

ZHODNOCENÍ VYBRANÝCH VLASTNOSTÍ DŘEVA BOROVICE ČERNÉ (*PINUS NIGRA* ARNOLD.)

Selected wood properties of black pine (*Pinus nigra* ARNOLD.)

Abstract

Sample trees of black pine (*Pinus nigra* ARNOLD.) were harvested in Černokostecko region in forest stands of Czech University of Agriculture in Prague, central part of Bohemia. The wood from the sample trees was examined for selected mechanical and physical properties. The compression strength parallel to the grain, the hardness, the density and the shrinkage were tested. The results were compared with data from other areas and with the properties of our native species. Quality of the wood is worse, especially in the terms of native softwoods. Only hardly black pine wood could substitute our native species for the most purposes they are used currently.

Klíčová slova: borovice černá (*Pinus nigra* ARNOLD.), dřevo, vlastnosti

Key words: black pine (*Pinus nigra* ARNOLD.), wood, properties

Úvod

Borovice černá se na území České republiky řadí ke geograficky nepůvodním druhům. České republice se areál jejího přirozeného výskytu nejvíce blíží v Rakousku, kde dosahuje svého nejsevernějšího rozšíření (MUSIL 2003, ÚRADNÍČEK 1998). V některých oblastech, například v Českém krasu (HEJNÝ et al. 1997), je v lesních porostech poměrně hojně zastoupena.

Povědomí o borovici černé a o kvalitě jejího dřeva je poměrně malé. Dřevo je ve zpracovatelském průmyslu využíváno jen okrajově. Pozornost odborné lesnické veřejnosti si borovice černá získala pouze v souvislosti s masivním odumíráním porostů v některých oblastech naší republiky (URBAN 2000, JANKOVSKÝ et al. 2003).

Porosty borovice černé dorůstající do mýtního věku a zvýšené množství nahodilých těžeb klade nároky na zpracování jejího dřeva. Kvalita dřeva z našeho území se tak stává aktuální otázkou.

Článek přináší vybrané mechanické a fyzikální vlastnosti dřeva borovice černé. Vlastnosti byly stanoveny na základě standardizovaných postupů. Hodnocen byl i vliv hustoty na mechanické vlastnosti a vliv polohy v kmeni na vlastnosti. Na základě výsledků je posuzována vhodnost náhrady dřeva našich domácích jehličnanů dřevem borovice černé.

Borovice černá (*Pinus nigra* ARNOLD.)

Nesouvislý areál zasahuje na sever po rakouskou část Dunaje, Krym a Kavkaz, na jih do severozápadní Afriky, na východ do Malé Asie a na Kavkaz a na západ do Španělska a Maroka (HEJNÝ et al. 1997, MUSIL 2003, PAGAN 1997). Vertikální rozšíření začíná od hladiny moře, ale převážná část areálu se nachází v horách (MUSIL 2003). Areál je výrazně disjunktivní, s ostrůvkovitým výskytem izolovaných populací. Nejvýše vystupuje v Malé Asii, v pohoří Taurus, až do výšky 2 100 m n. m. (PAGAN 1997).

Na území České republiky byla borovice černá introdukována kolem roku 1824 (MUSIL 2003). Podle HEJNÉHO et al. (1997) ale již v roce 1796, a KLIKA et al. (1953) dokonce uvádí, že již v roce 1759. Předpokládá se, že v současné době je u nás pěstována přibližně na 2 000 ha redukováné plochy (MUSIL 2003). Na území dnešní České republiky byly vysazovány nejčastěji proveniencí rakouské (subsp. *nigra*) (HEJNÝ et al. 1997, SVOBODA 1953), ostatní poddruhy jsou pro naše podnebí příliš choulostivé (KLIKA et al. 1953).

MUSIL (2003) uvádí, že se jedná o borovici s největší proměnlivostí. Podle HEJNÉHO et al. (1997) je možné vylišit několik samostatných poddruhů: subsp. *nigra*, subsp. *laricio* a subsp. *salzmannii*. Podle ISAJEVA et al. (2003) je hlavních poddruhů šest, i když potvrzuje nejednotnost v taxonomii.

Strom dosahuje výšky 30 - 45 m a výčetního průměru až 1 m. Kmen bývá přímý, válcovitý, náhle ukončený. Jehlice jsou po dvou ve svazečku. Kůlový kořen na vhodných stanovištích dobře zakotvuje dřevinu v půdě. Přizpůsobí se i mělkým půdám (MUSIL 2003, PAGAN 1997, SVOBODA 1953, ÚRADNÍČEK 1998). Dosažitelný věk je 160 - 360

roků (MUSIL 2003). Podle PAGANA (1997) se dožívá věku až 500 - 600 let. Bývá vitální a rychlerostoucí. Borovice černá je světlomilná, odolná k suchu. Snáší i vyšší mrazy (HEJNÝ et al. 1997, MUSIL 2003).

