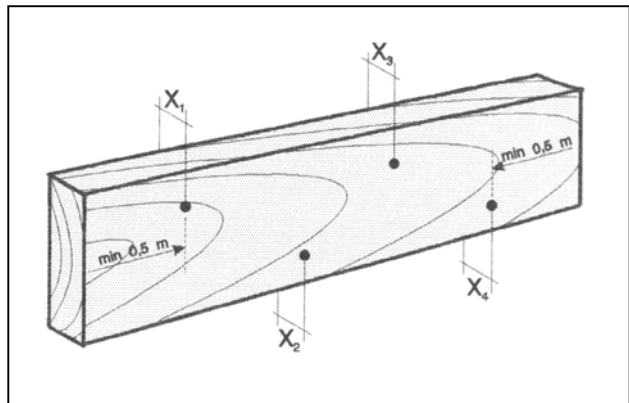


### 3. Nadmjere

#### Način izvođenja mjerenja točnosti debljine piljenica i hrapavosti piljene površine

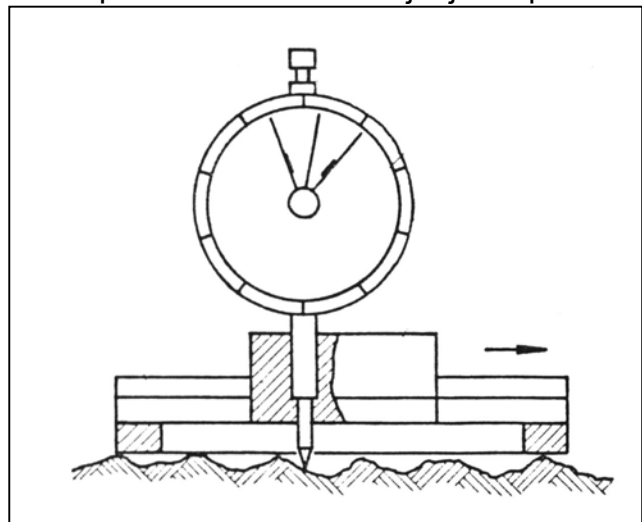
Kontrola točnosti debljine piljenica najjednostavnije se izvodi mjerenjem pomičnim mjerilom. Točnost mjerenja pomičnim mjerilom kreće se u granicama od 0,1 mm. Ova metoda mjerenja jednako se dobro koristi u proizvodnji kao i u znanstvenim istraživanjima. Broj mjerenja na jednoj piljenici najčešće iznosi, ovisno o teoriji varijacione statistike, četiri do pet.

Izračunavanje varijabiliteta debljine piljenica unutar i između piljenica te totalnog varijabiliteta debljine trebaju biti vršena i uz sprovođenje analize varijance prema statističkim principima kako je prikazano u tablici 1. Ovaj način proračuna primjenjuje se najčešće pri najjednostavnijem načinu mjerenja točnosti debljina piljenica pomičnim mjerilom na uzorku veličine 30 piljenica i to na četiri mjerna mjesta uzduž piljenice kako je prikazano na slici 1.



**Slika 1.** Način mjerenja debljine piljenice pomoću pomičnog mjerila (Uddeholm)

Metoda mjerenja veličine hrapavosti piljene površine, odnosno mjerenja udubina na površini pomoću komparatora je vrlo jednostavna i pristupačna i uveliko se upotrebljava. Instrument se sastoji od metalnog postolja kružnog oblika kroz čije središte prolazi ticalo komparatora fiksiranog na postolju. Postolje svojom površinom leži na izbočinama mjerne površine, a ticalo komparatora ulazi u udubljenja na površini i registrira njihove veličine na skali, koja obično ima mogućnost očitovanja od 0,01 mm. Hrapavost se iskazuje kao maksimalna visina neravnina između vrha izbočine i pripadajuće dubine na promatranom dijelu površine piljenice (slika 2.). Mjerenje je potrebno izvesti na uzorku veličine barem 30 piljenica na tri mjesta sa vanjske i unutarnje strane piljenice izbjegavajući greške, npr kvrge.



