



STANJE POVRŠIN

V poglavju Stanje površin bomo spoznali:

- gladkost površin strojnih elementov, jih opazovali in logično sklepali, zakaj so bolj ali manj gladke,
- osnovne parametre za podajanje kvalitete površine,
- znake za označevanje kvalitete površine z vsemi dopolnilnimi oznakami,
- znake, s katerimi označujemo kvaliteto površine na risbah, se jih učili pisati, na risbah jih bomo prepoznavali in pojasnjevali,
- kaj razumemo pod imenom splošna in posebna obdelava in kako so na delavniških risbah označene te obdelave.

CILJI

- Ozavestimo, da površine strojnih elementov niso enako gladke oziroma hrapave in da je ustrezna kvaliteta površine bistvena za funkcionalnost elementa.
- Poznamo osnovne parametre za podajanje kvalitete površine in jih znamo pojasniti.
- Znamo zapisati in pojasniti znak za označevanje kvalitete površine z vsemi dopolnilnimi oznakami.
- Na risbah prepoznamo znake, ki označujejo kvaliteto površine, jih znamo pojasniti in znamo označiti površine, ki morajo ustrezati določenim zahtevam glede kvalitete.
- Na delavniški risbi prepoznamo splošno in posebne obdelave in znamo na primeru risbe te pojasniti.

Na risbah narisane povsem gladke površine, so dejansko hrapave. Da element opravlja določeno nalogo (tesnjenje, prenos vrtenja ...), je bistveno, da ima površine ustrezno hrapave. Zato na risbah podajamo zahteve glede hrapavosti površin oziroma kvalitete površin.

Kvaliteto površin podajamo s profilnimi parametri. Te kontroliramo na referenčni dolžini profila (l). Njena dolžina je določena glede na merilno metodo, vrsto in kvaliteto obdelave. Profilne parametre določamo glede na srednjo linijo profila.

6.1 GLADKOST POVRŠIN

Na risbah so narisane gladke površine strojnih elementov. V praksi pa povsem gladke površine ne moremo izdelati zaradi nepopolne oblike orodja, lastnosti materiala in zaradi napak, ki se pojavijo pri postopku obdelave. Da pa bo strojni element služil svojemu namenu, moramo doseči določeno gladkost površine. Zato je poleg oblike in dimenzij na risbah treba zapisati tudi zahtevano gladkost posameznih površin, kar imenujemo kvaliteta površine.

Na splošno ločimo dve vrsti odstopanj od geometrijsko idealne oblike površine:

- valovitost, ki se periodično ponavlja na daljših dolžinah in je odvisna od odstopkov celotnega obdelovalnega stroja,
- hrapavost, ki se spreminjana na manjših dolžinah in je v največji meri odvisna od delovanja orodja na površino obdelovanca.

Na tehniških risbah v glavnem podajamo le zahteve glede hrapavosti površine. Po SIST ISO 1302 vrednotimo kontrolirano površino s profilnimi parametri, ki so določeni s standardom SIST ISO 4287.

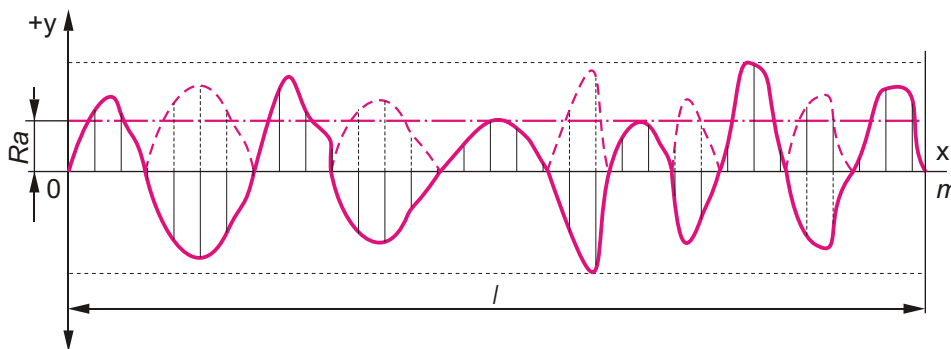
6.2 PROFILNI PARAMETRI HRAPAVOSTI POVRŠINE