Borovice černá je lesnický, krajinářský a sadovnický významná. Pěstována je z půdochranných důvodů, například za účelem zpevnění pohyblivých písků nebo v krasových oblastech. Vysazuje se rovněž do větrolamů. Velmi často se nyní používá v sadovnictví, ve střední Evropě bývá nejčastěji pěstovanou introdukovanou dvoujehličnou borovicí (MUSIL 2003). V USA se pěstuje také na plantážích na vánoční stromky (BURNS et al. 1990, ISAJEV et al. 2003, MUSIL 2003). Je relativně odolná ke kouřovým plynům, k suchu i zasolení. Našla uplatnění ve velkoměstském prostředí a snáší i znečištěné ovzduší průmyslových oblastí (BURNS et al. 1993, HEJNÝ et al. 1997, ISAJEV et al. 2003, MUSIL 2003, PAGAN 1997, ÚRADNÍČEK 1998). Vysazována je hojně v parcích, místy i v lesních porostech, hlavně na vysychavých půdách (KOBILÍZEK 2000). Nenáročnost na humus a půdní živiny jsou vlastnosti, které ji umožňují použít pro zalesňování skoro beznadějně neplodných, devastovaných a pustých ploch. Zvláště se hodí pro zalesňování krasových oblastí (SVOBODA 1953).

U nás bývá doporučována pro nejteplejší a nejsušší oblasti, hlavně na skalnaté vápencové podklady (MUSIL 2003, ÚRADNÍČEK 1998). Umělé pěstování této dřeviny ve střední Evropě často zklamalo. Důvodem je nepochybně chybná volba sort (SVOBODA 1953). V našich krajinách je nutno ji považovat téměř výhradně za přípravnou dřevinu. Pro pěstování jako hlavní dřeviny u nás nejsou, až na zcela nepatrné výjimky, předpoklady (KLIKA et al. 1953).

Dřevo

Borovice černá je významným zdrojem užitkového dříví v jižní Evropě, hlavně na Korsice (BURNS et al. 1990, MUSIL 2003, ÚRADNÍČEK 1998). Dřevo má barevně odlišené jádro (MUSIL 2003, PAGAN 1997, SVOBODA 1953). Jádro je červenohnědé, široká běl je žlutobílá až narůžovělá (PAGAN 1997). Dřevo je dosti měkké a lehké, bohaté na pryskyřici (HEJNÝ et al. 1997, MUSIL 2003, PAGAN 1997, SVOBODA 1953). V porovnání s borovicí lesní je pružnější. Obsahuje i více pryskyřice a je trvanlivější (PAGAN 1997, SVOBODA 1953). FERNÁNDEZ-GOLFÍN SECO et al. (2004) uvádí u borovice černé vysoký obsah pryskyřice (až 18 %). Podle BURNSE et al. (1990) obsah pryskyřice v jádru dosahuje až 20 %. Častý je výskyt smolníků (Pines of Silvicultural Importance 2002). Podle BURNSE et al. (1990) dřevo připomíná borovici lesní, je ale tvrdší, má jemnější texturu a vykazuje nižší pevnost. Dřevo je špatně štípatelné (KLIKA et al. 1953).

Kvalita dřeva kolísá značně mezi poddruhy. Nejlepší kvality dosahuje subsp. *laricio*, kdežto dřevo subsp. *nigra* je horší, zejména na chudých půdách (Pines of Silvicultural Importance 2002). Není možné jednoznačně prohlásit, jestli je horší či lepší než dřevo borovice lesní, záleží zřejmě na půdě a původu. V Srbsku existuje varieta, která se vyznačuje dobrou jakostí dřeva. Má stejnoměrné, úzké letokruhy a je velmi chudé na pryskyřici. Je všestranně dobře zpracovatelné, na-

příklad jako velmi dobré rezonanční dřevo (KLIKA et al. 1953, PAGAN 1997, SVOBODA 1953). Dřevo mimo přirozenou oblast mívá často malé jádro a hrubá vlákna (SVOBODA 1953).

Borovice černá obecně neprodukuje dřevo špičkové kvality. Dobře se opracovává, ale není příliš trvanlivé. Je snadno napadáno hmyzem a dřevokaznými houbami (Pines of Silvicultural Importance 2002). Využívá se ve stavebnictví, na tesařské práce, při vodních stavbách (KLIKA et al. 1953, PAGAN 1997), k výrobě vodovodních rour, šindelů (KLIKA et al. 1953). Pro truhlářské práce je limitující vysoký obsah pryskyřice (FERNÁNDEZ-GOLFÍN SECO et al. 2004). Dále se dřevo borovice černé používá na výrobu překližek, kůlů a sloupů, důlních vzpěr, obalů, vlákniny a papíru (BURNS et al. 1990, Pines of Silvicultural Importance 2002). Po ošetření proti napadení houbami se využívá na pražce (FERNÁNDEZ-GOLFÍN SECO et al. 2004, Pines of Silvicultural Importance 2002). Podle ISAJEVA et al. (2003) činí malý podíl jádra dřevo zajímavým pro vybrané truhlářské práce a pro vybavení interiérů. Poddruh *laricio* je využíván jako pilařské dřevo, velké stromy mohou být použity i na výrobu trámů. V minulosti byl tento poddruh používán na stavbu lodí. Pro tento účel byly používány velmi staré stromy, které měly velký podíl jádra (Pines of Silvicultural Importance 2002). Díky vysokému obsahu pryskyřice je vhodným palivem (KLIKA et al. 1953, Pines of Silvicultural Importance 2002). Borovice černá byla využívána také k těžbě pryskyřice (Pines of Silvicultural Importance 2002). Výtěž pryskyřice v Dolním Rakousku obnášela pro kmen

a rok v průměru 3 kg (SVOBODA 1953). Na Balkáně se z borovice černé dřívě vyráběly louče na svícení (MUSIL 2003, ÚRADNÍČEK 1998).

