

**EDWARD ROSZYK, WALDEMAR MOLIŃSKI, WŁADYSŁAW KUSIAK,
WŁODZIMIERZ PRĄDZYŃSKI, MAGDALENA ZBOROWSKA**

Właściwości fizyczne drewna sosny zwyczajnej z Puszczy Noteckiej

Physical properties of Scots pine wood from the Notecka Forest

ABSTRACT

Roszyk E., Moliński W., Kusiak W., Prądyński W., Zborowska M. 2016. Właściwości fizyczne drewna sosny zwyczajnej z Puszczy Noteckiej. Sylwan 160 (7): 547-555.

The aim of the study was to determine the relationship between the quality of habitat and the quality of Scots pine wood. We focused on the wood from mature stands growing on poor habitats on inland dunes in the Notecka Forest and on former farmlands (central and western Poland). We selected 12 trees, from which we took wood samples for tree ring investigation. We determined the age of trees, width of increments, share of late- and hardwood, and the moisture and density of the wood. Samples were weighed with 0.001 g accuracy and their volume was determined with hydrostatic method. Next, samples were dried and their mass was determined again. The obtained results were used to calculate: initial and conventional wood density as well as moisture content of each sample. Properties of the examined wood derived both from Notecka Forest as well as from farmlands were advantageous from the point of view of its technical quality. Mean width of annual increments, both near-pith and near-circumferential, ranged from 1.70 to 1.99 mm and qualified analysed wood as the narrow-ringed. The examined wood characterised high proportion of latewood, close to the upper limit given in literature for standard conifer wood and by high density. Mean share of latewood in the near-pith increments ranged from 18.9 to 30.6%, while in near-circumferential increments – from 34.3 to 45.7%. The highest average conventional density amounted to 507 kg/m³, whereas the lowest – to 466 kg/m³. The obtained results revealed that the wood from the Notecka Forest had favorable properties in terms of technical quality. It had the characteristics of slow-grown wood and was characterized by a high proportion of latewood in annual increments and a conventional density higher than the one reported in the literature.

KEY WORDS

Pinus sylvestris, wood physical properties, Poland

ADDRESSES

Edward Roszyk ⁽¹⁾ – e-mail: eroszyk@up.poznan.pl
Waldemar Moliński ⁽¹⁾ – e-mail: wmolinsk@up.poznan.pl
Władysław Kusiak ⁽²⁾ – e-mail: kusiak@up.poznan.pl
Włodzimierz Prądyński ⁽³⁾ – e-mail: wpradzyn@up.poznan.pl
Magdalena Zborowska ⁽³⁾ – e-mail: mzbor@up.poznan.pl

⁽¹⁾ Katedra Nauki o Drewnie, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu; ul. Wojska Polskiego 38/42, 60-627 Poznań

⁽²⁾ Katedra Mechaniki i Techniki Ciepłej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu; ul. Wojska Polskiego 38/42, 60-627 Poznań

⁽³⁾ Instytut Chemicznej Technologii Drewna, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu; ul. Wojska Polskiego 38/42, 60-627 Poznań

Wstęp

Puszcza Notecka charakteryzuje się zwartym obszarem o powierzchni około 125 tys. ha, obejmującym drzewostany rosnące na wydmach śródlądowych w widłach Warty i Noteci. Z uwagi na dominujące typy gleb bielcowych i rdzawych (88,9%) oraz występowanie na prawie 50% powierzchni deficytu wody przeważają tu borowe typy siedlisk leśnych: BMśw i Bśw (83,6%), a udział sosny zwyczajnej wynosi 91,8% [Przybyła 2015]. Te czynniki sprawiają, że drzewostany Puszczy Noteckiej określane są jako niskoprodukcyjne, co znajduje odzwierciedlenie w dominującej bonitacji drzewostanu (klasy II i III). Dodatkowo drzewostany te narażone są na gradacje szkodliwych owadów. W latach 1922-1924 Puszcę Notecką objęła gradacja strzygoni choinówki (*Panolis flammea* Denis & Schiff.) [Mroczkiewicz 1935], która doprowadziła do niemal całkowitego obumarcia drzewostanów, a w następstwie do ich wycięcia. Do II wojny światowej odnowiono niemal wszystkie powierzchnie zrębowe, przez co dzisiaj rosną tu drzewostany IV i V klasy wieku. Ten stan spowodował, że niskoprodukcyjne drzewostany Puszczy Noteckiej charakteryzują się zasobnością szacowaną na około 230-240 m³/ha, przy ogólnej zasobności grubizny brutto wynoszącej 269 m³/ha [Leśnictwo 2015]. Obecnie drzewostany te są intensywnie użytkowane, a roczne pozyskanie drewna według planów urzędzenia lasu wynosi około 700 tys. m³ i ma tendencję wzrastającą.

