

Andreja Čunčić Zorić, Zlatko Budrović¹, Kristijan Radmanović², Ivan Turkalj,
Miroslav Zaborski, Marko Akmačić³

Razlike u vrijednostima volumena neokrajčenih piljenica kao posljedica različitih načina mjerenja njihove širine

Differences in Values of Volume of Unedged Sawn Boards as a Result of Different Width Measurement Methods

Prethodno priopćenje • Preliminary paper

Prispjelo – received: 4. 3. 2013.

Prihvaćeno – accepted: 23. 6. 2014.

UDK: 630*854.1; 674.031.632.26

doi:10.5552/drind.2014.1313

SAŽETAK • U radu su razmatrani različiti načini mjerenja širine neokrajčenih piljenica nominalnih debljina 50, 60 i 80 mm te značenje tih načina mjerenja na proračun njihova volumena. Polazište pri određivanju načina mjerenja širine bili su propisi hrvatskih i europskih normi te uobičajeni načini mjerenja u hrvatskim pilanama. Eksperimentalno je mjerenje izvedeno u jednoj pilani u Hrvatskoj. Na temelju dobivenih rezultata istraživanja zaključeno je da postoje razlike u izračunanim volumenima neokrajčenih piljenica koje su posljedica različitih načina mjerenja njihovih širina. Za piljenice debljine 50 mm najveće su vrijednosti izračunanoga volumena dobivene metodom koja se često primjenjuje u hrvatskoj pilanarskoj praksi, a označili smo je sa P2, a zatim slijede načini mjerenja prema HRN2, EN, te još jednoj metodi koja se rabi u hrvatskoj pilanarskoj praksi, a koju smo označili sa P1, kao i prema HRN1, no te razlike nisu statistički značajne. Način mjerenja širine za piljenice debljine 60 i 80 mm prema EN daje najveće vrijednosti volumena, zatim slijede HRN2, u pilanama označenima sa P2, P1 i HRN1, no te su razlike statistički značajne samo za debljinu od 80 mm. Načini mjerenja širine prema EN, HRN2 i pilani označenoj sa P2 za sve istraživane debljine rezultiraju manjim međusobnim odstupanjima. S povećanjem debljine vidljiv je i porast razlike volumena piljenica, no on je statistički značajan tek za debljine piljenica od 80 mm.

Cljučne riječi: mjerenje piljenica, neokrajčene piljenice, širina piljenica, volumen piljenica

ABSTRACT • The paper discusses various methods of measuring the width of unedged sawn boards with nominal thickness of 50, 60 and 80 mm, as well as the importance of measuring methods for the calculation of their volume. The starting point in determining the method of measuring the width of the boards were Croatian and European regulations as well as common methods of measuring used in Croatian sawmills. Experimental measurements were performed in a sawmill in Croatia. Based on the research results, it was concluded that there is a difference in the calculation of the volume of the unedged sawn boards as a result of the different methods used to calculate

¹ Autori su stručni konzultanti u tvrtki Klikpar d.o.o., Zagreb, Hrvatska. ²Autor je asistent Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska. ³Autori su studenti Šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska.

¹ Authors are technical consultants in the company Klikpar d.o.o., Zagreb, Croatia. ²Author is an assistant at the Faculty of Forestry, University of Zagreb, Croatia. ³Authors are students at the Faculty of Forestry, University of Zagreb, Croatia.

their width. For 50 mm thick sawn boards, the highest values of the measured volume were obtained by applying a measurement method common in Croatian sawmills, labelled as P2. This was followed by measurement methods according to HRN2, EN, and another method used in Croatian sawmills, labelled as P1, and finally by the HRN1 method; however differences in this case were not statistically significant. The EN method of measuring the width of sawn boards of 60 and 80 mm thickness resulted in the highest value of volume, followed by the HRN2 method, and finally methods used in the sawmills labelled as P2, P1 and HRN1; however differences were statistically significant only with 80 mm sawn boards. For all the observed widths, measurement methods according to EN, HRN2 and the sawmill method, labelled as P2, resulted in smaller mutual deviations. With an increase of thickness, an apparent increase in volume was observed; however it was statistically significant only for the planks with a thickness of 80 mm.

Keywords: unedged sawn boards, measuring of boards, board width, volume of sawn boards

1. UVOD 1 INTRODUCTION

Neokrajčene se piljenice (sl. 1.) prema obliku mogu definirati kao vrsta pilanskog proizvoda koji je s dvije plošne strane obrađen pilama, a na dvije uzdužne rubne strane ima ostatak zaobljenja trupca (Brežnjak, 1997.). S obzirom na kvalitetu, mogu biti izuzetno kvalitetne, ali i osrednje ili niske kvalitete. Nekada su se, a ponegdje je tako i danas, od najkvalitetnijih trupaca različitih vrsta drva izrađivale kladarke ili bul kao najvredniji primarni pilanski proizvodi takvoga oblika. Danas su takav proizvod samice, odnosno visokokvalitetne neokrajčene piljenice (Ištvanic i sur., 2003.). Samice se izrađuje na više načina, ali najčešće primarnim raspiljivanjem tehnikom piljenja ucijelo. Jedan od načina dobivanja samica jest onaj pri piljenju trupaca u kladarke, kada se piljenice koje kvalitetom ne zadovoljavaju svrstavanje u kladarke svrstavaju u samice. Samice se izrađuju i neposredno piljenjem trupaca koji kvalitetom ne bi dali kladarke. Pritom u kategoriju samica mogu biti uvrštene sve one neokrajčene piljenice koje se izrađuju od središnje i bočne zone trupca ako odgovaraju kvalitetom i ako nisu uže i kraće od normom propisane širine i duljine samica. Samice se izrađuju i od duljih neokrajčenih piljenica koje kvalitativno ne zadovoljavaju uvjete, ali se dodatnim poprečnim

krojenjem (pikračivanjem) dio tih piljenica može svrstati u samice (Prka, 1988.).