Metodika

Zkoumané stromy byly odebrány v porostech obhospodařovaných Školním lesním podnikem (ŠLP) České zemědělské univerzity v Praze v oblasti Černokostelecka. Podnik je víceúčelový objekt, sloužící zejména pro potřeby výuky studentů a výzkumných aktivit univerzity. Území spravované ŠLP leží cca 25 - 50 km jihovýchodně od Prahy. Patří ke geomorfologické podsoustavě Středočeské pahorkatiny, která na severu přechází do Polabí. Lesní porosty náleží do přírodní lesní oblasti Středočeské pahorkatiny (PLO 10) – 99,1 % porostů, pouze nepatrná část na severu je součástí PLO 17 – Polabí.

Území ŠLP má pahorkatinný charakter s rozpětím výšek 210 až 528 m n. m. Po stránce hydrografické patří území ŠLP do povodí řek Labe a Sázavy. Geologické poměry jsou velmi pestré, nejrozšířenějším útvarem severní a východní části je permokarbon – slepence, arkozy, pískovec, břidlice a brekcie. V jihozápadní části oblasti má významnější zastoupení středočeský pluton. Nejčastějším půdním typem je mezotrofní kambizem (33,6 %), následuje oligotrofní kambizem (28,3 %), dále pak pseudogleje (15,2 %) a oglejená kambizem (10,9 %). Menší význam mají luvizemě, podzoly a fluvizemě. Průměrná roční teplota se pohybuje kolem 7,5 °C. Průměrná délka vegetační doby se pohybuje v rozmezí 150 – 160 dní. Roční úhrn srážek kolísá v intervalu 500 – 650 mm. Na ŠLP se nacházejí lesní vegetační stupně (LVS) 0 – 4. Největší zastoupení má LVS 3 (stupeň dubobukový) – 53,8 %, LVS 4 (bukový) – 24,2 % a LVS 2 (bukodubový) – 21 %.

Tři mýtně zralí jedinci borovice černé byli v zimním období smýceni v porostní skupině 120 B 10. Jednalo se o úrovně stromy, zdravé a vitální jedince, bez patrných známek vad na kmeni či hnilob, které se svými taxačními charakteristikami blížily střednímu kmeni. Z každého kmene byly odříznuty tři výřezy o délce 150 cm. Oddenkový výřez byl vždy odebrán z oblasti výčetního průměru, vrcholový výřez ve vzdálenosti 150 cm od začátku nasazení koruny. Středový výřez pak byl odebrán ve středu vzdálenosti mezi oddenkovým a vrcholovým výřezem. Z každého stromu byly také odebrány kotouče pro stanovení vlhkosti dřeva v době pokácení. Všechny výřezy byly z porostů odvezeny do fakultního střediska zpracování dřeva. Z každého výřezu byla odebrána středová fošna a tyto fošny byly uloženy v zastřešeném prostoru s volným přístupem vzduchu, tak aby bylo možné přirozené vysychání dřeva. Vlhkost fošen byla průběžně kontrolována vlhkoměrem. Po poklesu vlhkosti dřeva pod 20 % byly fošny rozřezány na latě o průřezu 20 x 20 mm. Latě byly použity jako základ pro výrobu zkušebních těles pro zkoušky na vybrané mechanické a fyzikální vlastnosti. Zkušební tělesa neobsahovala žádné růstové nepravidelnosti, zejména tlakové dřevo.

Tab. 1.

Popis porostní skupiny
Description of the forest stand

Plocha/Area	12,26 ha
Přírodní lesní oblast/Forest region	Středočeská pahorkatina
Pásmo ohrožení/Degree of damnification	D
Lesní typ/Forest type	3P1
Věk (v době smýcení vzorníků)/Age	97 let/years
Zastoupení dřevin/ Tree species composition	BO – 56 % SM – 20 % MD – 10 % BOC – 5 % DB – 5 % DBC – 2 % LP – 2 %

Tab. 2.

Základní taxační charakteristiky vzorníků
Description of the sample trees

	Vzorník 1/ Sample tree 1	Vzorník 2/ Sample tree 2	Vzorník 3/ Sample tree 3
Výška stromu [m]/Tree height [m]	21	22	23
Výška nasazení koruny [m]/Height of a crown [m]	12	17,5	17,5
Výčetní průměr [cm]/Diameter at breast height [cm]	38	40,5	33

Tab. 3.

Mechanické vlastnosti při 12% vlhkosti dřeva
Mechanical properties of the wood (12% moisture content)

Pevnost dřeva v tlaku rovnoběžně s vlákny/Compression strength parallel to the grain	[MPa]	38,2
Tvrdość podle Brinella – radiální plocha/Hardness (Brinell) – radial plane	[MPa]	12,1
Tvrdość podle Brinella – tangenciální plocha/Hardness (Brinell) – tangential plane	[MPa]	11,9
Tvrdość podle Brinella – čelní plocha/Hardness (Brinell) – parallel to the grain	[MPa]	25,5

Tab. 4.

