

## СВОЈСТВА ДРВЕТА БЕЛОГ БОРА (*PINUS SYLVESTRIS L.*) Физичка и механичка својства дрвета белог бора са локалитета Златибора – Република Србија\*

БОРИСЛАВ М. ШОШКИЋ<sup>1</sup>

**Извод:** Бели бор је четинарска врста дрвећа распрострањена у целој Европи и Азији и покрива шира пространа од црног бора. У Републици Србији запремина дрвета белог бора износи 1,8%, а текући запремински прираст 3,5% од укупне запремине, односно текућег запреминског прираста дрвета. Бели бор припада једричавим врстама дрвећа. Дрво бељике је жућкасте или црвенкастобеле боје, а дрво срчевине смеђецрвене боје. Употреба се у грађевинарству, најчешће на местима изложеним спољашњим утицајима. За ово испитивање изабрали смо једно доминантно стабло из природних састојина са локалитета Златибора. Овај локалитет је посебно интересан јер на њему бели и црни бор формирају посебну асоцијацију: *Pinetum nigrae-sylvestris* P a v. Анализирана је промена густине, бубрења, тачка zasiћености влаканаца и брзине апсорпције водене паре и воде. Промена својстава праћена је на свака два метра висине дебла. Механичка својства дрвета анализирана су на делу дебла између 1,3 и 3,3 m висине. Резултати истраживања систематизовани су и приказани табеларно, са одговарајућим статистичким показатељима. Извршена је упоредна анализа података са подацима дрвета црног бора са истог локалитета и са доступним подацима са других локалитета.

**Кључне речи:** бели бор, густина, бубрење, апсорпција воде и механичка својства дрвета.

### PROPERTIES OF SCOTS PINE (*Pinus sylvestris L.*) WOOD

Physical and mechanical properties of Scots pine wood from the area of Zlatibor – Republic of Serbia

**Abstract:** Scots pine is a coniferous wood species distributed throughout Europe and Asia. It covers a wider area than Austrian pine. In Serbia, Scots pine wood volume accounts for 1.8%, and current volume increment for 3.5%, of the total volume, i.e. current volume increment, respectively. Its sapwood colour is yellowish or reddish white, and heartwood colour is brownish red. It is applied in civil engineering, mostly for places exposed to external impacts. This research deals with a dominant tree in a natural stand in the area of Zlatibor. The site is especially interesting because Scots pine and Austrian pine form a special association: *Pinetum nigrae-sylvestris* P a v. The analysed properties are: change in density, swelling, fibre saturation point and rate of vapour and water absorption. The changes in properties were measured at each two metres of stem height. Mechanical properties of wood were analysed in the part between 1.3 and 3.3 m of stem height. The study results are systematised and presented in Tables, with the corresponding statistical indicators. The comparative analysis was performed with the data on Austrian pine wood from the same locality and with the available data from other localities.

**Key words:** Scots pine, density, swelling, water absorption, and strength properties of wood.

<sup>1</sup> др Борислав Шошкић, редовни професор; Универзитет у Београду - Шумарски факултет, Београд

\* Рад финансиран средствима Министарства за науку Републике Србије, у оквиру Пројекта 7АЕ-2008/2011.

## 1. УВОД

Бели бор је четинарска врста дрвећа распрострањена у целој Европи и Азији, све до Амура и покрива шира просторства од црног бора, па је: „Ради тога, као и ради високог квалитета дрвета за грађевинско столарство, бели бор најважнија шумска врста међу нашим боровима“ (Јовановић, Б., 1967). У Србији, међутим, према подацима Националне инвентуре шума Републике Србије (Банковић, С., 2009): „Шуме црног и белог бора покривају површину од 126.000 ha и у укупном шумском фонду Србије учествују са 5,6 %, од чега је 70,5 % у државном власништву. При томе, у шумском фонду наведених врста доминирају вештачки обновљене састојине са 68,3% по површини, док високе природне састојине покривају 31,7%“.

Из података датих у табелама 1 и 2 види се да је запремина дрвета белог бора 1,8% од укупне запремине дрвета у Републици Србији, док текући запремински прираст ове врсте дрвета износи 3,5% укупног запреминског прираста дрвета у Републици.

**Табела 1.** Стање борових шума Републике Србије по власништву, запремини и прирасту

**Table 1.** State of pine forests in Serbia per ownership, volume, and increment

Врста дрвета	Врста власништва	Запремина		Запремински прираст		
		m <sup>3</sup>	%	m <sup>3</sup>	%	P <sub>iv</sub>
црни бор	државно	8.521.770,3	3,8	468.683,4	8,7	5,5
црни бор	приватно	4.137.257,0	2,9	246.174,0	6,7	6,0
укупно	држ.+прив.	12.659.027,0	6,7	714.857,4	15,4	-
бели бор	државно	3.173.247,0	1,4	145.611,6	2,7	4,6
бели бор	приватно	602.183,0	0,4	31.259,0	0,8	5,2
укупно	држ.+прив.	3.775.430,0	1,8	176.870,6	3,5	-
свега		16.434.457,0	8,5	891.728,0	18,9	-

Извор: Банковић, С. (2009): Национална инвентура шума Републике Србије, таб. 2.4, 2.6, 2.10, 2.12, стр. 107,109, 111 и 113).

