

# Utjecaj zatupljenosti brusne trake na hrapavost brušenih površina

## THE EFFECT OF BLUNTING OF THE SANDING BELT ON SANDED SURFACE ROUGHNESS

Mr. Vlatka Jirouš-Rajković, dipl. inž.  
Šumarski fakultet Zagreb

UDK 630 829.1

Primljeno: 9. 9. 1993.  
Prihvaćeno: 30. 9. 1993.

Izvorni znanstveni rad

### Sažetak

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi koliko zatupljenost brusnih traka granulacija 100 i 120 utječe na hrapavost brušenih površina, te što se događa nakon vlaženja tih površina vodom. Hrapavost se mjerila kontaktnom metodom pomoću profilograf- profilometra Talysurf 10. Mjerenja su obavljena na uzorcima iverice furnirane bukovim furnirom. Uzorci su brušeni potpuno novom brusnom trakom (zatupljenost 0%), trakom koja je bila zatupljena (zatupljenost 100%) i trakom koja je prešla granicu zatupljenosti (zatupljenost 110%). Prije vlaženja hrapavost uzoraka brušenih oštrim brusnim trakama bila je veća nego hrapavost uzoraka brušenih zatupljenim brusnim trakama. Na uzorcima brušenim zatupljenim brusnim trakama nakon vlaženja došlo je do većeg povećanja hrapavosti (gledano u postocima) nego na uzorcima brušenim novim brusnim trakama, no to nije utjecalo na kakvoću brušene površine ako traka nije prešla granicu istrošenosti.

Ključne riječi: brušenje, granulacija, zatupljenost brusne trake, hrapavost površine.

### Summary

The main objective of this investigation was to determine the effect of the blunting of sanding belts (grit sizes 100 and 120) on sanded surface roughness before and after moisturing. The roughness measurement was performed using the profilograph- profilometer Rank Taylor Hobson (Talysurf 10). Beech veneered specimens were sanded with a new belt (blunting 0%), with a worn belt (blunting 100%) and with a rather worn out belt (blunting 110%). Before moisturing the roughness of the samples sanded with the new sanding belt was greater than the roughness of the samples sanded with the worn belt.

The increase in roughness after moisturing is more pronounced on the samples, sanded with the worn sanding belt than on the samples sanded with the new sanding belt, but that has no influence on the surface quality if the service life of the sanding belt has not expired.

Key words: sanding, grit size, blunting of the sanding belt, surface roughness.

### 1. UVOD

Istrošenost brusila, odnosno zatupljenost brusne trake samo je jedan od brojnih čimbenika koji utječu na hrapavost brušenih površina. Nekoliko autora istraživalo je utjecaj vremena rada brusne trake na hrapavost površine. Neki od dobivenih rezultata predočeni su na slici 1 (prema Pahlitzschu, 1970).

Pahlitzsch i Dziobek (4) vijek trajnosti brusne trake dijele na tri karakteristična područja:

- područje početne oštine ( $t = 0 \dots 150$  min) u kojemu se hrapavost površine smanjuje približno hiperboličkim trendom

- područje radne oštine ( $t = 150 \dots 600$  min), u kojemu se hrapavost smanjuje približno linearnim trendom

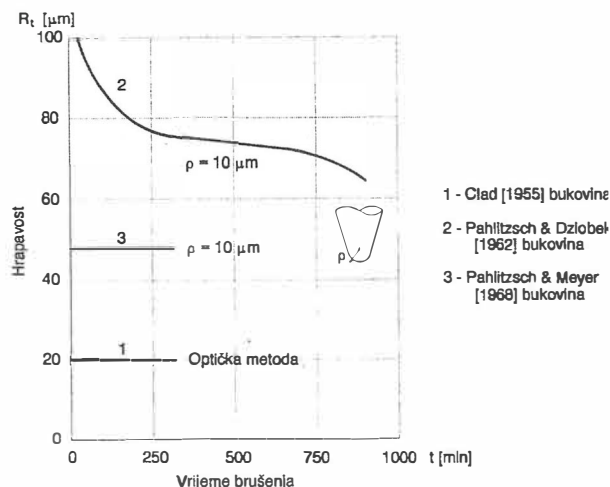
- područje zatupljivanja ( $t > 600$  min), u kojemu se hrapavost progresivno smanjuje prema približno paraboličnom trendu.