Mechanické vlastnosti - základní statistické ukazatele
Mechanical properties – basic statistical description

	Směrodatná odchylka/ Standard deviation	Variační koeficient [%]/ Variation coefficient [%]	Počet těles/ Number of samples
Pevnost dřeva v tlaku rovnoběžně s vlákny/ Compression strength parallel to the grain	8,4	22	797
Tvrdost podle Brinella – radiální plocha/ Hardness (Brinell) – radial plane	2,4	20,2	798
Tvrdost podle Brinella – tangenciální plocha/ Hardness (Brinell) – tangential plane	2,4	20	798
Tvrdost podle Brinella – čelní plocha/ Hardness (Brinell) – parallel to the grain	5,2	20,5	798

Tab. 5.

Fyzikální vlastnosti dřeva
Physical properties of the wood

Hustota – při 12% vlhkosti/ Density – 12% moisture content	[kg.m ⁻³]	531
Hustota – při 0% vlhkosti/ Density – 0% moisture content	[kg.m ⁻³]	503
Sesychání – radiální směr/ Shrinkage – radial	[%]	3,5
Sesychání – tangenciální směr/ Shrinkage – tangential	[%]	6,5
Sesychání – objemové/ Shrinkage – volumetric	[%]	10,1

Tab. 6.

Fyzikální vlastnosti - základní statistické ukazatele
Physical properties – basic statistical description

	Směrodatná odchylka/ Standard deviation	Variační koeficient [%]/ Variation coefficient [%]	Počet těles/ Number of samples
Hustota – při 12% vlhkosti/ Density – 12% moisture content	72,3	13,6	2 360
Hustota – při 0% vlhkosti/ Density – 0% moisture content	74,5	14,8	780
Sesychání – radiální směr/ Shrinkage – radial	1,2	35	790
Sesychání – tangenciální směr/ Shrinkage – tangential	1,6	24,6	790
Sesychání – objemové/ Shrinkage – volumetric	2,3	23,1	790

Tab. 7.

Srovnání výsledků hustoty s údaji jiných autorů
Comparison of the density with data of other authors

	Hustota (12% vlhkost)/ Density (12% MC)	Hustota (0% vlhkost)/ Density (0% MC)
	[kg.m ⁻³]	[kg.m ⁻³]
Naměřené hodnoty/Results	531	503
KLIKA et al. (1953)	570 *	
Pines of Silvicultural Importance (2002)	550 - 600	
FERNÁNDEZ-GOLFÍN SECO et al. (2004)	528 - 648	
GUTIÉRREZ OLIVA ET AL. (2006)	559 - 643	529 - 615
PAZDROWSKI (2004)	664 - 829	

* na vzduchu vyschlé dřevo/air-dried wood

Tab. 8.

Srovnání výsledků s domácími jehličnany – mechanické vlastnosti
Comparison with native softwoods – the mechanical properties

	Naměřené hodnoty/ Results	borovice lesní ²⁾ / Scotch pine ²⁾	borovice lesní ³⁾ / Scotch pine ³⁾	smrk ztepilý ¹⁾ / Norway spruce ¹⁾	jedle bělokorá ¹⁾ / silver fir ¹⁾	modřín opadavý ¹⁾ / European larch ¹⁾
Pevnost v tlaku/ Compression strength	38,2	45 – 55	55	50	47	55
Tvrdost podle Brinella – radiální plocha/ Hardness (Brinell) – radial plane	12,1	14 – 23*	19*	12*	13 – 16*	19*
Tvrdost podle Brinella – tangenciální plocha/ Hardness (Brinell) – tangential plane	11,9					
Tvrdost podle Brinella – čelní plocha/ Hardness (Brinell) – parallel to the grain	25,5	39 – 41	40	32	30	53

1) WAGENFÜHR 2000, 2) KUČERA 1994, 3) KOLLMANN 1951

* tvrdost kolmo na vlákna bez rozlišení plochy/hardness across the grain without plane specification

Tab. 9.

Srovnání výsledků s domácími jehličnany – fyzikální vlastnosti
Comparison with native softwoods – the physical properties

	Naměřené hodnoty/ Results	borovice lesní ¹⁾ / Scotch pine ¹⁾	borovice lesní ²⁾ / Scotch pine ²⁾	smrk ztepilý ¹⁾ / Norway spruce ¹⁾	jedle bělokorá ¹⁾ / silver fir ¹⁾	modřín opadavý ¹⁾ / European larch ¹⁾
Hustota (12% vlhkost)/ Density (12% moisture content)	531	510	510 – 515**	470	450	590
Hustota (0% vlhkost)/ Density (0% moisture content)	503	490	460 - 510	430	410	550
Sesychání – radiální směr/ Shrinkage – radial	3,5	3,3 – 4,5	4	3,5 – 3,7	2,9 – 3,8	3,3 – 4,3
Sesychání – tangenciální směr/ Shrinkage – tangential	6,5	7,5 – 8,7	7,7	7,8 – 8,0	7,2 – 7,6	7,8 – 10,4
Sesychání – objemové/ Shrinkage – volumetric	10,1	11,2 – 12,4	12,1	11,6 – 12,0	10,2 – 11,5	11,4 – 15,0

1) WAGENFÜHR 2000, 2) KUČERA 1994

** při 15% vlhkost dřeva/15% moisture content

Pro testování mechanických vlastností byla použita tělesa o rozměrech 20 x 20 x 30 mm. Z mechanických vlastností byla zjišťována mez pevnosti v tlaku ve směru rovnoběžně s vlákny a tvrdost podle Brinella. Tvrdost podle Brinella byla zkoušena na všech plochách – ploše radiální, tangenciální a čelní. Uvedené zkoušky probíhaly v klimatizované laboratoři (vlhkost vzduchu 65 %, teplota vzduchu 20 °C). Vlhkost dřeva zkušebních těles v době testů byla 12 %. Všechny zkoušky proběhly podle odpovídajících českých norem (ČSN).

