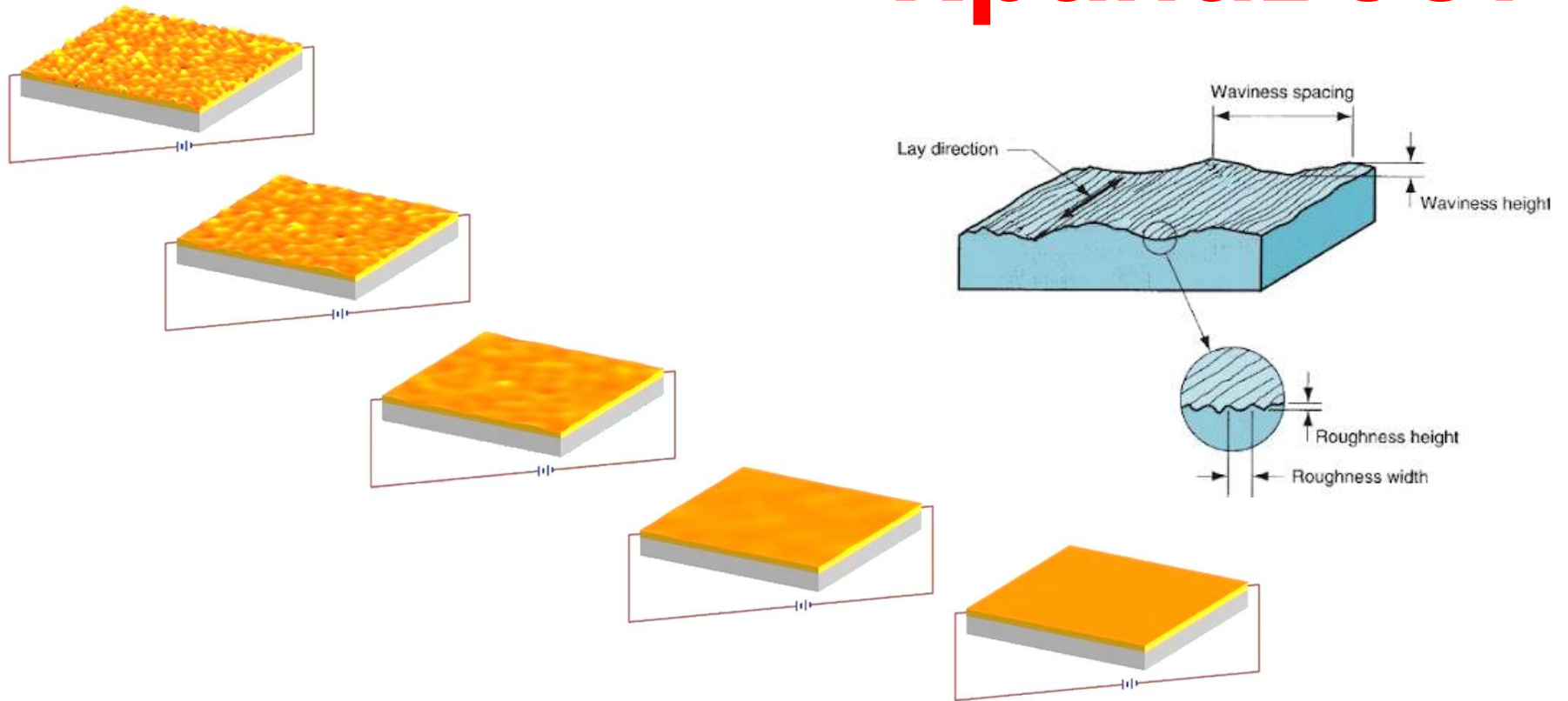


Површинска храпавост

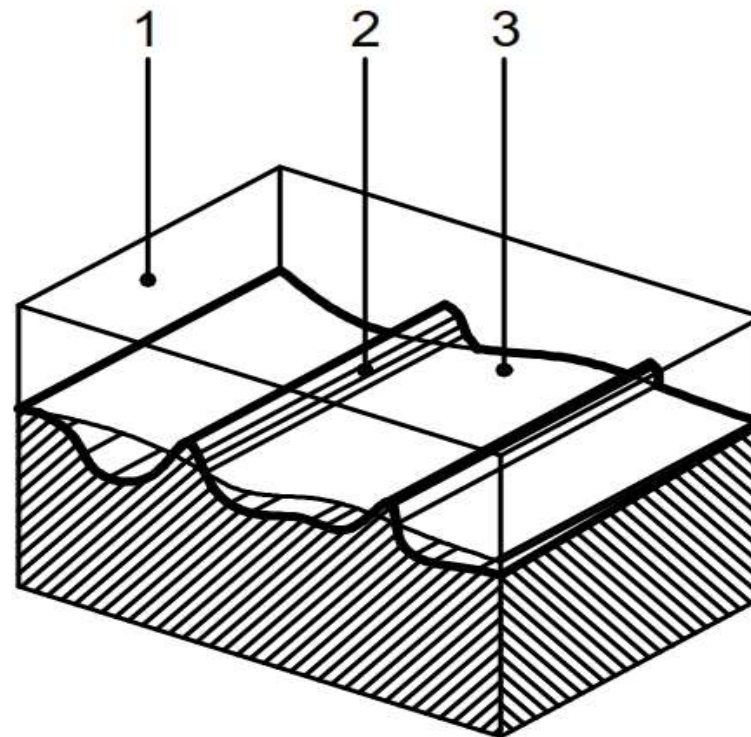


- Површине предмета и делова машина обрађују се различитим квалитетом површинске храпавости. Оне површине предмета, које належу једне на друге треба да су **"финије"** обрађене, а ако се при томе у раду и крећу, треба да су обрађене још **"финије"**, како би се смањило трење.
- Површине предмета које не улазе у склоп са другим површинама могу се обрадити **"грубо"**.
- Квалитет површинске храпавости утуче на цену коштања. Стога је **важно да се на цртежу означи предвиђени квалитет површинске храпавости.**

- Приликом конструисања потребно је дефинисати квалитет површинске обраде сваке површине.

Када се говори о површини дела треба разликовати:

- геометријске површине (оне које су прописане цртежом),
- стварне површине (које су остварене обрадом) и
- ефективне површине (које су регистроване мерењем).



Графички приказ површине радног предмета:
(1) геометријска површина, (2) стварна површина и
(3) ефективна површина радног предмета

И "најфиније" обрађена површина, гледана под микроскопом је врло храпава, односно профил се састоји из избочина и удубљења.

Стварна површина одступа од геометријске површине због:

- нетачности технолошког прибора,
- хабања оштрице алата,
- деформације система "машина-алат-радни предмет",
- хетерогености материјала радног предмета,
- заосталих напона у радном предмету,
- неједнаких додатака за машинску обраду и сл.

Сва одступања се деле на:

■ микрогеометријска одступања:

(1) - површинска храпавост и

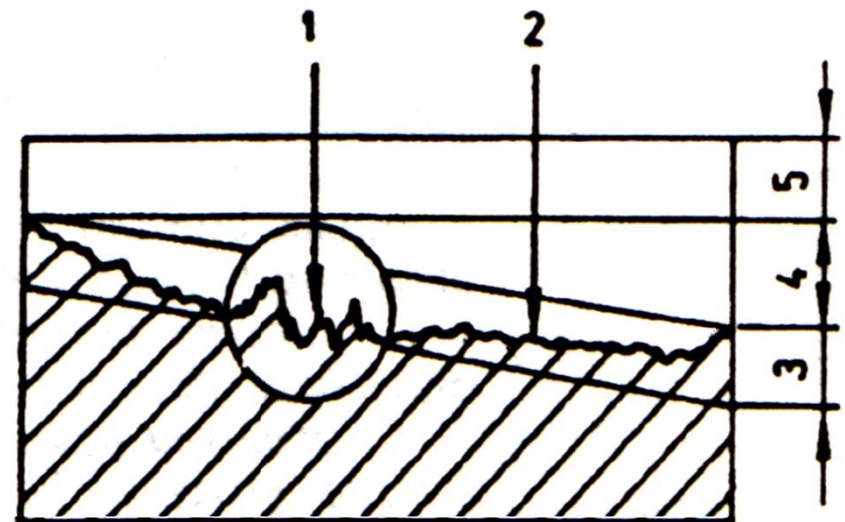
■ макрогеометријска одступања:

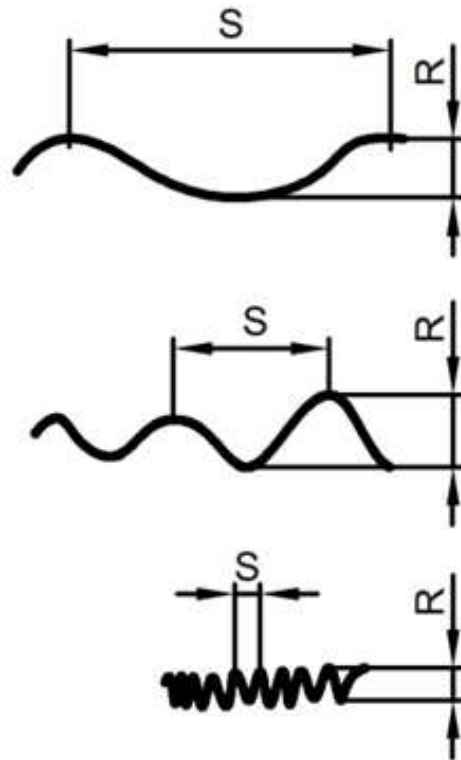
(2) - валовитост површине,

(3) - одступање облика,

(4) - одступање положаја и

(5) - одступање мера.





$$S / R > 1000$$

Одступање облика
(макрорелјеф)

$$S / R = 50 \div 1000$$

Валовитост
(макрорелјеф)

$$S / R < 50$$

Храпавост
(микрорелјеф)

Класификација геометријских карактеристика површине

Толеранције квалитета површине - храпавост

Под **храпавошћу** се подразумевају микронеравнине на површини предмета које су настале као последице механичке обраде.

Микроскопски посматрано свака површина је неравна.

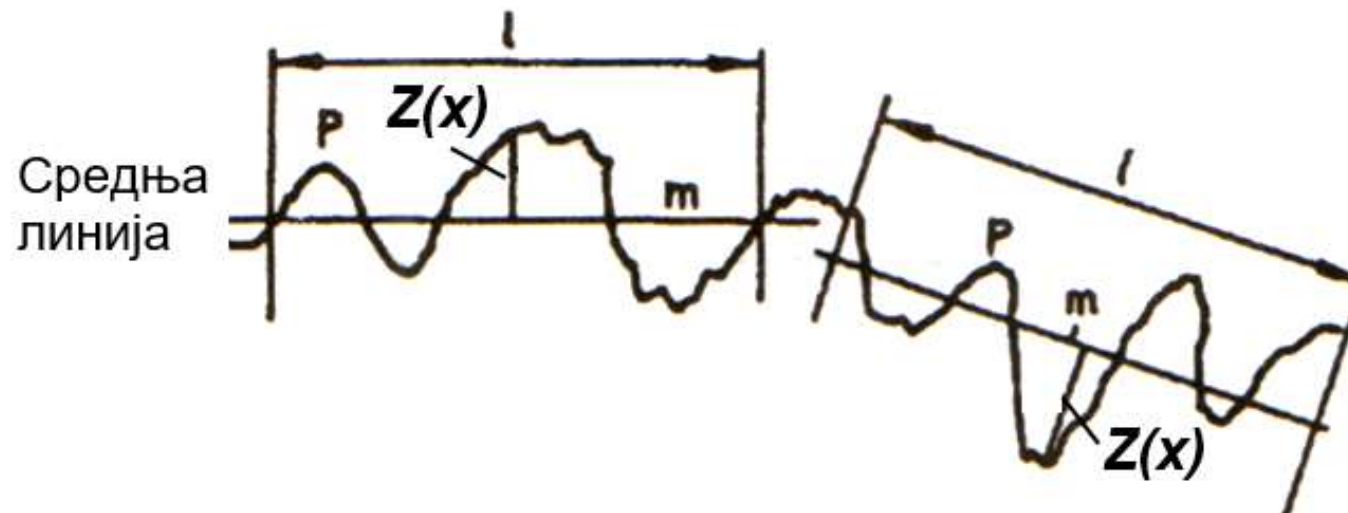
Постоје два система за мерење и класификацију храпавости:

- систем М - систем средње линије и
- систем Е – систем додирне линије.

Површинска храпавост по систему М има средњу линију, као базу за мерење храпавости, па одатле потиче назив "**систем средње линије**".

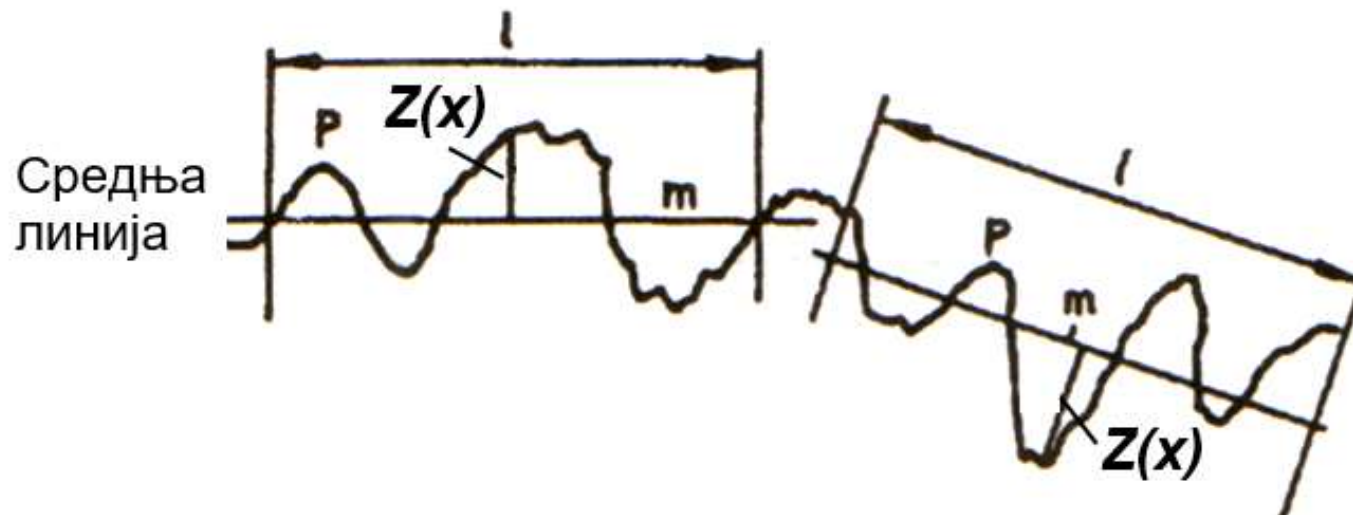
Када се површина пресече, управном равни, геометријска, стварна и ефективна површина добијају се геометријски, стварни и ефективни профил. При томе се разликују:

■ **полазна (референтна) линија**, је базна линија (договорно одабрана линија) која служи за квантитативну оцену храпавости ефективног (измереног) профила - **кота "I"**,



Храпавост по систему М, где је P - ефективни профил, m - средња линија и l – референтна дужина

- **Средња линија профила - m** је она линија која има облик геометријског профила и сече ефективни профил тако да је, у границама референтне дужине (l) сума квадрата одступања тачака ефективног профила (кота Z) до ове линије (m) најмања.