Напомена: Проенти приказују однос запремине или прираста према укупној запремини и прирасту дрвета у Србији.

**Табела 2.** Стање борових шума Републике Србије по дебљинским класама

**Table 2.** State of pine forests in Serbia by diameter classes

Врста дрвећа	Запремина по дебљинским класама (m <sup>3</sup> )					
	Σ	< 10 cm	10-30 cm	31-50 cm	51-70 cm	71-90 cm
црни бор(Д)	8.521.770	681.183	5.149.685	2.149.685	264.189	-
црни бор(П)	4.137.259	310.959	2.737.715	974.070	84.846	29.669
бели бор(Д)	3.173.247	219.846	2.110.415	813.687	29.299	-
бели бор(П)	602.182	59.865	433.666	108.651	-	-
црни и бели бор	16.434.458	1.271.853	10.431.481	3.646.093	378.334	29.669

Извор: као за табелу 1. Ознака Д односи се на државно, а П на приватно власништво.

Анализом података из табела 1 и 2 констатује се да се 67% запремине дрвета црног бора и 84% запремине дрвета белог бора налази у државном власништву. Запреминско учешће дрвета ових борова у укупној запремини дрвета Републике Србије је 8,5%, при чему је учешће дрвета белог бора свега 1,8%. Запремински прираст је, међутим, значајан и износи 18,9%, од чега се 15,4% односи на запремински прираст дрвета црног бора.

Будући да не располажемо подацима о сортиментној структури ових врста дрвета, покушаћемо да на основу података о дебљинским класама сагледамо квалитет дрвета који се од расположивог боровог дрвета наших шума може очекивати. Око 63 % запремине дрвета наших борова налази се у дебљинској класи од 10 до 30 cm (табела 2). У државном власништву налази се 50% од ове количине. Значајну запремину дрвета црног бора (67,8%) представља запремина дрвета вештачки подигнутих састојина. Овакво стање ствари последица је чињенице да 67,8% запремине дрвета борова представљају вештачки подигнуте састојине дрвета црног бора. С друге стране, распоред квалитетних зона у деблу зависи од пречника дебла и распореда грана на стаблу, односно од биолошке и технолошке чистоће стабла, односно дебла (Ш о ш к и ћ , Б., П о п о в и ћ , З., 2002). Укрштањем информација о стању наших борових састојина са квалитетом дебла, могло би се очекивати да значајну количину дрвета представљају трупци за резање нижих квалитетних класа. Зато би, с обзиром на дебљинску структуру наших борових шума, било потребно изградити програм примене одговарајућих узгојних мера, пре свега прореда и кресања грана, како би се очекивани квалитет дрвета борових састојина побољшао. Тај програм би анализом просторног распореда и дебљинске структуре наших борових састојина посебно обухватио наменско дефинисање производње боровог дрвета за фурнир, резану грађу и за друге намене (С т о ј а - н о в и ћ , Љ., К р с т и ћ , М., 2009). Примена и спровођење оваквих активности имало би за резултат значајно увећање вредности дрвета наших борових састојина.

Стабло белог бора расте у висину и до 40 m, а најчешће 20 до 30 m. Дебло је дуго, биолошки чисто и заузима око 65% дужине стабла. Прсни пречник дебла је око 1,0 метара. Гране су пршљенасто распоређене, ређе и већих димензија него код црног бора. Правилност пршљенастог распореда грана се са старошћу губи.

Дрво белог бора је једричаво. Учешће бељике је до 48%, а срчевине до 52%. Бељика је жућкаста или црвенкасто бела, док је срчевина смеђе црвена. Дрво мирише на терпентин. Прстенови прираста су маркантни, прелаз раног у касно дрво је нагао, траке дрвета су танке и невидљиве. Употребљава се за производњу прозора, врата, подова, кровних конструкција, као сировина за производњу резане грађе, иверица и влакнатица, као рудничко дрво и дрво за бродове и тд.

