

СВОЈСТВА, ПРЕРАДА И УПОТРЕБА ДРВЕТА ЦРНОГ БОРА (*Pinus nigra* Arn.) Физичка и механичка својства дрвета црног бора подручја Златибора*

БОРИСЛАВ М. ШОШКИЋ¹

Извод: Црни бор припада четинарским, једричавим врстама дрвета. Дрво бељике је жућкасто бело. Осржавање, зависно од локалитета, почиње доста касно. Боја срчевине је црвенкасто смеђа. Разлика у боји бељике и срчевине израженија је у доњим него у горњим деловима дебла, што зависи од присуства смоле. Дрво црног бора користи се за производњу фурнира и резане грађе. Због своје трајности дрво црног бора је посебно цењено у грађевинарству, за производњу прозора, врата, кровних конструкција, подова и других производа изложених променљивим атмосферским утицајима. У Републици Србији налазе се значајне количине боровог дрвета у природним, али и у вештачки подигнутим састојинама. У овом раду саопштени су резултати истраживања својстава дрвета црног бора из природних састојина. Подаци потичу од једног стабла са Златибора. Анализирана је промена физичких својстава дрвета са висином стабла. Механичка својства анализирана су на делу дебла измеђи 1,3 и 3,3 m висине. Резултати истраживања систематизовани су и приказани табеларно, са одговарајућим статистичким показатељима. Добијени подаци приказани су по пресецима и кумулативно. Извршена је упоредна анализа резултата истраживања са подацима са других локалитета.

Кључне речи: црни бор, својства дрвета, влажност и густина дрвета, утезање дрвета.

PROPERTIES, PROCESSING AND USE OF AUSTRIAN PINE (*Pinus nigra* Arn.) WOOD

Abstract: Austrian pine is a coniferous wood species. Sapwood colour is yellowish-white. Pit formation, depending on the site, starts rather late. Heartwood colour is reddish-brown. The colour difference between sapwood and heartwood is more marked in the lower parts than in the upper parts of the stem, depending on the presence of resin. Austrian pine wood is used for the manufacture of veneer and sawn timber. Thanks to its durability, Austrian pine wood is especially evaluated in civil engineering, in the manufacture of windows, doors, roof constructions, floors and other products exposed to changeable atmospheric impacts. In the Republic of Serbia, there are significant amounts of pine wood in natural stands, but also in artificially established stands. This paper presents the study results of Austrian pine wood properties in natural stands. The data were taken from a tree on Mt. Zlatibor. The changes of physical properties are analysed depending on tree height. Mechanical properties were analysed on the stem part between the heights of 1.3 and 3.3 m. The study results are systematised and presented in Tables, with the corresponding statistical indicators. The obtained data are presented by cross sections and cumulatively. This paper also presents the comparative analysis of the study results and the data from other localities.

Key words: Austrian pine, wood properties, wood moisture and density, wood shrinkage.

¹ др Борислав Шошкић, редовни професор Шумарској факултету у Београду.

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

1. УВОД

Ареал распрострањења црног бора, Ј о в а н о в и ћ, Б. (1967), је у јужној половини Европе, односно, то је дрво на умереним висинама северног Медитеранског подручја, од Шпаније до Мале Азије и Транскавказије. Наше црно-борове шуме, по истом аутору, највећим делом су од илирског црног бора, чије се шуме срећу „од доњих и средњих региона источних и јужних Алпа и Карпата, на висинама од 150 до 1540 m, претежно на кречњаку и доломиту, местимично у великим састојинама“.

У Републици Србији под шумама црног бора налази се површина од 61.506 ha, или 2,6 %, док на територији Републике Србије, без покрајина, шуме црног бора покривају површину од 58.441 ha. Запремина дрвета у чистим шумама црног бора износи 4.020.085 m³, а у чистим и мешовитим 4.822.082 m³, или 2,5%. Укупни годишњи прираст дрвета црног бора, у чистим састојинама износи 82.802 m³, а у чистим и мешовитим 96.527 m³, или 2% (Ј о в и ћ, Д. *et al.*, 1992).

Шуме којима газдује Јавно предузеће “Србијашуме” покривају површину од 915.927,37 ha и имају запремину дрвета од 115.723.134 m³. Запремина дрвета црног бора, на овој површини, износи 6.901.954,20 m³, или 5,96% (А л е к с и ћ, П. *et al.*, 2007). Значајну површину шума Републике Србије покривају вештачки подигнуте састојине. Тако, М е д а р е в и ћ, М. *et al.* (2002) наводе да културе и вештачки подигнуте састојине, на територији којом газдују “Србијашуме”, покривају површину од 99.050 ha, од чега се под састојинама црног бора налази 52.585,50 ha, или 53%. Културе и вештачки подигнуте састојине четинара старости су 1-80 година, а око 56% налази се у првом и другом добном разреду.