Pro posouzení fyzikálních vlastností byla také použita tělesa o rozměrech 20 x 20 x 30 mm. Zkoumána byla hustota dřeva při 12% vlhkosti dřeva, při 0% vlhkosti a sesychání dřeva v tangenciálním směru, v radiálním směru a objemové sesychání. Pro hustotu při 12% vlhkosti nebyla vyrobena zkušební tělesa zvlášť, ale byla naměřena na tělesech určených pro ostatní zkoušky. Bylo tak možné stanovit závislost, zejména mechanických, vlastností na hustotě. Zkoušky byly opět prováděny v klimatizované laboratoři fakulty a proběhly podle příslušných ČSN.

Výsledky

Hodnoty posuzovaných mechanických a fyzikálních vlastností jsou uvedeny v tabulkách. Prezentované výsledky jsou vždy průměrnou hodnotou za všechny tři vzorníky.

Vlhkost dřeva vzorníků v době smýcení se pohybovala v rozmezí 25 % až 143 %. Nejnižších hodnot vlhkosti dosahovala zóna jádra, v průměru 40 %. Naopak nejvyšší hodnoty vlhkosti dřeva vykazovala bělová zóna, průměrně 108 %. Všechny tři vzorníky se statisticky významně lišily. Nejnižší vlhkost měl vzorník 3, nejvyšší vzorník 2.

Podíl jádra u zkoumaných stromů borovice černé byl poměrně nízký, z celkové plochy příčného řezu jádro v průměru zaujímalo pouze 13 %.

Tabulky 3 a 4 přináší výsledné hodnoty posuzovaných mechanických vlastností, včetně variability a počtu testovaných těles. Proměnlivost mechanických vlastností dosáhla poměrně vysokých hodnot, a to v případě všech hodnocených vlastností. Závislost mechanických

vlastností na hustotě se ukázala jako nízká. Největší závislost byla prokázána mezi hustotou a tvrdostí na radiální ploše, kde koeficient determinace (R^2) dosáhl hodnoty 0,42. U pevnosti v tlaku byla hodnota koeficientu determinace nižší.

V tabulkách 5 a 6 jsou uvedeny výsledky zkoumaných fyzikálních vlastností. Podobně jako v případě mechanických vlastností bylo u sesychání dosaženo značně vysokých hodnot variačních koeficientů, zejména u sesychání v radiálním směru. Závislost sesychání na hustotě se ukázala ve všech směrech jako minimální.

V tabulkách 7, 8 a 9 jsou provedena srovnání výsledků. Tabulka 7 srovnává průměrnou hustotu za všechny tři vzorníky s údaji o hustotě jak z oblastí původního rozšíření, tak z oblastí, kde byla borovice černá introdukována. Tabulky 8 a 9 přináší srovnání výsledků s hodnotami našich domácích jehličnatých, většinou hospodářsky významných, dřevin.

Diskuse a závěr

Podíl bělí je zásadní z hlediska trvanlivosti dřeva a jeho schopnosti odolávat působení biotických činitelů. Šířka bělí zkoumaných vzorníků je značná. Přesahuje všechny naše domácí jádrové jehličnany, včetně borovice lesní. Údaj uváděný KLIKOU et al. (1953), že běl zabírá až dvě třetiny průměru kmene, je velmi reálný a v případě vzorníku číslo 1 byla šířka bělí dokonce i vyšší. Vyšší zastoupení bělí u borovice černé je zřejmě kritické pro využití jejího dřeva a zmiňuje se o něm více autorů. Možným řešením je podle BURNSE et al. (1990) prodloužení doby obmýtí. V minulosti byly pro stavbu lodí používány stromy až 300 staré, s velkým podílem jádra, a tedy odolné proti napadením hmyzem (Pines of Silvicultural Importance, 2002). Příčinou malého jádra může být i pěstování mimo přirozenou oblast výskytu (SVOBODA 1953).

Hodnoty fyzikálních a mechanických vlastností většinou zůstávají za údaji uváděnými v literatuře. V případě hustoty dosahují maximálně dolní hranice uváděného intervalu některých autorů (FERNÁNDEZ-GOLFÍN SECO et al. 2004). Hodnoty sesychání jsou naopak příznivější, především v tangenciálním směru (USTA et al. 2001). I podíl tangenciálního a radiálního sesychání vychází příznivěji než u zmiňovaného autora. V případě tlaku se výsledky pohybují v dolní hranici intervalu uváděného PAZDROWSKIM (2004) nebo se přibližují průměrné hodnotě (Pines of Silvicultural Importance 2002). Nezodpovězenou otázkou zůstává vliv stanoviště na výsledné hodnoty, které má podle TSOUMISE et al. (1980) zejména vliv na hustotu. Svoji roli