U hrvatskim pilanama uobičajeno je da se izmjera piljenica provodi ručno, različitim vrstama krutih i sklopivih drvenih ili plastičnih mjernih alata odnosno čeličnim ili plastičnim mjernim vrpčama (sl. 2.). Mjerenje se najčešće obavlja nakon što se piljena grada ispile i otpremi u sortirnicu pilane ili na skladište piljenica. Pri ručnom mjerenju piljenog drva često nastaju greške koje kasnije utječu na volumen, pa i na krajnju cijenu piljenice. Uzroci pogrešaka najčešće su:

- nedovoljan broj mjernih mjesta
- neispravna uporaba mjernih uređaja
- neispravnost mjernih uređaja
- sustavna greška mjerila
- pogrešno očitavanje mjeritelja.

Ručno se mjerenje obavlja metodama koje su propisane normama ili pak prema dogovorima i ugovorima. No izmjera se može provoditi i strojno, uz pomoć elektroničkih naprava. Tim se načinom mjerenja duljina i debljina mogu određivati za bilo koji oblik piljene grade, dok se širina određuje uglavnom samo u okrajčenim piljenicama. Moguća su taktična mjerenja kao što su ručno mjerenje ili upotreba dvostrane mehaničke ruke, ali umjesto toga, kao alternativa, moguće je upotrijebiti ultrazvučne, mikrovalne i optičke senzore (Vuorilehto, 2001.).

Prka i sur. (2001.) te Ištvanic i sur. (2003.) u svojim su istraživanjima razmatrali problematiku razvrstavanja neokrajčenih i poluokrajčenih hrastovih i bukovih piljenica prema normama i uobičajenim kriterijima u hrvatskim pilanama. Utvrdili su da postoje određene razlike u razvrstavanju prema kvaliteti, što je bio i prioritetni cilj istraživanja. No usput su uočili da postoje i određene razlike u pristupu načinu mjerenja širine piljenica. S obzirom na to da nisu pronađeni odgovori na pitanja koliko je to u konačnici važno pri preuzimanju i obračunu volumena piljenica, poduzeto je novo istraživanje te problematike.

U pilanskoj obradi drva u Republici Hrvatskoj nedostadni su podaci o utjecaju načina mjerenja širine neokrajčenih piljenica na njihov volumen. Budući da se u praksi propisuju i primjenjuju različiti načini mjerenja širine prema normama odnosno na praktičan način, cilj istraživanja bio je utvrditi značenje načina mjerenja širine na volumen neokrajčenih piljenica različitih nominalnih debljina.



Slika 1. Kladarke i neokrajčene piljenice (samice)
Figure 1 Bouls and unedged sawn boards



Slika 2. Ručno mjerenje neokrajčenih piljenica
Figure 2 Manuel measuring of unedged boards



2. MATERIJALI I METODE 2 MATERIALS AND METHODS

Preuzimanje i mjerenje piljenica provedeno je u jednoj hrvatskoj pilani specijaliziranoj za obradu tvrdih listača (sl. 3.). Kao pilanska sirovina za izradu piljenica korišteni su furnirski trupci F i L klase te pilanski trupci I., II. i III. klase kvalitete prema HRN normama. Neokrajčene piljenice (samice) gotov su pilanski proizvod koji se u toj pilani izrađuje tehnikom piljenja trupca ucijelo na tračnoj pili trupčari. Piljenice su prethodno prirodno prosušene, a nominalne su im debljine bile 50, 60 i 80 mm. Mjerenje je provedeno sukladno propisima HRN D. B0. 022. - Razvrstavanje i mjerenje neobrađenog i obrađenog drva, EN 1309 – 1 Oblo i piljeno drvo, Metoda mjerenja dimenzija – I. dio: Piljeno drvo i EN 1312 – Oblo i piljeno drvo, Određivanje volumena složaja piljenog drva te prema dvama praktičnim postupcima mjerenja u hrvatskim pilanama označenima sa P1 i P2. Pri tome se nije posebno pazilo na vrstu drva od koje su piljenice bile izrađene, ali svaki je izmjereni statistički uzorak od 30 komada piljenica bio od istovrsne vrste drva.

2.1. Načini mjerenja neokrajčenih piljenica 2.1 Measuring of unedged boards

2.1.1. Mjerenje prema normi HRN D. B0. 022.

2.1.1 Measurement according to Croatian standard – HRN D. B0. 022

Mjerenje debljine obavlja se na bilo kojemu mjestu piljenice. Duljina piljene građe mjeri se metrom na bilo



Slika 3. Preuzimanje i mjerenje neokrajčenih piljenica (samica)
Figure 3 Handling and measuring of unedged sawn boards

kojemu mjestu od jednoga do drugoga čela piljenice ako je ona pravokutno prepiljena. Ako čelne stranice nisu pravokutno prepiljene, duljina se mjeri na najkraćemu mjestu između obaju čela. Duljina se izražava metrima, s jednim decimalnim mjestom zaokruženo naniže. Širina piljene građe samica i polusamica mjeri se metrom i izražava centimetrima. U piljenica debljine do 47 mm širina se mjeri na užoj strani, na polovici duljine piljenice (sl. 4.a). Širina piljenica debljine 48 mm i više mjeri se na užoj i široj strani te se izračuna aritmetička sredina iznosa objiju širina (sl. 4.b). Tom normom izmjerena širina izražava se cijelim centimetrima zaokružena na nižu vrijednost. No s obzirom na to da se u hrvatskim normama vezanima za neokrajčene piljenice pojedinih vrsta drva navodi da se izmjerena širina izražava cijelim centimetrima, pri čemu se širina piljenice do 5 mm zaokružuje naniže, a one od 6 do 9 mm naviše, pri proračunu je primijenjen taj propis zaokruživanja vrijednosti.