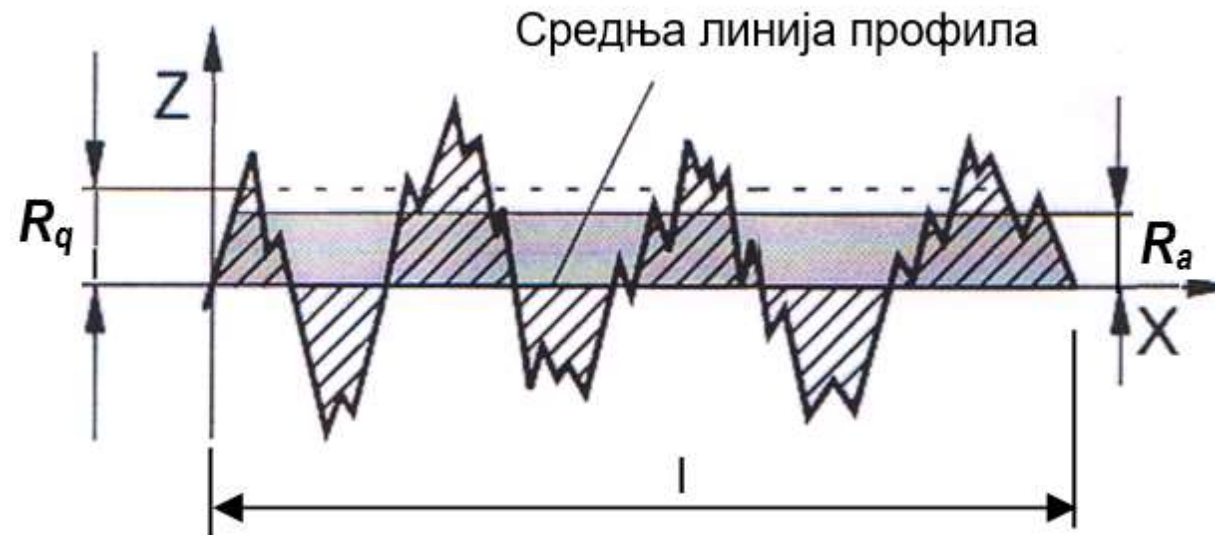


Храпавост по систему М, где је P - ефективни профил, m - средња линија и l – референтна дужина

- Средње аритметичко одступање профила од средње линије - R_a (средње одступање профила) дефинисано је

једначином:

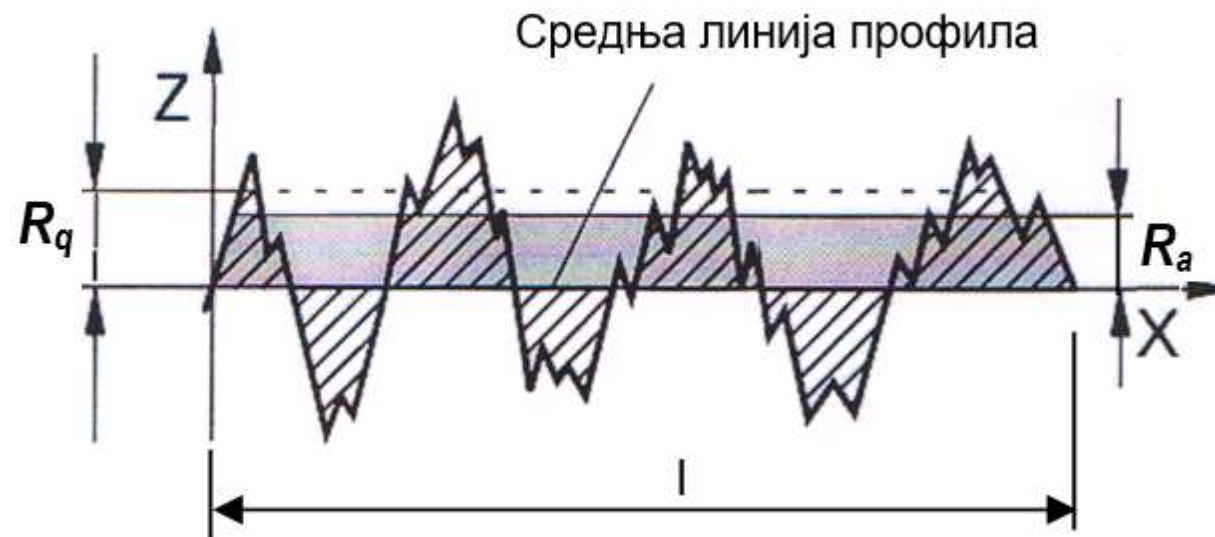
$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |Z(x)| dx \quad \text{или приближно} \quad R_a = \frac{\sum_{i=1}^n |Z(x)_i|}{n}$$



Параметри R_a и R_q

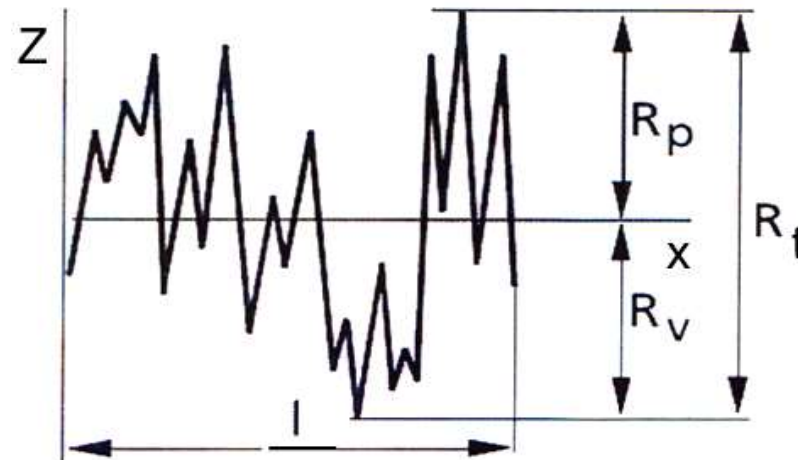
- **Средње квадратно одступање мереног профила - R_q** је вредност средњег корена одабране вредности $Z(x)$ на дужини узорковања:

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



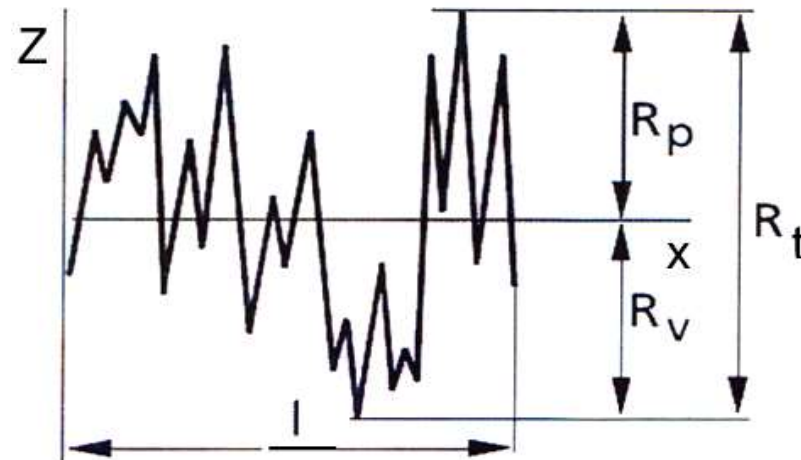
Параметри R_a и R_q

- **Највећа висина врха профила - R_p** на референтној дужини представља растојање од средње линије профила до највишег врха.
- **Највећа дубина профила – R_v** на референтној дужини представља растојање од средње линије профила до најнижег дна.



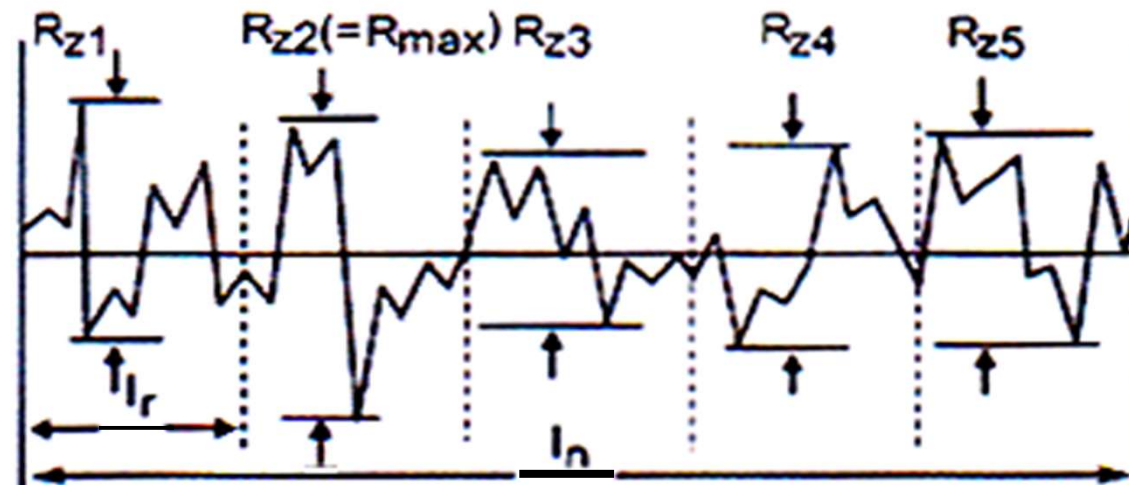
Параметри l , R_p , R_v и R_t

- **Највећа висина неравнина – R_t** је величина висине између две праве, паралелних са средњом линијом профила, које тангирају највећу односно најнижу тачку профила на референтној дужини (l).