Osnovni pojmi in definicije o hrapavosti oziroma gladkosti površin so zapisani v standardu SIST ISO 4287. Hrapavost imenujemo skupek neravnin, ki tvorijo relief površine. Pri kontroli hrapavosti, ne merimo celotnega reliefa, ampak le del profila površine. Dolžina vrednotenja profila je ponavadi enaka petkratni dolžini **referenčnega profila** (l), ki pa je določen glede na merilno metodo in vrsto ter kvaliteto obdelave.

Profilne parametre hrapavosti določimo glede na srednjo linijo (m).

Profilni parametri hrapavosti so:

- **Srednji aritmetični odstopok profila R_a** je aritmetična sredina oddaljenosti vseh točk dejanskega efektivnega profila od srednje linije (m) na referenčni dolžini (l).

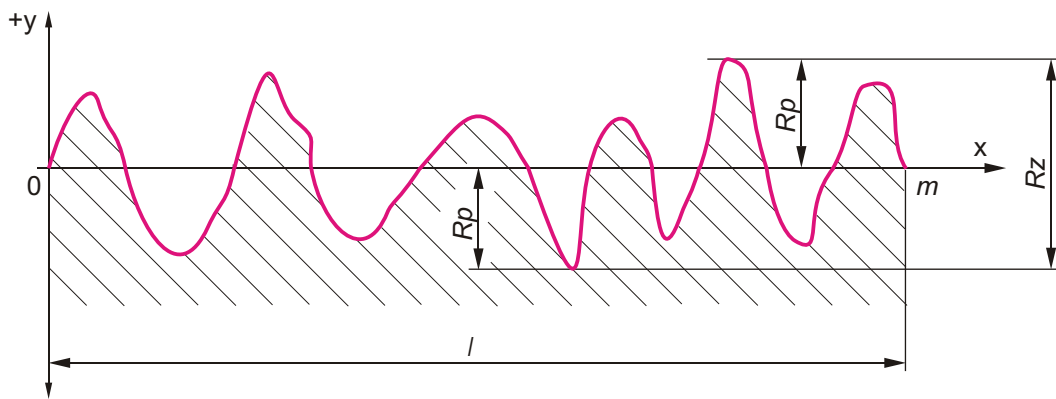


Slika 7.1: Srednji aritmetični odstopok od profila R_a

- **Največja višina izbočin profila R_p**
je razdalja od najvišje točke profila površine do srednje linije (m) znotraj referenčne dolžine (l).
- **Največja globina vbočin profila R_v**
je razdalja od najnižje točke profila površine do srednje linije (m) znotraj referenčne dolžine (l).
- **Največja višina profila R_z**
je razdalja med najvišjo in najnižjo točko profila površine na referenčni dolžini (l).

Profilni parametri hrapavosti:

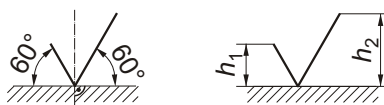
- **srednji aritmetični odstopok profila R_a ,**
- **največja višina izbočin profila $R_p,$**
- **največja globina vbočin profila $R_v,$**
- **največja višina profila $R_z.$**



Slika 6.2: Profilni parametri R_p , R_v in R_z

6.3 SIMBOL ZA PODOJANJE KVALITETE POVRŠINE NA TEHNIŠKIH RISBAH

Na tehniških risbah podajamo kvaliteto površine z ustreznimi simboli. Osnovni simbol ima obliko odprte kljukice in pomeni, da je površina lahko obdelana s poljubnim postopkom obdelave. Z zaprto kljukico označujemo površine, obdelane s postopki z odvzemanjem materiala. S kljukico s krogcem označujemo površine, obdelane s postopki brez odvzemanja materiala.



