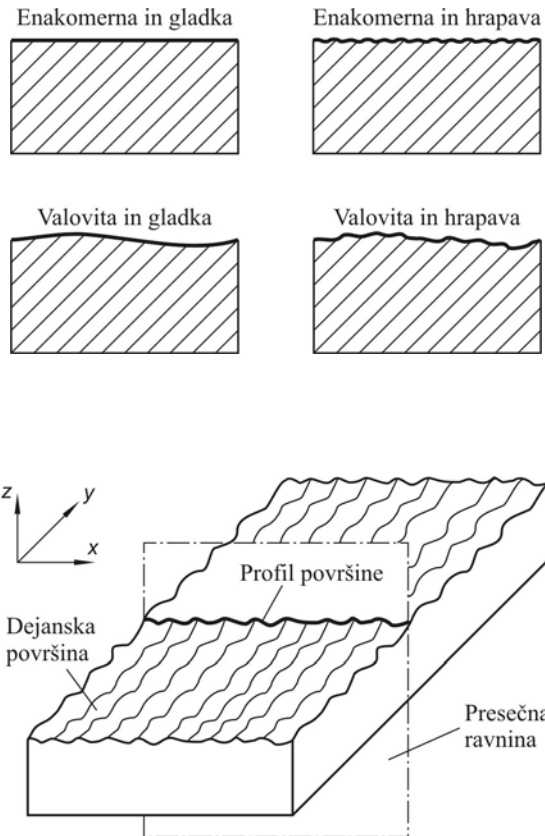
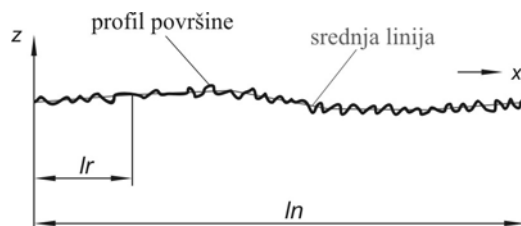


Označevanje kakovosti površin



Slika 5.2: Profil površine v ravnini pravokotno na površino in pripadajoči koordinatni sistem

- profilnimi parametri po SIST ISO 4287,
- parametri motivov po SIST ISO 12085,
- materialnimi parametri po ISO 13565.

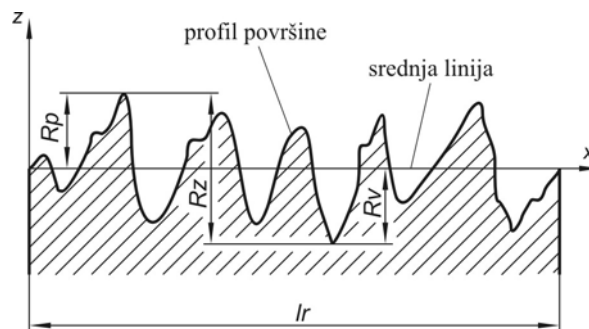


Slika 5.3: Dolžina vrednotenja l_n , referenčna dolžina l_r in srednja linija za oceno hrapavosti površine

Največja višina izbočin profila R_p . Razdalja najvišje točke profila površine od srednje linije znotraj referenčne dolžine l_r (slika 5.4).

Največja globina vbočin profila R_v . Razdalja najnižje točke profila površine od srednje linije znotraj referenčne dolžine l_r (slika 5.4).

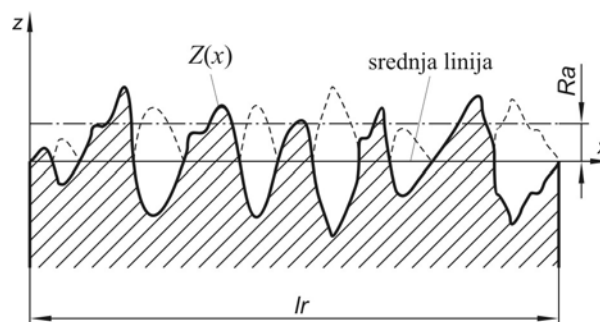
Največja višina profila R_z . Razdalja med najvišjo in najnižjo točko profila površine znotraj referenčne dolžine l_r (slika 5.4).