Црни бор припада зимзеленим врстама дрвећа. Стабло је високо до 40 m, са коефицијентом чистоће 0,585 (У г р е н о в и ћ, А., 1950). Крошња стабла је широка и јајолика. Стабла расту на сиромашним и каменитим теренима, када им крошња зна бити у облику кишобрана. Дебло је право и дуго до 20 m, а прсни пречник дебла може достићи до 1,2 m. Кора стабла је сивосмеђа до црно сива, прилично дебела, већ у раној младости испуца и добија дубље уздужне и краће попречне пукотине.

Дрво бора је једричаво, бељика жућкастобела, уска или широка. Осржавање почиње, зависно од станишта, између четрдесете и шездесете године старости. Срчевина је црвенкастосмеђа. У сировом стању влажности, после обарања, у горњим деловима дебла, не постоји знатна разлика у боји бељике и срчевине. Касније, услед смањења влажности и оксидације, срчевина постаје црвенкастосмеђа. Прстенови прираста су маркантни, прелаз раног дрвета у касно је нагао. Смолни канали су бројни, али слабо видљиви. Траке дрвета су слабо видљиве на радијалном пресеку, док се на попречном и тангенцијалном не примећују, танке су и хетероцелуларне (Ш о ш к и ћ, Б., П о п о в и ћ, З., 2002).

Дрво црног бора користи се у примарној преради дрвета за производњу фурнира и резане грађе, док се у финалној преради дрвета ови производи, у комбинацији са другим производима, користе за производњу разних врста намештаја. Поред ове основне намене, дрво црног бора је цењено и као грађевинско дрво, а такође и као дрво за производњу производа од уситњеног дрвета и влаканаца. Због своје трајности дрво срчевине посебно је цењено у производњи прозора, врата,

кровних конструкција, подова и других производа изложених променљивим атмосферским утицајима. Дрво пања, које има повећани садржај смоле, користи се за екстракцију, а у народу је познато под називом “луч”, који се користи за лако паљење ватре.

Поред осталих, битни критеријуми за употребу борове обловине у примарној преради дрвета су димензије обловине. Тако је, за производњу фурнира, потребно да трупци имају средњи пречник већи од 35 cm и дужину 2,0 m навише. За производњу резане грађе, међутим, потребно је да средњи пречник трупаца буде најмање 25 cm, за прву класу, а 20 за другу и трећу класу квалитета. Дужине зависе од квалитетне класе и крећу се од 2,0 m, за трупце треће класе, 2,5 m, за трупце друге класе и 3,0 и више m, за трупце прве класе квалитета.

Дрво црног бора, нарочито дрво бељике, осјетљиво је на појаву модрења, коју изазивају разне врсте гљивица. Дозвољава се само зимска сеча, а дрво мора бити преузето, заштићено или прерађено до краја зимске сече, односно до 30. априла. Дрво срчевине је трајно и отпорно, нарочито ако се налази испод воде. Међутим, трајност срчевине зависи од присуства смоле, које више има у нижим деловима стабла, па приликом избора дрвета о томе треба водити рачуна.

На основу напред изнетог јасно је да Република Србија располаже значајном количином дрвета у природним и вештачким састојинама црног бора. И поред тога, до сада нису вршена систематска и обимнија истраживања грађе, својстава и употребљивости ове врсте дрвета, већ смо се, у науци и струци, ослањали на податке из доступних литерарних извора и податке појединачних истраживања домаћих аутора. Резултате првих истраживања о својствима дрвета црног бора, на територији СФРЈ, објавили су У г р е н о в и ћ, А. и Ш о л а ј а, Б. (1931), под насловом: „Истраживања о специфичној тежини дрвета и количини сирове смоле врсти *Pinus nigra* Arn. i *Pinus silvestris* L.“ у „Гласнику за шумске покусе“ свеска бр.3. У раду су саопштени подаци о својствима једног стабла дрвета црног бора, које потиче из тридесетог одељења газдинске јединице Самар. У раду, аутори су закључили да специфична тежина (густина) дрвета црног бора, при влажности од 9,87%, износи: за дрво бељике 0,618, за дрво срчевине 0,688 и за дрво бељике и срчике, без разлике, 0,630 g/cm³. На територији Републике Србије истраживањем својстава дрвета црног бора бавили су се: Лукић, Симоновић, Н., Николић, М., Лубардић, С., чије ћемо резултате приказати у виду коментара у овом и наредним радовима. Према томе, у истраживачком периоду 2008-2011. године захваљујући подршци Министарства за науку Републике Србије, у оквиру пројекта „Избор одговарајућих узгојних мера у културама бора у циљу производње квалитетног дрвета и одрживог развоја“, биће приказани резултати истраживања својстава и могућности употребе дрвета црног бора. Уверени смо да ће резултати ових истраживања допринети бољем упознавању својстава дрвета црног бора из природних и вештачких састојина и да ћемо на тај начин струци ставити на располагање доста значајних података и помоћи јој у избору области примене и начина прераде дрвета црног бора, што је и основни циљ овог и наредних истраживања. У оквиру овог рада саопштићемо податке о својствима дрвета црног бора добијених у оквиру ових програмских истраживања и расположиве податке других аутора добијених