Osnovni znak ima dva kraka pod kotom 60° .

	Formati za risanje	
	A 4, A 3, A 2	A 1, A 0
h_1	5	7
h_2	11	15
d	0,35	0,5

Slika 6.3: Oblika in velikost simbola za označevanje kvalitete površine



odprta kljukica

površina obdelana s poljubnim postopkom



zaprta kljukica

površina obdelana z odvzemanjem materiala



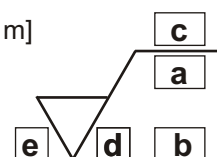
kljukica s krogcem

površina obdelana brez odvzemanja materiala

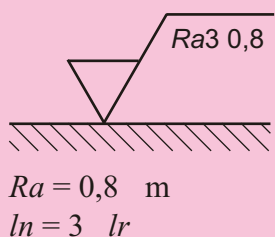
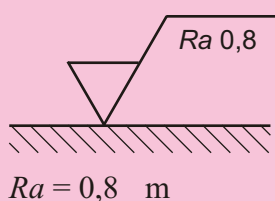
Dodatne znake za kvaliteto površine pišemo ob osnovnem simbolu na ustrezna mesta. Osnovni parameter hrapavosti Ra ali Rz podamo pod ravno črto in ga podajamo v mikrometrih. Pod njim lahko podamo drugi parameter hrapavosti Rp , Rv ali Rz , prav tako v mikrometrih. Nad ravno črto podamo postopek obdelave. Zapišemo ga z besedo. Na levi strani kljukice podamo dodatek za obdelavo v milimetrih. Na desni strani kljukice podamo orientacijo hrapavosti. Na tehniških risbah ne podajamo vseh dodatnih oznak, ampak le tiste, ki so potrebne za doseganje ustrezne kvalitete površine.

Delovni
zvezek
VAJA 32

- a osnovni parameter hrapavosti Ra ali Rz v [μ m]
 b drugi parameter hrapavosti Ra ali Rz , Rp , Rv [μ m]
 c postopek obdelave
 d orientacija hrapavosti
 e dodatek za obdelavo [mm]



Slika 6.4: Podajanje dodatnih označb pri označevanju kvalitete površine



6.3.1 Osnovni parameter hrapavosti

Kot osnovni parameter hrapavosti je ponavadi naveden srednji aritmetični odstopek profila Ra , redkeje največja višina profila Rz , največja globina vbočin profila Rv ali največja višina izbočin profila Rp . V polju a je zapisana oznako parametra in številčna vrednost v mikrometrih.

- Če je dolžina vrednotenja profila standardna in je enaka petkratni vrednosti referenčne dolžine, v oznaki ni navedena. V nasprotnem primeru je za oznako parametra hrapavosti zapisano število, ki pomeni dolžino vrednotenja profila.

Preglednica 6.1:
Standardne referenčne dolžine lr in dolžine vrednotenja ln pri določanju parametra Ra

Ra [μ m]	lr [mm]	ln [mm]
0,006 Ra 0,02	0,08	0,4
0,02 Ra 0,1	0,25	1,25
0,1 Ra 2	0,8	4
2 Ra 10	2,5	12,5
10 Ra 80	8	40

Preglednica 6.2:
Standardne referenčne dolžine lr in dolžine vrednotenja ln pri določanju parametra Rz

Rz [μ m]	lr [mm]	ln [mm]
0,025 Rz 0,1	0,08	0,4
0,1 Rz 0,5	0,25	1,25
0,5 Rz 10	0,8	4
10 Rz 50	2,5	12,5
50 Rz 200	8	40

- Merilni instrument zaznava profil hrapavosti znotraj merilnega območja, ki je omejeno s profilnima filtroma s in c . Če sta profilna filtra standardna, nista navedena zraven osnovnega parametra, v nasprotnem primeru sta njuni številčni vrednosti zapisana pred oznako parametra hrapavosti.