Navedena se područja mogu uočiti na slici 1. (kri- vulja 2).

Popov (1965) je prema Pahlitzschovu navodu (5) ustanovio da je utjecaj vremena rada brusne trake na hrapavost manji pri finijim granulacijama. To je u skladu s istraživanjima Pahlitzscha (1970) i Meyera (1968) te Clada (1955) prema Pahlitzschu (1970). Može se, dakle, zaključiti da vrijeme rada brusne trake nema znatnijeg utjecaja na hrapavost pri finijim granulacijama, a u grubljih je granulacija taj utjecaj zamjetan i veći je u području početne oštine te u području zatupljivanja.

### 2. CILJ ISTRAŽIVANJA, MATERIJAL I METODE

Autorica je istraživanjem pokušala ustanoviti koliko stupanj zatupljenosti brusne trake granulacije 100 i 120 utječe na hrapavost brušene površine te što se događa nakon vlaženja tih površina vodom.



Slika 1. Utjecaj zatupljenosti brusila na hrapavost površine.  
Zrnatosti : EK 60 (2), EK 80 (1), EK 120 (3);  
Tlak :  $p = 3,3-6,6$  kPa; Brzina rezanja :  $v = 15-26$  m/s  
Fig. 1. The effect of blunting of the sanding belt on surface roughness.  
Belt type: EK 60 (2), EK 80 (1), EK 120 (3);  
Pressure:  $p = 3,3-6,6$  kPa; belt velocity :  $v = 15-26$  m/s

### Mjerenje hrapavosti površine

Hrapavost površine mjerena je kontaktnom metodom pomoću profilograf-profilometra Talysurf 10 tvrtke Taylor-Hobson, koji radi prema M-sustavu mjerenja (2). Za mjerenje hrapavosti površina prije vlaženja primijenjen je standardni optoelektronički mjerni pretvarač (standard pick-up) s dijamantnom iglom promjera  $2,5 \mu\text{m}$  i silom od  $1,0$  mN, a za mjerenje hrapavosti nakon vlaženja površina vodom primijenjen je low-magnification pick-up, s promjerom kontaktne igle  $10 \mu\text{m}$  i silom kojom igla djeluje na površinu od  $2$  mN.

Za određivanje hrapavosti površine odabrani su parametri  $R_a$ ,  $R_z$  i  $R_{maks}$ . Parametar  $R_a$  srednje je aritmetičko odstupanje profila i očitava se izravno sa skale instrumenata, a parametri  $R_z$  i  $R_{maks}$  daju podatke o srednjoj, odnosno maksimalnoj visini neravnina profila (2). Ti se parametri jednostavno izračunavaju iz dobivenih profilograma. Mjerenja su provedena na referentnoj dužini od  $8$  mm.

Pri mjerenju parametra  $R_a$  uz referentnu dužinu od  $8$  mm pick-up s kontaktnom iglom prelazi put od šest referentnih dužina (četiri za mjerenje i dvije za uključivanje i dizanje kontaktne igle) te se na skali instrumenata dobiva prosječna vrijednost parametra  $R_a$  za četiri uzastopne referentne dužine od  $8$  mm.

Parametri  $R_z$  i  $R_{maks}$  izračunavani su iz profilograma dobivenih uz vertikalno povećanje od tisuću i horizontalno povećanje od dvadeset puta. Na svakoj dužini ocjenjivanja izračunano je pet vrijednosti parametara  $R_z$  i  $R_{maks}$ , uz referentnu dužinu  $8$  m, odnosno na svakom je uzorku dobiveno ukupno 25 vrijednosti parametara  $R_z$  i  $R_{maks}$  te pet vrijednosti parametra  $R_a$  (jedna na svakoj dužini ocjenjivanja, ali već izračunana kao srednja vrijednost za četiri uzastopne referentne

dužine).

Hrapavost se mjerila u smjeru okomitome na smjer obrade.