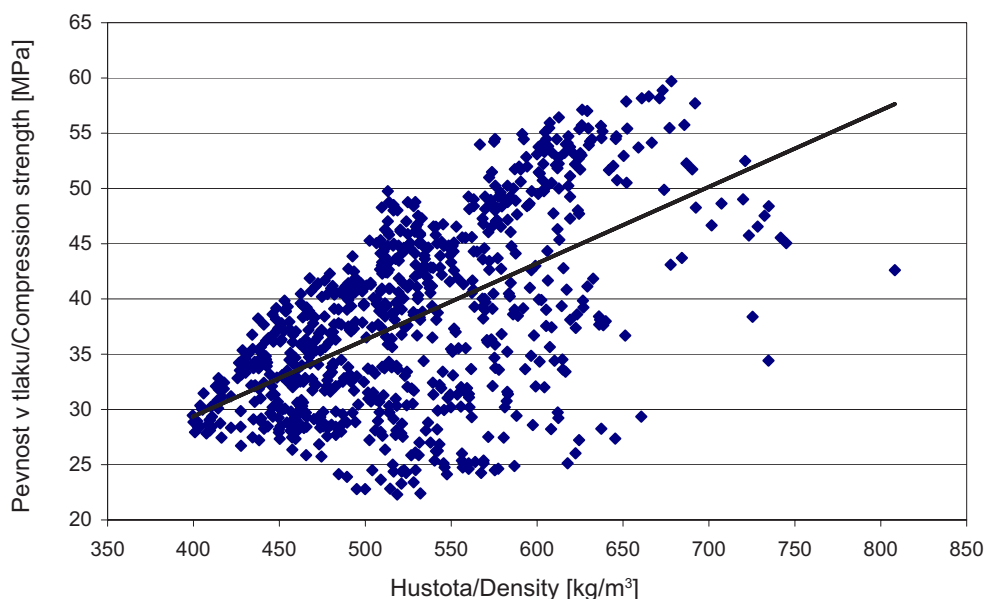
bude nepochybně hrát i vhodná provenience (ISAJEV et al. 2003, Pines of Silvicultural Importance 2002, SVOBODA 1953).

Přestože PAZDROWSKI (2004) uvádí, že borovice černá převyšuje borovici lesní v mechanických i fyzikálních vlastnostech, nemůže borovice černá v pevnostních charakteristikách plně nahradit naše domácí dřeviny. Její pevnost v tlaku ve směru vláken je výrazně nižší než u našich domácích jehličnanů, a to včetně borovice lesní. Tvrdost podle Brinella v radiální a tangenciální ploše lze prohlásit za shodnou se smrkem, blíží se jedli, ale oproti borovici lesní a modřínu je výrazně nižší. Tvrdost na čelní ploše je také výrazně nižší než u ostatních jehličnanů. Hustota dřeva borovice černé při 12% vlhkosti i při 0% vlhkosti je téměř shodná s borovici lesní, menší než hustota modřínu, ale větší než hustoty smrku a jedle. Radiální sesychání se blíží hodnotám ostatních domácích jehličnanů. Tangenciální sesychání je menší než u ostatních jehličnanů a stejně tak sesychání objemové. Horší mechanické vlastnosti jsou tak do jisté míry vyváženy příznivějšími hodnotami sesychání.

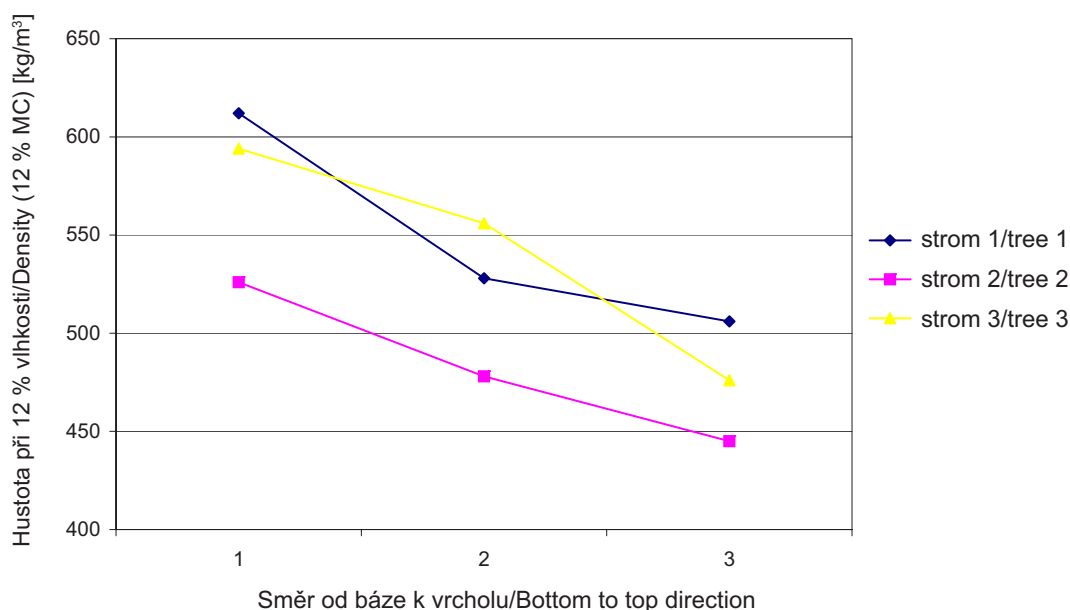
Relativně vysoká hodnota hustoty se díky nízké korelaci bohužel neprojevila v mechanické pevnosti dřeva. Graf (obr. 1) zobrazuje závislost pevnosti v tlaku na hustotě, kde koeficient determinace (R^2) dosáhl pouze hodnoty 0,33. Nízké hodnoty koeficientu determinace u mechanických vlastností konstatuje i FERNÁNDEZ-GOLFÍN SECO et al. (2004).