Preglednica 6.3:

Standardne vrednosti profilnih filtrov s in c

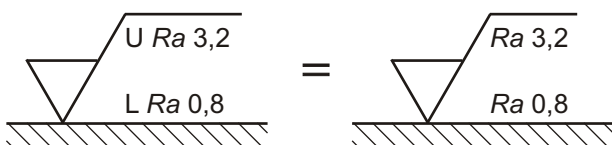
s [mm]	c [mm]
0,0025	0,08
0,0025	0,25
0,0025	0,8
0,008	2,5
0,025	8

$c = lr$, kjer je lr referenčna dolžina

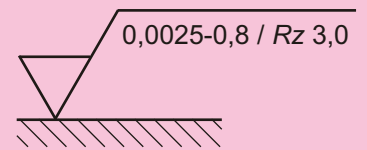
- Za vrednotenje izmerjenih parametrov se praviloma uporablja pravilo 16 %. To pravilo pravi, da površina ustreza zahtevani kвалiteti, podani na tehniški risbi, če kontrolirane vrednosti parametra hrapavosti ne presega več kot 16 % vseh izmerjenih vrednosti.
- Na tehniški risbi je lahko podana tudi zahteva za spodnjo mejno vrednost parametra hrapavosti. To je pri zapisu označeno tako, da je pred simbol parametra profila zapisana črka "L". Pravilo 16 % v tem primeru pomeni, da je kontrolirana površina ustrezna, če kontrolirane spodnje vrednosti parametra hrapavosti ne presega več kot 16 % vseh izmerjenih vrednosti.
- Na risbi je lahko podana zahteva za vrednotenje rezultatov po pravilu maksimuma. Za oznako parametra je v tem primeru zapisano "max". Pravilo maksimuma pravi, da kontrolirana površina ustreza zahtevani kвалiteti, če nobena od kontroliranih vrednosti ne presega podane vrednosti kontroliranega parametra hrapavosti.

6.3.2 Drugi parameter hrapavosti

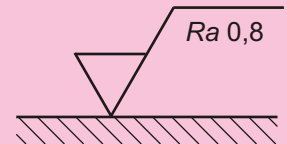
Drugi parameter hrapavosti je vpisan v polje b. Drugi parameter je lahko srednji aritmetični odstopok profila Ra , največja višina profila Rz , največja globina vbočin profila Rv , največja višina izbočin profila Rp ali drugi profilni parametri. V polju b je zapisana oznaka profilnega parametra in številčna vrednost v mikrometrih. Za podajanje drugega parametra hrapavosti veljajo enaka pravila kot za podajanje osnovnega parametra hrapavosti.



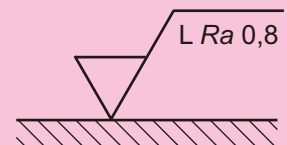
Primer navajanja zgornje in spodnje mejne vrednosti pri istem parametru



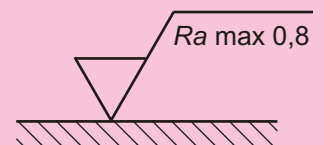
$Rz = 3,0 \text{ m}$
 $s = 0,0025 \text{ mm}$
 $c = 0,8 \text{ mm}$



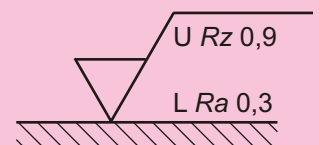
- zgornja mejna vrednost $Ra = 0,8 \text{ m}$
- vrednotenje meritev po pravilu 16 %



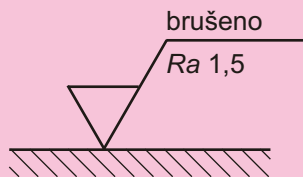
- spodnja mejna vrednost $Ra = 0,8 \text{ m}$
- vrednotenje meritev po pravilu 16 %