Slika 5.4: Parametri R_p , R_v in R_z

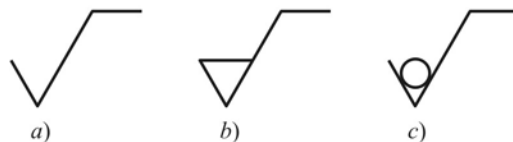
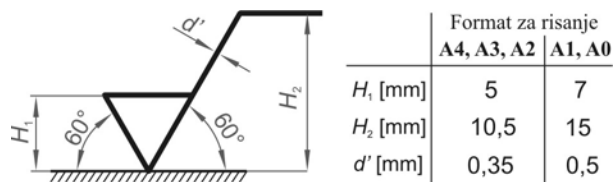
Srednji aritmetični odstopok profila R_a . Aritmetična srednja vrednost absolutnih vrednosti vseh točk profila površine znotraj referenčne dolžine l_r (slika 5.5).

$$Ra = \frac{1}{l_r} \cdot \int_0^{l_r} |Z(x)| \cdot dx$$



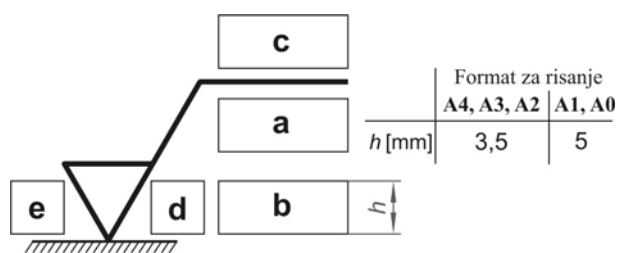
Slika 5.5: Srednji aritmetični odstopok profila R_a

- odprta kljukica (slika 5.6 a) pomeni, da je lahko označena površina obdelana s poljubnim postopkom obdelave;
- zaprta kljukica (slika 5.6 b) pomeni, da mora biti označena površina obdelana z odvzemanjem materiala;
- kljukica s krogcem (slika 5.6 c) pomeni, da na označeni površini ni dovoljeno odvzemanje materiala.

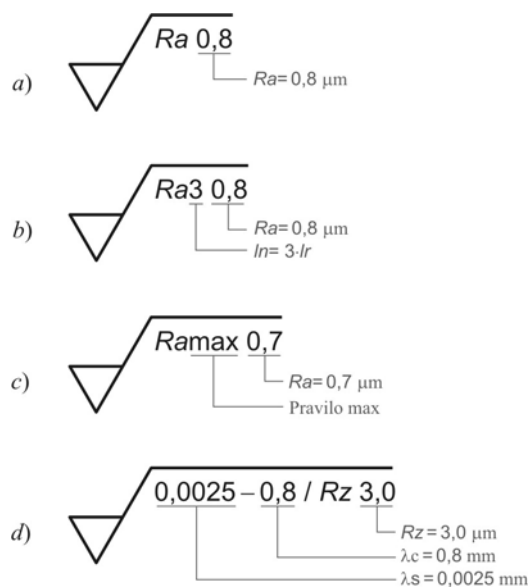


Slika 5.6: Osnovni simbol za označevanje kvalitete površine
a) odprta kljukica, b) zaprta kljukica, c) kljukica s krogcem

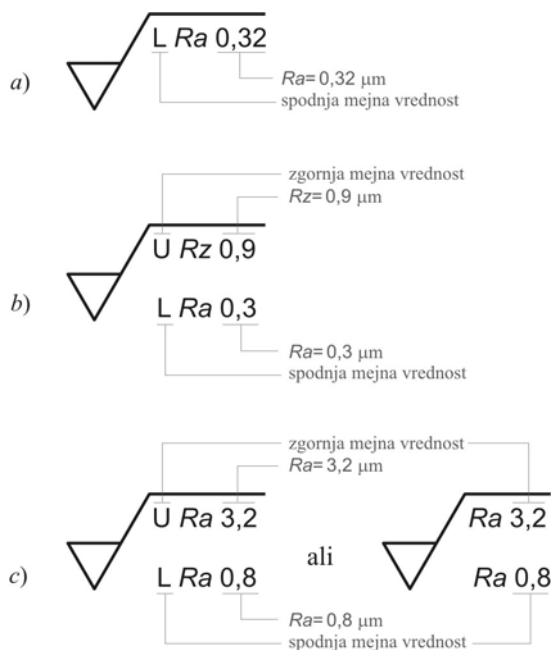
Dodatne označbe pri podajanju kakovosti površine:



- a** osnovni parameter hrapavosti v [μm]
- b** drugi parameter hrapavosti v [μm]
- c** postopek obdelave
- d** orientacija hrapavosti
- e** dodatek za obdelavo v [mm]



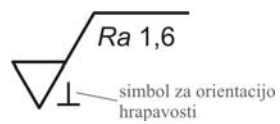
Slika 5.8: Navedba osnovnega parametra hrapavosti
 a) osnovni zapis, b) navedba dolžine vrednotenja,
 c) navedba načina vrednotenja, d) navedba merilnega območja



Slika 5.9: Navedba mejnih vrednosti
 a) spodnja mejna vrednost, b) zgornja in spodnja mejna vrednost,
 c) zgornja in spodnja mejna vrednost pri istem parametru

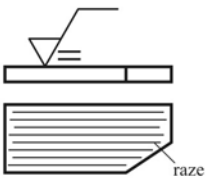
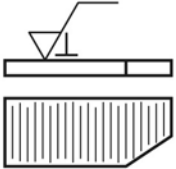
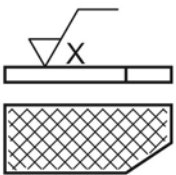
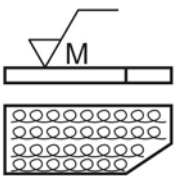
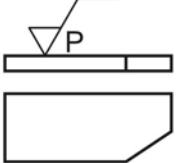


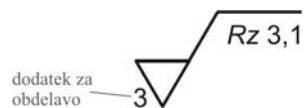
Slika 5.10: Navedba postopka obdelave (a) oziroma površinske prevleke (b)



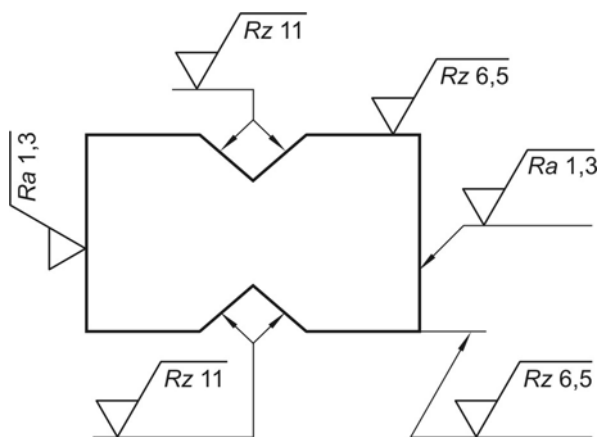
Slika 5.11: Podajanje orientacije hrapavosti

Preglednica 5.1: Simboli za navedbo orientacije hrapavosti

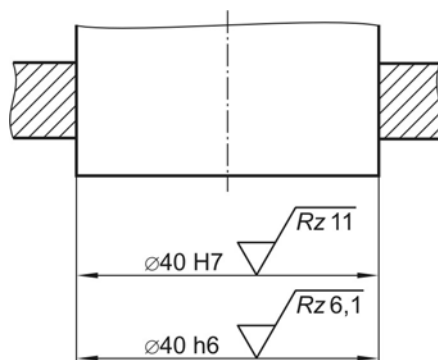
Simbol	Razlaga in shematski potek raz	
=	Raze vzporedne s projekcijsko ravnino	
⊥	Raze pravokotne na projekcijsko ravnino	
X	Raze križno v dveh poševnih smereh na projekcijsko ravnino	
M	Raze v več smereh	
C	Raze krožno okrog središča površine	
R	Raze radialno proti središču površine	
P	Smer raz ni posebej predpisana	