Према Националној инвентури шума Републике Србије, борове шуме су један од значајних вредносних елемената предела на појединим планинским масивима, то су пионирске врсте на које се рачуна у санацији терена, у скромним условима постижу завидне производне резултате. Због проблема везаних за продају и употребу обловине малих пречника из ових шума (Б а н к о в и ћ , С., 2009), поставили смо за циљ овог рада истраживање својстава дрвета белог бора са локалитета Златибора. Овај локалитет је посебно интересантан јер на њему бели и црни бор

формирају посебну асоцијацију описану као: *Pinetum nigrae-silvestris* P a v. (Ј о - в а н о в и ћ , Б., 1967). Исто тако, осим црног и белог бора на овом и суседним локалитетима, у селима Негбина и Сјеништа налази се одређени број стабала терцијалног реликта мунике (*Pinus heldreichii* C h r i s t.) и, вероватно, као посебан варијетет златни бор, који је у народу назван тако због жутозелене боје једногодишњих четина, по чему је ова планина и добила име. Ово су, такође, први подаци о својствима дрвета белог бора Републике Србије и били су нам неопходни ради упоређивања са подацима о својствима дрвета црног бора са истог локалитета.

## 2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА

Материјал за ово истраживање потиче од репрезентативног стабла, које је посечено на локалитету ГЈ „Торник“ на Златибору, која се налази на надморској висини 1100 до 1200 m. Нагиб терена је 25° до 30°, северне експозиције. Састојина припада шуми црног и белог бора (*Pinetum nigrae silvestris*), на кисело хумусно-силикатном земљишту на серпентинима. За истраживања је изабрано једно репрезентативно стабло средњег пречника дебла, на прсној висини 43 cm, старости 185 година и укупне дужине дебла 20,5 m. За испитивање спољашњих и макроскопских карактеристика и за испитивање физичких својстава дрвета, узете су пробне даске за испитивање механичких својстава дрвета почев од висине 0,3 и 1,3 m, а затим на свака 2 метра дужине дебла, узети су пресеци облика котурова висине 5 cm. Између 1,3 и 3,3 m висине дебла. Епрувете за испитивање биле су стандардних димензија, а испитивање је обављено у лабораторијским условима Лабораторије за својства дрвета Шумарског факултета у Београду.

## 3. РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА И АНАЛИЗА

### 3.1. Кора

Кора представља спољашњи, заштитни омотач свих дрвенастих делова стабла. Дебљина коре зависи од: врсте дрвета, надморске висине, дела дебла и старости стбла. У овој анализи праћена је промена дебљине коре са висином дебла, као апсолутни показатељ, а релативно је приказан однос прираста коре и прираста дрвета у процентима и површинско учешће коре у односу на површину попречног пресека дебла, на одговарајућој висини. Резултати ове анализе дати су у табели 3.

Дебљина коре, у апсолутним јединицама, смањује се са повећањем висине дебла. Међутим, кора белог бора није конзистентна, већ повремено долази до опадања танких слојева, што може да доведе до погрешних резултата. То треба узети у обзир. Највеће смањење дебљине коре је у приданачком делу дебла, до 3,3 m, а затим се опадање дебљине устаљује и има тенденцију благог опадања са висином дебла. Релативни однос прираста коре и прираста дрвета, на одговарајућем пресеку дебла, најбоље илуструју подаци из колоне 3. Из приказаних података види се да је прираст коре, до прсног пречника, око 10% од прираста дрвета, али се тај однос са повећањем висине смањује на око 2%. Ова тенденција је у супротности са тенденцијом других врста дрвета (Ш о ш к и ћ , Б. *et al.*, 1992). Површинско

учешће коре највеће је у доњим деловима дебла, а затим се устаљује са висином дебла. И ова тенденција је, такође, у супротности са истом тенденцијом код неких других врста дрвећа. Објашњење ове појаве вероватно треба тражити у врсти дрвећа, условима раста и конзистенцији коре.

**Табела 3.** Промена дебљине, прираста и учешћа коре белог бора  
**Table 3.** Change in diameter, increment and bark percentage in Scots pine

Редни број	Висина дебла (m)	Дебљина коре (mm)	Прираст коре (%)	Учешће коре (%)
1	0,3	25,1	10,8	20,5
2	1,3	19,7	9,18	17,5
3	3,3	12,9	6,82	13,2
4	5,3	4,8	2,84	5,62
5	7,3	2,6	1,60	3,16
6	9,3	2,6	1,76	3,48
7	11,3	2,5	1,80	3,59
8	13,3	2,4	1,98	3,90
9	15,3	2,0	2,30	4,53
10	17,3	1,3	3,02	5,96
11	19,3	1,0	5,80*	11,2*
12	21,3	-	-	-
13	23,3	-	-	-
14	25,3	-	-	-
15	n	44	40	40
15	Просек	7,0	4,22	8,14

Напомена: Подаци са ознаком \* нису узети у обзир, јер је пречник дебла без коре мањи од 7,0 cm

Густина коре белог бора, измерена на 20 узорака коре са прсног пречника, у апсолутно сувом стању влажности, износи  $391 \text{ kg/m}^3$  и знатно је мања од густине дрвета ( $639 \text{ kg/m}^3$ ). Тврдоћа коре белог бора, при 10-12% влажности, износи  $2,2 \text{ N/mm}^2$ , док је тврдоћа дрвета износила  $18,09 \text{ N/mm}^2$ .