- zgornja mejna vrednost $Ra = 0,8 \text{ m}$
- vrednotenje meritev po pravilu maksimuma



- zgornja mejna vrednost $Rz = 0,9 \text{ m}$
- spodnja mejna vrednost $Ra = 0,3 \text{ m}$
- vrednotenje meritev po pravilu 16 %



- zgornja mejna vrednost $Ra = 1,5 \text{ m}$
- postopek obdelave: brušeno

6.3.3 Postopek obdelave

V polju c je naveden postopek obdelave, ki ga je treba pri izdelavi površine uporabiti. V tem polju je lahko navedena tudi prevleka ali toplotna obdelava.

6.3.4 Orientacija hrapavosti

V polju d je naveden simbol, ki ponazarja orientacijo raz, ki so posledica uporabljenega postopka obdelave.

Preglednica 6.4: Simboli za navedbo orientacije hrapavosti

SIMBOL	Prikaz raz na obdelovancu	Zapis na risbi
=		
⊥		
X		
P		

SIMBOL	Prikaz raz na obdelovancu	Zapis na risbi
C		
R		
M		

Znaki za orientacijo hrapavosti

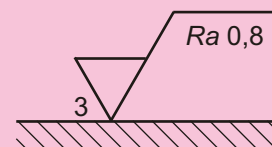
=	Raze so pretežno vzporedne s projekcijsko ravnino.
⊥	Raze so pretežno pravokotne na projekcijsko ravnino.
X	Raze so križne v dveh poševnih smereh.
M	Raze so v več smereh.
C	Raze so krožno okoli središča površine.
R	Raze so radialno proti središču površine.
P	Smer raz ni posebej predpisana.

6.3.5 Dodatek za obdelavo

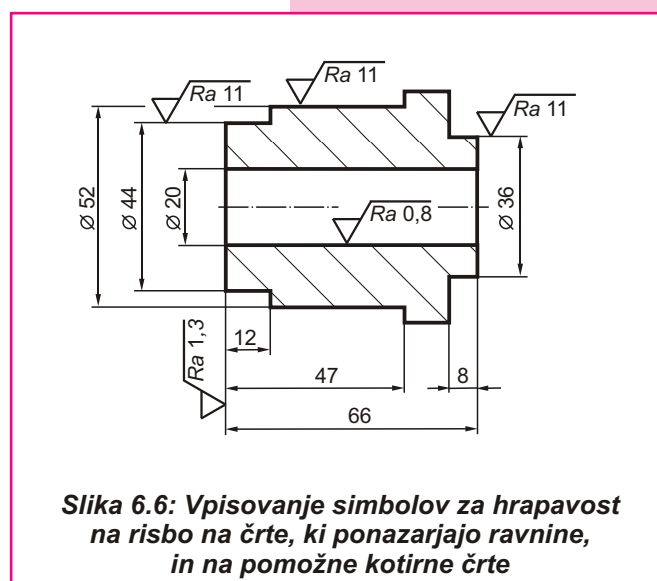
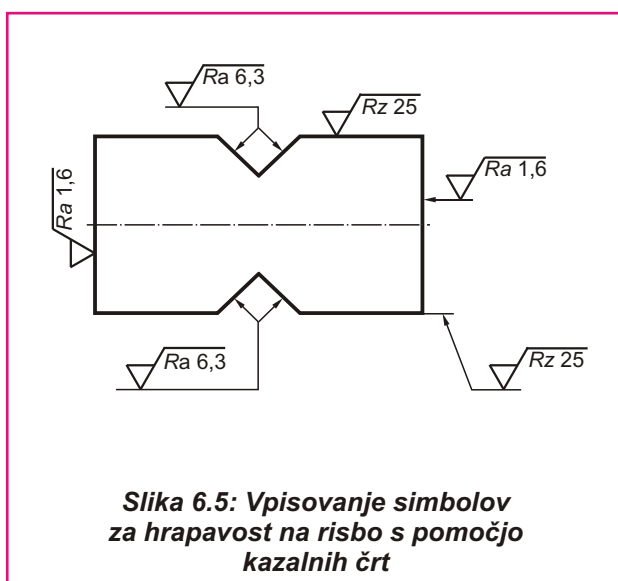
V polju e je vpisana številčna vrednost, ki pove, koliko milimetrov je potrebnih za nadaljnjo obdelavo. To dodatno oznako uporabljamo predvsem pri polizdelkih, surovcih, odlitkih ...