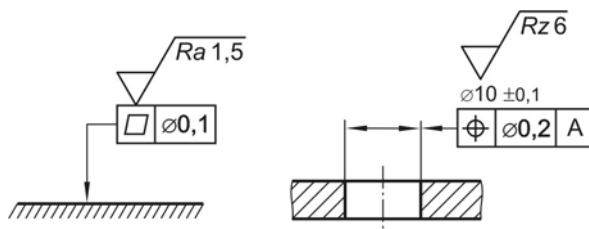
Slika 5.12: Podajanje dodatka za obdelavo



Slika 5.13: Lega simbolov za navedbo kakovosti površine

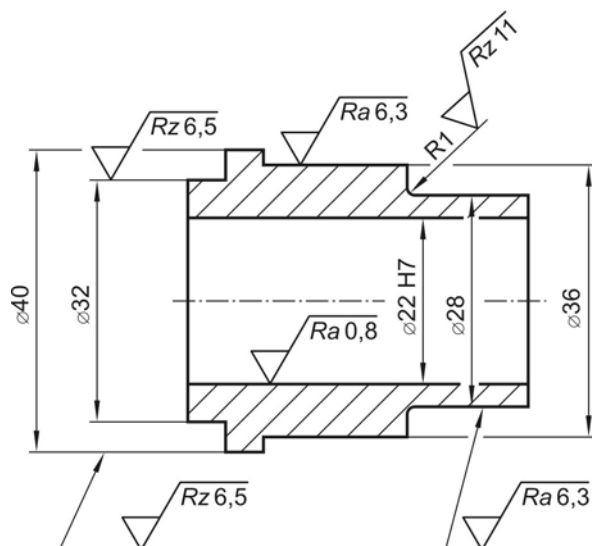


Slika 5.14: Zapis kakovosti površine na kotirni črti

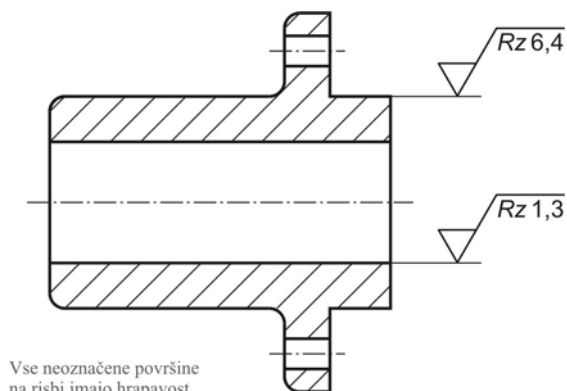


Slika 5.15: Zapis kakovosti površine nad tolerančnim okvirjem

Pri valjastih predmetih podamo kakovost površine na posamezno rotacijsko ploskev le enkrat, simbol pa zapišemo na konturo predmeta ali pomožno kotirno črto (slika 5.16). Pri zaokrožitvah (R 1 na sliki 5.16) podamo kakovost površine običajno na kotirno črto.



Slika 5.16: Zapis kakovosti površine pri valjastih telesih

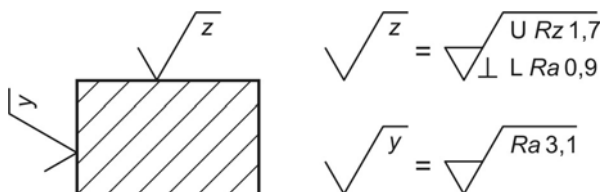


Vse neoznačene površine
na risbi imajo hrapavost
 $Ra = 2,5 \mu m$

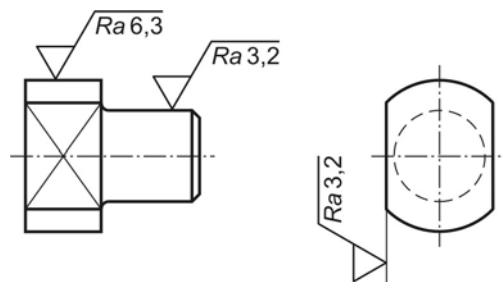
a) $\sqrt{Ra 2,5} \left(\sqrt{\quad} \right)$