**Slika 2.** Princip mjerenja hrapavosti piljenica komparatorom

### 3. Nadmjere – naputak

Proračune točnosti piljenja i hrapavosti piljene površine izvršiti prema izrazima u tablici 1. ili prema tablicama priloga u Excelu. Proračune nadmjere i dimenzija izvršiti prema izrazima 1. do 10.

**Tablica 1.** Prikaz provođenja analize varijance (Brežnjak, M., Herak, V., 1970)

Varijacija točnosti piljenja	Suma kvadrata odstupanja	Stupanj slobode	Procjena varijance	Standardna devijacija
1	2	3	4	5
Totalna [s <sub>t</sub> ]	$A = \left[ \sum_{ij} x_{ij}^2 - \frac{1}{4N} \left( \sum x_{ij} \right)^2 \right]$	4*N - 1	$s_t^2 = \frac{A}{4 * N - 1}$	$s_t = \sqrt{s_t^2}$
Između [s <sub>i</sub> ]	$B = \left[ \frac{1}{4} \sum_i \left( \sum_j x_{ij} \right)^2 - \frac{1}{4N} \left( \sum x_{ij} \right)^2 \right]$	N - 1	$s_i^2 = \frac{B}{N - 1}$	$s_i = \sqrt{s_i^2}$
Unutar [s <sub>u</sub> ]	A - B	3*N	$s_u^2 = \frac{A - B}{3 * N}$	$s_u = \sqrt{s_u^2}$

*x* – izmjerena debljina na piljenicama [mm],

*i* – indeks za pojedinu piljenicu,

*j* – indeks za pojedino mjerenje na jednoj piljenici,

*N* – broj piljenica na kojima je izvršeno mjerenje (veličina uzorka),

*s<sub>t</sub><sup>2</sup>* – procjena totalne varijance debljina piljenica [mm],

*s<sub>i</sub><sup>2</sup>* – procjena varijance debljine između piljenica za sprovođenje analize varijance [mm],

*s<sub>u</sub><sup>2</sup>* – procjena varijance debljina unutar piljenica [mm].

$$P = P_u + P_n + P_o \quad \dots\dots\dots(1)$$

*P* – ukupna nadmjera općenito [mm]

$$P_n = t * s_t \quad \dots\dots\dots(2)$$

*P<sub>n</sub>* – nadmjera na netočnosti piljenja [mm]

*t* – vrijednost totalnog varijabiliteta (standardne devijacije) netočnosti piljenja

*t* = 3 – 0% piljenica tanjih od nominalne vrijednosti

*t* = 2 – 2,5% piljenica tanjih od nominalne vrijednosti

*t* = 1,28 – 10% piljenica tanjih od nominalne vrijednosti

*s<sub>t</sub>* – totalna standardna devijacija netočnosti piljenja [mm]

$$P_o_b = h_L + h_D \quad \dots\dots\dots(3)$$

*P<sub>o<sub>b</sub></sub>* – nadmjera širine drvnih elemenata na daljnju obradbu [mm]

*h<sub>L</sub>* – max. veličina hrapavosti elementa po lijevom rubu [mm]

*h<sub>D</sub>* – max. veličina hrapavosti elementa po desnom rubu [mm]

$$P_o_d = h_v + h_u \quad \dots\dots\dots(4)$$

*P<sub>o<sub>d</sub></sub>* – nadmjera debljine piljenice (elementa) na daljnju obradbu [mm]

*h<sub>v</sub>* – max. veličina hrapavosti sa vanjske strane piljenice [mm]

*h<sub>u</sub>* – max. veličina hrapavosti sa unutarnje strane piljenice [mm]