6.4 OZNAČEVANJE KVALITETE POVRŠIN NA TEHNIŠKIH RISBAH

Znake vpisujemo na črte, ki ponazarjajo površine s tiste strani, s katere poteka obdelava. Če to ni mogoče, naredimo kazalno črto, ki se konča s puščico, in simbol postavimo nanjo. Simbol in označbe napišemo tako, da je besedilo čitljivo, od spodaj ali z desne strani.



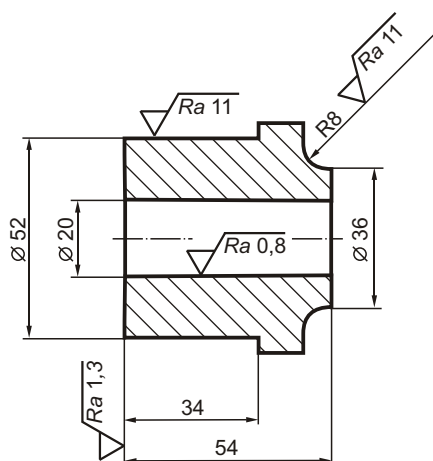
- zgornja mejna vrednost $Ra = 0,8 \text{ m}$
- vrednotenje meritev po pravilu 16 %
- dodatek za obdelavo: 3 mm



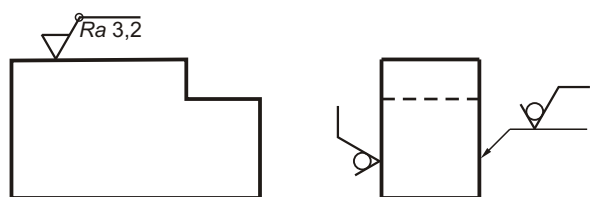
Nekaj osnovnih pravil pri podajanju kvalitete površin na tehniških risbah:

- Pri rotacijskih predmetih podajamo kvaliteto površine na posamezno rotacijsko ploskev samo enkrat (slika 6.6).
- Pri zaokrožitvah običajno podajamo kvaliteto površine na kotirno črto zraven kote (slika 6.7).
- Pri simetričnih predmetih podajamo kvaliteto površine na eno simetrijsko ploskev, če so vse simetrijske ploskve enake kvalitete, v nasprotnem primeru navedemo kvaliteto za vsako ploskev posebej (slika 6.8).
- Kadar želimo na eni risbi podati kvaliteto površine pred obdelavo in po obdelavi, podamo kvaliteto pred obdelavo na črto konture, po obdelavi pa na črto J (slika 6.9).
- Kadar imajo vse ploskve, ki jih ponazarja kontura, enako kvaliteto, podamo označbo le na eno površino. Osnovnemu simbolu dodamo krogec, ki ponazarja, da so vse ploskve, ki jih označuje sklenjena kontura, enake kvalitete (slika 6.10).