Параметри l , R_p , R_v и R_t

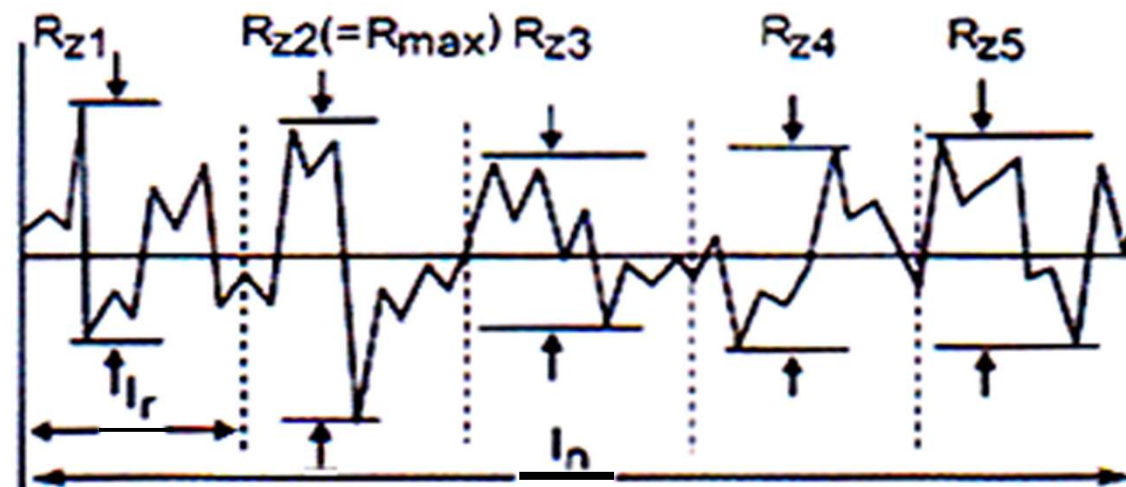
- **Средња висина неравнина - R_z** у десет тачака (z - потиче од немачке речи “zahn” што значи 10) се одређује као средња аритметичка вредност разлике висина пет пари највиших и најнижих тачака профила у границама референтне дужине.



Средња висина неравнина R_z

- Вредност средње висине неравнина R_z дефинисана је једначином:

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



Средња висина неравнина R_z

- Стандардом је дефинисано **12 класа (степен) храпавости** површина. Оне се означавају са словном и бројчаном ознаком, почев **од N1 до N12**.
- Мањи бројеви означавају финији квалитет и обратно.
- Основни параметар за ово разврставање је средње одступање профила R_a чије су вредности дате по стандардном реду.

Табела: Класе храпавости и бројчане вредности за R_a , R_z и l

Класа храпавости	R_a у μm (највећа вредност)	R_z у μm (највећа вредност)	Подесна референтна дужина - l у 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	
N7	1,6	6,3	0,8
N8	3,2	12,5	
N9	6,3	25	
N10	12,5	50	2,5
N11	25	100	
N12	50	200	8

μ" AA	500	250	125	63	32	16
μm Ra	12.5	6.3	3.2	1.6	0.8	0.4
HORIZONTAL MILLING						
VERTICAL MILLING						
TURNING						
	N10	N9	N8	N7	N6	N5
	Δ		ΔΔ		ΔΔΔ	
	▽▽		▽▽▽		▽▽▽▽	
	N7	N6	N5	N4	N3	N2
PLAIN GRINDING						
FLAT LAPPING						
EXTERNAL GRINDING						
μm Ra	1.6	0.8	0.4	0.2	0.1	0.05
μ" AA	63	32	16	8	4	2

Препоруке за избор квалитета површине

- Квалитет обраде утиче на **експлоатационе карактеристике** производа као и на његову **цену** због чега је потребно посветити велику пажњу избору квалитета обраде. Храпавост има утицаја и на појаву **корозије**, наиме, што је храпавост већа дејство корозије је веће и обратно.
- Квалитет обраде зависи и од квалитета **толеранције** дотичне површине па је потребно придржавати се препорука датих у табели.

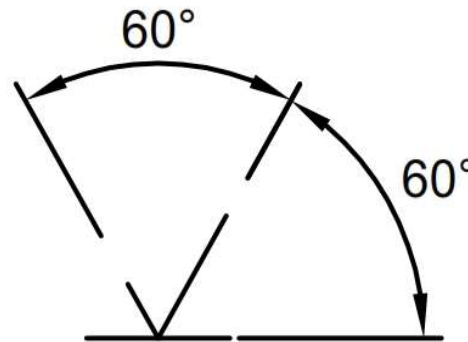
Табела: Зависност између класа храпавости и средњег одступања профила од квалитета толеранције

Ознака класе ИСО толеран.	Класе храпавости и одговарајућа вредност R_a за подручје називних мера									
	до 3		од 3 до 18		од 18 до 80		од 80 до 250		изнад 250	
	класа	R_a	класа	R_a	класа	R_a	класа	R_a	класа	R_a
IT5	N3	0,1	N4	0,2	N5	0,4	N5	0,4	N6	0,8
IT6	N4	0,2	N5	0,4	N5	0,4	N6	0,8	N6	0,8
IT7	N5	0,4	N5	0,4	N6	0,8	N7	1,6	N7	1,6
IT8	N5	0,4	N6	0,8	N7	1,6	N7	1,6	N8	3,2
IT9	N6	0,8	N6	0,8	N7	1,6	N8	3,2	N9	6,3
IT10	N7	1,6	N7	1,6	N8	3,2	N9	6,3	N9	6,3
IT11	N7	1,6	N8	3,2	N9	6,3	N9	6,3	N10	12,5
IT12	N8	3,2	N8	3,2	N9	6,3	N10	12,5	N11	25
IT13	N9	6,3	N9	6,3	N10	2,5	N11	25	N11	25
IT14	N10	12,5	N10	12,5	N11	25	N11	25	N12	50
IT15	N10	12,5	N10	12,5	N11	25	N12	50	-	100*
IT16	N11	25	N11	25	N10	50	-	100*	-	100*

Напомена: * - Изузетно груб квалитет површине.

Означавање квалитета површинске храпавости

- Сходно стандарду EN ISO 1302:2002 дефинисане су ознаке којима се на цртежу прописује квалитет површине производа.
- Основни знак за означавање квалитета је **кукица**. Овај знак, сам по себи, нема никакво значење, а може се употребљавати само ако је његово значење објашњено допунским знацима.
- Основном знаку (кукици) додају се допунске ознаке црте или круг, чиме се дефинише начин обраде дотичне површине.



- Ако се предмет обрађује **скидањем материјала** машинском обрадом резањем, онда кукица има облик приказан на слици а.
- Уколико се површина обрађује **без резања**, онда кукица има облик приказан на слици б. Ова ознака се користи и у случајевима када се жели нагласити да површина треба да остане у оном стању које је остварено претходном обрадом. У том случају овој кукици се не додају никакви додатни знаци.
- Дужем краку било које кукице се може додати **продужна линија**.



а



б



ц

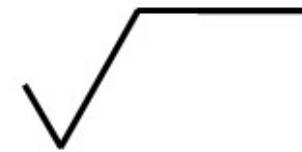
- Уколико се жели дати нека **додатна информација о квалитету површине** онда се кукици доцртава линија испод или изнад које се уписују те информације за случај да се обрада врши скидањем струготине, без скидања струготине или за било који начин обраде.