Temat rozpoznania właściwości fizycznych, chemicznych i mechanicznych drewna pochodzącego z Puszczy Noteckiej z myślą o lepszym wykorzystaniu przez przemysł drzewny jego swoistych walorów był już podejmowany w kilku pracach [Pazdrowski, Sława-Neyman 1996, 1998; Kusiak i in. 2013; Aleksiejak 2014].

Celem badań było ustalenie podstawowych właściwości fizycznych drewna pozyskanego z Puszczy Noteckiej i porównanie ich z analogicznymi właściwościami drewna pochodzącego spoza Puszczy.

Materiał i metody

Na podstawie informacji zawartych w Systemie Informatycznym Lasów Państwowych (SILP) wybrano 4 powierzchnie badawcze. Na terenie Puszczy Noteckiej były to dwa drzewostany, tj. powierzchnia nr 1 (leśnictwo Sowa Góra, oddz. 23a) oraz nr 2 (leśnictwo Zamyślin, oddz. 242a). W celach porównawczych wytypowano drzewostany z dwóch różnych lokalizacji o odmiennych uwarunkowaniach wzrostowych niż w Puszczy: z gruntów porolnych (leśnictwo Muchocin, w oddz. 331a) – powierzchnia nr 3 oraz leśnych (leśnictwo Goraj, oddz. 367a) – powierzchnia nr 4. We wszystkich drzewostanach wybranych do badań siedliskowym typem lasu był bór świeży (Bśw), a gospodarczym typem drzewostanu sosna, której udział wynosił 100%. Szczegółowe informacje taksacyjne drzewostanów zamieszczono w tabeli 1.

Do szczegółowych badań parametrów makrostrukturalnych drewna oraz jego gęstości i wilgotności w stanie świeżym wybrano po 3 przeciętne dla każdej powierzchni drzewa. Wszystkie drzewa doświadczalne pochodziły z tej samej klasy biosocjalnej drzewostanu (II klasa Krafra), charakteryzowały się średnimi dla danego drzewostanu wymiarami, rosły wewnątrz drzewostanu i były pozbawione wad kształtu. Każdorazowo do badań wybrano drzewa o pierśnicy najbliższej średnim wymiarom wygenerowanym z SILP. Przed ścięciem oznaczono na poboczniczy każdego drzewa kierunek północny i dokonano pomiarów pierśnicy, a po ścięciu zmierzono wysokość drzew i długość żywej korony. Od odziomka i z wysokości pierśnicy odcięto po 3 krążki o grubości około 5 cm. Krążek z odziomka wykorzystano do oznaczenia wieku drzew, a krążki z pierśnicy do pomiarów parametrów makrostrukturalnych i określenia rozkładów gęstości drewna oraz jego wilgotności w stanie świeżym wzdłuż średnicy N-S.

Tabela 1.

Charakterystyka powierzchni badawczych
Characteristic of the study plots

	1	2	3	4
Pokrywa Coverage	mszysta moss	mszysta moss	zadarniona sod	mszysta moss
Gleba Soil	Bw pl	Bw pl	RDB pl porolny	RDB pl
Skład gatunkowy Tree stand composition	So	So	So, mjs. Brz, So	So, mjs. Brz, Db.s
Podszyt Undergrowth	Św, So		Czm, Db, Kru	Brz, So, Kru
Wiek [lata] Age [years]	83	83	78	83
Zwarcie Density	umiarkowane moderate	umiarkowane moderate	przerywane broken	umiarkowane moderate
D [cm]	20	21	24	21
H [m]	18	18	21	19
Bonitacja Site class	III	III	II	III
Zadrzewienie Stocking level	1,1	0,9	1,1	1,1
Jakość Quality	3	23	22	3
Mięszczość grubizny [m ³ /ha] Merchantable volume	308	239	364	322