2.1.2. Mjerenje prema normi EN 1309 i EN 1312

2.1.2 Measurement according to European Standards – EN 1309 and EN 1312

Debljina se mjeri na oba čela neokrajčane piljenice. Mjesto mjerenja mora biti čisto i bez grešaka drva. Širina neokrajčenih piljenica mjeri se na polovici duljine piljenica, i to od polovice zaobljenosti s jedne strane do polovice zaobljenosti (ostatka plašta trupca) na drugoj strani. Ako se na tome mjestu nalazi neka greška drva koja značajno utječe na rezultat mjerenja, izvode se dva mjerenja na udaljenosti simetričnoj od polovice duljine piljenice. Piljenice koje se mjere moraju biti svježe ispiljene. Za dobivanje širine uzima se piljenica bez kore i mjeri njezina širina. S obzirom na vrlo nejasno objašnjenje načina izražavanja i zaokruživanja u mjernim jedinicama, prilagodili smo ga drugim istraživanjima mjerenja tako da smo širinu izrazili cijelim centimetrima, pri čemu smo širina piljenice do 5 mm zaokruživali naniže, a one od 6 do 9 mm naviše (sl. 4.c). Duljinu smo mjerili na najkraćemu mjestu između obaju čela piljenica i izražavali metrima s dva decimalna mjesta zaokruženo naniže.

2.1.3. Mjerenje prema postupku u pilani 1 (P1)

2.1.3 Measurement according to the method of Sawmill 1

Mjerenje debljine nije točno propisano. Širina piljene građe iskazuje se centimetrima. Širina neokrajčnih piljenica debelih do, uključivo, 38 mm mjeri se na

užoj strani, na polovici duljine piljenice, od kore do kore. Širina neokrajčanih piljenica debljine 50 mm i više mjeri se na užoj strani piljenice, i to na polovici duljine, tako da se za širinu uzima dimenzija od početka zaobljenosti na užoj strani do polovice zaobljenja zaostalog od trupca na široj strani piljenice (sl. 4.d). U oba primjera izmjerene se veličine zaokružuju na cijeli centimetar naniže. Duljina se mjeri na najkraćemu mjestu između obaju čela piljenica i izražava se metrima s jednim decimalnim mjestom zaokruženo naniže.

2.1.4. Mjerenje prema postupku na pilani 2 (P2)

2.1.4 Measurement according to the method of Sawmill 2

Mjerenje debljine ni u toj pilani nije strogo određeno. Širine piljenica svih debljina mjere se centimetrima i zaokružuju na puni centimetar naniže. Širina piljenica debelih do, uključivo, 38 mm mjeri se na užoj strani, na polovici duljine, tako da se za širinu uzima dimenzija od početka zaobljenja na jednoj strani do početka zaobljenosti na drugoj strani. Širina piljenice debljine 50 i više milimetara mjeri se na užoj strani piljenice, i to na polovici duljine, tako da se za širinu uzima dimenzija od početka zaobljenosti na užoj strani do samog kraja zaobljenosti šire strane piljenice na drugoj strani (sl. 4.e). U oba primjera izmjerene se veličine zaokružuju na cijeli centimetar naniže. Duljina se mjeri na najkraćemu mjestu između obaju čela piljenice i izražava se metrima s jednim decimalnim mjestom zaokruženo naniže.

2.2. Obrada podataka

2.2 Data processing

Proračun volumena izračunan je množenjem izmjerenih dimenzija temeljenom na nominalnoj debljini, širini i duljini piljenica prema izrazu 1:

$$V = d \cdot b \cdot l \tag{1}$$

V - volumen piljenice / volume of sawn boards, m³

d - debljina piljenice / thickness of sawn boards, m

b - širina piljenice / width of sawn boards, m

l - duljina piljenice / length of sawn boards, m.

Za sve analizirane varijable provedena je opisna statistika (veličina uzorka, aritmetička sredina, standardna devijacija, minimum, medijan, maksimum te 95- postotni interval pouzdanosti procjene volumena neokrajčenih piljenica). Grafički prikazi kumulativnih vrijednosti volumena izračunanih na pet različitih načina (HRN2, HRN1, EN, P1, P2) izrađeni su u računalnom programu *Microsoft Excel*. Usporedba prosječnih vrijednosti volumena neokrajčenih piljenica unutar istraživanih debljina provedena je analizom varijance (*ANOVA*) uz pomoć računalnog programa *Statistica 7.1.*, u kojemu su izrađeni i grafički prikazi provedenih analiza.

3. REZULTATI

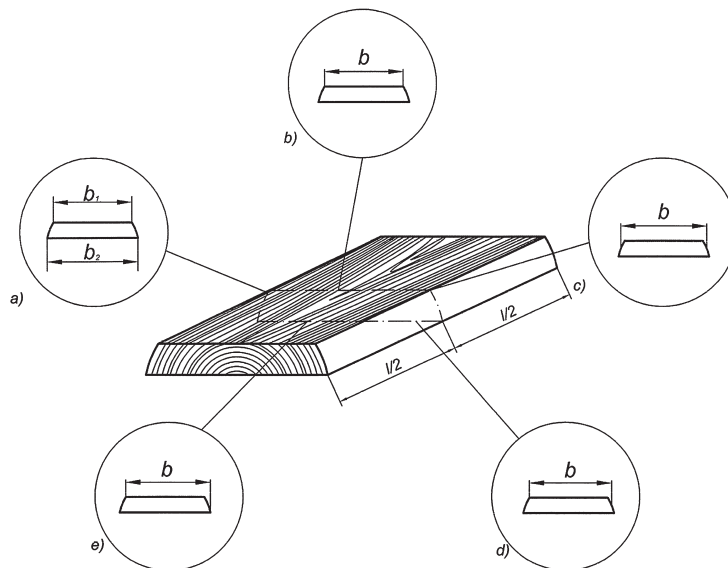
3 RESULTS

Uvjet homogenosti varijance zadovoljen je pri svim usporedbama unutar različitih nominalnih debljina neokrajčenih piljenica (tabl. 1.), te je za usporedbu prosječnih vrijednosti volumena neokrajčenih piljenica