а

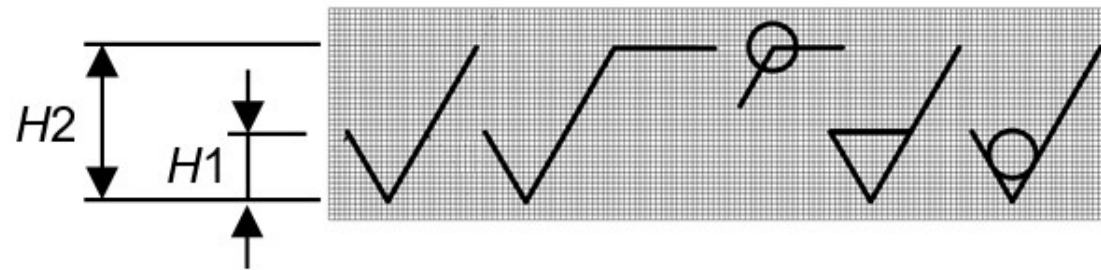


б



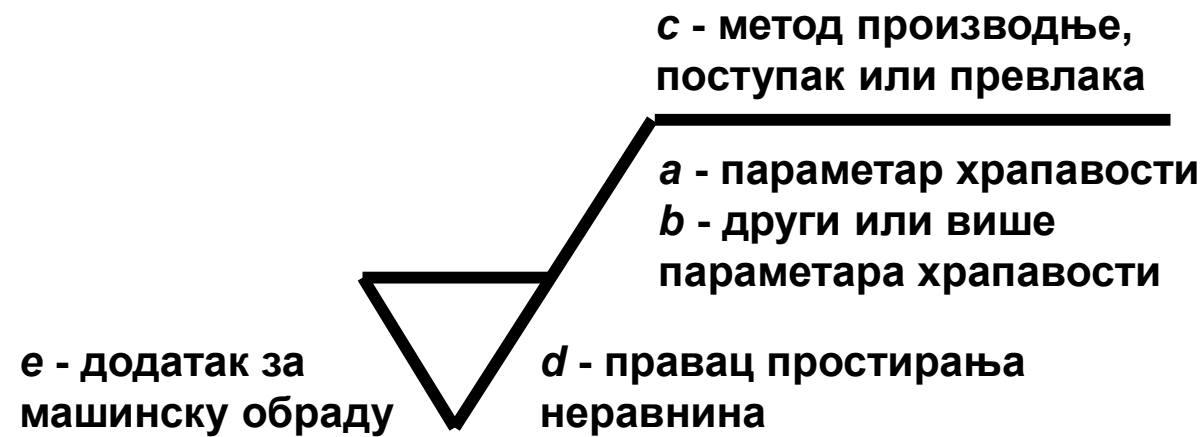
ц

- Називна висина кукица се усваја у зависности од висине техничког писма (h). Све кукице на истом цртежу морају бити исте висине.



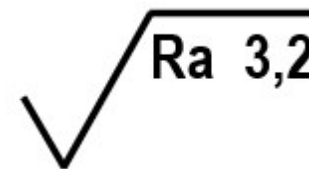
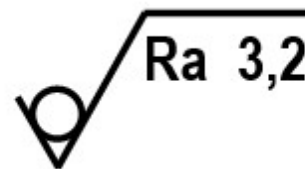
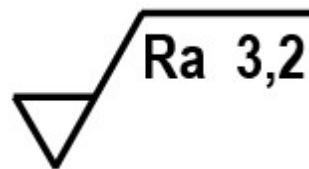
Висина слова	2,5	3,5	5	7
Дебљина линије	0,25	0,35	0,5	0,7
$H1$	3,5	5	7	10
$H2$	7,5	10,5	15	21

Приказ карактеристичних димензија кукице



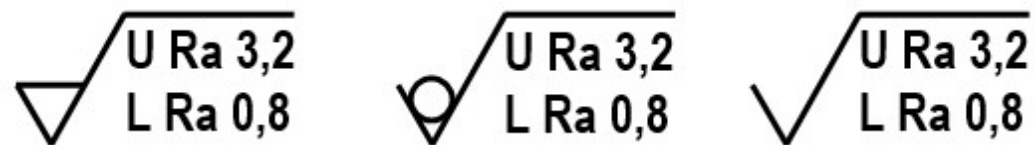
Допунске ознаке у знаку за површинску храпавост

- Величина храпавости се прописује посредством вредности главног критеријума храпавости R_a (средњег одступања профила) у микрометрима која се исписује испод додатне линије уз кукицу на начин приказан на слици.



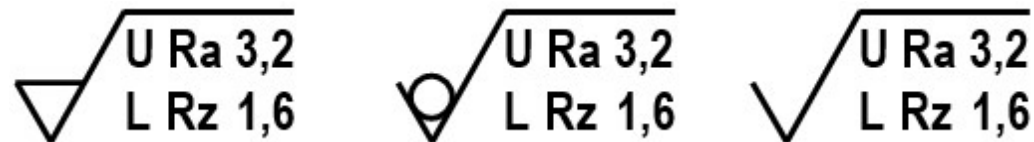
Ознаке за површинску храпавост

- У случају да је потребно прописати и највећу (U) и најмању (L) граничну вредност површинске храпавости, онда се највећа вредност површинске храпавости, на пример, R_a (у микрометрима) исписује иза знака U , а најмања дозвољена вредност, испод, иза знака L , као што је то приказано на слици.



Ознаке за површинску храпавост

- У појединим случајевима, када је то потребно, границе се не морају дефинисати истим показатељима, на пример, највећа вредност површинске храпавости се може исказати преко вредности R_a (у микрометрима), а најмања преко, на пример, параметра R_z .



Ознаке за површинску храпавост

- У појединим случајевима, када је то потребно, исписује се речима и метод производње, поступак или превлака изнад продужетка дужег крака кукице.
- У овом случају додатне ознаке дефинишу метод производње - глодање, коначна површинска храпавост се мора остварити глодањем са $R_a = 6,3 \mu\text{m}$, у другом случају, врста превлаке - хромирано, коначна површинска храпавост после хромирања је $R_z = 3,2 \mu\text{m}$.

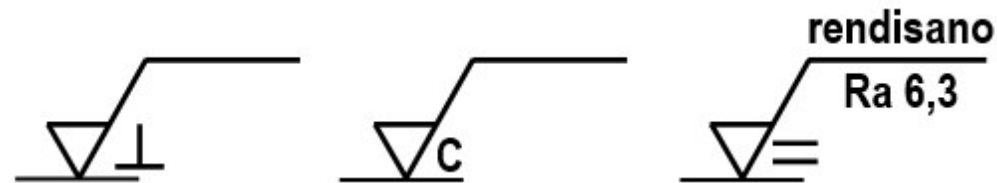


Ознаке за површинску храпавост

Табела:Преглед карактеристичних поступака обраде и постигнутих средњих вредности храпавости

Odvajanjem čestica	Grebanje	
	Bušenje	
	Struganje rupe	
	Upuštanje rupe	
	Razvrtanje rupe	
	Glodanje valjkastim gl.	
	Čeono glodanje	
	Provlačenje	
	Turpijanje	
	Ogruglo podužno bruše.	
	Okruglo ravno brušenje	
	Okruglo unutr. brušenje	
	Ravno obimno brušenje	
	Ravno čeono brušenje	
	Polirno brušenje	
	Dugohodno honovanje	
	Kratkohodno honovanje	

- У процесу обраде материјала скидањем струготине долази до формирања одређених трагова на површини, чији облик и правац простирања у највећој мери зависи од примењеног поступка израде. Знак за правац простирања неравнина уписује се са доње десне стране кукице.