### 3.2. Физичка својства дрвета белог бора

Својства дрвета су варијабилна. Коефицијент њихове варијације зависи од природе самог својства, али, такође, и од макроскопских карактеристика, дела стабла и метода избора узорка. У овом случају истраживали смо утицај висине дебла на густину у апсолутно сувом стању влажности, укупно бубрење, тачку засићености влаканаца и упијање дрвета. Резултати ових истраживања приказани су у табелама 4 до 9.

**Табела 4.** Густина дрвета у апсолутно сувом стању влажности ( $\text{g/cm}^3$ )**Table 4.** Oven dry density of wood ( $\text{g/cm}^3$ )

Место пресека дебла у m	Густина дрвета			Статистички показатељи			
	мин.	сред.	макс.	$\sigma_{n-1}$	V	$f\sigma_{n-1}$	n
0.30	0.491	0.594	0.714	0.056	9.396	0.0094	35
3.30	0.494	0.542	0.721	0.047	8.758	0.0090	28
5.30	0.433	0.487	0.544	0.030	6.101	0.0058	26
7.30	0.404	0.460	0.524	0.033	7.134	0.0063	27
9.30	0.388	0.440	0.499	0.033	7.525	0.0066	25
11.30	0.391	0.430	0.483	0.032	7.369	0.0073	19
13.30	0.383	0.432	0.506	0.034	7.996	0.0086	16
15.30	0.382	0.405	0.436	0.018	4.440	0.0073	6
0.30÷15.30	0.383	0.492	0.721	0.0740	15.039	0.0055	182

**Табела 5.** Бубрење дрвета у радијалном правцу (%)**Table 5.** Radial swelling of wood (%)

Место пресека дебла у m	Бубрење дрвета			Статистички показатељи			
	мин.	сред.	макс.	$\sigma_{n-1}$	V	$f\sigma_{n-1}$	n
0.30	4.646	5.492	7.009	0.541	9.846	0.0914	35
3.30	4.732	5.439	6.722	0.485	9.910	0.0916	28
5.30	3.673	4.994	6.622	0.679	13.590	0.1331	26
7.30	3.153	4.197	5.457	0.585	13.957	0.1127	27
9.30	3.151	4.197	5.250	0.654	15.595	0.1309	25
11.30	2.674	3.897	5.400	0.636	16.312	0.1458	19
13.30	2.314	3.028	4.363	0.506	16.717	0.1266	16
15.30	3.266	3.810	4.109	0.276	7.241	0.1126	6
0.30÷15.30	2.313	4.604	7.009	0.977	21.217	0.0724	182

**Табела 6.** Бубрење дрвета у тангенцијалном правцу (%)**Table 6.** Tangential swelling of wood (%)

Место пресека дебла у m	Бубрење дрвета			Статистички показатељи			
	мин.	сред.	макс.	$\sigma_{n-1}$	V	$f\sigma_{n-1}$	n
0.30	10.089	11.212	13.620	0.717	6.402	0.1213	35
3.30	9.894	10.803	12.416	0.710	6.574	0.1342	28
5.30	8.531	10.340	11.657	0.880	8.511	0.1726	26
7.30	7.966	9.671	11.212	0.992	10.261	0.1909	27
9.30	6.650	8.239	9.659	0.830	10.076	0.1660	25
11.30	6.343	8.182	9.557	0.831	10.162	0.1907	19
13.30	4.596	6.967	8.628	1.128	16.184	0.2819	16
15.30	6.393	7.239	7.676	0.435	6.013	0.1777	6
0.30÷15.30	4.596	9.567	13.620	1.666	17.414	0.123	182

**Табела 7.** Бубрење дрвета запремински (%)**Table 7.** Volume swelling (%)

Место пресека дебла у m	Бубрење дрвета			Статистички показатељи			
	мин.	сред.	макс.	$\sigma_{n-1}$	V	$f\sigma_{n-1}$	n
0.30	16.596	18.356	21.128	1.019	5.553	0.1723	35
3.30	15.879	17.689	20.077	1.220	6.899	0.2300	28
5.30	13.731	16.339	18.642	1.372	8.397	0.2690	26
7.30	11.745	14.706	17.124	1.429	9.723	0.2752	27
9.30	10.283	13.346	15.931	1.574	11.797	0.3149	25
11.30	10.246	12.852	15.406	1.413	10.998	0.3243	19
13.30	8.242	10.686	13.288	1.528	14.302	0.3820	16
15.30	10.408	11.839	12.388	0.675	5.703	0.2757	6
0.30÷15.30	8.242	15.272	21.129	2.840	18.598	0.2105	182