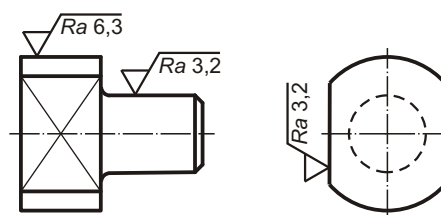




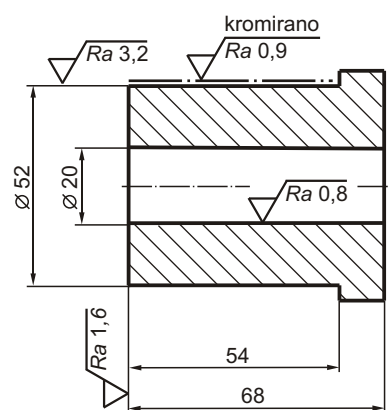
Slika 6.7: Zapis kvalitete površine pri zaokroženih ploskvah



Slika 6.10: Zapis kvalitete površine za celotno konturo elementa

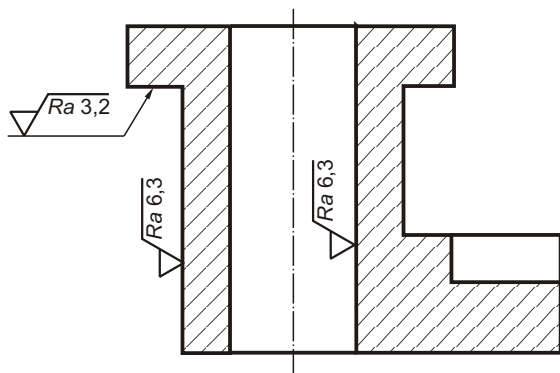
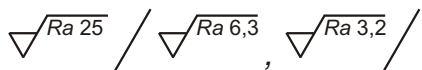


Slika 6.8: Zapis kvalitete površine pri simetričnih predmetih



Slika 6.9: Zapis kvalitete površine pred obdelavo in po obdelavi

splošna / posebne
kvaliteta / kvalitete



Slika 6.11: Označevanje splošne in posebnih kvalitete površine

- Če so vse površine enake kvalitete, simbola ne pišemo na površine, ampak v glavo risbe ali v desni zgornji vogal. Vsaka risba ima skupni simbol kvalitete, ki velja za vse neoznačene površine.
- Splošno kvaliteto, ki jo označuje skupni simbol, in vse posebne kvalitete, ki jih označujejo vsi simboli, zapisi na risbi elementa, izpišemo v za to določen prostor v glavi risbe ali v desni zgornji vogal risbe. Posebne kvalitete pišemo med dvema poševnima črtama ali v oklepaju, ločujemo jih z vejico in si sledijo od najbolj grobe do najbolj fine kvalitete.

6.5 SMERNICE PRI IZBIRI KVALITETE POVRŠINE

Površine stojnih elementov opravljajo določene naloge. Na dotikalnih površinah se prenašajo obremenitve, je zahtevano tesnjenje ..., na zunanjih površinah estetski videz ... Na tehniški risbi je zato potrebno predpisati kvaliteto površine, ki bo zagotavljala funkcionalnost površin ob čim manjših stroških.

Kvaliteta površine pa je odvisna tudi od dovoljenih odstopanj od podanih mer. Manjša so dovoljena odstopanja mer, boljša je kvaliteta površine in obratno.

Preglednica 6.5: Srednje odstopanje profila Ra v m za imenske mere v mm v odvisnosti od kakovosti izdelave

Imenska mera	do 3	3 do 18	18 do 80	80 do 250	250 do ...
Tolerančna stopnja	Ra	Ra	Ra	Ra	Ra
IT 5	0,1	0,2	0,4	0,4	0,8
IT 6	0,2	0,4	0,4	0,8	0,8
IT 7	0,4	0,4	0,8	1,6	1,6
IT 8	0,4	0,8	1,6	1,6	3,2
IT 9	0,8	0,8	1,6	3,2	6,3
IT 10	1,6	1,6	3,2	6,3	6,3
IT 11	1,6	3,2	6,3	6,3	12,5
IT 12	3,2	3,2	6,3	12,5	25

Na kvaliteto površine vpliva tudi postopek obdelave. Z določenimi postopki lahko dosežemo določene kvalitete (Preglednica 6.6: Okvirne vrednosti srednjega aritmetičnega odstopka profila Ra pri različnih postopkih obdelave).