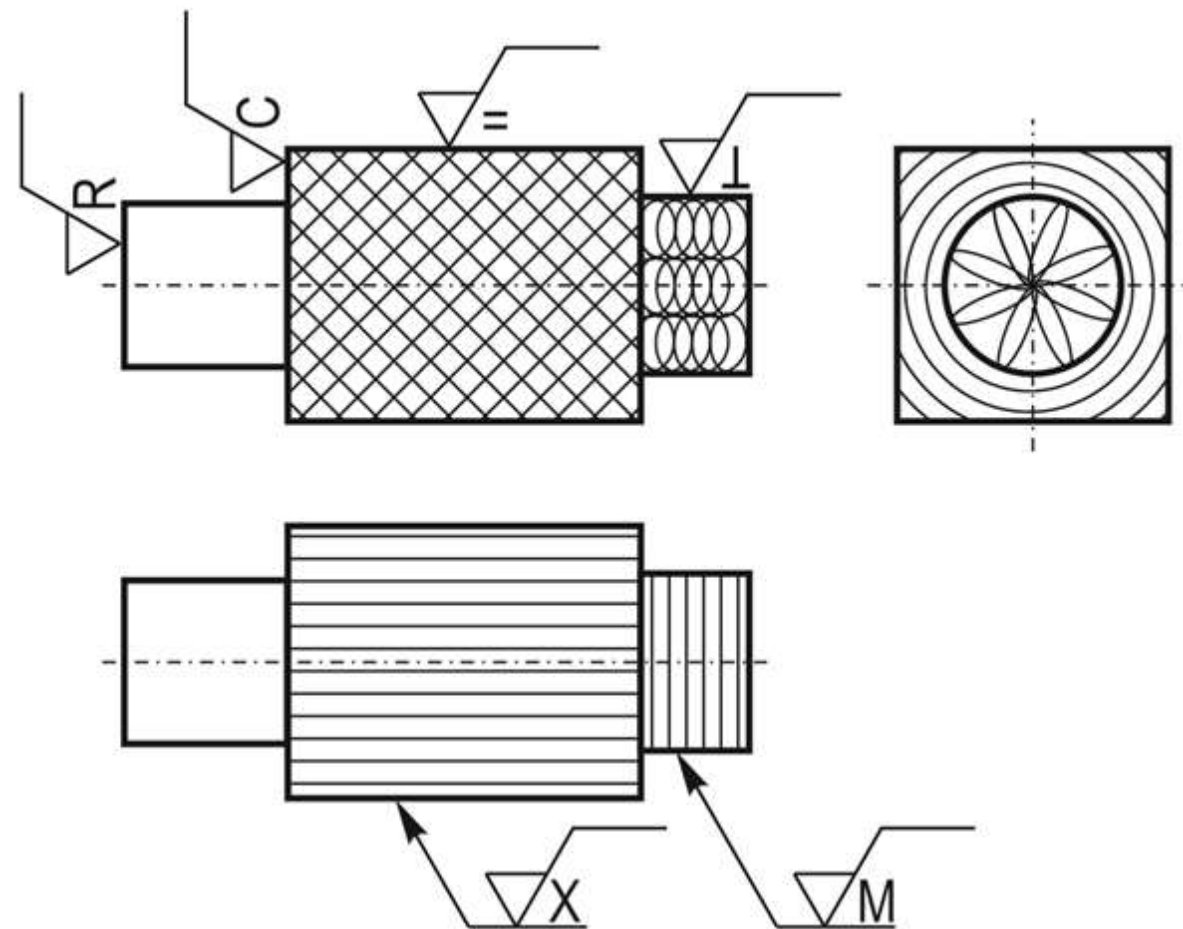
Додатне ознаке у кукици за означавања правца простирања неравнина

Табела: Начини означавања правца простирања неравнина

Симбол	Ознака на цртежу	Значење
=	 <p>правац простирања неравнине</p>	Равни жлебови, паралелни са контурном линијом приказане површине.
⊥	 <p>правац простирања неравнине</p>	Равни жлебови, управни на контурну линију приказане површине.
X	 <p>правац простирања неравнине</p>	Равни унакрсни жлебови у два смера релативно закошени према пројекцији у којој је кукица уписана.
M		Жлебови усмерени у релативно више правца према пројекцији у којој је кукица уписана.

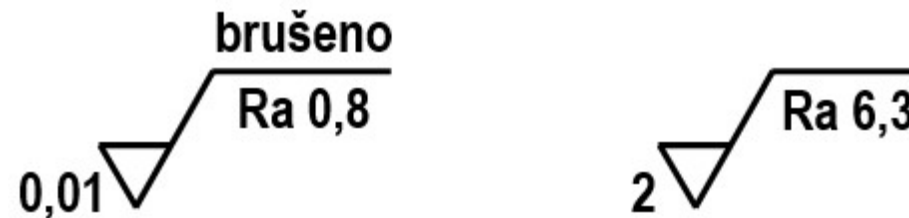
Табела: Начини означавања правца простирања неравнина

Симбол	Ознака на цртежу	Значење
C		Приближно кружни жлебови распоређени према средини површине на којој је кукица уписана.
R		Приближно радијални жлебови распоређени према средини површине на којој је кукица уписана.
P		На површини нема трагова резања, на пример, код пескираних површина.
Ако се правци простирања неравнина не могу дефинисати овим знацима, онда то треба посебно написати на цртежу.		



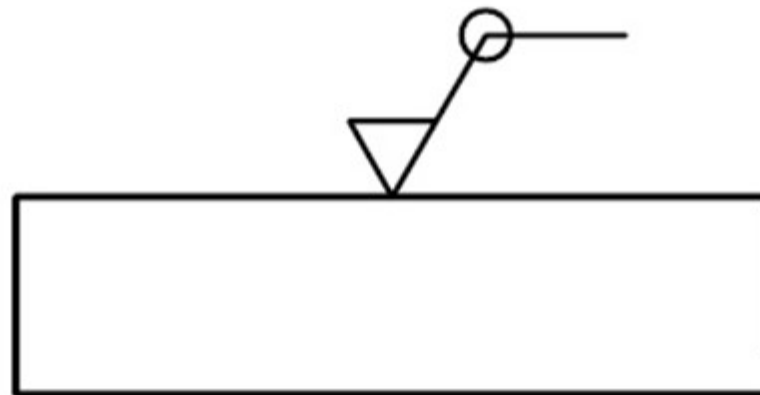
Приказ начина означавања правца простирања
неравнина

- Додаци за машинску обраду исписују се само у случају посебне потребе и то са доње леве стране кукице.
- У првом случају ознака дефинише додатак за брушење од 0,01 mm, а у другом случају ознака дефинише додатак за машинску обраду од 2 mm.



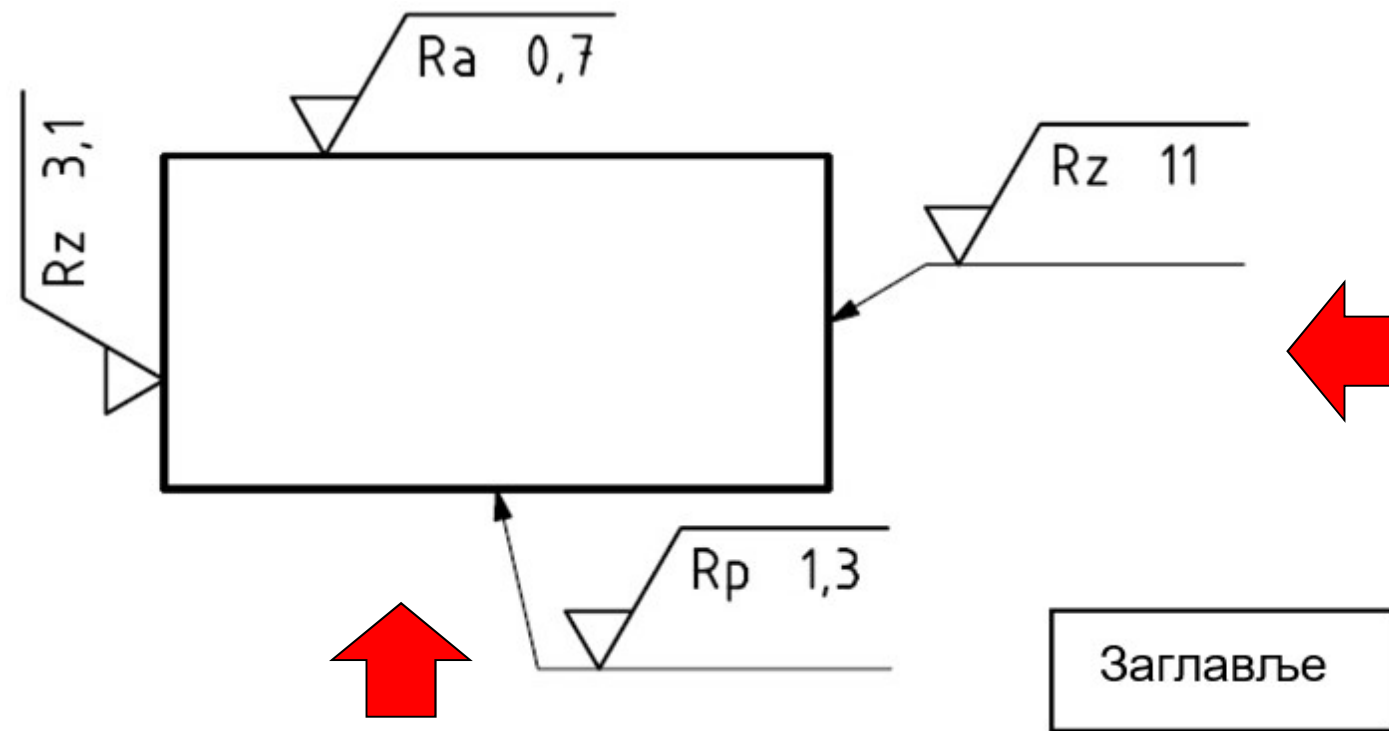
Додатне ознаке у кукици за означавања додатака за машинску обраду