**Табела 8.** Така засићења влаканаца (%)  
**Table 8.** Fibre saturation point (%)

Место пресека дебла у m	Тачка засићења влаканаца			Статистички показатељи			
	мин.	сред.	макс.	$\sigma_{n-1}$	V	$f\sigma_{n-1}$	n
0.30	25.839	31.089	37.007	2.382	7.661	0.4026	35
3.30	23.036	32.827	39.001	3.049	9.291	0.5764	28
5.30	30.175	33.503	37.810	1.644	4.907	0.3223	26
7.30	28.957	31.956	36.418	1.704	5.332	0.328	27
9.30	21.405	30.349	34.750	2.817	9.282	0,563	25
11.30	21.648	29.916	33.650	2.569	8.589	0.589	19
13.30	16.965	24.872	29.766	3.934	15.818	0.9835	16
15.30	25.674	29.332	31.622	2.310	7.875	0.9431	6
0.30÷15.30	16.965	31.001	39.001	3.431	11.067	0.2543	182

**Табела 9.** Максимална достигнута апсолутна влажност дрвета напајањем (%)  
**Table 9.** Maximal absolute moisture content of wood reached by soaking (%)

Место пресека дебла у m	Напојеност дрвета			Статистички показатељи			
	мин.	сред.	макс.	$\sigma_{n-1}$	V	$f\sigma_{n-1}$	n
0.30	46.362	82.825	142.645	21.371	25.802	3.6123	35
3.30	53.652	96.296	114.543	17.046	17.702	3.2214	28
5.30	89.307	111.279	129.773	15.965	14.347	3.1310	26
7.30	87.890	119.877	146.774	21.342	17.803	4.1073	27
9.30	90.204	123.982	159.561	23.456	18.919	4.6912	25
11.30	85.856	128.254	154.186	22.919	17.870	5.2580	19
13.30	83.053	123.319	182.636	25.583	20.745	6.3968	16
15.30	104.794	143.355	159.438	18.566	12.951	7.5795	6
0.30÷15.30	46.363	110.410	182.636	27.114	24.558	2.0098	182



Анализом података о густини дрвета белог бора, у апсолутно сувом стању влажности, констатује се да густина дрвета опада са висином дебла. Тако, густина дрвета на пресеку 0,3 m од земље износи  $0,594 \text{ g/cm}^3$ , на пресеку 7,3 m је  $0,460$ , а на пресеку од 15,3 m је  $0,405 \text{ g/cm}^3$ . Просечна вредност густине за цело дебло износи  $0,495 \text{ g/cm}^3$ . Најмања вредност густине је  $0,383$ , а највећа  $0,721 \text{ g/cm}^3$ . Укупни коефицијент варијације густине износи  $15,039\%$ , док је исти коефицијент по пресецима испод  $10\%$  и опада са повећањем висине дебла и броја анализираних података. Ова анализа показује, такође, да је, приликом припреме методологије испитивања и планирања узорка у циљу одређивања својстава дрвета и утицаја спољашњих фактора на њих, потребно водити рачуна о величини и структури узорка (Ш о ш к и ћ , Б., 1985, 1988). Будући да не располажемо подацима о густини ове врсте дрвета у Србији, извршићемо упоређивање добијених података са подацима до којих су дошли У г р е н о в и ћ , А., Ш о л а ј а , Б. (1931). Аутори, анализом аксијалног распореда густине дрвета једног стабла влажности  $9,87\%$ , констатују да аритметичка вредност густине износи  $0,429 \text{ g/cm}^3$  и да опада са повећањем висине дебла. Исти аутори наводе да је густина дрвета белог бора, на нивоу површине земље износила  $0,549 \text{ g/cm}^3$ , на висини 3,3 m је  $0,496$ , на висини 7,3 m је  $0,420 \text{ g/cm}^3$ , а на висини од 15,3 m је  $0,387 \text{ g/cm}^3$ . На основу ових показатеља може се са сигурношћу закључити да је ова појава код дрвета белог бора потпуно синхрона, без обзира на разлике у апсолутним вредностима које су последица методологије испитивања, садржаја влажности и порекла материјала за испитивање. Упоређивањем података о густини дрвета белог и црног бора, са истог локалитета, констатује се да просечна густина дрвета црног бора, на пресеку 0,3 m, износи од  $0,589 \%$ , на пресеку 7,3 m је  $0,510 \text{ g/cm}^3$ , а на пресеку 13,3 m је  $0,455 \text{ g/cm}^3$  и да просечна густина за цело дебло износи  $0,522 \text{ g/cm}^3$  (Ш о ш к и ћ , Б., 2008). Из тога се види да је густина дрвета црног бора већа од густине дрвета белог бора и да је тенденција опадања густине дрвета са висином дебла појава која је присутна код обе врсте дрвета и последица је садржаја смоле, промене ширине прстенова прираста и односа белике и срчевине у укупном броју података.