U mechanických vlastností, a některých fyzikálních vlastností se projevuje vysoká variabilita. Tu u některých mechanických vlastností borovice černé zaznamenal i FERNÁNDEZ-GOLFÍN SECO et al. (2004). Jednou z možností, jak zdůvodnit vysokou proměnlivost většiny vlastností, je zvolená metodika měření. Do vyhodnocení byly zahrnuty i středové části výřezů a výřezy z horní části kmene, kde je značný podíl juvenilního dřeva. Variabilita vlastností juvenilního dřeva borovice černé je vyšší než dřeva zralého (PAZDROWSKI 2004). Zprůměrováním hodnot z horní, středové a z bazální části kmene a ze středu kmene i z okrajových částí bylo dosaženo vysokých hodnot variačních koeficientů. Je tedy možné předpokládat, že při odběru vzorků pouze z oddenkové části kmene a při vynechání středové zóny juvenilního dřeva by některé naměřené hodnoty mohly v porovnání s domácími jehličnany vycházet příznivěji a s nižší proměnlivostí.

Rozdíly bylo možné najít i mezi vzorníky. Vzorník označený jako číslo 2 vykazoval nižší hodnoty fyzikálních a mechanických vlastností než zbývající dva stromy. Pro tuto skutečnost není žádné vysvětlení, protože všechny tři stromy pochází ze stejného stanoviště a rostly poměrně blízko sebe.



Obr. 1.
Závislost meze pevnosti v tlaku na hustotě
Correlation between the density and the compression strength



Obr. 2.

Kolísání hustoty v závislosti na poloze v kmeni v podélném směru podle jednotlivých vzorníků
The axial variation of the density in the individual sample trees

Pro posuzované dřevo je charakteristická i variabilita v rámci kmene. Z grafu (obr. 2) je patrné, že hustota dřeva se směrem od báze k vrcholu u všech třech stromů zmenšuje. Klesající hustotu s rostoucí výškou stromu potvrzuje u borovice černé GUTIÉRREZ OLIVA et al. (2006). Při zpracování a využití dřeva je tedy nezbytné vzít v úvahu, z které části stromu dřevo pochází.

Zkoumaná borovice černá, v porovnání s našimi domácími jehličnany, nevykazuje příliš kvalitou dřeva. Malá je trvanlivost dřeva a jeho schopnost odolávat zejména působení dřevokazných hub. Dřevo nevykazuje ani z hlediska mechanických a fyzikálních vlastností. Nedá se tedy předpokládat, že by v budoucnu v dřevozpracujícím průmyslu ve větším měřítku nahradila naše domácí dřeviny. V dřevozpracujícím průmyslu se dá očekávat jen okrajové použití, převážně na drobné truhlářské práce a jiné podřadnější účely. Využije-li se její dřevoprodukční funkce s funkcí meliorační, může být pro lesní hospodářství přínosem. Těžiště jejího hlavního využití bude pravděpodobně i nadále v okrasném zahradnictví.

Literatura

- BURNS, R. M., HONKALA, B. H.: *Silvics of North America, Volume 1. Conifers* [online]. 1990, prosinec [cit. 13. 12. 2006]. Dostupné z: http://www.na.fs.fed.us/Spfo/pubs/silvics_manual/table_of_contents.htm
- ČSN 49 0103. Dřevo. Zisťovanie vlhkosti pri fyzikálnych a mechanických skúškach. Praha: Úřad pro normalizaci a měření 1979. 5 s.
- ČSN 49 0108. Zisťovanie hustoty pri fyzikálnych a mechanických skúškach. Praha: Federální úřad pro normalizaci a měření 1993. 5 s.
- ČSN 49 0110. Dřevo. Medza pevnosti v tlaku v smere vláken. Praha: Úřad pro normalizaci a měření 1980. 5 s.
- ČSN 49 0128. Metóda zisťovania zosychavosti. Praha: Úřad pro normalizaci a měření 1989. 18 s.
- ČSN 64 0128. Tvrdost podle Brinella. Praha: Úřad pro normalizaci 1953. 3 s.
- FERNÁNDEZ-GOLFÍN SECO, J. I., DIEZ BARRA, M. R., HERMOSO PRIETO, E., CONDE GARCÍA, M.: Mechanical characterization of timber from Spanish provenances of laricio pine according to European standards. *Wood Science and Technology*, 38, 2004, č. 1, s. 25-34
- GUTIÉRREZ OLIVA, A., BAONZA MERINO, V., FERNÁNDEZ-GOLFÍN SECO, J. I., CONDE GARCÍA, M., HERMOSO PRIETO, E.: Effect of growth

conditions on wood density of Spanish *Pinus nigra*. *Wood Science and Technology*, 40, 2006, č. 3, s. 190-204