- У случају да се по целој контури предмет, који се види у датом погледу, обрађује са истим квалитетом обраде онда се на прелому линија црта кружић.



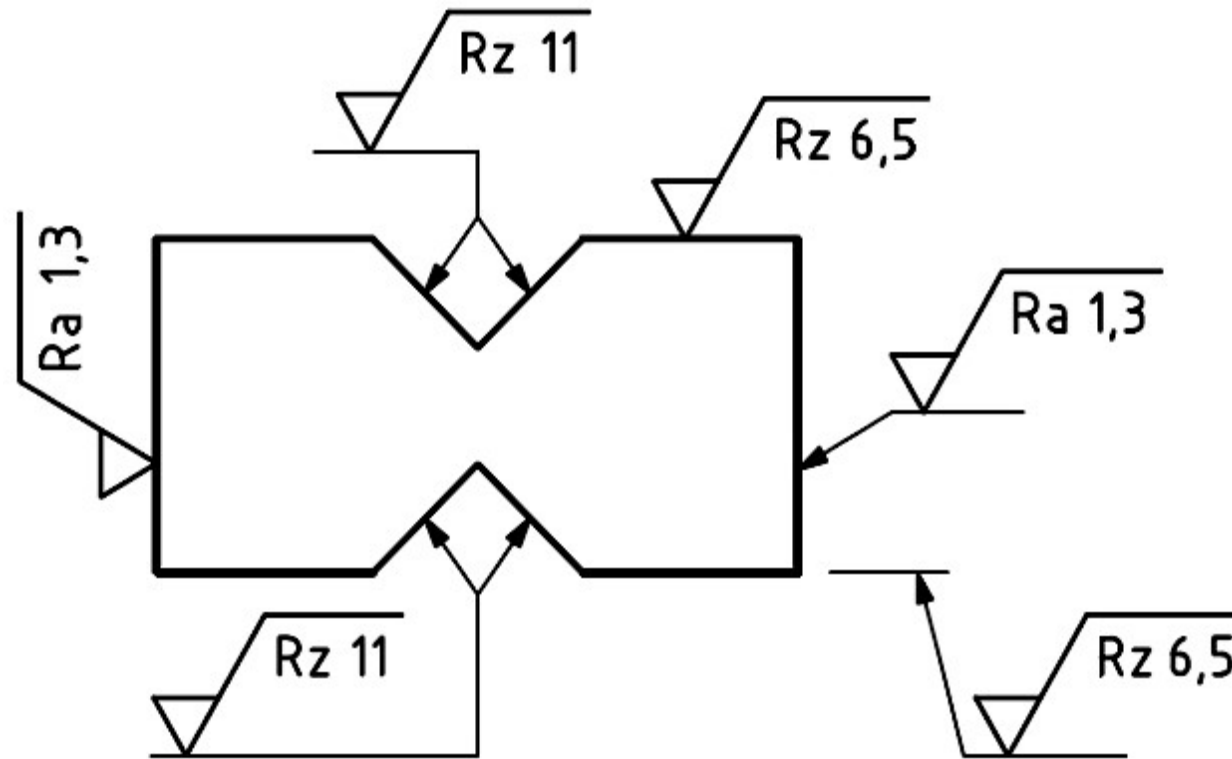
Додатне ознаке у кукици за означавања да је машинска обрада иста за целу контуру

- На цртежима се кукице за означавање квалитета храпавости површина, по могућности, постављају тако да се читавају одоздо и са десна.



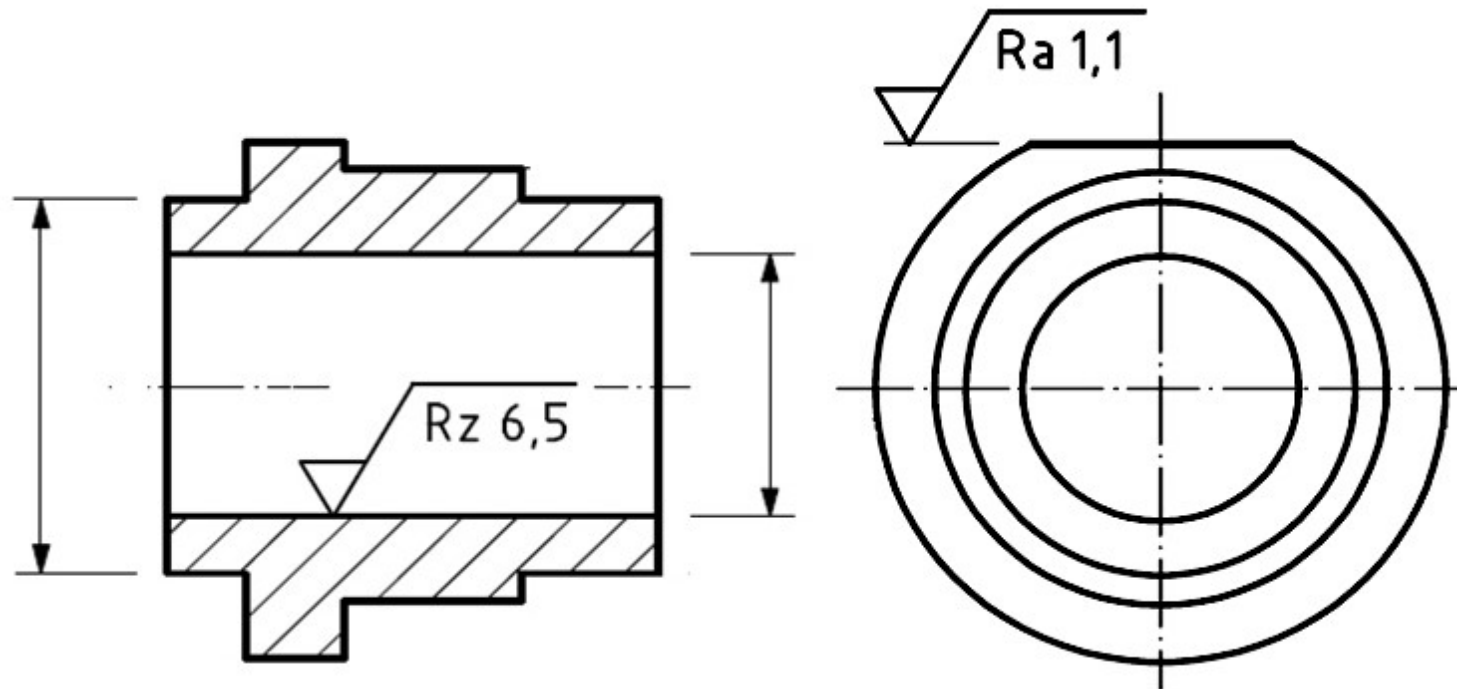
Приказ положаја кукица у односу на заглавље цртежа

- Кукице се увек постављају са оне стране **са које се врши обрада дотичне површине**, а у случају да нема довољно места, може се поставити и на линију продужетка контуре.