Tablica 1. Usporedba varijanci volumena neokrajčenih piljenica

Table 1 Comparison of volume variances of unedged boards

Nominalne debljine neokrajčanih piljenica, mm <i>Nominal thickness of unedged boards, mm</i>	Leveneov test homogenosti varijance <i>Levene's test of homogeneity of variance</i>	
	<i>F</i>	<i>P</i>
50	0,28905	0,88471
60	0,20043	0,93777
80	0,07039	0,99087



Slika 4. Prikaz načina mjerenja širine neokrajčenih piljenica: a) prema HRN2 (piljenice debljine 48 mm i više), b) prema HRN1 te kao u pilani P1 i P2 (piljenice debljine do 47 mm), c) prema EN, d) prema pilani P1 (piljenice debljine 48 mm i više), e) prema pilani P2 (piljenice debljine 48 mm i više)

Figure 4 Methods of measuring the width of unedged sawn boards: a) HRN2 (from sawn boards with a thickness of 48 mm and more), b) HRN1 and sawmill P1 and P2 (from sawn boards with a thickness of up to 47 mm), c) EN, d) sawmill P1 (from sawn boards with a thickness of 48 mm and more), e) sawmill P2 (from sawn boards with a thickness of 48 mm and more)

Tablica 2. Deskriptivna statistička obrada izmjerenih dimenzija neokrajčenih piljenica nominalne debljine 50 mm
Table 2 Descriptive statistics of measured dimensions for 50 mm thick unedged boards

Način mjerenja <i>Method of measurement</i>	Dimenzija <i>Dimension</i>	Veličina uzorka <i>N</i>	Minimum <i>Minimum</i>	Medijan <i>Median</i>	Maksimum <i>Maximum</i>	Aritmetička sredina <i>Average</i>	Standardna devijacija <i>Stand. dev.</i>
HRN 2 <i>Croatian Standard 2</i>	<i>b</i> , cm	30	20	35	59	35	8
	<i>V</i> , m ³	30	0,025	0,064	0,094	0,059	0,019
HRN 1 <i>Croatian Standard 1</i>	<i>b</i> , cm	30	20	33	55	32	7
	<i>V</i> , m ³	30	0,023	0,056	0,090	0,055	0,017
EN <i>European Standard</i>	<i>b</i> , cm	30	21	35	55	35	8
	<i>V</i> , m ³	30	0,025	0,065	0,096	0,059	0,020
Pilana 1 <i>Sawmill 1</i>	<i>b</i> , cm	30	20	35	59	34	8
	<i>V</i> , m ³	30	0,025	0,058	0,092	0,057	0,018
Pilana 2 <i>Sawmill 2</i>	<i>b</i> , cm	30	20	36	59	36	8
	<i>V</i> , m ³	30	0,027	0,065	0,092	0,060	0,018

Tablica 3. Rezultati testiranja signifikantnosti razlike volumena neokrajčenih piljenica nominalne debljine 50 mm
Table 3 Results of statistical significance analysis of differing volumes for 50 mm thick sawn boards

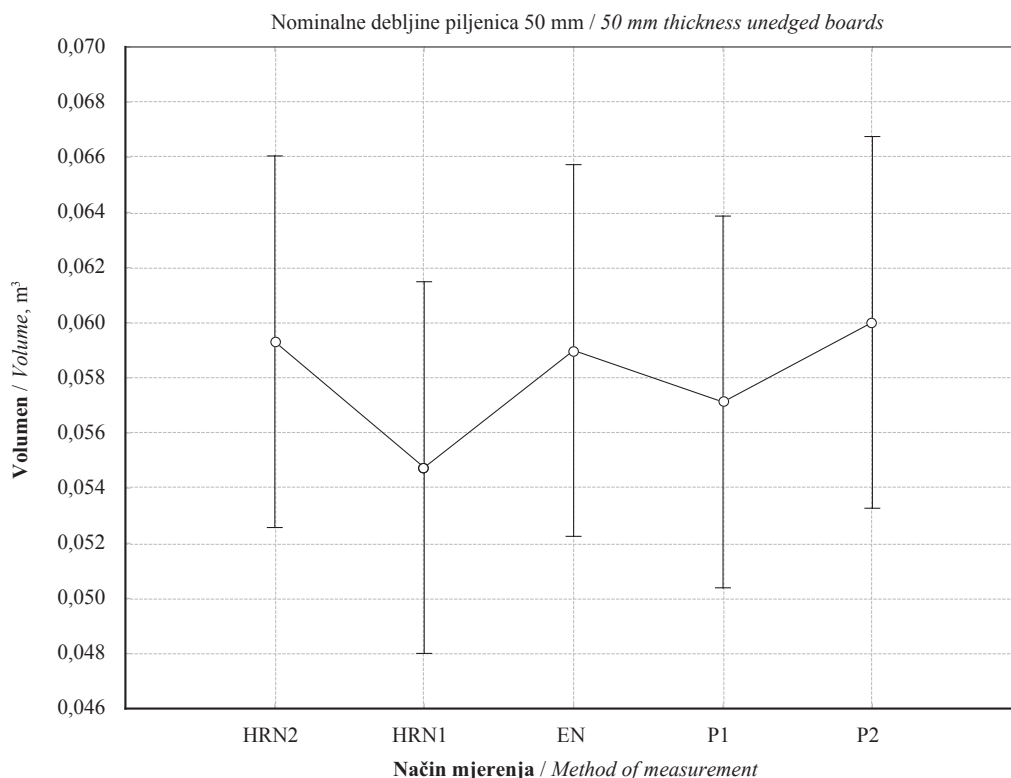
Izvor varijacije <i>Source of variation</i>	Zbroj kvadrata <i>Sum of squares</i>	Stupnjevi slobode <i>Degrees of freedom</i>	Sredina kvadrata <i>Mean square</i>	<i>F</i> -omjer <i>F ratio</i>	<i>p</i> -vrijednost <i>p value</i>
Protumačen (između grupa) <i>Interpreted (between groups)</i>	543,01	4	135,75	0,38899	0,81627
Neprotumačen (unutar grupa) <i>Unexplained (within groups)</i>	50 602,82	145	348,98		
Ukupno / <i>Total</i>	51 145,82	149	-	-	-

različitim načinima mjerenja njihove širine primijenjena analiza varijance (ANOVA).