### Uzorci za ispitivanje

Dimenzija uzoraka za ispitivanje bila je  $310 \times 310$  mm, a izrađeni su od iverice furnirane bukovim furnirom. Način izrade uzoraka detaljno je opisan u članku V. Jirouš-Rajković: Utjecaj granulacija i smjera..., Drvna ind. 43 (2) 47-53 (1992).

Način brušenja uzoraka prikazan je u tablici I.

Način brušenja uzoraka  
Sanding parameters

Tablica I.  
Table I.

Uzorak Sample	Granulacija Grit size		Zatupljenost trake (u %) Blunting of the sanding belt		Smjer brušenja Sanding direction	
1	100	120	0	0		
2	100	120	100	100		
3	100	120	110	110		
4	100	120	0	110		

Uzorci su brušeni na klasičnoj uskotračnoj brusilici Bratstvo, tipa UTB, sljedećih karakteristika:

- snaga električnog motora  $4$  kW;  $1435$  okr./min
- brzina rezanja:  $23$  m/s
- dimenzija pritisne papučice  $310 \times 120$  mm
- brzina pomaka koju radnik ostvaruje ručno  $11,53$  m/min (izmjerena)
- tlak brusne trake na obradak pri uporabi oštrog papira  $2,1$  kPa (izmjeren)
- tlak brusne trake na obradak pri uporabi zastupljenog papira  $2,6$  kPa (izmjeren).

Uzorke je brusila radnica s dvadesetogodišnjim iskustvom u brušenju furniranih elemenata.

Pri radu uskotračnim brusilicama, kojima se brušenje obavlja ručno, radnik odlučuje kada će promijeniti traku jer pritiskom na brusnu papuču osjeća da li papir brusi ili samo gladi površinu obratka.

Uzorak 1 (tbl. 1) brušen je papirom granulacije  $100$  i  $120$  i potpuno novim brusnim trakama, znači trakama čija je zatupljenost bila  $0\%$ . Nakon toga su tim brusnim trakama brušeni elementi iz redovite proizvodnje, sve dok radnica nije procijenila da trake više nisu dobre za brušenje i da ih je potrebno zamijeniti. To područje zatupljenosti brusnih traka označeno je u tablici sa  $100\%$ .

Traka granulacije  $100$  efektivno je radila do područja zatupljenosti  $100\%$  ukupno  $95$  minuta i za to je vrijeme njome obrušeno  $68,8$  m<sup>2</sup> iverice furnirane hrastovim furnirom, a traka granulacije  $120$  efektivno je radila  $72$  minute do područja zatupljenosti  $100\%$  i obrušila  $52$  m<sup>2</sup> iverice furnirane hrastovim furnirom. Brusnim trakama  $100\%$ -tne zatupljenosti brušen je uzorak 2.

Da bi se postigla još veća zatupljenost brusne trake,

nakon što je obrušen uzorak 2 trakom granulacije 100 brušena je iverica furnirana hrastovim furnirom dimenzija 800x800 mm sve do potpunog prebrušavanja furnira, odnosno do potpunog skidanja furnirskog sloja. To dodatno zatupljivanje brusne trake granulacije 100 trajalo je 9,5 minuta, a dodatno zatupljivanje brusne trake granulacije 120 postignuto je na jednak način tijekom 7,2 minute. na takav način zatupljene brusne trake označene su kao trake sa 110%-tnom zatupljenošću. Tim je brusnim trakama brušen uzorak 3.

Uzorak 4 brušen je novom brusnom trakom granulacije 100 i prezatupljenom (110%) brusnom trakom granulacije 120.

Uzorci su nakon brušenja zapakirani u polietilensku foliju i spremljeni za mjerenje hrapavosti. Nakon mjerenja hrapavosti uzorci su navlaženi vodom ( $\approx 75 \text{ g/m}^2$ ) i nakon sušenja od 24 sata ponovno im je izmjerena

hrapavost površine.

### 3. REZULTATI

Rezultati mjerenja hrapavosti uzoraka prije vlaženja vodom prikazani su u tablici II, a rezultati mjerenja hrapavosti nakon vlaženja dani su u tablici III.