b) $\sqrt{Ra 2,5} \left(\sqrt{Rz 1,3} \sqrt{Rz 6,4} \right)$

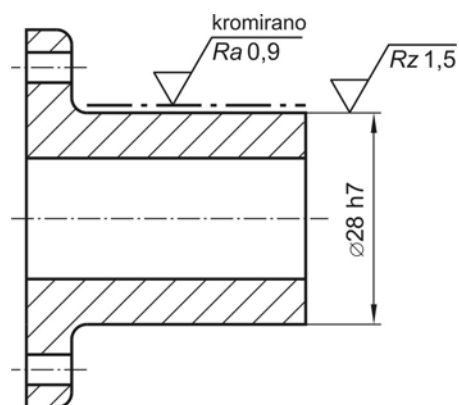
Slika 5.18: Zapis prevladujoče kakovosti površine
a) z odprto kljukico, b) z izstopajočimi kakovostmi



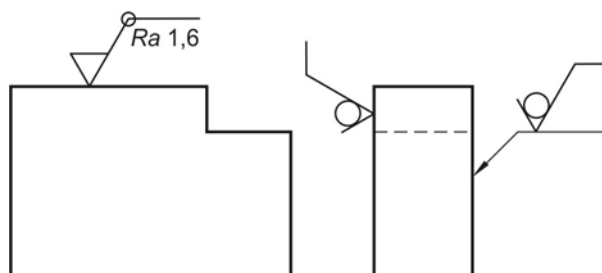
Slika 5.19: Poenostavljen zapis kakovosti površine



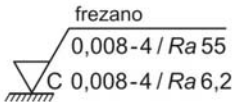
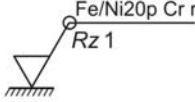
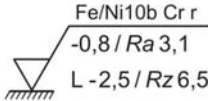
Slika 5.17: Zapis kakovosti površine simetričnih predmetov

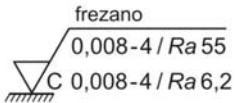
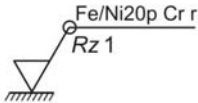
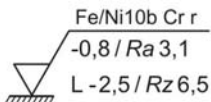


Slika 5.20: Zapis kakovosti površine pred obdelavo in po njej

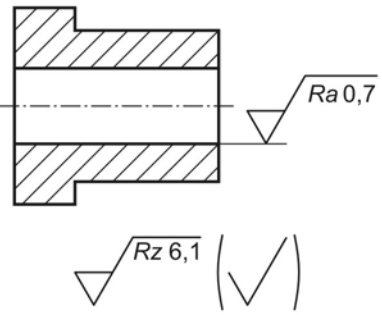
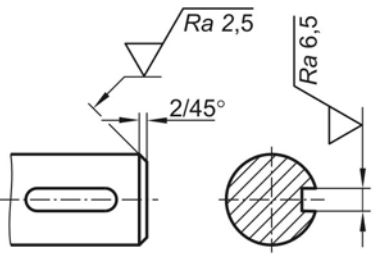
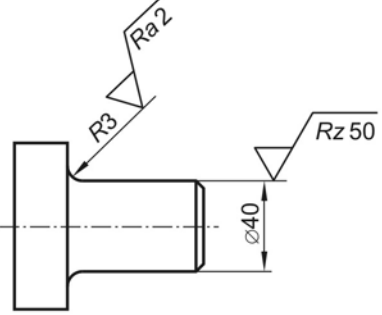
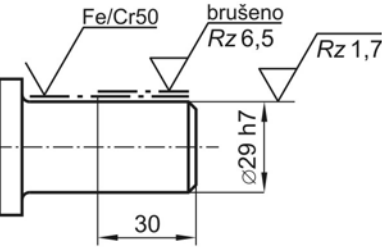