истраживањима на подручју Републике Србије и податке до којих су дошли истраживачи из суседних земаља, који су изузетно важни за међусобно упоређивање.

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 nigre silvestris*), на кисело хумусно-сикатном земљишту на серпентинима. За истраживања је изабрано једно репрезентативно стабло. За испитивање спољашњих и макроскопских карактеристика и за испитивање физичких 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, узете су пробне даске за испитивање механичких својстава дрвета. 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. Физичка својства дрвета црног бора

У литератури налазимо различите вредности података о својствима дрвета црног бора. Неки од тих података постали су уобичајени и општи и као такви се преносе из једног извора у други, тако да је тешко утврдити њихово порекло. То често ставља у други план савременије податке аутора добијених на репрезентативнијим подручјима. Тако, на пример, Карахасановић, А. (1988), наводи да дрво црног бора има густину у апсолутно сувом стању влажности, $0,580$ ($0,380$ - $0,900$) g/cm^3 , радијално утезање $4,3\%$, тангенцијално $7,7\%$ итд. Уреновић, А. (1950), међутим, наводи да густина дрвета црног бора, у апсолутно сувом стању влажности, износи $0,377$ - $0,584$ - $0,908$ g/cm^3 , радијално утезање $4,34\%$, тангенцијално утезање $7,74\%$. И у другим секундарним изворима углавном се налазе слични подаци.

Будући да су својства дрвета варијабилна и да зависе од великог броја спољашњих и унутрашњих фактора, у одређеним случајевима, коришћење општих података не представља велику грешку. Међутим, ако се ради о прецизнијим истраживањима, нарочито када се настоји проверити утицај неког од спољашњих фактора на својства дрвета, онда то може представљати проблем и потребно је методолошки у потпуности приступити контролисаном експерименту, односно строго контролисаном узорковању и избору материјала. У противном, резултати истраживања имају ограничену примену, а закључци до којих се долази напорним и дуготрајним радом могу бити погрешни. Код дрвета црног бора, будући да се ради о једричавој врсти дрвета и врсти са значајним присуством смоле, чије учешће опада са висином дебла, грешка може бити и већа и резултати скоро неупотребљиви. Тако, на пример, ако резултати истраживања не садрже посебно податке о својствима дрвета белике и срчевине, већ само податке о дрвету црног бора, јасно је да

подаци имају ограничену могућност примене. Слично је и код других својстава и других врста дрвета. У наставку, у табелама од 1 до 6, дајемо податке о: густини бо-ровог дрвета у апсолутно сувом стању влажности, бубрењу и тачки засићености влаканаца и податке о упијању.

Табела 1. Густина дрвета у апсолутно сувом стању влажности g/cm^3
Table 1. Oven dry density of wood g/cm^3

Место пресека стабла у m	Густина дрвета			Статистички показатељи			
	min.	сред.	max.	σ_{n-1}	V	$f_{\sigma_{n-1}}$	n
0,30	0.482	0.589	0.844	0.080	13.592	0.0127	40
3,30	0.455	0.530	0.626	0.034	6.336	0.0057	34
5,30	0.435	0.520	0.579	0.030	5.855	0.0057	28
7,30	0.470	0.510	0.561	0.021	4.110	0.0044	23
9,30	0.469	0.490	0.542	0.018	3.773	0.0041	20
11,30	0.459	0.474	0.532	0.017	3.604	0.0043	16
13,30	0.438	0.455	0.475	0.010	2.375	0.0028	15
15,30	0.457	0.482	0.510	0.019	3.881	0.0076	6
0,30÷15,30	0.435	0.522	0.844	0.060	11.601	0.0044	182

Табела 2. Бубрење дрвета у радијалном правцу (%)
Table 2. Radial swelling (%)