Testiranje razlika između prosječnih vrijednosti volumena neokrajčenih piljenica debljine 50 mm izračunanih na pet različitih načina (HRN2, HRN1, EN, P1, P2) provedeno je analizom varijance. Opisna statistika i rezultati testiranja prikazani su u tablicama 2. i 3.

F-omjer za analizirane varijable pripada *F*-distribuciji (stupanj slobode – 4, 145), a uz razinu zna-

čajnosti $\alpha = 5\%$ kritična vrijednost iznosi 2,43407. Empirijski je *F*-omjer za prosječne vrijednosti volumena neokrajčenih piljenica debljine 50 mm manji od kritične vrijednosti, te se zaključuje da razlika koja postoji među izračunanim volumenima nije statistički značajna. Uz pomoć *p*-vrijednosti dolazi se do istog zaključka ($p > 0,05$). Usporedba volumena neokrajčenih piljenica debljine 50 mm prikazana je na slici 5.



Slika 5. Grafički prikaz distribucije volumena neokrajčenih piljenica nominalne debljine 50 mm
Figure 5 Illustration of distribution of volumes of 50 mm thick sawn boards

Testiranje razlika između prosječnih vrijednosti volumena neokrajčenih piljenica debljine 60 mm izračunanih na pet različitih načina (HRN2, HRN1, EN, P1, P2) provedeno je analizom varijance. Opisna statistika i rezultati testiranja dani su u tablicama 4. i 5.

F-omjer za analizirane varijable pripada *F-distribuciji* (stupanj slobode – 4, 145), a uz razinu značajnosti $\alpha = 5 \%$ kritična vrijednost iznosi 2,43407.

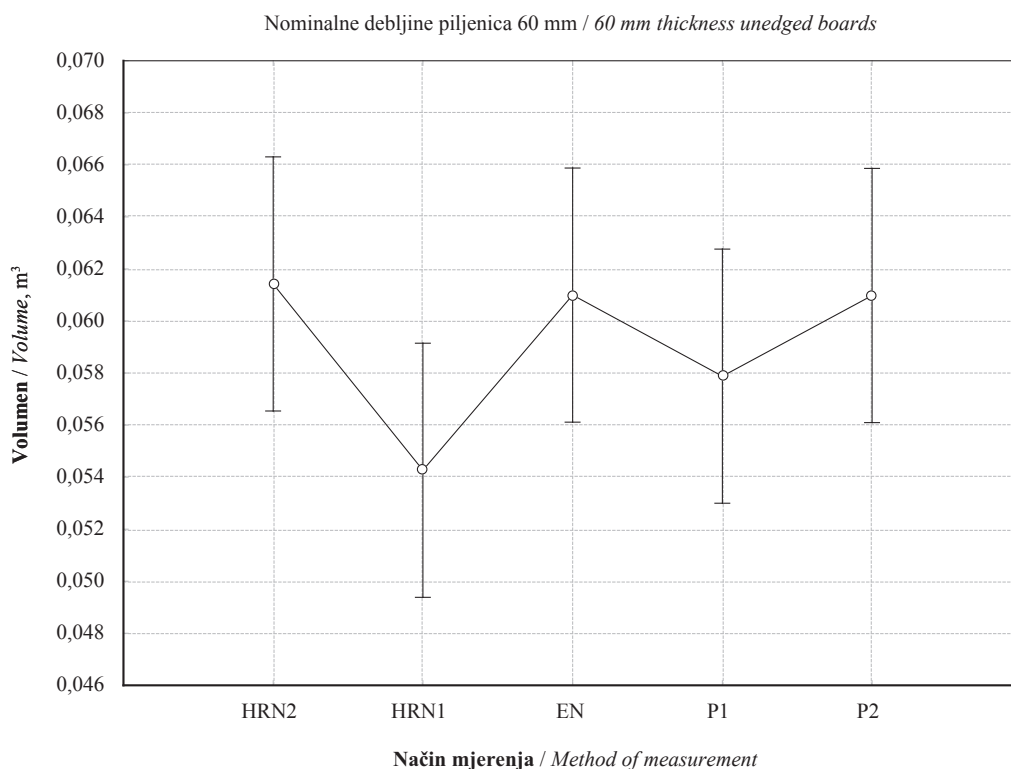
Empirijski je *F-omjer* za prosječne vrijednosti volumena neokrajčenih piljenica debljine 60 mm manji od kritične vrijednosti, te se zaključuje da razlika koja postoji među izračunanim volumenima nije statistički značajna. Uz pomoć *p-vrijednosti* dolazi se do istog zaključka ($p > 0,05$). Usporedba volumena neokrajčenih piljenica debljine 60 mm prikazana je na slici 5.