Slika 5.21: Zapis kakovosti površine za celotno konturo predmeta

Primer	Razlaga
	Srednji aritmetični odstopki profila R_a - zgornja mejna vrednost: $R_a = 55 \mu\text{m}$ - spodnja mejna vrednost: $R_a = 6,2 \mu\text{m}$ - vrednotenje meritev: "Pravilo 16 %" (privzeto po SIST ISO 4288) - merilno območje: $\lambda_s = 0,008 \text{ mm}$; $\lambda_c = 4 \text{ mm}$ - referenčna dolžina: $l_r = \lambda_c = 4 \text{ mm}$ - dolžina vrednotenja: $l_n = 5 \cdot l_r = 5 \cdot 4 = 20 \text{ mm}$ (privzeta po SIST ISO 4288) - orientacija hrapavosti: raze krožno okrog središča površine - postopek obdelave: frezано
	a) Srednji aritmetični odstopki profila R_a (osnovni parameter hrapavosti) - zgornja mejna vrednost: $R_a = 1,5 \mu\text{m}$ - vrednotenje meritev: "Pravilo 16 %" (privzeto po SIST ISO 4288) - merilno območje: privzeto po SIST ISO 4288 in SIST ISO 3274 - dolžina vrednotenja: $l_n = 5 \cdot l_r$ (privzeta po SIST ISO 4288) b) Največja višina profila R_z (drugi parameter hrapavosti) - zgornja mejna vrednost: $R_z = 6,7 \mu\text{m}$ - vrednotenje meritev: "Pravilo max" (glej SIST ISO 4288) - merilno območje: $\lambda_c = 2,5 \text{ mm}$ (λ_s privzet po SIST ISO 3274) - dolžina vrednotenja: $l_n = 5 \cdot l_r = 5 \cdot 2,5 = 12,5 \text{ mm}$ (privzeta po SIST ISO 4288) a) in b) - orientacija hrapavosti: raze pravokotne na projekcijsko ravnino - postopek obdelave: brušeno
	Največja višina profila R_z - zgornja mejna vrednost: $R_z = 1 \mu\text{m}$ - vrednotenje meritev: "Pravilo 16 %" (privzeto po SIST ISO 4288) - merilno območje: privzeto po SIST ISO 4288 in SIST ISO 3274 - dolžina vrednotenja: $l_n = 5 \cdot l_r$ (privzeta po SIST ISO 4288) - postopek obdelave: površinska prevleka Fe/Ni20p Cr r po SIST ISO 1456 - navedena kvaliteta površine velja za celotno konturo predmeta
	a) Srednji aritmetični odstopki profila R_a (osnovni parameter hrapavosti) - zgornja mejna vrednost: $R_a = 3,1 \mu\text{m}$ - vrednotenje meritev: "Pravilo 16 %" (privzeto po SIST ISO 4288) - merilno območje: $\lambda_c = 0,8 \text{ mm}$ (λ_s privzet po SIST ISO 3274) - dolžina vrednotenja: $l_n = 5 \cdot l_r = 5 \cdot 0,8 = 4 \text{ mm}$ (privzeta po SIST ISO 4288) b) Največja višina profila R_z (drugi parameter hrapavosti) - spodnja mejna vrednost: $R_z = 6,5 \mu\text{m}$ - vrednotenje meritev: "Pravilo 16 %" (privzeto po SIST ISO 4288) - merilno območje: $\lambda_c = 2,5 \text{ mm}$ - dolžina vrednotenja: $l_n = 5 \cdot l_r = 5 \cdot 2,5 = 12,5 \text{ mm}$ (privzeta po SIST ISO 4288) a) in b) - postopek obdelave: površinska prevleka Fe/Ni10b Cr r po SIST ISO 1456