Место пресека стабла у m	Бубрење дрвета			Статистички показатељи			
	min.	сред.	max.	σ_{n-1}	V	$f_{\sigma_{n-1}}$	n
0,30	3.606	4.617	6.439	0.635	13.762	0.1004	40
3,30	0.859	4.358	5.819	1.082	24.831	0.1856	34
5,30	2.937	4.775	6.237	0.821	17.199	0.1552	28
7,30	4.136	4.884	5.782	0.517	10.583	0.1078	23
9,30	3.678	4.587	7.698	0.856	18.655	0.1913	20
11,30	2.881	4.117	6.298	0.781	18.977	0.1953	16
13,30	2.796	3.589	4.859	0.526	14.660	0.1358	15
15,30	2.297	2.882	3.557	0.423	14.665	0.1725	6
0,30÷15,30	1.860	4.437	7.698	0.899	20.275	0.0667	182

Табела 3. Бубрење дрвета у тангенцијалном правцу (%)
Table 3. Tangential swelling (%)

Место пресека стабла у m	Бубрење дрвета			Статистички показатељи			
	min.	сред.	max.	σ_{n-1}	V	$f_{\sigma_{n-1}}$	n
0,30	5.425	9.571	15.025	1.289	13.465	0.2037	40
3,30	6.246	8.978	10.935	1.294	14.417	0.2219	34
5,30	7.315	9.243	10.912	1.086	11.750	0.2052	28
7,30	8.080	9.382	10.643	0.722	7.694	0.1505	23
9,30	5.196	8.619	9.841	1.157	13.419	0.2586	20
11,30	7.385	8.276	9.010	0.482	5.823	0.1204	16
13,30	5.198	7.380	9.746	1.198	16.228	0.3092	15
15,30	4.564	6.668	8.960	1.649	24.736	0.6733	6
0,30÷15,30	4.564	8.891	13.025	1.358	15.279	0.1007	182

Табела 4. Бубрење дрвета запремински (%)
Table 4. Volume swelling (%)

Место пресека стабла у m	Бубрење дрвета			Статистички показатељи			
	min.	сред.	max.	σ_{n-1}	V	$f_{\sigma_{n-1}}$	n
0,30	10.502	15.177	19.497	1.568	10.330	0.2479	40
3,30	9.291	14.754	17.861	2.474	16.767	0.4248	34
5,30	12.542	15.782	19.175	1.787	11.327	0.3378	28
7,30	13.717	15.963	17.315	0.699	4.383	0.1459	23
9,30	10.771	14.488	15.823	1.159	8.003	0.2592	20
11,30	11.494	13.597	15.986	1.065	7.831	0.2662	16
13,30	9.051	12.068	14.496	1.504	12.465	0.3884	15
15,30	7.951	10.574	13.528	1.997	18.893	0.8155	6
0,30÷15,30	7.951	14.668	19.497	2.116	14.427	0.1568	182

Табела 5. Тачка zasiћења влаканаца
Table 5. Fibre saturation point

Место пресека стабла у m	Тачка zasiћења влаканаца			Статистички показатељи			
	min.	сред.	max.	σ_{n-1}	V	$f_{\sigma_{n-1}}$	n
0,30	16.255	26.096	33.874	3.667	14.053	0.5799	40
3,30	19.016	27.706	33.538	3.818	13.781	0.6548	34
5,30	25.643	30.247	33.284	1.992	6.587	0.3766	28
7,30	28.017	31.316	33.691	1.236	3.947	0.2577	23
9,30	22.040	29.574	33.034	2.299	7.775	0.5142	20
11,30	23.713	28.704	34.105	2.591	9.025	0.6476	16
13,30	19.584	26.516	32.102	3.328	12.551	0.8593	15
15,30	15.588	22.015	27.725	4.327	19.654	1.766	6
0,30÷15,30	15.588	28.207	34.105	3.715	13.169	0.2753	182

Табела 6. Максимална достигнута апсолутна влажност дрвета напајањем
Table 6. Maximal absolute moisture content of wood

Место пресека стабла у m	Напојеност дрвета			Статистички показатељи			
	min.	сред.	max.	σ_{n-1}	V	$f_{\sigma_{n-1}}$	n
0,30	48.081	102.477	134.158	20.287	19.797	3.2077	40
3,30	84.100	119.717	134.487	9.802	8.187	1.6810	34
5,30	108.283	123.015	145.202	8.673	7.050	1.6390	28
7,30	111.743	127.730	147.906	8.681	6.796	1.8101	23
9,30	106.479	131.055	147.222	9.651	7.364	2.1581	20
11,30	59.609	134.909	148.966	13.584	10.069	3.3959	16
13,30	124.841	144.601	171.611	12.055	8.337	3.1126	15
15,30	111.995	131.199	146.446	10.662	8.127	4.3528	6
0,30÷15,30	48.081	122.459	171.611	18.140	14.813	1.345	182

Изнеги подаци представљају резултат више од 10.000 мерења и пружају обиље информација о варијацији испитиваних својстава по различитим нивоима висине дебла, као и о њиховој кумулативној вредности по пресецима. Подаци представљају синтезу врло обимног истраживања само једног стабла. То, међутим, даје по-

себан квалитет овом раду, јер би испитивање већег броја стабала само повећавало хетерогеност узорка и коефицијента варијације, што нам у овом случају није био циљ.