Tablica 4. Deskriptivna statistička obrada izmjerenih dimenzija neokrajčenih piljenica nominalne debljine 60 mm
Table 4 Analysis of descriptive statistics of measured dimensions of 60 mm thick unedged boards

Način mjerenja <i>Method of measurement</i>	Dimenzija <i>Dimension</i>	Veličina uzorka <i>N</i>	Minimum <i>Minimum</i>	Medijan <i>Median</i>	Maksimum <i>Maximum</i>	Aritmetička sredina <i>Average</i>	Standardna devijacija <i>Stand. dev.</i>
HRN 2 <i>Croatian Standard 2</i>	<i>b</i> , cm	30	27	40	54	41	7
	<i>V</i> , m ³	30	0,041	0,062	0,090	0,061	0,013
HRN 1 <i>Croatian Standard 1</i>	<i>b</i> , cm	30	17	36	51	36	8
	<i>V</i> , m ³	30	0,026	0,054	0,085	0,054	0,015
EN <i>European Standard</i>	<i>b</i> , cm	30	28	40	53	40	6
	<i>V</i> , m ³	30	0,042	0,061	0,090	0,061	0,013
Pilana 1 <i>Sawmill 1</i>	<i>b</i> , cm	30	24	38	52	38	7
	<i>V</i> , m ³	30	0,036	0,057	0,086	0,058	0,014
Pilana 2 <i>Sawmill 2</i>	<i>b</i> , cm	30	29	39	54	40	7
	<i>V</i> , m ³	30	0,041	0,061	0,088	0,061	0,013

Tablica 5. Rezultati testiranja signifikantnosti razlike volumena neokrajčenih piljenica nominalne debljine 60 mm
Table 5 Results of statistical significance analysis of differing volumes for 60 mm thick sawn boards

Izvor varijacije <i>Source of variation</i>	Zbroj kvadrata <i>Sum of squares</i>	Stupnjevi slobode <i>Degrees of freedom</i>	Sredina kvadrata <i>Mean square</i>	<i>F</i> omjer <i>F ratio</i>	<i>p</i> vrijednost <i>p value</i>
Protumačen (između grupa) <i>Interpreted (between groups)</i>	1121,57	4	280,39	1,53131	0,19615
Neprotumačen (unutar grupa) <i>Unexplained (within groups)</i>	26 550,46	145	183,11		
Ukupno / <i>Total</i>	27 672,04	149	-	-	-



Slika 6. Grafički prikaz distribucije volumena neokrajčenih piljenica nominalne debljine 60 mm
Figure 6 Illustration of distribution of volumes of 60 mm thick sawn boards

Testiranje razlika između prosječnih vrijednosti volumena neokrajčenih piljenica debljine 80 mm izračunanih na pet različitih načina (HRN2, HRN1, EN, P1, P2) provedeno je analizom varijance. Opisna statistika i rezultati testiranja navedeni su u tablicama 6. i 7.

F-omjer za analizirane varijable pripada *F*-distribuciji (stupanj slobode – 4, 145), a uz razinu značajnosti $\alpha = 5 \%$ kritična vrijednost iznosi

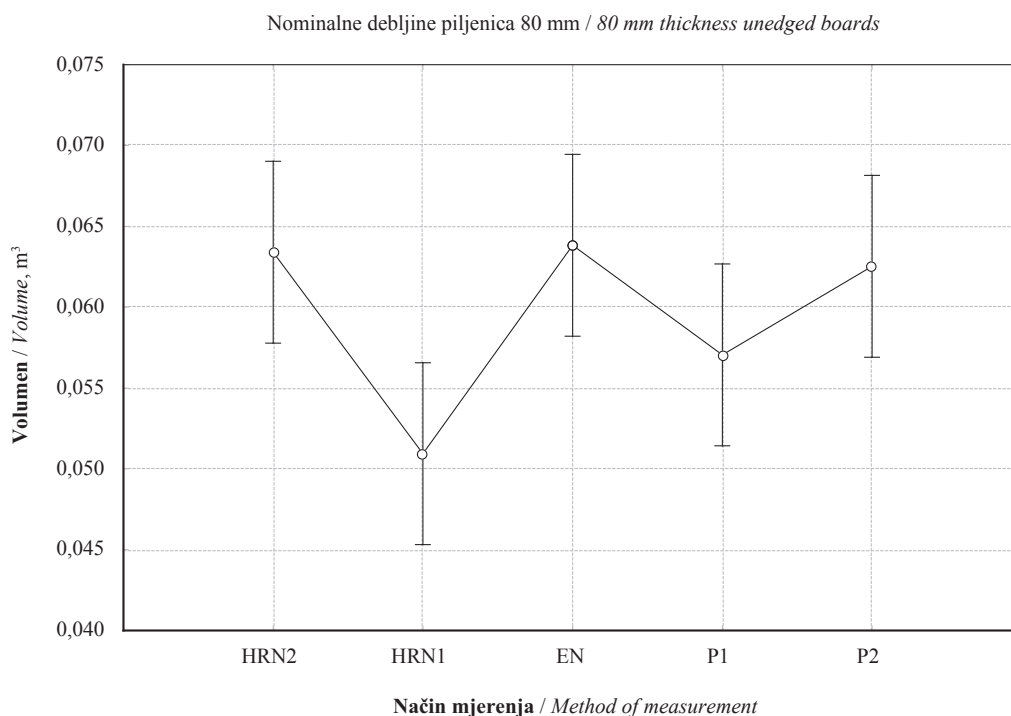
2,43407. Empirijski je *F*-omjer za prosječne vrijednosti volumena neokrajčenih piljenica debljine 80 mm veći od kritične vrijednosti, te se zaključuje da je razlika koja postoji među izračunani volumenima statistički značajna. Uz pomoć *p*-vrijednosti dolazi se do istog zaključka ($p < 0,05$). Usporedba volumena neokrajčenih piljenica debljine 80 mm predložena je na slici 6.