Primer	Razlaga
	Srednji aritmetični odstopok profila R_a - zgornja mejna vrednost: $R_a = 55 \mu\text{m}$ - spodnja mejna vrednost: $R_a = 6,2 \mu\text{m}$ - vrednotenje meritev: "Pravilo 16 %" (privzeto po SIST ISO 4288) - merilno območje: $\lambda_s = 0,008 \text{ mm}$; $\lambda_c = 4 \text{ mm}$ - referenčna dolžina: $l_r = \lambda_c = 4 \text{ mm}$ - dolžina vrednotenja: $l_n = 5 \cdot l_r = 5 \cdot 4 = 20 \text{ mm}$ (privzeta po SIST ISO 4288) - orientacija hrapavosti: raze krožno okrog središča površine - postopek obdelave: frezано
	a) Srednji aritmetični odstopok profila R_a (osnovni parameter hrapavosti) - zgornja mejna vrednost: $R_a = 1,5 \mu\text{m}$ - vrednotenje meritev: "Pravilo 16 %" (privzeto po SIST ISO 4288) - merilno območje: privzeto po SIST ISO 4288 in SIST ISO 3274 - dolžina vrednotenja: $l_n = 5 \cdot l_r$ (privzeta po SIST ISO 4288) b) Največja višina profila R_z (drugi parameter hrapavosti) - zgornja mejna vrednost: $R_z = 6,7 \mu\text{m}$ - vrednotenje meritev: "Pravilo max" (glej SIST ISO 4288) - merilno območje: $\lambda_c = 2,5 \text{ mm}$ (λ_s privzet po SIST ISO 3274) - dolžina vrednotenja: $l_n = 5 \cdot l_r = 5 \cdot 2,5 = 12,5 \text{ mm}$ (privzeta po SIST ISO 4288) a) in b) - orientacija hrapavosti: raze pravokotne na projekcijsko ravnino - postopek obdelave: brušeno
	Največja višina profila R_z - zgornja mejna vrednost: $R_z = 1 \mu\text{m}$ - vrednotenje meritev: "Pravilo 16 %" (privzeto po SIST ISO 4288) - merilno območje: privzeto po SIST ISO 4288 in SIST ISO 3274 - dolžina vrednotenja: $l_n = 5 \cdot l_r$ (privzeta po SIST ISO 4288) - postopek obdelave: površinska prevleka Fe/Ni20p Cr r po SIST ISO 1456 - navedena kvaliteta površine velja za celotno konturo predmeta
	a) Srednji aritmetični odstopok profila R_a (osnovni parameter hrapavosti) - zgornja mejna vrednost: $R_a = 3,1 \mu\text{m}$ - vrednotenje meritev: "Pravilo 16 %" (privzeto po SIST ISO 4288) - merilno območje: $\lambda_c = 0,8 \text{ mm}$ (λ_s privzet po SIST ISO 3274) - dolžina vrednotenja: $l_n = 5 \cdot l_r = 5 \cdot 0,8 = 4 \text{ mm}$ (privzeta po SIST ISO 4288) b) Največja višina profila R_z (drugi parameter hrapavosti) - spodnja mejna vrednost: $R_z = 6,5 \mu\text{m}$ - vrednotenje meritev: "Pravilo 16 %" (privzeto po SIST ISO 4288) - merilno območje: $\lambda_c = 2,5 \text{ mm}$ - dolžina vrednotenja: $l_n = 5 \cdot l_r = 5 \cdot 2,5 = 12,5 \text{ mm}$ (privzeta po SIST ISO 4288) a) in b) - postopek obdelave: površinska prevleka Fe/Ni10b Cr r po SIST ISO 1456

Preglednica 5.2: Praktični primeri podajanja kvalitete površine na tehniških risbah (nadaljevanje)