Анализом приказаних података о густини, у апсолутно сувом стању влажно-сти, може се констатовати да густина дрвета опада са повећањем висине дебла. Тако, просечна вредност густине, на пресеку 0,30 m, износи $0,589 \text{ g/cm}^3$, на пресеку 7,3 m је 0,510, а на пресеку 13,3 m је $0,455 \text{ g/cm}^3$. Просечна вредност за цело дебло износи $0,522 \text{ g/cm}^3$. Дубљом анализом истих података долази се до закључка да се дистрибуција података мења са променом висине дебла. Тако да је коефицијент варијације највећи на пресеку 0,30 m (13,59%), а најмањи на пресеку 13,3 m (2,375%). Треба, такође, запазити да укупна варијабилност густине износи 11,60%, што је око 1,5% изнад вредности општег коефицијента варијације густине дрвета. Ово јасно указује да је варијација густине дрвета у оквиру једног стабла приближна варијацији истог својства између више стабала, са истог или различитог локалитета. Лукић, Синоновић, Н. и Шошковић, Б. (1988) и Шошковић, Б. (1988), истражујући својства три стабла прашумске црне боровине на локалитету Црне поде, код Мојковца, у Републици Црној Гори, констатовали су да густина дрвета у апсолутно сувом стању влажности износи $0,528 (0,405-0,671) \text{ g/cm}^3$ за дрво бељике, а $0,614 (0,440-1,010) \text{ g/cm}^3$ за дрво срчевине. Просечна вредност густина за дрво црног бора за три стабла и три пресека износила је $0,584 (0,405-1,010) \text{ g/cm}^3$. Исти аутори констатовали су, такође, опадање густине са висином дебла код свих стабала, које је износило: на првом пресеку за бељику 0,628, а за срчевину $0,769 \text{ g/cm}^3$. На другом пресеку дрво бељике имало је 0,522, а дрво срчевине $0,551 \text{ g/cm}^3$, док је на трећем пресеку густина дрвета бељике износила 0,488, а дрвета срчевине $0,529 \text{ g/cm}^3$. Исказане разлике резултат су старости прашумских стабала, већег учешћа срчевине, опадања садржаја смоле и промене ширине прстенова прираста са висином дебла. Николић, М. и Љубардић, С. (1966) извршили су испитивање физичких и механичких својстава дрвета црног бора са локалитета Гоча и констатовали да густина дрвета гочког бора при влажности од око 10%, износи: бељика 0,487, а срчевина $0,518 \text{ g/cm}^3$. Исти аутори наводе податке Пејоског, Б. за дрво бељике (0,480) и срчевине (0,520) из Мориова (Р. Македонија) и констатују сличност са подацима дрвета црног бора са Гоча.

Упоређењем приказаних резултата, за дрво црног бора из природних састојина, може се констатовати да густина овог дрвета варира зависно од дела дрвета и дела стабла и да се, зависно од врсте испитивања, на то мора обратити посебна пажња. У анализираним случајевим уочене разлике резултат су старости стабла, локалитета, бонитета подлоге, односно ширине прстенова прираста.

Бубрење дрвета црног бора праћено је у радијалном и тангенцијалном правцу и запремински. Радијално бубрење, у просеку, износи 4,43% и смањује се са висином дебла. Тангенцијално бубрење, просечно, износи 8,89% и, такође, смањује се са висином дебла. Запреминско бубрење, као производ радијалног, тангенцијалног и аксијалног бубрења, које ми овом анализом нисмо пратили, за цело стабло, износи 14,67%. Минимална вредност овог бубрења износи 7,95, а највећа 19,50%. Другим речима, однос између највеће и најмање вредности запреминског бубрења износи око 2,5, што за резултат има вредност коефицијента варијације од 14,43%.

Карактеристично је, међутим, да је коефицијент варијације најмањи између седмог и дванаестог метра, а да се према пању и овршку повећава. Овакве промене бубрења дрвета резултат су утицаја пречника дебла на величину бубрења, затим односа белјике и срчевине у попречном пресеку дебла и садржаја смоле у дрвету.

Тачка zasiћења дрвета црног бора износи 28,207%, са границама од 15,588 до 34,105% и коефицијентом варијације 13,169%.