- HEJNÝ, S., SLAVÍK, B.: *Květena ČR 1*. Praha: Academia 1997. 557 s.
- ISAJEV, V., FADY, B., SEMENCI, H., ANDONOVSKI, V.: *EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European black pine (*Pinus nigra*)* [online]. 2003 [cit. 6. 12. 2006]. Dostupné z: http://www.bioversityinternational.org/publications/pubfile.asp?ID_PUB=1035
- JANKOVSKÝ, L., PALOVČIKOVÁ, D.: Dieback of Austrian pine: The epidemic occurrence of *Sphaeropsis sapinea* in southern Moravia. *Journal of Forestry Science*, 49, 2003, č. 8, s. 389-394
- KLIKA, J., ŠIMAN, K., NOVÁK, F., KAVKA, B.: *Jehličnaté*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd 1953. 312 s.
- KOBLÍZEK, J.: *Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků*. Tišnov: Sursum 2000. 448 s.
- KOLLMANN, F.: *Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Erste Band*. Berlin: Springer-Verlag 1951. 1050 s.
- KUČERA, L. J., GFELLER, B.: *Einheimische und fremdländische Nutzhölzer*. Zürich – Biel, 1994. 144 s.
- MUSIL, I.: *Lesnická dendrologie 1. Jehličnaté dřeviny*. Praha: Česká zemědělská univerzita 2003. 177 s.
- PAGAN, J.: *Lesnická dendrológia*. Zvolen: Technická univerzita 1997. 378 s.
- PAZDROWSKI, W.: The proportion and some selected physical and mechanical properties of juvenile maturing and adult wood of black pine and Scots pine. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities* [online]. 2004, 7, č. 1 [cit. 14. 12. 2006]. Dostupné z: <http://www.ejpau.media.pl/volume7/issue1/forestry/art-03.pdf>
- Pines of Silvicultural Importance* [online]. 2002, leden [cit. 11. 12. 2006]. Dostupné z: <http://www.cabi-publishing.org/bookshop/BookDisplay.asp?SubjectArea=&Subject=&PID=1543>
- SVOBODA, P.: *Lesní dřeviny a jejich porosty, část I*. Praha: SZN 1953. 411 s.
- TSOUMIS, G., PANAGIOTIDIS, N.: Effect of growth conditions on wood quality characteristics of black pine (*Pinus nigra* ARN.). *Wood Science and Technology*, 14, 1980, č. 4, s. 301-310
- ÚRADNÍČEK, L., CHMELAR, J.: *Dendrologie lesnická - 1. část jehličnany*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita 1998. 246 s.
- URBAN, J.: *K příčinám nadměrného hynutí borovice černé*. *Lesnická práce*, 79, 2000, č. 11, s. 503-505

USTA, I., GURAY, A.: Comparison of the swelling and shrinkage characteristics of Corsican pine (*Pinus nigra* var. *maritima*). Turkish

Journal of Agriculture and Forestry, 24, 2000, č. 4, s. 461-464
WAGENFÜHR, R.: Holzatlas. Leipzig: Fachbuchverlag 2000. 707 s.

Selected wood properties of black pine (*Pinus nigra* ARNOLD.)

Summary

This work focuses on chosen mechanical and physical properties of black pine wood. Black pine ranks among introduced tree species in the Czech Republic. Although in Mediterranean it is important commercial species, the data on the quality of wood from this country are missing.

Three representative trees were cut down in mature forest stands managed by Forest School Enterprise of Czech University of Agriculture in Prague. The trees were free of any defects and growing irregularities. The diameter at breast height ranged from 33 to 40.5 cm and the height of the trees ranged from 21 to 23 m. Three logs at the length of 150 cm were cut from each of those trees. The first log was always cut from the bottom part, the second from the beginning of the crown and the last one from the middle of the distance between those previous logs. The discs were also cut out to set the current moisture content of felled trees. The logs were sawn into boards and after their seasoning the experimental blocks were made. The length of the blocks in the longitudinal, radial and tangential direction was 30 mm, 20 mm and 20 mm respectively. From the mechanical properties the compression strength along fibres and the hardness (Brinell) were tested. All the examined mechanical properties were determined at 12% wood moisture content. The wood density (both at 12% and 0% moisture content) and the shrinkage (tangential, radial and volumetric) were tested from the physical properties. All of those tests were performed in accordance with Czech standards.

The moisture content in felled trees varied between 25 and 143 %. The lowest content of water was in the heartwood zone. The share of the heartwood from the cross-section was little, about 13 % on average. The big portion of the sapwood will be probably responsible for lower resistance against fungal attack. Tested mechanical properties turned out to be inferior compared to information in literature and to our native softwoods. Also the values of the density are lower than authors mention for black pine wood. On the contrary the shrinkage of the tested wood is lower and hence more feasible. The variability of both the mechanical and the physical properties reached surprisingly high figures. The correlation between the density and the mechanical properties was low. The coefficient of determination (R^2) reached only 0.33 in the case of the compression strength. It was even possible to find differences between the sample trees although they came from the same site. The second sample tree showed lower values of the mechanical and physical properties than remaining two trees. Variability within a stem is also typical for the trees. The density and the mechanical properties are decreasing towards the top of the tree. It is necessary to take this fact into account during processing and utilisation of the stem.

It can be concluded that investigated black pine wood is inferior compared to quality of wood of our native softwoods. Its wood has poor durability and is susceptible to fungal attacks. The mechanical and the physical properties of the wood are worse than in other areas, except for shrinkage. It can hardly replace the wood of our current commercial coniferous species in the wood processing industry. Utilisation of black pine wood in the industry will be marginal and for second-rate purposes. Combination of timber production and its ameliorative function could be more beneficial for forestry. The principal area of its utilisation in the Czech Republic will be still probably in an ornamental gardening.

Recenzováno