Tablica 6. Deskriptivna statistička obrada izmjerenih dimenzija neokrajčenih piljenica nominalne debljine 80 mm
Table 6 Analysis of descriptive statistics of measured dimensions of 80 mm thick unedged boards

Način mjerenja <i>Method of measurement</i>	Dimenzija <i>Dimension</i>	Veličina uzorka <i>N</i>	Minimum <i>Minimum</i>	Medijan <i>Median</i>	Maksimum <i>Maximum</i>	Aritmetička sredina <i>Average</i>	Standardna devijacija <i>Stand. dev.</i>
HRN 2 <i>Croatian Standard 2</i>	<i>b</i> , cm	30	24	31	43	32	5
	<i>V</i> , m ³	30	0,046	0,060	0,100	0,063	0,015
HRN 1 <i>Croatian Standard 1</i>	<i>b</i> , cm	30	16	24	40	25	7
	<i>V</i> , m ³	30	0,030	0,047	0,087	0,051	0,016
EN <i>European Standard</i>	<i>b</i> , cm	30	25	32	43	32	5
	<i>V</i> , m ³	30	0,048	0,060	0,103	0,064	0,015
Pilana 1 <i>Sawmill 1</i>	<i>b</i> , cm	30	20	27	41	29	6
	<i>V</i> , m ³	30	0,038	0,053	0,094	0,057	0,016
Pilana 2 <i>Sawmill 2</i>	<i>b</i> , cm	30	23	30	43	31	6
	<i>V</i> , m ³	30	0,044	0,060	0,102	0,063	0,016

Tablica 7. Rezultati testiranja signifikantnosti razlike volumena neokrajčenih piljenica nominalne debljine 80 mm
Table 7 Results of statistical significance analysis of differing volumes for 80 mm thick sawn boards

Izvor varijacije <i>Source of variation</i>	Zbroj kvadrata <i>Sum of squares</i>	Stupnjevi slobode <i>Degrees of freedom</i>	Sredina kvadrata <i>Mean square</i>	<i>F</i> -omjer <i>F ratio</i>	<i>p</i> -vrijednost <i>p value</i>
Protumačen (između grupa) <i>Interpreted (between groups)</i>	3671,95	4	917,99	3,77812	0,00593
Neprotumačen (unutar grupa) <i>Unexplained (within groups)</i>	35 231,39	145	242,98		
Ukupno / <i>Total</i>	38 903,34	149	-	-	-



Slika 7. Grafički prikaz distribucije volumena neokrajčenih piljenica nominalne debljine 80 mm
Figure 7 Illustration of distribution of volumes of 80 mm thick sawn boards

Tablica 8. Rezultati testiranja signifikantnosti razlike volumena neokrajčenih piljenica nominalne debljine 80 mm (Bonferroni post-hoc test)

Table 8 Results of statistical significance analysis of differing volumes for 80 mm thick sawn boards (Bonferroni *post-hoc test*)

Način mjerenja <i>Method of measurement</i>	HRN2 ₈₀ (63, 408)	HRN1 ₈₀ (50, 944)	EN ₈₀ (63, 032)	P1 ₈₀ (57, 056)	P2 ₈₀ (62, 536)
HRN2 ₈₀	-	0,02354	1,00000	1,00000	1,00000
HRN1 ₈₀	0,02354	-	0,01676	1,00000	0,04577
EN ₈₀	1,00000	0,01676	-	0,94411	1,00000
P1 ₈₀	1,00000	1,00000	0,94411	-	1,00000
P2 ₈₀	1,00000	0,04577	1,00000	1,00000	-

Razlike u procjeni vrijednosti volumena neokrajčenih piljenica debljine 80 mm pokazale su se statistički značajnima [ANOVA: $F(4,145) = 3,77812$; $p = 0,00593$]. Naknadnim (*post-hoc*) testiranjem, primjenom Bonferronijeva testa, potvrđeno je da vrijednosti volumena neokrajčenih piljenica debljine 80 mm izračunane načinom HRN1 značajno odstupaju od vrijednosti volumena izračunanih načinima HRN2, EN i P2, dok se razlika u odnosu prema vrijednosti volumena izračunanog načinom P1 nije pokazala statistički značajnom. Rezultati naknadnog testiranja uvršteni su u tablicu 8.

4. RASPRAVA 4 DISCUSSION

U ovom su istraživanju dobiveni rezultati koji upućuju na to da se različitim načinima mjerenja širina, koji su zadani različitim normama, mogu dobiti i značajno različite vrijednosti volumena. Razlike u vrijednostima volumena u nekim su slučajevima veće, a u nekim su gotovo zanemarive za krajnji rezultat.

Najmanje vrijednosti za sve tri istraživane debljine piljenica dobivene su mjerenjem širine prema HRN1 normi, što je logično s obzirom na to da se mjeri samo uža plošna stranica piljenice. Treba napomenuti da se upravo zato načinom mjerenja prema HRN1 propisuje mjerenje neokrajčenih piljenice do najveće debljine od 47 mm.

Zatim je provedeno mjerenje prema načinu mjerenja u pilani označenoj sa P1, u kojoj se piljenica mjeri od početka zaobljenja bočnog brida uže plošne stranice do sredine zaobljenja bočnog brida na drugoj strani piljenice.

S porastom debljine piljenica povećava se razlika izmjerenih vrijednosti dobivenih tim dvama načinima mjerenja u odnosu prema ostalim istraživanim načinima. Rezultati testiranja signifikantnosti razlike pokazuju da se statistički značajna razlika pojavljuje pri mjerenju piljenica debljine 80 mm načinom što ga propisuje HRN1 i načinom mjerenja prema HRN2 te između načina prema EN i načina mjerenja u pilani označenoj sa P2.

Za piljenice debljine 50 mm najveće su vrijednosti dobivene prema načinu mjerenja kakav se provodi u pilani označenoj sa P2. Za piljenice debljine 60 i 80 mm najveće su vrijednosti dobivene načinom mjerenja prema EN.