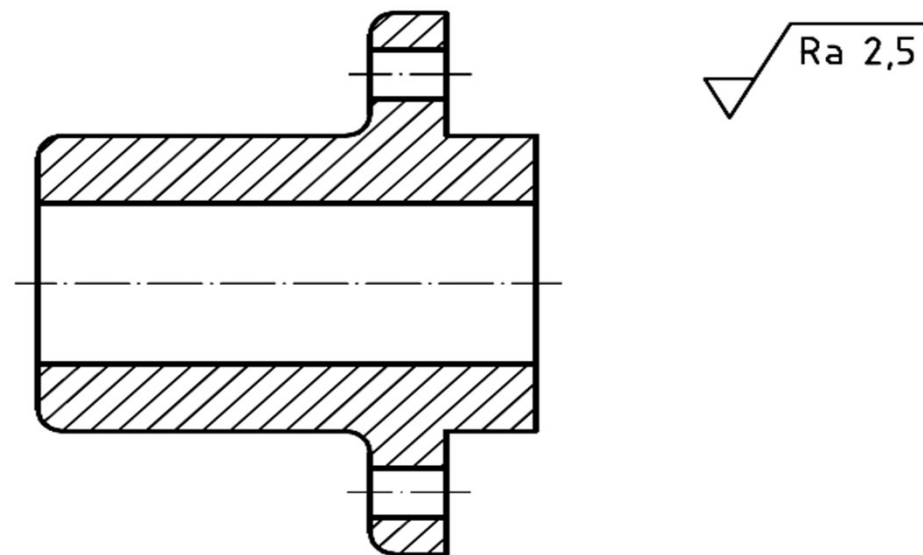
Приказ начина исписивања кукица

- Ако је предмет приказан у више погледа, кукица се поставља **само у једном погледу** и то, по правилу, у онај где је дата кота дотичне површине.



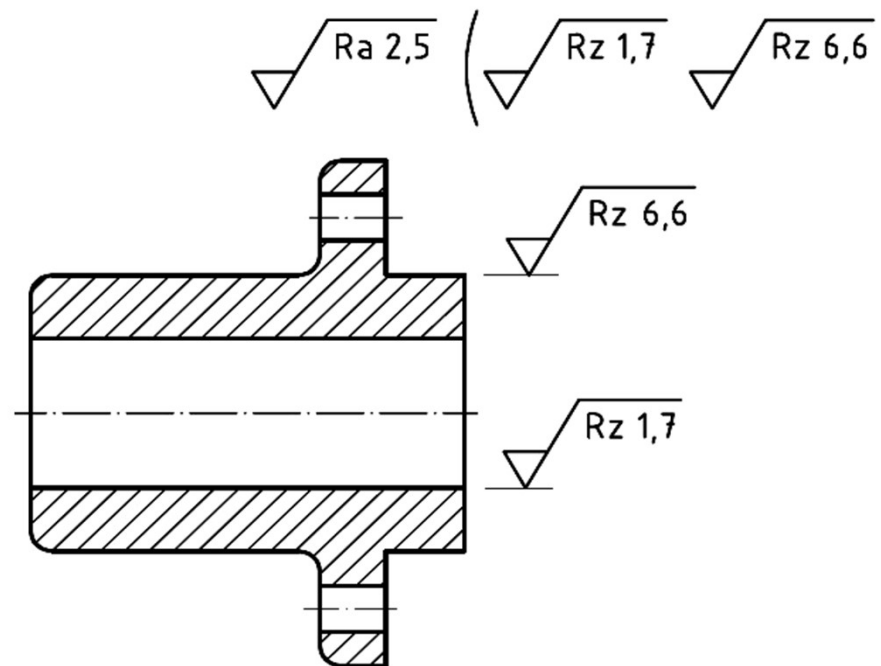
Начини исписивања кукица

- Ако се све површине обрађују **истим квалитетом обраде**, онда се у заглавље цртежа, или горњи десни угао цртежа, исписује само један заједнички знак обраде.



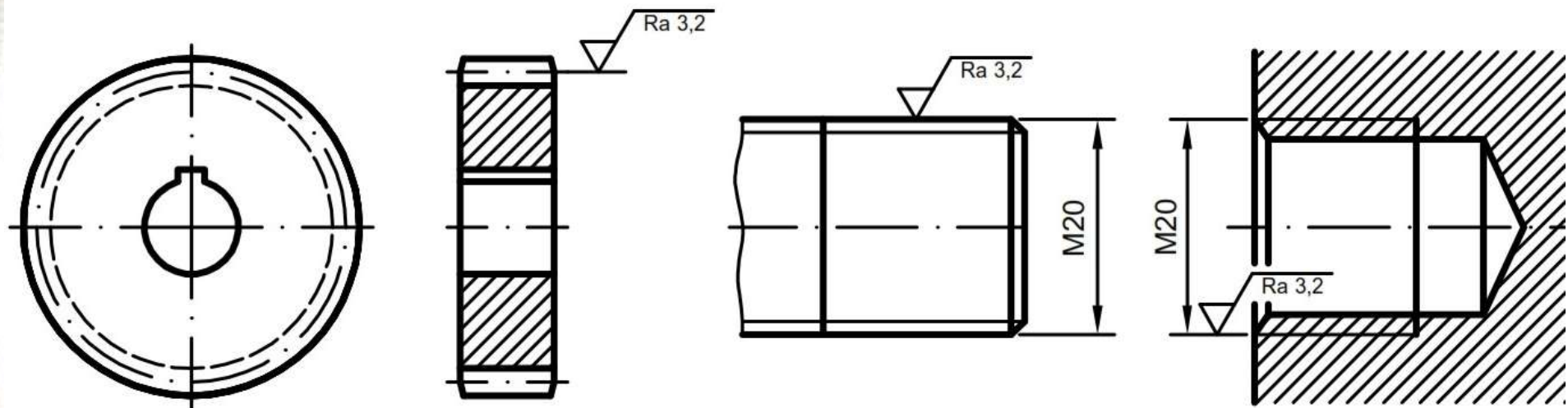
Начин означавања квалитета обраде

- Уколико на делу преовлађује један квалитет обраде, онда се тај знак не исписује на цртежу, већ испред заграде у заједничком знаку, док се у загради наносе остали квалитети обраде који су означени на цртежу.



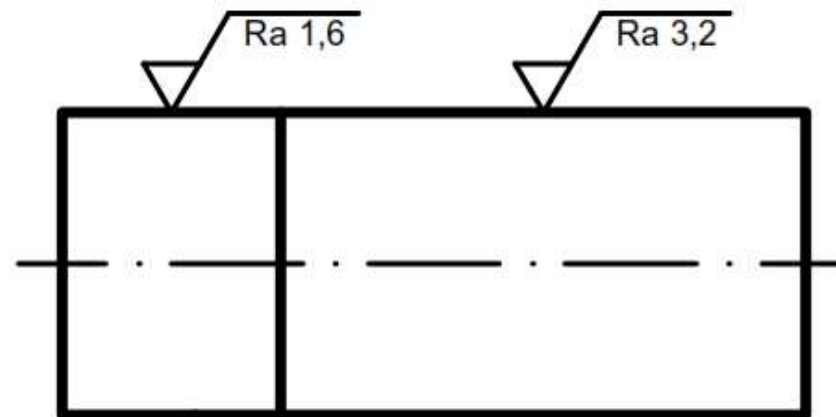
Начин означавања квалитета обраде

- Поједини делови, као што су то зупчаници, завртњи и сл. се посебно означавају. Наиме, кукица се код зупчаника наноси на подеони круг (црта - тачка - црта линију), а код завртања на називном пречнику.



Начини исписивања кукица на зупчанику и завртњу

- Када се једна површина обрађује са различитим квалитетима, тада се области тих површина одвајају пуном дебелом линијом.



Поступак означавање једне површине обрађене са два различита квалитета обраде

Питања ...