Iz tablice II. može se vidjeti da se s povećanjem zatupljenosti brusne trake vrijednosti parametara hrapavosti smanjuju. Zanimljivo je usporediti uzorke 3 i 4, na kojima nema bitnih razlika u hrapavosti površine. Stoga možemo zaključiti da će hrapavost površine brušene najprije oštirim, a zatim zatupljenim brusnim papirom biti slična hrapavosti koju dobijemo nakon oba brušenja zatupljenim brusnim papirom. Budući da se brušenjem zatupljenim brusnim papirom postiže manja hrapavost

Rezultati mjerenja hrapavosti prije vlaženja vodom  
Results of surface roughness measurement before moisturing

Tablica II.  
Table II.

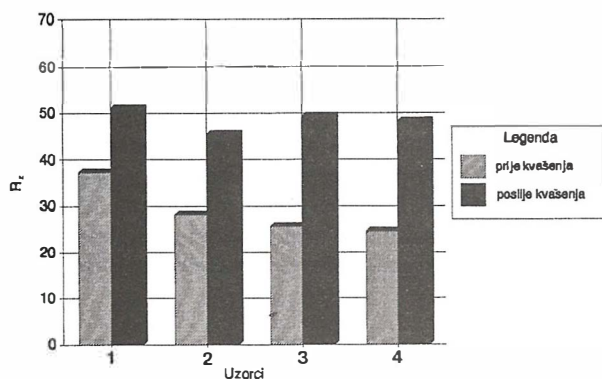
Uzorak Sample	Granulacija Grit size		Zatupljenost trake (u %) Blunting of the sanding belt		Statist. veličina Statistic value	Parametri hrapavosti Surface roughness parameters		
						R <sub>a</sub>	R <sub>z</sub>	R <sub>maks</sub>
1	100	120	0	0	sred. vr.	4,54	37,30	45,28
					stan. dev.	0,27	3,94	5,80
					koef. ver.	5,95	10,56	12,81
2	100	120	100	100	sred. vr.	3,16	28,2	37,64
					stan. dev.	0,24	3,26	6,95
					koef. var.	7,54	11,55	18,47
3	100	120	110	110	sred. vr.	2,38	25,71	33,32
					stan. dev.	0,31	3,68	6,28
					koef. var.	13,09	14,31	18,86
4	100	120	0	110	sred. vr.	2,41	24,67	31,6
					stan. dev.	0,15	2,85	4,69
					koef. var.	6,29	11,54	14,84

Rezultati mjerenja hrapavosti nakon vlaženja vodom  
Results of surface roughness measurement after moisturing

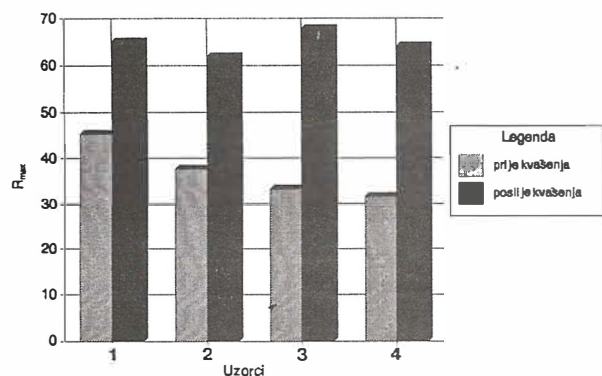
Tablica III.  
Table III.

Uzorak Sample	Granulacija Grit size		Zatupljenost trake (u %) Blunting of the sanding belt		Statist. veličina Statistic value	Parametri hrapavosti Surface roughness parameters		
						R <sub>a</sub>	R <sub>z</sub>	R <sub>maks</sub>
1	100	120	0	0	sred. vr.	6,4	51,05	65,08
					stan. dev.	0,58	5,60	11,21
					koef. var.	8,99	10,97	17,23
2	100	120	100	100	sred. vr.	6,14	45,46	61,92
					stan. dev.	0,95	4,68	12,13
					koef. var.	15,44	10,28	19,60
3	100	120	120	120	sred. vr.	6,1	49,32	67,8
					stan. dev.	0,38	4,77	13,08
					koef. var.	6,22	9,68	19,29
4	100	120	0	120	sred. vr.	6,45	48,31	64,04
					stan. dev.	0,48	6,24	0,48
					koef. var.	7,46	12,92	7,46