Укупно бубрење дрвета праћено је у радијалном, тангенцијалном правцу и запремински. Средња вредност бубрења у радијалном правцу износи  $4,6\%$ . Минимална вредност радијалног утезања је  $2,13$ , а максимална  $7,0\%$ . Радијално утезање опада са висином дебла. Највећа средња вредност радијалног утезања ( $5,49\%$ ) констатована је на пресеку 0,3 m, док је најмања вредност од  $3,03\%$  констатована на пресеку 13,3 m. Укупни коефицијент варијације износи  $21,2\%$  и повећава се са повећањем висине дебла. Варијација радијалног бубрења највећа је за цело дебло, док су варијације по пресецима значајно мање. Ову појаву такође треба узети у обзир приликом планирања експеримента из области својстава дрвета.

Тангенцијално бубрење за цело дебло износи  $9,56\%$ . Интервал дистрибуције је од  $4,6$  до  $13,6\%$ . Тенденција опадања бубрења са висином дебла потпуно је синхрона са опадањем радијалног бубрења. Највећа вредност тангенцијалног бубрења констатована је на пресеку 0,3 m, а најмања је на пресеку 13,3 m. Средња вредност коефицијента варијације износи  $17,4\%$  и има тенденцију повећања са повећањем висине дебла.

Средња вредност укупног запреминског утезања износи 15,27% и налази се у интервалу од 8,24% до 21,13%. Посматрано по пресецима, највећа просечна вредност запреминског утезања забележена је у доњим деловима дебла, а опада са његовом висином. Коэффициент варијације просечно износи 18,60%, а показује тенденцију раста са висином дебла.

Опадање радијалног, тангенцијалног и запреминског бубрења са висином дебла резултат је утицаја пречника дебла на промену димензија дрвета (Ш о ш к и ћ , Б., 2003).

Тачка засићења влаканаца износи 31,0%. Граничне вредности тачке засићености влаканаца налазе се у интервалу од 16,9% до 39,0%, док су просечна вредности по пресецима око 30%. Коэффициент варијације тачке засићености влаканаца, за све пресеке је 11,06%, а исти коэффициент, по пресецима, је испод 10%, осим на пресеку 13,3 m.

Ако упоредимо, W a g e n f ü h r , R., S c h e i b e r , Chr. (1989) наводе да густина дрвета белог бора, у апсолутно сувом стању влажности, износи од 0,30 g/cm<sup>3</sup> до 0,86 g/cm<sup>3</sup>, просечно 0,49 g/cm<sup>3</sup>. Исти аутори, такође, наводе да укупно утезање боровог дрвета износи: аксијално 0,40%, радијално 3,3 до 4,0%, тангенцијално 7,5 до 8,0 и запреминско 11,2 до 12,4%. Наведени подаци о густини дрвета белог бора у апсолутно сувом стању влажности, слажу се са нашим подацима, док су вредности наших података о бубрењу већи од података које они наводе. Исказане разлике могу се објаснити чињеницом да се наши подаци односе на бубрење а њихови на утезање, као и обимом самих истраживања, односно структуром узорка који је служио за испитивање ових својстава дрвета.

Брзина апсорпције воде и максимални капацитет за воду испитан је на 10 епрувета дрвета белог бора са пресека 0,30 m, димензија 30x30x20 mm. Епрувете су најпре сушене на температури 103 ± 2°C, до апсолутно сувог стања влажности. Затим су стављене у ексихатор са дестилованом водом температуре 23°C. Процес апсорпције воде мерен је током 30 дана, након чега су епрувете потопљене у воду (7 дана), ради добијања података о максималном капацитету дрвета за воду. Испитивање је показало да је брзина апсорпције 0,673% по дану. Највећа брзина апсорпције била је током првих пет дана (2,4%/дан), постепено се смањивала и у периоду од 16. до 30. дана и просечно је износила 0,172% по дану. Садржај влажности у дрвету, после 30 дана упијања, износио је 20,48% и дефинисан је логаритамском једначином облика  $y=5,6219 \cdot \ln(x)+1,9028$ , где (y) представља садржај воде у %, а (x) време у данима (Ш о ш к и ћ , Б. *et al.*, 2008). Након потапања дрвета у воду, у трајању од 7 дана, достигнута влажност дрвета износила је 110%. Најмањи забележени садржај влажности износио је 46,36%, а највећи 182,63%. Са повећањем висине дебла садржај влажности је растао, тако да је просечна вредност на пресеку 0,3 m износила 82,82%, а на 15,3 m је 143,35%. Оваква тенденција је очекивана и резултат је повећања порозности и смањивања садржаја смоле са висином дебла (У г р е н о в и ћ , А., Ш о л а ј а , Б., 1931).

### 3.3. Механичка својства дрвета белог бора

Испитивање механичких својстава извршено је на дрвету дела дебла између 1,3 и 3,3 m. Из овог дела, унакрсно, изрезане су епрувете стандардних димензија

које су коришћене за испитивање: ширине прстенова прираста, густине, напона на притисак паралелно са влаканицима, напона на савијање и напона на удар у радијалном и тангенцијалном анатомском правцу. Ширина прстенова прираста испитиваних епрувета износила је 0,98 mm за радијални, а 1,01 mm за тангенцијални анатомски правац. Густина дрвета епрувета за испитивање механичких својстава, у радијалном правцу, износила је  $0,597 \text{ g/cm}^3$ , а за испитивање у тангенцијалном правцу  $0,605 \text{ g/cm}^3$ . Просечна влажност дрвета за испитивање механичких својстава дрвета износила је 11,5%. Резултати ових истраживања приказани су у табели 10.