### 3. Nadmjere – naputak

$$Pu_d = \left[ d * \beta * \left( 1 - \frac{u}{TZV} \right) \right] \dots\dots\dots(5)$$

$$d' = d + Pu_d + Pn_d + Po_d \dots\dots\dots(6)$$

*Pu<sub>d</sub>* – nadmjera utezanja na debljinu [mm]  
*Po<sub>d</sub>* – nadmjera debljine na daljnju obradu [mm]  
*Pn<sub>d</sub>* – nadmjera na netočnost piljenja [mm]  
*d* – obračunska (nominalna) debljina [mm]  
*d'* – debljina s nadmjerom [mm]  
*β* – koeficijent utezanja (tangentno ili radijalno)  
*u* – sadržaj vlage piljenica [koef]  
*TZV* – točka zasićenosti vlaknaca [koef]

$$Pu_b = \left[ b * \beta * \left( 1 - \frac{u}{TZV} \right) \right] \dots\dots\dots(7)$$

$$b'_{el} = b_{el} + Pu_b + Pn_b + Po_b \dots\dots\dots(8)$$

*Pu<sub>b</sub>* – nadmjera utezanja na širinu [mm]  
*Pn<sub>b</sub>* – nadmjera netočnosti piljenja [mm]  
*Po<sub>b</sub>* – nadmjera daljnje obradbe na širinu [mm]  
*b<sub>el</sub>* – obračunska (nominalna) širina drvnih elemenata [mm]  
*b'\_{el}* – širina drvnih elemenata s nadmjerom [mm]  
*β* – koeficijent utezanja (tangentno ili radijalno)  
*u* – sadržaj vlage drvnih elemenata [koef]  
*TZV* – točka zasićenosti vlaknaca [koef]

$$V_{el} = d_{el} * b_{el} * l_{el} \dots\dots\dots(9)$$

*V<sub>el</sub>* – volumen elementa [m<sup>3</sup>]  
*d<sub>el</sub>* – debljina elemenata [mm]  
*b<sub>el</sub>* – širina elementa [mm]  
*l<sub>el</sub>* – duljina elementa [m<sup>3</sup>]

$$P_{\%} = \frac{V'_{el} - V_{el}}{V'_{el}} * 100 \dots\dots\dots(10)$$

*P<sub>%</sub>* – Volumni udio ukupne nadmjere [%]  
*V'\_{el}* – Volumen elemenata sa nadmjerom [m<sup>3</sup>]  
*V<sub>el</sub>* – Volumen elemenata obračunskih dimenzija [m<sup>3</sup>]

### 3. Nadmjere – naputak

**Tablica 2.** Koeficijenti utezanja (Drvnoindustrijski priručnik, 1967.)

Vrst drva	Koeficijent utezanja			
	$\beta_r$	$\beta_t$	$\beta_l$	$\beta_v$
Hrast lužnjak	4,9	9,4	0,4	14,2
Hrast kitnjak	4,8	9,3	0,4	13,9
Bukva	5,0	11,8	0,3	19,7
Jasen	5,0	8,0	0,2	13,6
Javor	3,0	8,0	0,5	11,8
Orah	5,4	7,5	0,5	13,9
Joha	4,3	9,3	0,4	13,6
Lipa	5,5	9,1	0,3	14,4
Topola	5,2	8,3	0,3	14,3
Jela	3,8	7,6	0,1	11,7
Smreka	3,6	7,4	0,3	12,0
Ariš	3,3	7,8	0,3	11,8
Bor obični	4,0	7,7	0,4	12,4
Bor crni	4,3	7,7	0,4	12,2

03

**Tablica 3.** Sadržaj vode u drvu kod točke zasićenosti vlaknaca (Drvnoindustrijski priručnik, 1967.)

Sadržaj vode u drvu kod točke zasićenosti vlaknaca			
Hrast, jasen, pitomi kesten, bagrem, orah, trešnja	Bor, ariš, duglazija	Bukva, grab, lipa, vrba, topola, breza	Jela/Smreka
23 – 25	26 – 28	32 – 35	30 – 34

**Tablica 4.** Veličina totalne standardne devijacije netočnosti piljenja ustanovljena na većem broju pilana u Hrvatskoj i Sloveniji (Brežnjak, M; Herak, V., 1970.)