Przed oznaczeniem wieku drzew wycięto z krążków listwy rdzeniowe wzdłuż kierunku N-S, po czym dla lepszego uwidocznienia przyrostów rocznych jedną ich powierzchnię poprzeczną przestругano, a następnie z wykorzystaniem lupy zliczano wszystkie przyrosty roczne. Pomiar parametrów strukturalnych przeprowadzono zgodnie z zaleceniami normy PN-55/D-04110 [1955]. W tym celu z odpowiednich krążków wycinano listwy rdzeniowe w kierunku N-S, które następnie doprowadzono w warunkach pracowni ($T=20 \pm 2^\circ\text{C}$ i $\varphi=35 \pm 5\%$) do wilgotności równowagowej. Na jednej dokładnie obrobionej powierzchni poprzecznej listwy wyrysowano linie promieniowe, wzdłuż których dokonano pomiarów szerokości stref drewna wczesnego i późnego wszystkich przyrostów rocznych. W pomiarach tych wykorzystano komputerowy zestaw do analizy obrazów z mikroskopem stereoskopowym. Pomiarów dokonano z dokładnością do 0,01 mm. Określono szerokość pojedynczych przyrostów rocznych, udział w nich drewna późnego oraz długość promienia strefy twardej i liczbę zawartych w tej strefie przyrostów. Na kolejnych listewkach, o wymiarach $2 \times 1,5$ cm i długości równej pierśnicy drzew wzdłuż kierunku N-S, oznaczono wilgotność początkową oraz gęstość drewna. Wielkości te oznaczono na wylupywanych z nich próbkach, obejmujących po 3 pełne przyrosty roczne w przypadku drewna przyrdzeniowego i po 5 w strefie przyobwodowej. Otrzymane w ten sposób próbki ważono na wadze laboratoryjnej z dokładnością do 0,001 g (m_w), a następnie określono ich objętość ($V_w(\max)$) metodą hydrostatyczną [Kokociński 2004]. Po tych czynnościach próbki suszono do stanu zupełnie suchego [PN-77/D-04100] i ponownie oznaczono ich masę (m_0). Na podstawie uzyskanych wyników obliczono:

$$\text{– gęstość początkową drewna} \quad \rho_w = \frac{m_w}{V_w} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

$$\rho_u = \frac{m_0}{V_{\max}} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

– gęstość umowną

– wilgotność każdej próbki.

Wyniki

Drewno pochodziło z praktycznie równowiekowych drzew, poza powierzchnią nr 3 (drzewostan porolny). W tym przypadku wiek drzew określony liczbą przyrostów rocznych przy odziomku był wyraźnie niższy od pozostałych i wyniósł 74. Pierśnica oraz wysokość, a także długość żywej korony drzew pozyskanych z terenów Puszczy Noteckiej były niższe niż drzew reprezentatywnych dla przyległych powierzchni. Najokazalsze drzewa (najwyższe i o największej pierśnicy) pochodziły z powierzchni wcześniej użytkowanej rolniczo, mimo że były o kilka lat młodsze od pozostałych. Zmierzone parametry wybranych drzew były nieznacznie wyższe od zawartych w opisie taksonyjnym SILP.

Wyniki pomiarów szerokości przyrostów rocznych drewna drzew doświadczalnych, a także udziału w nich drewna późnego zebrano w tabeli 3. Ponieważ drewno przyrzeniowe (młodociane) charakteryzuje się z reguły większą zmiennością tych parametrów w porównaniu do drewna dojrzałego [Fabisiak 2005; Fabisiak i in. 2008; Moliński i in. 2008; Krauss 2010], postanowiono dokonać oddzielnej prezentacji wyników dla pierwszych 20 i dalszych przyrostów rocznych (tab. 2).

Analizując przeciętne szerokości przyrostów rocznych trzech drzew z poszczególnych powierzchni, można stwierdzić, że najszerzymi przyrostami rocznymi w strefie przyrzeniowej charakteryzowały się drzewa wyrosłe na powierzchni nr 1 (1,99 mm), a najwęższymi drzewa z powierzchni nr 2 (1,70 mm). Średnia wartość analizowanego parametru dla drewna z Puszczy Noteckiej (powierzchnie nr 1 i 2) jest jednak taka sama jak w przypadku drewna z powierzchni porolnej (nr 3 – 1,85 mm) i nieco niższa w porównaniu do drewna z powierzchni porównawczej (nr 4 – 1,93 mm).

Średni udział drewna późnego w przyrzeniowych przyrostach rocznych analizowanych drzew kształtuje się w zakresie od 18,9% (drzewo nr 2.II) do 30,6% (drzewo nr 3.III). Uśredniony udział drewna późnego w analizowanych przyrostach rocznych dla trzech drzew z danej powierzchni był najwyższy w drzewach z powierzchni porolnej (przeciętnie 29,0%), pośredni w przypadku drzew z Puszczy Noteckiej (25,9% dla drzew z powierzchni nr 1 i 22,6% z powierzchni nr 2), a najniższy dla drzew z powierzchni porównawczej (22,1%).

Drewno przyobwodowe (od 21. przyrostu), zgodnie z oczekiwaniami, charakteryzuje się w przypadku wszystkich drzew doświadczalnych przeciętnie węższymi przyrostami rocznymi od drewna przyrzeniowego. W tym przypadku średnia szerokość przyrostów rocznych wyznaczona

Tabela 2.