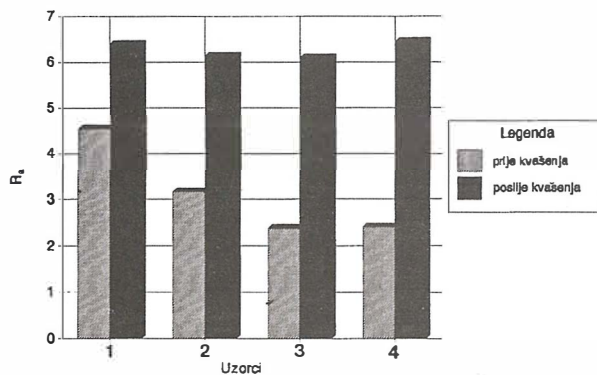
površine, nameće se pitanje je li povoljnije za završna brušenja upotrebljavati zatupljeni brusni papir. Mnogi će odgovoriti da nije jer će nakon vlaženja te površine biti hrapavije zbog odizanja vlaknaca koja su za vrijeme brušenja zatupljenim brusnim papirom bila pritisnuta i djelomično istrgnuta.



Slika 2. Srednje vrijednosti parametra Rz izmjerene na uzorcima grupe C prije i poslije vlaženja  
Fig. 2. The mean values of Rz before and after moisturing



Slika 3. Srednje vrijednosti parametra Rmax prije i poslije kvašenja  
Fig. 3. The mean values of Rmax before and after moisturing



Slika 4. Srednje vrijednosti parametra Ra prije i poslije kvašenja  
Fig. 4. The mean values of Ra before and after moisturing.

Srednje vrijednosti pojedinih parametara hrapavosti izmjerene na uzorcima 1, 2, 3 i 4 prije i poslije vlaženja

prikazane su u tablicama II. i III. te na slikama 2, 3 i 4. Analiziramo li vrijednosti parametra Rz prije i poslije vlaženja ustanovit ćemo da je hrapavost uzorka 1 nakon vlaženja 13,75 μm ili za 36,86% veća od hrapavosti prije vlaženja; hrapavost uzorka 2 je nakon vlaženja 17,26 μm ili za 61,2% veća; uzorka 3 veća je za 23,61 μm ili za 91,83%, a hrapavost uzorka 4 veća je nakon vlaženja za 23,63 μm ili 95,77%. Na temelju toga možemo zaključiti da je razlika u hrapavosti prije i poslije vlaženja vodom najmanja u uzorka brušenoga potpuno novim brusnim papirom i da je ta razlika to veća što se papir više zatupljuje. To potvrđuje navode mnogih autora prema kojima će se na površinama prethodno brušenima zatupljenim brusnim trakama jače odignuti vlaknaca, a time će i hrapavost više porasti nego na površinama brušenim novim brusnim trakama. No utječe li, taj porast i koliko, na smanjenje kakvoće površina brušenih zatupljenim brusnim trakama, ovisi o stupnju istrošenosti trake. Usporedimo li uzorak 1, koji je brušen potpuno novim brusnim papirima, s uzorkom brušenim papirima koje je radnica ocijenila zatupljenima (tu smo zatupljenost označili kao 100%-tnu), ustanovit ćemo da su vrijednosti svih parametara hrapavosti prije i poslije vlaženja veće na uzorku 1. No usporedimo li uzorak 1 s uzorkom 3, koji je brušen još istrošenijim brusnim papirima (zatupljenosti 110%), vidjet ćemo da parametar Rmax uzorka 3, koji je prije vlaženja imao manju hrapavost nego uzorak 1, nakon vlaženja ima čak veću vrijednost. Na temelju ovih rezultata mogli bismo zaključiti da povećanje zatupljenosti brusne trake do određene granice neće pogoršati kakvoću brušenih površina, no brušenje brusnim trakama koje su prešle granicu istrošenosti može smanjiti kakvoću brušenih površina koje se kasnije namaču i lakiraju. Dakle, postoji granica istrošenosti brusne trake koju radnici s dugogodišnjim iskustvom vrlo uspješno određuju.