Максимални садржај воде добијен је нападањем дрвета испод површине воде до константне масе. Држање епрувета испод површине воде трајало је више недеља, а имало је за циљ добијање података о утицају висине дебла на упијање воде. Добијени подаци недвосмислено показују да горњи делови дебла упијају око 30% више воде од доњих делова дебла, за исти временски период потапања. Ова појава се може објаснити повећаним садржајем смоле у доњим деловима дебла која смањује апсорпциону способност дрвета, односно његов афинитет према води.

3.2. Механичка својства дрвета црног бора

Из дела дебла, између 1,30 и 3,30 m, израђене су епрувете за испитивање механичких својстава дрвета: чврстоће на притисак паралелно са влаканцима, чврстоће на савијање, чврстоће на удар и тврдоће дрвета. У циљу испитивања утицаја анатомског правца на вредности чврстоће на савијање и удар, извршено је њихово испитивање у радијалном и тангенцијалном анатомском правцу. Влажност дрвета у време испитивања износила је 12,80%. Густина дрвета епрувета на којима је извршено испитивање механичких својстава износила је: код чврстоће на притисак паралелно са влаканцима 0,575, код чврстоће на савијање у радијалном правцу 0,597, у тангенцијалном правцу 0,599, док је код чврстоће на удар у радијалном правцу густина износила 0,599, а у тангенцијалном правцу 0,587 g/cm³. Резултати испитивања приказани су у табели 7.

Табела 7. Чврстоћа на притисак, савијање и удар дрвета црног бора влажности 12,8 %
Table 7. Compressive strength, bending strength and shock resistance of Austrian pine wood, moisture 12.8 %

Назив	Чврстоћа на притисак	Чврстоћа на савијање (r)	Чврстоћа на савијање (t)	Чврстоћа на удар (r)	Чврстоћа на удар (t)
X (N/mm ²)	43,7	69.03	75.70	-	-
X (J/cm ²)	-	-	-	4.97	3.91
σ_{n-1}	8,6	17.10	16.50	2.05	1.65
V %	19,68	25.64	21.80	41.25	42.20
f_x	0.67	3.80	3.36	0.44	0.35
n	177	22	24	22	22

Симболи означавају статистичке показатеље: \bar{x} -аритметичка средина, σ_{n-1} - стандардно одступање, V- коефицијент варијације, f_x - грешка аритметичке средине, n- број података.

У литератури се налазе различите вредности чврстоћа за дрво црног бора. Тако Ш о ш к и Ђ, Б. и П о п о в и Ђ, З. (2002) наводе да дрво црног бора има чврстоћу

на притисак паралелно са влаканицима $54,6 \text{ N/mm}^2$, а чврстоћу на савијање око 130 N/mm^2 . Карахасановић, А. (1988) наводи да дрво црног бора има чврстоћу на притисак паралелно са влаканицима $55,3 \text{ N/mm}^2$ (27,0-87,9), чврстоћу на савијање 128 (67,5-198,5) N/mm^2 и чврстоћу на удар $4,7$ (2,0-18,0). Лук и Ћирић, Н. и Шошковић, Б. (1988) за три стабла црног бора са локалитета Црне поде, код Мојковца, старости 300-390 година, прсног пречника 71-77-81 cm и влажности 10%, наводе да чврстоћа на притисак паралелно са влаканицима износи $56,8$ (35,7-77,7), чврстоћа на савијање $104,4$ (60-152,1) N/mm^2 и чврстоћа на удар $4,93$ (1,4-11,4) J/cm^2 . Исти аутори пратили су промену механичких својстава по висини дебла и констатовали да чврстоћа на притисак паралелно са влаканицима опада са висином дебла. Опадање је присутно у дрвету бељике, срчевине и кумулативно. Тако, чврстоћа на притисак, на пресеку 1,3 m, за дрво бељике износи $59,0 \text{ N/mm}^2$, а за дрво срчевине $65,5 \text{ N/mm}^2$. На пресеку око 10,0 m иста чврстоћа за дрво бељике износи $53,3$, за дрво срчевине $55,6 \text{ N/mm}^2$. На висини од око 20 m дрво бељике има $46,9$, а дрво срчевине $51,6 \text{ N/mm}^2$. Аутори наводе слична запажања и код других механичких својстава, а појаву објашњавају опадањем густине дрвета са висином дебла. Будући да је и у нашим испитивањима присутно опадања густине са висином дебла, логично је претпоставити да би и у овом случају могло доћи до исте појаве.

Тврдоћа дрвета црног бора испитана је у аксијалном, радијалном и тангенцијалном анатомском правцу. Испитивање је извршено по методима Бринела и Јанка, при влажности дрвета од 13,8%. Просечна густина епрувета на којима је извршено испитивање износила је $0,605 \text{ g/cm}^3$. Резултати истраживања тврдоће дати су у табели 8.