Pierśnica (D [cm]), wysokość (H [m]), długość korony (CL [m]), względna długość korony (%CL) i liczba przyrostów przy odziomku (n) drzew próbnych(I-III) na powierzchniach badawczych (1-4)

Breast height diameter (D [cm]), height (H [m]), crown length (CL [m]), relative crown length (%CL) and number of tree rings at the butt for sample trees(I-III) on each of study plots (1-4)

Powierzchnia Sample plot	D			H			CL			%CL			n		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	22,0	22,0	24,0	21,8	20,9	20,5	6,2	6,0	6,2	0,28	0,29	0,30	80	80	80
2	21,0	22,0	23,0	21,1	20,4	20,0	5,0	5,0	7,5	0,24	0,25	0,38	83	83	83
3	25,0	24,0	26,0	24,2	22,8	20,9	6,2	5,9	7,2	0,26	0,26	0,34	74	74	74
4	22,5	23,5	23,0	21,2	22,6	19,7	7,8	7,7	7,0	0,37	0,34	0,36	81	81	81

Tabela 3.

Średnia (\pm odchylenie standardowe) szerokość słoja rocznego (s [mm]) oraz udział drewna późnego (dp [%]) pierwszych 20 (≤ 20) i pozostałych (>20) przyrostów w drewnie badanych drzew

Average (\pm standard deviation) tree ring width (s [mm]) and latewood proportion (dp [%]) for the first 20 (≤ 20) and following (>20) increments in wood of analysed trees

Powierzchnia/drzewo		s		d _p	
Plot/tree		≤ 20	>20	≤ 20	>20
1	I	2,11 \pm 0,98	30,2 \pm 14,7	0,93 \pm 0,37	39,6 \pm 9,0
	II	1,86 \pm 1,17	25,7 \pm 12,0	0,92 \pm 0,41	36,1 \pm 10,4
	III	1,99 \pm 0,81	21,9 \pm 8,8	1,02 \pm 0,38	35,5 \pm 9,2
2	I	1,61 \pm 0,99	25,7 \pm 15,2	1,00 \pm 0,39	45,7 \pm 10,4
	II	1,88 \pm 0,85	18,9 \pm 11,4	0,85 \pm 0,37	34,3 \pm 8,3
	III	1,60 \pm 0,95	23,2 \pm 10,5	1,07 \pm 0,35	39,7 \pm 9,2
3	I	2,38 \pm 1,37	26,5 \pm 12,5	1,07 \pm 0,41	42,8 \pm 8,5
	II	1,56 \pm 0,56	30,0 \pm 12,9	1,32 \pm 0,41	43,3 \pm 9,0
	III	1,60 \pm 0,63	30,6 \pm 12,0	1,22 \pm 0,40	38,8 \pm 9,9
4	I	1,89 \pm 0,71	22,0 \pm 11,0	1,21 \pm 0,36	44,0 \pm 9,6
	II	2,04 \pm 1,11	21,8 \pm 10,8	1,06 \pm 0,27	39,1 \pm 9,5
	III	1,85 \pm 1,42	22,4 \pm 11,1	1,09 \pm 0,32	39,0 \pm 7,8

dla trzech drzew puszczańskich z powierzchni nr 1 (0,96 mm) jest praktycznie taka sama jak w przypadku drzew z powierzchni nr 2 (0,97 mm). Dla drzew spoza Puszczy wartości te są wyższe: 1,12 mm dla drzew z powierzchni nr 4 i 1,20 mm z powierzchni nr 3.

Przeciętny dla poszczególnych drzew udział drewna późnego w przyrostach przyobwodowych mieścił się w przedziale od 34,3% (drzewo nr 2.II) do 45,7% (drzewo nr 2.I). Przyobwodowe drewno puszczańskie, pomimo średnio węższych przyrostów rocznych, w porównaniu do drzew z pozostałych powierzchni doświadczalnych cechuje się mniejszym udziałem drewna późnego (średnio 37,1% dla powierzchni nr 1 i 39,9% dla powierzchni nr 2). Największym zaś udziałem drewna późnego w tkance dojrzałej charakteryzowało się drewno z powierzchni nr 3 (średnio 41,6%), a pośrednim z powierzchni nr 4 (40,7%). Średnie wartości udziału drewna późnego w analizowanych przyrostach przyobwodowych są przeciętnie od 1,4 (powierzchnie nr 1 i 3) do 1,8 (powierzchnie nr 2 i 4) raza wyższe w porównaniu do przyrostów przyrzeniowych.