#### 4. DISKUSIJA/ZAKLJUČAK

Rezultati istraživanja pokazuju da se hrapavost uzoraka brušenih zatupljenim brusnim trakama nakon vlaženja znatno povećava (gledano u postocima), znatnije nego na uzorcima brušenim nezatupljenim brusnim trakama, no to ne utječe na kakvoću površine ako brusna traka nije prešla granicu istrošenosti.

Postavlja se pitanje može li se jednoznačno odrediti granica istrošenosti brusne trake. Pahlitzsch (5) navodi da je vrijeme upotrebljivosti brusne trake isteklo kada porast bruševine po jedinici vremena postane tako malen da bi nastavak brušenja takvom brusnom trakom bio neekonomičan. Popov (6) smatra abraziv zatupljenim, odnosno vrijeme njegove upotrebljivosti završenim kada omjer maksimalnoga jediničnog izbruska ( $Z_r$  maks) i brzine rezanja ( $v$ ) tijekom brušenja padne na 50%, odnosno kada je:

$$\frac{Z_r}{v} \leq 0,5 \frac{Z_r}{v} \text{ maks.}$$

Prema Pahlitzschovim istraživanjima (4) vrijeme upotrebljivosti brusne trake završeno je kada se postigne jedinični izbrusak:

$$Z_r \leq 0,05 \frac{g}{cm^2 \min} = 500 \frac{g}{m^2 \min}$$

Ovim je ispitivanjem pokazano da radnica s dugogodišnjim iskustvom u brušenju može vrlo dobro odrediti granicu istrošenosti trake odnosno vrijeme njezine upotrebljivosti.

Treba naglasiti da je hrapavost samo jedan od pokazatelja kakvoće brušenih površina i da pri procjeni te kakvoće moramo uzeti u obzir cjelokupan izgled površine. Tako na površinama brušenim zatupljenim brusnim trakama često nastaju promjene boje i strukture drva ("paljenje drva"). Zatupljenom se brusnom trakom manje režu, a više trgaju vlakanca i utiskuju u pore, pri čemu je vrlo važan činitelj i toplina. Radnik jače pritišće brusnu traku kako bi količina bruševine ostala jednaka i pri tome temperatura raste. Istraživanjem Stamma i Harris (1) ustanovljeno je da na temperaturi 182,2 °C (360 °F) lignin počinje teći u mikrostanice na površini

drva, što stvara probleme kasnijemu močenju drva. Stoga bi temperatura koja se razvija pri brušenju trebala biti što ujednačenija, a u budućim bi istraživanjima utjecaja zatupljenosti brusne trake na kakvoću brušenih površina svakako trebalo proučiti i temperaturu kao utjecajni parametar.

#### LITERATURA:

- [1.] Connelly, H. H.: Wood burning at the sander, Furniture Manufacturer 57(682): 256-257, 1992.
- [2.] Jirouš-Rajković, V.: Ispitivanje kvalitete brušenih površina, Drvna ind. 42(1-2): 3-15, 1991.
- [3.] Jirouš-Rajković, V.: Utjecaj granulacija i smjera brušenja na hrapavost brušenih površina, Drvna ind. 43(2): 47-53, 1992.
- [4.] Pahlitzsch, G.: Internationaler Stand der Forschung auf dem Gebiet des Schleifens von Holz, Holz als Roh und Werkstoff 28(9): 329-343, 1970.
- [5.] Pahlitzsch, G. & Dziobek, K.: Einflüsse der Bearbeitungsbedingungen auf die Güte vorgeschliffener Holzoberflächen, Holz als Roh und Werkstoff 20 (4):125-137, 1962.
- [6.] Popov, J. P.: Račun optimalnih režimov raboty šlifovaljnyh stankov, Derevoobr. Prom. 4:12-14, 1965.

### ISPRAVAK

U broju 1/93 časopisa "Drvna industrija" objavljen je članak u rubrici "Novi znanstveni radnici...: Dr. Tomislav Grladinović", gdje je u naslovu pogrešno otisnuto prezime dr Tomislava Grladinovića. Molimo gospodina Grladinovića, autora priloga i čitateljstvo da uvažava naše isprike.

Uredništvo