Primer	Razlaga
	a) Srednji aritmetični odstopok profila Ra (samo za izvrtino) - zgornja mejna vrednost: $Ra = 0,7 \mu\text{m}$ b) Največja višina profila Rz (za vse ostale površine) - zgornja mejna vrednost: $Rz = 6,1 \mu\text{m}$ a) in b) - vrednotenje meritev: "Pravilo 16 %" (privzeto po SIST ISO 4288) - merilno območje: privzeto po SIST ISO 4288 in SIST ISO 3274 - dolžina vrednotenja: $ln = 5 \cdot lr$ (privzeto po SIST ISO 4288) - orientacija hrapavosti: ni posebnih zahtev - postopek obdelave: z odvzemanjem materiala
	a) Srednji aritmetični odstopok profila Ra (za posnetje) - zgornja mejna vrednost: $Ra = 2,5 \mu\text{m}$ b) Srednji aritmetični odstopok profila Ra (za bočni površini utora za moznik) - zgornja mejna vrednost: $Ra = 6,5 \mu\text{m}$ a) in b) - vrednotenje meritev: "Pravilo 16 %" (privzeto po SIST ISO 4288) - merilno območje: privzeto po SIST ISO 4288 in SIST ISO 3274 - dolžina vrednotenja: $ln = 5 \cdot lr$ (privzeto po SIST ISO 4288) - orientacija hrapavosti: ni posebnih zahtev - postopek obdelave: z odvzemanjem materiala
	a) Srednji aritmetični odstopok profila Ra (za prehodni radius $R3$) - zgornja mejna vrednost: $Ra = 2 \mu\text{m}$ b) Največja višina profila Rz (za valjasto površino $\varnothing 40$) - zgornja mejna vrednost: $Rz = 50 \mu\text{m}$ a) in b) - vrednotenje meritev: "Pravilo 16 %" (privzeto po SIST ISO 4288) - merilno območje: privzeto po SIST ISO 4288 in SIST ISO 3274 - dolžina vrednotenja: $ln = 5 \cdot lr$ (privzeto po SIST ISO 4288) - orientacija hrapavosti: ni posebnih zahtev - postopek obdelave: z odvzemanjem materiala
	Označena površina označuje tri zaporedne obdelovalne postopke: a) Največja višina profila Rz (za valjasto površino $\varnothing 29$) - zgornja mejna vrednost: $Rz = 1,7 \mu\text{m}$ - vrednotenje meritev: "Pravilo 16 %" (privzeto po SIST ISO 4288) - merilno območje: privzeto po SIST ISO 4288 in SIST ISO 3274 - dolžina vrednotenja: $ln = 5 \cdot lr$ (privzeto po SIST ISO 4288) - orientacija hrapavosti: ni posebnih zahtev - postopek obdelave: z odvzemanjem materiala b) Brez posebnih zahtev glede kvalitete površine, le da je potrebno na valjasto površino $\varnothing 29$ nanesti površinsko prevleko Fe/Cr50 c) Največja višina profila Rz (obdelava prevlečene površine) - zgornja mejna vrednost: $Rz = 6,5 \mu\text{m}$ - vrednotenje meritev: "Pravilo 16 %" (privzeto po SIST ISO 4288) - merilno območje: privzeto po SIST ISO 4288 in SIST ISO 3274 - dolžina vrednotenja: $ln = 5 \cdot lr$ (privzeto po SIST ISO 4288) - orientacija hrapavosti: ni posebnih zahtev - postopek obdelave: brušenje na dolžini 30 mm

Metode merjenja in postopki za oceno kakovosti površine

Standardne referenčne dolžine l_r in dolžine vrednotenja l_n pri določanju parametra R_a

$R_a [\mu m]$	$l_r [mm]$	$l_n [mm]$
$0,006 < R_a \leq 0,02$	0,08	0,4
$0,02 < R_a \leq 0,1$	0,25	1,25
$0,1 < R_a \leq 2$	0,8	4
$2 < R_a \leq 10$	2,5	12,5
$10 < R_a \leq 80$	8	40

Preglednica 5.5: Standardne referenčne dolžine l_r in dolžine vrednotenja l_n pri določanju parametra R_z

$R_z [\mu m]$	$l_r [mm]$	$l_n [mm]$
$0,025 < R_z \leq 0,1$	0,08	0,4
$0,1 < R_z \leq 0,5$	0,25	1,25
$0,5 < R_z \leq 10$	0,8	4
$10 < R_z \leq 50$	2,5	12,5
$50 < R_z \leq 200$	8	40

Pravilo 16 %

Kontrolirana površina ustreza zahtevani kakovosti na tehniški risbi, če podana vrednost kontroliranega parametra hrapavosti (R_a , R_z) ne presega več kot 16 % vseh izmerjenih vrednosti.

Pravilo max

Kontrolirana površina ustreza zahtevani kakovosti na tehniški risbi, če podano vrednost kontroliranega parametra hrapavosti (R_a , R_z) ne presega nobena izmed vseh izmerjenih vrednosti.