Wyniki pomiarów udziału części twardzielowej w średnicy drewna na wysokości pierśnicy drzew doświadczalnych zebrano w tabeli 4. Podano też liczbę przyrostów rocznych, które uległy procesowi twardzielowania. Największym przeciętnym udziałem drewna twardzielowego odznaczały się drzewa z powierzchni puszczańskiej nr 1 (przeciętnie dla trzech drzew 43,5%). Wynik ten jest jednak zawyżony przez drewno z drzewa nr 1.II, które posiadało wyraźnie większy udział twardzieli (prawie 53%) w porównaniu do wszystkich pozostałych drzew doświadczalnych. W przypadku drzew z powierzchni nr 2 średnia wartość analizowanego parametru (39,7%) jest identyczna jak dla drzew z powierzchni nr 3 i większa niż u drzew z powierzchni nr 4 (37,6%). Liczba przyrostów rocznych drzew doświadczalnych, które uległy procesowi twardzielowania, jest dość mocno zróżnicowana zarówno w obrębie wszystkich drzew, jak i w ramach poszczególnych lokalizacji. Rezultaty tych oznaczeń potwierdzają wcześniejsze badania przeprowadzone w Szwecji, również na drewnie sosnowym [Björklund 1999]. Uśredniając jednak te wyniki, można stwierdzić, że zarówno w przypadku drewna z Puszczy, jak i z gruntów porolnych około $1/3$ przyrostów rocznych uległa twardzielowaniu, a w przypadku powierzchni leśnej (nr 4) – niespełna $1/4$.

Wyniki pomiarów gęstości i wilgotności drewna (tab. 5) wskazują, że drewno z drzew z powierzchni puszczańskiej nr 1 odznaczało się najwyższą gęstością początkową – zarówno tkanki

przyrdzeniowej (średnio 665 kg/m³, przy wilgotności oscylującej około punktu nasycenia włókien), jak i przyobwodowej – średnio 1036 kg/m³, przy przeciętnej wilgotności przekraczającej 100%. Drzewa z powierzchni puszczańskiej nr 2 charakteryzują się jednak drewnem o najniższej gęstości w tym stanie spośród wszystkich czterech powierzchni badawczych: odpowiednio 570 i 1004 kg/m³. Drewno z powierzchni nr 3 ma nieco wyższą średnią gęstość początkową (621 i 1030 kg/m³) od drewna z powierzchni nr 4 (602 i 1010 kg/m³), przy wilgotności porównywalnej do drewna z powierzchni nr 1.

Analogicznie kształtują się wartości gęstości umownej tkanki przyrdzeniowej. Najwyższe średnie wartości odnotowano dla powierzchni nr 1 (515 kg/m³), a najniższe dla powierzchni nr 2

Tabela 4.

Liczba przyrostów rocznych twardzieli (n_{tw}), liczba wszystkich przyrostów rocznych (n) i udział części twardzielowej (tw_R [%]) w drewnie badanych drzew

Number of heartwood increments (n_{tw}), total number of increments (n) and contribution of heartwood part in radius (tw_R [%]) in wood of analysed trees

Powierzchnia/drzewo Plot/tree		n_{tw}	n	tw_R
1	I	19	75	39,7
	II	34	77	52,9
	III	19	74	37,9
2	I	21	76	37,1
	II	25	79	41,6
	III	30	77	40,3
3	I	14	69	43,1
	II	20	70	34,8
	III	32	71	41,1
4	I	26	73	39,8
	II	12	78	37,1
	III	13	75	35,8

Tabela 5.

Przeciętna początkowa gęstość (ρ_w [kg/m³]) i wilgotność (W [%]) oraz gęstość umowna (ρ_u [kg/m³]) pierwszych 20 (≤ 20) i pozostałych (>20) przyrostów w drewnie badanych drzew

Average initial density (ρ_w [kg/m³]) and humidity (W [%]) as well as density of its dry state (ρ_u [kg/m³]) for the first 20 (≤ 20) and following (>20) increments in wood of analysed trees

Powierzchnia/drzewo Plot/tree		ρ_w		W		ρ_u	
		≤ 20	>20	≤ 20	>20	≤ 20	>20
1	I	623	1044	32	105	480	513
	II	766	1073	29	104	596	534
	III	607	992	30	124	469	446
2	I	568	1017	31	108	435	492
	II	515	954	28	109	401	456
	III	628	1041	29	100	487	525
3	I	517	1006	33	103	389	496
	II	644	1021	31	103	494	507
	III	702	1062	28	98	551	541
4	I	688	1005	28	100	540	504
	II	577	1019	34	114	430	477
	III	542	1005	29	113	422	473