**Табела 10.** Механичка својства дрвета белог бора

**Table 10.** Mechanical properties of Scots pine wood

Ред. број	Својство дрвета	Статистички показатељи				
		X	$\sigma_{n-1}$	V	$f\sigma_{n-1}$	n
1	Чврстоћа на притисак (r), N/mm <sup>2</sup>	55,10	5,00	9,07	0,72	48
2	Чврстоћа на притисак (t), N/mm <sup>2</sup>	56,40	4,14	7,34	0,60	48
3	Чврстоћа на савијање (r), N/mm <sup>2</sup>	105,6	8,50	8,05	2,45	12
4	Чврстоћа на савијање (t), N/mm <sup>2</sup>	92,10	16,50	17,92	4,80	12
5	Чврстоћа на удар(r), J/cm <sup>2</sup>	7,05	2,05	29,08	0,62	12
5	Чврстоћа на удар (t), J/cm <sup>2</sup>	6,30	0,54	8,57	0,15	12

Напомена: Ознака (r) односи се на радијални, а (t) на тангенцијални анатомски правац

Анализом резултата добијених испитивањем дрвета белог бора утврђено је да анатомски правац није имао утицаја на напон на притисак паралелно са влаканицима и на напон на удар. Ови подаци су, код ових својстава и очекивани. Код напона на савијање, међутим, средње вредности напона у радијалном правцу, у апсолутном износу, веће су од истих вредности у тангенцијалном правцу. Ови резултати, вероватно, су последица мале ширине прстенова прираста испитиваних епрувета и њихове различите структуре, будући да је коефицијент варијације код епрувета коришћених за испитивање напона на савијање у тангенцијалном правцу 16,5%, док је код епрувета за радијални правац износио 8,50%.

Упоређивањем резултата испитивања механичких својстава дрвета белог и црног бора, са истог локалитета, запажа се да су, при приближно истим вредностима густине и влажности, механичка својства дрвета белог бора већа, па је коефицијент квалитета, мерен односом одговарајућег механичког својства и густине, бољи и износи:

- код дрвета црног бора, за напон на: притисак 76, на савијање (r/t) 115/126, на удар (r/t) 8,29/6,66;

- код дрвета белог бора, за напон на: притисак (r/t) 92/93, савијање (r/t) 176/152, удар (r/t) 12/10.

#### 4. ЗАКЉУЧАК

Анализом резултата података о запремини дрвета, својствима коре и својствима дрвета белог бора може се закључити следеће:

- запремина дрвета белог бора у Републици Србији износи 1,8% укупне запремине дрвета, а прираст 3,5% укупног текућег запреминског прираста дрвета;
- дебљина коре смањује се са висином дебла. Највеће смањење дебљине коре је у приданачком делу дебла, до 3,3 m, а затим се устаљује, са тенденцијом благог опадања;
- густина коре белог бора, у апсолутно сувом стању влажности, износи  $0,391 \text{ g/cm}^3$ , а тврдоћа  $2,2 \text{ N/mm}^2$ ;
- густина дрвета белог бора, у апсолутно сувом стању влажности, износи  $0,492 \text{ g/cm}^3$ . Највеће вредности густине су у доњим деловима дебла, а са повећањем висине има тенденцију опадања;
- средња вредност укупног бубрења у радијалном правцу износи 4,60, у тангенцијалном 9,56%, а запреминском 15,27%. Бубрење дрвета опада са висином дебла;
- тачка zasiћености влаканаца износи 31,00%;
- максимални садржај воде достигнут потапањем дрвета белог бора у воду износи 143% и има тенденцију раста са висином дебла;
- упоређивањем података о механичким својствима дрвета белог и црног бора, са истог локалитета, констатовано је да, при приближно истим вредностима густине и влажности дрвета, механичка својства дрвета белог бора су већа, па је коефицијент квалитета дрвета, мерен односом механичких својстава и густине дрвета, бољи код дрвета белог бора.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Банковић, С., Медаревић, М., Пантић, Д., Петровић, Н. (2008): Национална инвентура шума Републике Србије. Шумарство бр. 3, Београд, стр. 1-16.
- Банковић, С. (2009): Национална инвентура шума Републике Србије. Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде Републике Србије, Београд.
- Јовановић, Б. (1967): Дендрологија са основама фитоценологије. Научна књига, Београд.
- Лукић, Н., Шошкић, Б. (1984): Физичка и механичка својства црне боровине. Дрвна индустрија бр. 35, Загреб.
- Лукић - Симоновић, Н., Шошкић, Б. (1988): Истраживање технолошких својстава дрвета црног бора. Гласник Завода за заштиту природе бр 20, стр. 66-74, Титоград.
- Мишић, В., Динић, А. (2004): Еколошка диференцијација врста шумског дрвећа у Србији. Матица српска, Нови Сад.
- Стојановић, Љ., Крстић, М. (2008): Гајење шума, књига друга, методи природног обнављања. Шумарски факултет, Београд.
- Стојановић, Љ., Крстић, М. (2008): Прореде у вештачки подигнутим састојинама црног и белог бора у Србији, Шумарство бр. 1-2, Београд, стр. 1-21.