Vrsta pilanskog stroja	Veličina totalne standardne devijacije netočnosti piljenja – $s_t$ [mm]	
	Četinjače (jela, smreka)	Listače (hrast)
Tračne pile	0,3 – 0,6	0,4 – 0,7
Jarmače	0,1 – 0,3	0,3 – 0,6

**Tablica 5.** Maksimalna veličina hrapavosti ustanovljena na piljenicama većeg broja pilana u Hrvatskoj i Sloveniji (Brežnjak, M; Herak, V., 1970.)

Vrsta pilanskog stroja	Maksimalna veličina hrapavosti – $h_{max}$ [mm]	
	Četinjače (jela, smreka)	Listače (hrast)
Tračne pile	0,6 – 1,2	0,4 – 0,6
Jarmače	0,8 – 1,3	0,3 – 0,7

**LITERATURA**

1. Brežnjak, M., 1997: Pilanska tehnologija drva, I dio, Udžbenik, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
2. Brežnjak, M., 2000: Pilanska tehnologija drva, II dio, Udžbenik, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
3. Brežnjak, M., 1983: O nadmjerama na dimenzije piljenica, Drvna industrija, 34, (11-12): 277-283.
4. Brežnjak, M., Herak, V., 1970: Kvaliteta piljenja na suvremenim primarnim pilanskim strojevima, Drvna industrija, 21, (1-2): 2-12.
5. Brežnjak, M., 1971: Kvaliteta piljenja na suvremenim primarnim pilanskim strojevima, separat, Drvarski simpozij prigodom 300-godišnjice Sveučilišta te 50-godišnjice šumarske nastave u Zagrebu.
6. Brežnjak, M., 1966: O kvaliteti piljenja na primarnim pilanskim strojevima, Drvna industrija, 17, (11-12): 170-179.
7. Brežnjak, M., Hvamb, G. 1963: Studija o listovima pila jarmača s razvraćenim i stlačenim zupcima u odnosu na preciznost piljenja, Drvna industrija, 14, (5-6): 66-75.
8. Brežnjak, M., Hvamb, G. 1963: Statistische Berechnung der Dickenschwankungen in Brettern, Holz als Roh-und Werkstoff, 21: 62-64.
9. Brežnjak, M., 1960: Statistička kontrola kvalitete u pilanskoj industriji, Interna studija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
10. Brežnjak, M., 1981: Utjecaj uvjeta piljenja neke pokazatelje djelotvornosti pilanske tehnologije, Interna studija, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
11. Butković, J., 1982: Kvaliteta piljenja jelovine na jarmačama, Drvna industrija, 33, (5-6): 129-134.
12. Emrović, B., 1970: Kontrola kvaliteta, Matematsko-statističke osnove, Tehnički bilten 1: 1-25.
13. Goglia, V., Beljo-Lučić, R., Kos, A., 1999: Utjecaj razine održavanja strojeva i alata na kvalitetu obrade, Međunarodno savjetovanje Konstrukcije i kvaliteta namještaja-iskorak u zaštiti korisnika, Ambienta Zagrebački velesajam.
14. Govorčin, S., 1984: Mjerenje hrapavosti površine piljenica, Drvna industrija, 35, (1-2): 19-23.
15. Ilić, M. 1987: Utezanje i nadmjera bukovih piljenica, Drvna industrija, 38, (11-12): 249-258.
16. Naglič, V., 1991. Komparativno piljenje hrastovih trupaca na jarmači pilama sa stlačenim i razvraćenim zupcima, Magistarski rad, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
17. Šoškić, B., 1985: Promjena oblika rezanih sortimenata u zavisnosti od tehnološkog procesa pilanske prerade i njen značaj za finalnu preradu drveta, Savjetovanje o razvoju finalne proizvodnje na bazi prerade bukovine i ostalih vrsta drveta, Živinice.
18. \*\*\*\*\* 1967: Drvnoindustrijski priručnik, Tehnička knjiga, Zagreb