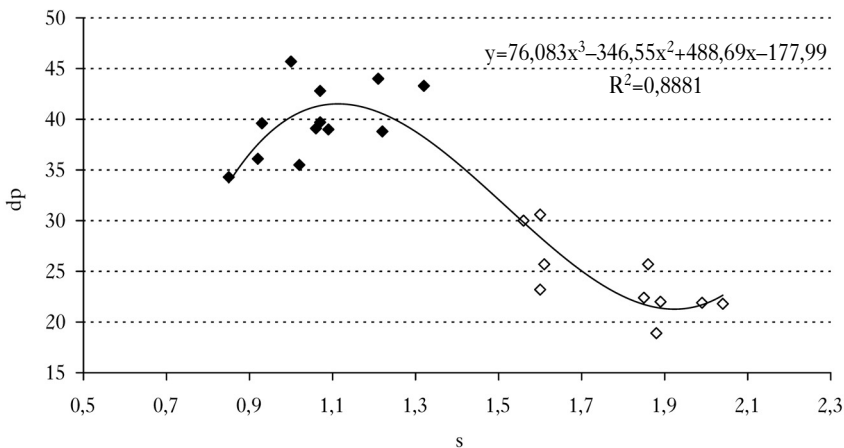
(441 kg/m³). W przypadku drewna dojrzałego sytuacja ta wygląda nieco inaczej – najwyższą gęstością umowną odznacza się drewno z powierzchni nr 3 (515 kg/m³), a najniższą z powierzchni nr 4 (485 kg/m³). Średnie wartości gęstości umownej tkanki przyrdzeniowej są niższe niż przyobwodowej – z wyjątkiem powierzchni nr 1, gdzie sytuacja ta jest odwrotna. Uśredniając wyniki pomiarów gęstości umownej dla wszystkich przyrostów rocznych, można stwierdzić, że najwyższą wartością tego parametru odznacza się drewno z powierzchni nr 1 (507 kg/m³), pośrednimi z powierzchni nr 3 (497 kg/m³) i 4 (475 kg/m³), a najniższą z powierzchni nr 2 (466 kg/m³).

Dyskusja

Przedstawione wyniki pomiarów wybranych fizycznych parametrów pierwszych 20 przedrdzeniowych przyrostów rocznych wskazują, że drewno z Puszczy Noteckiej charakteryzuje się względnie wysoką ich zmiennością. Średnia szerokość tych przyrostów rocznych oraz gęstość początkowa i umowna tego drewna u drzew z powierzchni puszczańskiej nr 1 jest bowiem wyższa od analogicznych wartości dla drzew z powierzchni porównawczych (nr 3 i 4), ale z powierzchni puszczańskiej nr 2 niższa. Pomimo tego średni udział drewna późnego w tych przyrostach rocznych drzew z Puszczy jest ogólnie większy niż w drzewach z powierzchni porównawczej nr 4, ale mniejszy niż z powierzchni nr 3.

Drewno drzew z Puszczy powyżej 20. przyrostu rocznego ma średnio węższe przyrosty roczne od drewna porównawczego, ale za to mniejszy w nich udział drewna późnego. Średnia gęstość początkowa tego drewna była najwyższa dla drzew z powierzchni puszczańskiej nr 1, a najniższa dla powierzchni puszczańskiej nr 2. Gęstość umowna tego drewna plasuje się natomiast pomiędzy drewnem z powierzchni nr 3 (średnio wartości najwyższe) a nr 4. Wąskie przyrosty roczne, relatywnie niski w nich udział drewna późnego (ryc.), a jednocześnie wysoka gęstość drewna z Puszczy Noteckiej (powierzchnia nr 1) stoją z pozoru we wzajemnej sprzeczności. Drewno o największym udziale cewek późnych w przyrostach rocznych (powierzchnia nr 3) powinno charakteryzować się teoretycznie najwyższą gęstością.

Według powszechnego poglądu należy bowiem wraz ze zwiększaniem się szerokości przyrostów rocznych drewna iglastego spodziewać się zmniejszania gęstości drewna [Hausbrandt



Ryc.

Zależność udziału drewna późnego (dp [%]) od szerokości słoja przyrostu rocznego (s [mm]) dla pierwszych 20 (białe) i pozostałych (czarne) przyrostów

Relationship between latewood proportion (dp [%]) and tree ring width (s [mm]) the first 20 (white) and following (black) increments

1953 za Witkowska, Lachowicz 2013; Krzysik 1974; Kollmann, Côté 1984]. Uzasadnione jest to tym, że szerokość stref drewna późnego (o większej gęstości) jest we wszystkich przyrostach tego drewna na ogół stała. Wyjątki od tego trendu dla drewna sosny są jednak znane. Witkowska i Lachowicz [2013], analizując zmienność gęstości umownej drewna sosny w zależności od wybranych czynników, nie stwierdzili istotnego wpływu przeciętnej szerokości przyrostu rocznego na gęstość drewna. Wielu autorów wskazuje, że istnieje pewna optymalna szerokość przyrostów rocznych (około 1,5 mm), dla której gęstość drewna sosny jest najwyższa – poniżej tej wartości gęstość rośnie wraz ze wzrostem szerokości przyrostów rocznych, a powyżej maleje: najpierw łagodnie, a następnie gwałtownie [Trendelenburg, Mayer-Wegelin 1955 za Witkowska, Lachowicz 2013; Krzysik 1974; Kollmann, Côté 1984].