- У г р е н о в и ћ , А. (1950): Технологија дрвета. Загреб.
- У г р е н о в и ћ , А., Ш о л а ј а , Б. (1931): Истраживања о специфичној тежини дрвета и количини сирове смоле врсти *Pinus nigra* Arn. i *Pinus silvestris* L. Гласник за шумске покусе бр.3, стр. 26-90, Загреб.
- Ш о ш к и ћ , Б. (1985): Својства дрвета- практикум. Шумарски факултат, Београд.
- Ш о ш к и ћ , Б. (1988): Прилог истраживању својстава црног бора (*Pinus nigra* Arn.)-Варијација густине дрвета црног бора. Шумарство бр. 2-3, Београд.
- Ш о ш к и ћ , Б., П о п о в и ћ , З. (1993): Упоредна истраживања неких својстава дрвета букве, храста и бора са територије Србије. Дрварски гласник бр. 4-5, стр. 3- 8, Београд.
- Ш о ш к и ћ , Б. *et al.* (1995): Истраживање брзине апсорпције влаге и брзине бубрења дрвета храста, букве и бора. Дрварски гласник број 15-16, стр. 9-14, Београд.
- Ш о ш к и ћ , Б., П о п о в и ћ , З. (2002): Својства дрвета. Шумарски факултет, Београд.
- Ш о ш к и ћ , Б. (2002): Могућности прераде боровине из култура. Посебна публикација: Прореди у културама бора, Србијашуме, Београд.
- Ш о ш к и ћ , Б. (2003): Прилог истраживању утицаја анизотропије утезања на промену димензија и деформације дрвета. Прерада дрвета, бр 1, Београд.
- Ш о ш к и ћ , Б., С т о ј и ч и ћ , Д. (2007): Густина и механичка својства дрвета дуглазије, боровца и црног бора. Шумарство бр. 3-4, Београд.
- Ш о ш к и ћ , Б. (2008): Својства, прерада и употреба дрвета црног бора (*Pinus nigra* Arn.). Шумарство бр.4, Београд.
- W a g e n f ü h r , R., S c h e i b e r , Chr. (1989): Holzatlas, Veb Fachbuchverlag Leipzig.

#### PROPERTIES OF SCOTS PINE (*Pinus sylvestris* L.) WOOD

Physical and mechanical properties of Scots pine wood from the area of Zlatibor – Republic of Serbia

*Borislav M. Šoškić*

#### S u m m a r y

The properties of Scots pine bark and physical and strength properties of Scots pine wood were researched on a dominant tree in a natural stand in the area of Zlatibor. The site is especially interesting because Scots pine and Austrian pine form a special association: *Pinetum nigrae-silvestris* P a v. The analysed properties are: change in density, swelling, fibre saturation point and rate of vapour and water absorption. The changes in properties were measured at each two metres of stem height. Mechanical properties of wood were analysed in the part between 1.3 and 3.3 m of stem height. The study results are systematised and presented in Tables, with the corresponding statistical indicators. The study data were compared with the data on Austrian pine wood from the same locality and with the available data from other localities. Based on the analysis of the study data on Scots pine bark and wood properties it was concluded that: bark thickness decreases with tree height. The greatest decrease in bark thickness is in the butt part of the stem, up to 3.3 m, after which it stabilises and has a mildly decreasing tendency. Scots pine bark density in oven dry state amounts to 0.391 g/cm<sup>3</sup>, hardness 2.2 N/mm<sup>2</sup>. Scots pine wood density in oven dry state is 0.492 g/cm<sup>3</sup>. The highest values of density are in the lower parts of the stem, and it has a decreasing tendency with tree height. Mean value of total radial swelling is 4.60, tangential swelling 9.56, and volume swelling 15.27%. Wood swelling decreases with stem height. Fibre saturation point accounts for 31.00%; maximal moisture content, reached by Scots pine wood soaking in water accounts for 143% and has an increasing tendency with stem height. The comparison of data on mechanical properties of Scots pine wood and Austrian pine wood from the same locality shows that at approximately the same values of density and moisture content, the mechanical properties of Scots pine wood are higher, so the coefficient of wood quality, measured by the ratio of mechanical properties and wood density, is higher in Scots pine wood.