Za sve istraživane debljine načini mjerenja prema HRN2, EN i pilani označenoj sa P2 pokazuju međusobno znatno manja odstupanja. Ta manja odstupanja proizlaze iz, općenito, sličnog načina mjerenja koji kao rezultat daje vrijednost širine približno jednake aritmetičkoj sredini zbroja širina uže i šire plohe piljenice.

Primarne piljenice ispiljene od trupaca nose i sve njihove nepravilnosti vidljive na plohama, ali i na bočnim bridovima, što također otežava njihovu mjerljivost. Navedene nepravilnosti odnosno deformacije na bočnim bridovima piljenica problem su mjeriteljima pri radu čija sposobnost i snalžljivost uvelike utječe na točnost mjerenja. Greške drva na piljenicama često zahtijevaju i promjenu položaja mjeritelja i/ili piljenice te mjesta mjerenja.

Pri mjerenju neokrajčenih piljenica nastaju problemi zbog nepravilnog oblika bočnih bridova koji su u svake pojedine piljenice drugačiji i ne može se odrediti neki zajednički oblik po kojemu bi se točno mogla izmjeriti svaka piljenica. Bočni brid najčešće ima oblik luka koji je u piljenica napravljenih od perifernog dijela trupca položeniji, a u piljenica od središnjeg dijela trupca okomitiji. S obzirom na tu pretpostavku, različita je i duljina tog luka, koja je veća u perifernih nego u piljenica bližih središnjem dijelu trupca. Uzmemo li u obzir da se iz središnjeg dijela trupca obično pile deblje piljenice nego iz periferna, na rezultate neće utjecati samo položaj s kojega piljenica potječe nego i njezina debljina.

U nekim su normama zadani načini mjerenja širine koji se temelje na izračunu aritmetičke sredine širina uže i šire plošne strane piljenice. Tada se u proračunu ne uzima u obzir da se bočne stranice prostiru u obliku luka nego u obliku ravnih crta te stoga dolazi do određenih odstupanja u dimenzijama.

U hrvatskim se pilanama za izmjeru piljenica najčešće primjenjuje ručna metoda mjerenja. Pri ručnom mjerenju rabe se analogni ili digitalni mjerni uređaji. Jedan od ključnih činitelja pri ručnom mjerenju, uz ispravne i umjerene mjerne uređaje, jest ljudski faktor.

Razmatrajući razlike koje proizlaze iz rezultata mjerenja širine piljenica tim načinima izmjere, možemo pretpostaviti da su one, osim greškom mjeritelja, nastale i zbog nepravilnosti oblika trupca koji se prenosi na bočni brid piljenice, odnosno zbog asimetričnosti bočnih bridova. U takvim slučajevima pri načinu mjerenja kakav se provodi u pilanama označenima sa P1 i P2 vrijednost izmjere ovisi i o tome koji brid određujemo kao početak mjerenja, a koji kao završetak.

Kako bi se točnije utvrdile te razlike i zakonitosti, u idućim će istraživanjima biti provedena simulacija mjerenja širine piljenica utemeljena na njihovim grafičkim modelima.

5. ZAKLJUČAK 5 CONCLUSION

Analizom dobivenih rezultata istraživanja može se zaključiti sljedeće:

- način mjerenja širine piljenica debelih 50 mm kakav se provodi u pilani označenoj sa P2 daje najveće vrijednosti volumena, a zatim slijede načini mjerenja prema HRN2, EN, u pilani označenoj sa P1 i HRN1
- način mjerenja širine piljenica debelih 60 i 80 mm daje najveće vrijednosti volumena mjerenjem prema EN, a zatim prema HRN2, u pilanama označenima sa P2 i P1 te prema HRN1
- način mjerenja širine prema EN, HRN2 i mjerenju u pilani označenoj sa P2 rezultira manjim međusobnim odstupanjima
- uočena je razlika u razmatranim načinima mjerenja širine neokrajčenih piljenica koji utječu na izračun njihova volumena, no u ovom istraživanju oni su se pokazali statistički značajnima samo pri izmjeri piljenica debljine 80 mm
- razlike koje proizlaze iz rezultata mjerenja širine piljenica trima opisanim načinima izmjere nastale su i zbog nepravilnosti oblika trupca koje se prenose i na bočni brid piljenice, odnosno zbog asimetričnosti bočnih bridova.

6. LITERATURA 6 REFERENCES

1. Brežnjak, M., 1997: Pilanska tehnologija drva 1, udžbenik, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
2. Ištvančić, J.; Pervan, S.; Lukić, T., 2003: Primjena normi pri razvrstavanju bukovih samica, *Drvna industrija*, 54 (1): 23-36.
3. Prka, T.; Ištvančić, J.; Mekić, S., 2001: Razvrstavanje hrastovih samica prema normama i primjena normi pri razvrstavanju u pilanskoj preradbi drva, *Drvna industrija*, 52 (1): 7-22.
4. Prka, T., 1988a: Razvoj pilanske prerade hrastovine, *Drvna industrija*, 39 (9-10): 217-222.
5. Prka, T., 1988b: Razvoj pilanske prerade hrastovine, *Drvna industrija*, 39 (11-12): 255-263.
6. Vuorilehto, J., 2001: Size control of sawn timber by optical means in breakdown saw machines, Helsinki University of Technology, Department of Forest Products Technology, Laboratory of Wood Technology: 23-34.
7. *** HRN D. B0. 022 Razvrstavanje i mjerenje neobrađenog i obrađenog drveta.
8. *** EN 1309 –1 Round and sawn timber; Method of measurement of dimensions – Part 1: Sawn timber.
9. *** EN 1312 – Round and sawn timber; Determination of the batch volume of sawn timber.

Corresponding address:

ANDREJA ČUNČIĆ ZORIĆ, dipl. ing.

Klikpar d.o.o.,
Ivana Lackovića Croate 9, Odra
10020 Zagreb, HRVATSKA
e-mail: andreja.cuncic.zoric@sk.t-com.hr