Dane prezentowane na rycinie potwierdzają, że gęstość drewna jest liniową funkcją udziału drewna późnego w przyrostach rocznych. Jednak w tym przypadku najwyższą gęstością odznacza się drewno o przeciętnej szerokości przyrostów, wynoszącej 1 do 1,3 mm. Oznaczona w niniejszej pracy gęstość umowna badanego drewna mówi o upakowaniu substancji drzewnej w jednostce objętości świeżego drewna. Wielkość ta zmienia się w mniejszym zakresie wartości niż np. gęstość drewna w stanie powietrzno-suchym, niemniej maksymalny rozstęp średnich wartości od 441 do 515 kg/m³ należy uznać za dość znaczny. Jest to kluczowa cecha gęstości drewna, która uwarunkowana jest nie tylko genetycznie, ale zależy też od wielu czynników zewnętrznych (środowiskowych) [Zobel, van Buijtenen 1989; Zobel, Jett 1995; Shmulsky, Jones 2011].

Wyniki analizowanych właściwości drewna sosny zwyczajnej są korzystne z punktu widzenia jego jakości technicznej, i to zarówno w przypadku drewna z Puszczy Noteckiej, jak i z powierzchni porównawczych. Przeciętna szerokość przyrostów rocznych mniejsza od 3 mm (zarówno przyrdzeniowych, jak i przyobwodowych) kwalifikuje to drewno do wąskostoistego, co jest pożądaną cechą konstrukcyjnego drewna iglastego [PN-82/D-94021]. Badane drewno charakteryzuje się również wysokim udziałem drewna późnego w przyrostach rocznych, oscylującym w zakresie górnej granicy podawanej w literaturze dla normalnego drewna iglastego – 5-35% [Krzysik 1974], i wysoką gęstością. Krzysik [1974] podaje, że przeciętna gęstość świeżego drewna sosny zwyczajnej wynosi 700 kg/m³. Średnie wartości tego parametru dla badanego drewna przyrdzeniowego i przyobwodowego przekraczają tę wartość w przypadku drzew z wszystkich czterech analizowanych powierzchni badawczych. Ponadto drewno to charakteryzuje się wysoką gęstością umowną. Jak podają Witkowska i Lachowicz [2013], drewno sosny z Puszczy Knyżyńskiej ma przeciętną gęstość umowną wynoszącą około 411-491 kg/m³ (również na wysokości pierśnicy), z Lasów Iławskich 387-504 kg/m³, z Borów Tucholskich 419-491 kg/m³, a z Lasów Zielonogórskich 446-502 kg/m³. Otrzymane w ramach niniejszych badań wyniki są więc bliskie górnym granicom tych przedziałów. Tomczak i Jelonek [2013] podają przeciętną gęstość umowną sosny zwyczajnej wynoszącą 435 kg/m³ dla drzew z gruntów porolnych i 478 kg/m³ w przypadku drzew wyrosłych na gruntach leśnych. Przeciętna gęstość umowna drewna sosny z Puszczy Noteckiej (średnio dla powierzchni nr 1 i 2: 486 kg/m³) jest więc wyższa od tych wartości literaturowych.

Wnioski

- ✦ Wybrane parametry fizyczne (szerokość słoików rocznych, udział w nich drewna późnego, gęstość początkowa i umowna) części przedrdzeniowej badanego drewna z Puszczy Noteckiej charakteryzują się względnie wysoką zmiennością.
- ✦ Drewno badanych drzew z Puszczy powyżej 20. przyrostu rocznego ma średnio węższe przyrosty roczne od drewna porównawczego, ale mniejszy jest w nich udział drewna późnego.

✦ Badane drewno ze względu na przeciętną szerokość przyrostów rocznych zalicza się do wąskosłoiściego i charakteryzuje się wysokim udziałem drewna późnego w przyrostach rocznych.

Podziękowania

Autorzy składają podziękowanie mgr. inż. Przemysławowi Mani, mgr inż. Annie Rutkowskiej, mgr. inż. Januszowi Cegiele oraz nadleśniczemu Nadleśnictwa Międzychód mgr. inż. Piotrowi Bielaniowskiemu i pracownikom nadleśnictwa zaangażowanym w pomoc przy realizacji badań.