Табела 8. Тврдоћа дрвета црног бора
Table 8. Hardness wood Austrian pine

Статистички показатељ	Тврдоћа по Бринелу N/mm^2			Тврдоћа по Јанки N/mm^2		
	аксијална	радијална	тангенцијална	аксијална	радијална	тангенцијална
X (N/mm^2)	36.1	16.2	14.7	38.9	31.6	32.9
σ_{n-1} (N/mm^2)	7.2	1.3	1.2	4.6	4.8	2.1
f_x	1.6	0.3	0.27	1.0	1.1	0.46
V %	19.94	8.0	8.16	11.82	15.19	6.38
n	20	20	20	20	20	20

Статистичке ознаке као у табели 7.

На основу изнетих података, тврдоћа дрвета црног бора, по општим критеријумима тврдоће, припада категорији меких врста дрвета, будући да се тврдоћа налази у интервалу тврдоће од $20\text{-}40 \text{ N/mm}^2$.

Анизотропија тврдоће дрвета црне боровине, мерена у односу на аксијалну тврдоћу, зависно од метода испитивања, износи:

Бринел: $a : p : t = 1 : 0,45 : 0,40$;

Јанка: $a : p : t = 1 : 0,81 : 0,84$.

Утицај анатомског правца на тврдоћу дрвета присутан је код оба метода. Међутим, код Бринеловог метода, бочне тврдоће су за око 60% мање од попречне тврдоће, док су код Јанкиног метода бочне тврдоће за око 20% мање од аксијалне тврдоће. Исто тако јасно је да је утицај метода испитивања већи код бочних него код попречних тврдоћа. Тако, на основу ових испитивања, разлика између попречних тврдоћа скоро и не постоји (36,1:38,9), док је та разлика између вредности бочних тврдоћа, како у радијалном, тако и тангенцијалном смеру врло изражена. Објашњење испољених разлика лежи у различитости метода испитивања, а пре свега у дубини продирања куглице у масу дрвета, при чему је то, код Јанкиног метода, преко 5 mm, што значи да у овом случају долази до изражаја дубинска тврдоћа дрвета, што код Бринеловог метода није случај.

Корелациона зависност густине и тврдоће дрвета је линеарна једначина облика $y = a + b \cdot x$. Вредности коефицијената линеарне корелације, зависно од анатомског правца и метода испитивања, имају следеће вредности:

Бринел: аксијано 0,82, радијално 0,39, тангенцијално 0,41;

Јанка: аксијално 0,89, радијално 0,83, тангенцијално 0,41.

Приказане вредности показују јасну и јаку линеарну корелацију између густине и попречне (аксијалне) тврдоће код оба начина испитивања, док је та зависност код бочних тврдоћа мања и недовољно сигурна за поуздано закључивање.

4. ЗАКЉУЧАК

Анализом густине дрвета у апсолутно сувом стању влажности констатовано је да густина боровог дрвета опада са висином стабла. Тако, просечна вредност густине на пресеку 0,30 m износи $0,589 \text{ g/cm}^3$, на пресеку 7,3 m $0,510 \text{ g/cm}^3$, а на пресеку 13,30 m је $0,455 \text{ g/cm}^3$. Просечна вредност густине за цело стабло износи $0,522 \text{ g/cm}^3$. Укупно бубрење дрвета црног бора износи: у радијалном правцу 4,43, а у тангенцијалном 8,89% и смањују се са повећањем висине стабла. Тачка zasiћености влаканаца дрвета црног бора износи 28,20%, са варијацијом од 15,58 до 34,10%. Чврстоћа дрвета црног бора, при влажности од 12,8%, износи: на притисак 43,7, на савијање: у радијалном правцу 69,03, а у тангенцијалном правцу $75,7 \text{ N/mm}^2$. Тврдоћа дрвета црног бора испитана је Јанкином и Бринеловом методом, а варирање података зависи од метода испитивања и анатомског правца. Метод испитивања има најмањи утицај на анатомски правац, док је, код бочних тврдоћа, утицај анатомског правца, у оквиру метода испитивања скоро незнатан. Анизотропија тврдоће дрвета црног бора, мерена у односу на аксијалну тврдоћу, износи:

Бринел: $a:p:t = 1 : 0,45 : 0,40$;

Јанка: $a:p:t = 1 : 0,81 : 0,84$.

Упоредном анализом својстава дрвета црног бора са локалитета Златибора са својствима дрвета црног бора са других локалитета, констатовано је да је варија-

билитет својстава на нивоу специфичне варијабилности сваког од анализираних својстава дрвета.