6.6 OZNAČEVANJE NAREBRIČENIH POVRŠIN

Deli, ki jih vrtimo z roko, ročna kolesa, vretena ..., so narebričeni, da jih lažje držimo. Vzorci narebričenih površin so standardni. Standardizirani so tudi razdelki vzorcev in znašajo 0,5, 0,6, 0,8, 1,0, 1,2 in 1,6 mm.

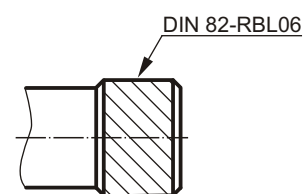
Naloga, ki jo povšina elementa v sestavu opravlja, določa njeno kvaliteto.

Smernice za izbiro kvalitete površine so podane glede na tolerance mer. Pri izbiri kvalitete površine velja priporočilo:

$Ra [m] \ 0,125 \ IT$

kjer je:

Ra ... srednji aritmetični odstopok profila v mikrometrih,
IT ... tolerančna stopnja.



Slika 6. 13: Označevanje narebričenih koles, vzorec RBL, razdelek t = 0,6 mm

Videz vzorca					
Oznaka vzorca	RAA razdelek vzporeden z osjo	RBL razdelek v levo	RBL razdelek v desno	poševno narebričene površine RGE ... povišane konice RGV ... poglobljene konice	križno narebričene površine RKE ... povišane konice RKV ... poglobljene konice

Slika 6. 12: Standardni vzorci narebričenja in oznake po DIN 82

Preglednica 6.6: Okvirne vrednosti srednjega aritmetičnega odstopka profila Ra pri različnih postopkih obdelave

Srednje odstopanje profila Ra [m]		0,012	0,025	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5	25	50	100	200	400	800	
Znaki, ki so se včasih uporabljali	Stopnja hrapavosti		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12					
	Razred hrapavosti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14				
	Stari znaki	▽▽▽▽			▽▽▽			▽▽		▽									
ROČNA OBDELAVA	grobo piljenje										●	●	●	●	●	●	●		
	fino piljenje							●	●	●	●								
LITJE	v pesku												●	●	●	●	●	●	●
	v kokili										●	●	●	●					
	v školjki								●	●	●	●	●						
KOVANJE	toplo, prosto														●	●	●	●	●
	toplo v utopu										●	●	●	●	●				
	hladno v utopu								●	●	●								
VALJANJE	toplo										●	●	●	●	●				
	hladno					●	●	●	●	●	●								
PESKANJE												●	●	●	●				
STRUŽENJE	grobo									●	●	●	●	●	●	●			
	fino					●	●	●	●										
SKOBLJANJE	grobo											●	●	●	●	●			
	fino								●	●	●	●							
FREZANJE	grobo									●	●	●	●	●					
	fino						●	●	●	●									
VRTANJE S SVEDROM											●	●	●	●	●				
POVRTAVANJE						●	●	●	●	●	●								
BRUŠENJE	grobo								●	●	●	●	●						
	fino				●	●	●	●	●										
POLIRANJE	mehanično				●	●	●	●											
	električno		●	●	●	●	●												
HONANJE, LEPANJE			●	●	●	●	●	●	●										
SUPERFINIŠ		●	●	●	●														
OBDELAVA NAVOJEV	rezanje							●	●	●	●	●	●						
	brušenje					●	●	●	●										
IZDELAVA ZOB	skobljanje								●	●									
	freziranje							●	●	●									
	brušenje					●	●	●	●										
POSTOPKI OBDELAVE		za kontrolna merila in najnatančnejše površine				za tesne in točne torne površine			za torne in srednje točne površine			za ujeme, tesnilne in grobe površine							

● se uporablja prednostno