Literatura

- Aleksiejak M. 2014. Kształtowanie się przyrostów rocznych drewna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) z Puszczy Noteckiej. Praca dyplomowa, Katedra Nauki o Drewnie Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.
- Björklund L. 1999. Identifying heartwood-rich stands or stems of *Pinus sylvestris* by using inventory data. *Silva Fennica* 33 (2), article id 662. <http://dx.doi.org/10.14214/sf.662>
- Fabisiak E. 2005. Zmienność podstawowych elementów anatomicznych i gęstości drewna wybranych gatunków drzew. Wyd. AR w Poznaniu. *Rozprawy Naukowe* 369.
- Fabisiak E., Moliński W., Zieliński Ł. 2008. Variation in the microfibril angle in tangent walls of tracheids in individual annual rings of dominant pine trees (*Pinus sylvestris* L.). *Ann. WULS – SGGW. For. and Wood Technol.* 65: 35-41.
- Hausbrandt L. 1953. Badania porównawcze nad strukturą anatomiczną sosny krajowej i niektórych obcych uprawianych w Polsce. *Rocznik Sekcji Dendrologicznej PTB*.
- Kokociński W. 2004. Drewno – pomiary właściwości fizycznych i mechanicznych. Prodruck, Poznań.
- Kollmann F. F. P., Côté W. A. Jr. 1984. *Principles of Wood science and technology I. Solid wood*. Springer – Verlag, Berlin – Heidelberg.
- Krauss A. 2010. Ultrastrukturalne uwarunkowania wybranych właściwości mechanicznych drewna sosny i świerka. Wyd. UP w Poznaniu. *Rozprawy Naukowe* 406.
- Krzysik F. 1974. *Nauka o drewnie*. PWN, Warszawa.
- Kusiak W. [red.]. 2013. Określenie gęstości umownej oraz składu chemicznego surowca sosnowego Puszczy Noteckiej w aspekcie przydatności do mechanicznego i chemicznego przerobu drewna. Sprawozdanie końcowe z pracy usługowej 13/2013/U. Wydział Technologii Drewna, UP w Poznaniu.
- Leśnictwo. 2015. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa
- Moliński W., Krauss A., Fabisiak E., Janusz R. 2008. Gradient of tensile strength of wood along the grain in individual annual rings of dominant pine trees (*Pinus sylvestris* L.). *Ann. WULS – SGGW. For. and Wood Technol.* 64: 99-103.
- Mroczkiewicz L. 1935. Zagadnienia hodowlane na terenach posówkowych. *Prace I Polskiego Naukowego Zjazdu Leśniczego*. Wyd. Komitet Organizacyjny, Poznań. 207-252.
- Pazdrowski W., Splawa-Neyman S. 1996. Interdependence between some growth parameters and wood features of scots pine grown in dry forest conditions. *Folia Forestalia Polonica, Seria B – Drzewnictwo* 27: 49-56.
- Pazdrowski W., Splawa-Neyman S. 1998. Occurrence of sapwood and heartwood in stems of scots pines (*Pinus sylvestris* L.) grown in conditions of mixed fresh coniferous forest. *Folia Forestalia Polonica, Seria B – Drzewnictwo* 29: 105-114.
- PN-55/D-04110. 1955. Fizyczne i mechaniczne własności drewna. Badanie procentowego udziału drewna wczesnego i późnego.
- PN-77/D-04100. 1977. Drewno. Oznaczanie wilgotności.
- PN-82/D-94021. 1982. Tarcica konstrukcyjna iglasta sortowana metodami wytrzymałościowymi.
- Przybyła C. [red.]. 2015. Dokumentacja hydrologiczno-środowiskowa jako podstawa zwiększenia retencji w Leśnym Kompleksie Promocyjnym Puszcza Notecka. Maszynopis, RDLP w Poznaniu.
- Shmulsky R., Jones D. 2011. *Forest Products and wood Science*. John Wiley and Sons.
- Tomeczak A., Jelonek T. 2013. Promieniowa zmienność właściwości drewna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) wyrosłej na gruntach porolnych. *Leś. Pr. Bad.* 74 (2): 171-177.
- Trendelenburg R., Mayer-Wegelin H. 1955. *Das Holz als Rohstoff*. Carl Hanser Verlag. München.
- Witkowska J., Lachowicz H. 2013. Zmienność gęstości umownej drewna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w zależności od wybranych czynników. *Sylvan* 157 (5): 336-347.
- Zobel B. J., van Buijtenen J. P. 1989. *Wood Variation: Its Causes and Control*. Springer Series in wood science. Springer-Verlag, Berlin.
- Zobel B. J., Jett J. B. 1995. *Genetics of Wood Formation*, Springer-Verlag.