ЛИТЕРАТУРА

- Алексић, П., Стингић, М. и Милић, С. (2007): Стање шума шумских подручја, Шумарство бр. 3-4, стр. 33-54, Београд.
- Вазиљевић, С. (1967): Анатомија дрвета, Завод за издавање уџбеника, Београд.
- Јовановић, Б. (1967): Дендрологија са основима фитоценологије, Научна књига, Београд.
- Јовић, Д. *et al.* (1992): Шумски фонд, Монографија: Шумарство и прерада дрвета у Србији кроз векове, Савез инжењера и техничара шумарства и индустрије за прераду дрвета Србије, Београд.
- Карахановић, А. (1988): Наука о дрвету, Светлост Сарајево.
- Лубардић, С. и Николић, М. (1970): Утицај ширине года и процента учешћа касног дрвета на нека физичка и механичка својства гочког бора, Шумарство бр. 3-4, стр. 31-40, Београд.
- Лукић, Н. и Шошкић, Б. (1984): Физичка и механичка својства црне боровине, Дрвна индустрија бр. 35, Загреб.
- Лукић, Симоновић, Н. и Шошкић, Б. (1988): Истраживање технолошких својстава дрвета црног бора, Гласник Завода за заштиту природе бр 20, стр. 66-74, Титоград.
- Медаревић, М., Алексић, П., Милић, С. и Скленар, К. (2002): Стање четинарских култура и вештачки подигнутих састојина четинара којима газдује ЈП „Србијашуме“, посебна публикација: Прореде у културама бора, стр. 17-25, Србијашуме, Београд.
- Николић, М. и Лубардић, С. (1966): Испитивање важнијих физичких и механичких својстава дрвета гочког бора, Шумарство бр. 11-12, стр. 29-38, Београд.
- Угреновић, А. (1950): Технологија дрвета, Загреб.
- Угреновић, А. и Шолаја, Б. (1931): Истраживања о специфичној тежини дрвета и количини сирове смоле врсти *Pinus nigra* Arn. и *Pinus silvestris* L., Гласник за шумске покусе бр.3, стр. 26-90, Загреб.
- Шошкић, Б. и Поповић, З. (2002): Својства дрвета, Шумарски факултет, Београд.
- Шошкић, Б. (1988): Прилог истраживању својстава црног бора (*Pinus nigra* Arn.)- Варијација густине дрвета црног бора, Шумарство бр. 2-3, Београд.
- Шошкић, Б. и Поповић, З. (1993): Упоредна истраживања неких својстава дрвета букве, храста и бора са територије Србије, Дрварски гласник бр. 4-5, стр. 3-8, Београд.
- Шошкић, Б. (2002): Могућности прераде боровине из култура, посебна публикација: Прореде у културама бора, Србијашуме, Београд.
- Шошкић, Б. и Стојић, Д. (2007): Густина и механичка својства дрвета дуглазије, боровца и црног бора, Шумарство бр. 3-4, Београд.

PROPERTIES, PROCESSING AND USE OF AUSTRIAN PINE (*Pinus nigra* Arn.) WOOD
Physical and mechanical properties of Austrian pine wood from the area of Zlatibor

Borislav Šoškić

S u m m a r y

In the Republic of Serbia, there are significant amounts of pine wood in natural stands, but also in artificially established stands. This paper presents the study results of Austrian pine wood properties in natural stands. The data were taken from a tree on Mt. Zlatibor. The changes of physical properties were analysed depending on tree height. Mechanical properties were analysed on the stem part between the heights of 1.3 and 3.3 m. The study results are systematised and presented in Tables, with the corresponding statistical indicators. The obtained data are presented by cross sections and cumulatively. By the analysis of wood density in oven dry state, it was concluded that pine wood density decreased with tree height. So, the average density, on the cross section 0.30 m, is 0.589 g/cm^3 , on the cross section 7.3 m - 0.510 , and on the cross section 13.30 m - 0.455 g/cm^3 . Average density for the whole tree is 0.522 g/cm^3 . Total swelling of Austrian pine wood is: radial 4.43, tangential 8.89% and they decrease with tree height. Fibre saturation point of Austrian pine wood is 28.20%. The strength of Austrian pine wood at moisture content of 12.8%, is: compressive strength 43.7, bending strength: in radial direction 69.03, and in tangential direction 75.7 N/mm^2 . Austrian pine wood hardness was tested by Janka's and Brinel's method. Anisotropy of Austrian pine wood hardness, measured compared to axial hardness, is: Brinel: a : r : t = 1 : 0.45 : 0.40; Janka: a : r : t = 1 : 0.81 : 0.84. By the comparative analysis of Austrian pine wood properties from Zlatibor and Austrian pine wood properties from other sites, it was concluded that the variability of wood properties is at the level of the specific variability of each of the analysed wood properties.