

ARKADIUSZ TOMCZAK, TOMASZ JELONEK, LESZEK ZOŃ

Porównanie wybranych właściwości fizycznych drewna młodocianego i dojrzałego sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) z drzewostanów rębnych

Comparison of selected physical properties of the juvenile and mature wood of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) from mature stands

ABSTRACT

Tomczak A., Jelonek T., Zoń L. 2010. Porównanie wybranych właściwości fizycznych drewna młodocianego i dojrzałego sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) z drzewostanów rębnych. Sylwan 154 (12): 809-817.

The paper presents results of a comparative analysis of basic density and shrinkage of juvenile and mature wood of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Mature wood turned to exhibit higher density and shrinkage. Differences are dependent on the location of a sample at the stem profile. Properties of juvenile wood exhibit higher variability in comparison to those of mature wood, especially in relation to shrinkage.

KEY WORDS

juvenile wood, mature wood, basic density, shrinkage, Scots pine

ADDRESSES

Arkadiusz Tomczak – e-mail: arkadiusz.tomczak@up.poznan.pl

Tomasz Jelonek – e-mail: tomasz.jelonek@up.poznan.pl

Leszek Zoń – e-mail: zon@interia.eu

Katedra Użytkowania Lasu, Uniwersytet Przyrodniczy; ul. Wojska Polskiego 71A; 60-625 Poznań

Wstęp

Sosna zwyczajna jest gatunkiem o bardzo dużej tolerancji ekologicznej, w związku z czym wznosi się i rozwija w bardzo zróżnicowanych warunkach. Mimo że występuje na dużym obszarze, morfologicznie jest wyjątkowo jednolita, a różnice są niejednokrotnie większe w obrębie populacji niż między nimi. W odniesieniu do cech tkanki drzewnej między populacjami lub osobnikami dostrzegalny jest wpływ położenia geograficznego, siedliska, pozycji biosocjalnej lub wyniku postępowania gospodarczego [Paschalis 1980; Pazdrowski i in. 1995; Jakubowski 2004; Tomczak, Pazdrowski 2004; Riesco Muñoz i in. 2008].

Na poziomie makrostrukturalnym drewno dzieli się między innymi na młodociane i dojrzałe. Podział ten wynika z promieniowej zmienności cech i właściwości drewna, szczególnie charakterystycznej u gatunków iglastych. Drewno młodociane położone jest w przyrdzeniowej części przekroju poprzecznego, na całej długości pnia [Zobel, Sprague 1998]. Burdon i in. [2004] twierdzą natomiast, że drewnem juvenilnym należy nazywać wyłącznie odziomkową, a drewnem dojrzałym – wierzchołkową część pnia (z podziałem każdej strefy na przyrdzeniową (ang. corewood) i obwodową (ang. outerwood)). Z badań przedstawionych przez Helińską-Raczkowską i Fabisiak [1994] oraz Tomczaka i in. [2007] wynika, że budowa anatomiczna i makrostrukturalna drewna młodocianego w części wierzchołkowej pnia wykazywać zaczyna cechy zbliżone do właściwości drewna dojrzałego. Model zmian gęstości drewna na profilu podłużnym pnia

przedstawiony przez Repola [2006] również wykazał, że szczególną zmiennością charakteryzuje się wierzchołkowa część strzały drzewa. Udział drewna młodocianego na przekroju poprzecznym osiąga w niej 100%. Według Friesa i Ericssona [2006] drewno juwenilne u sosny zwyczajnej obejmuje swoim zasięgiem od 14 do 21 słoï rocznych. Zbliżone rezultaty prezentuje Mutz i in. [2002] oraz Fabisiak [2005]. Drewno młodociane w porównaniu do dojrzałego charakteryzuje się generalnie niższą jakością. Zależność ta jest cechą charakterystyczną wszystkich drzew iglastych [Zobel, Sprague 1998].

W pracy podjęto próbę określenia różnic między drewnem młodocianym i dojrzałym dla wybranych, i jednocześnie ważnych z praktycznego punktu widzenia właściwości fizycznych drewna sosny zwyczajnej, tj. gęstości umownej i kurczenia.

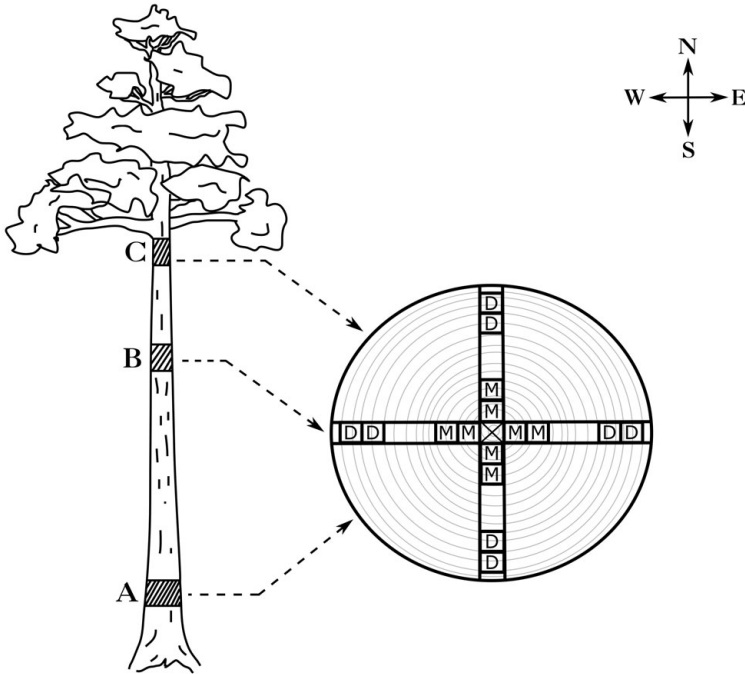
Metodyka

Terenową część badań przeprowadzono w nadleśnictwach Warcino i Trzebielino (RDLP Szczecinek), położonych w zasięgu I Krainy Bałtyckiej. Do badań wyselekcjonowano 4 dojrzałe drzewostany I bonitacji, w których sosna zwyczajna była gatunkiem dominującym. Wybrane drzewostany wyrosły w optymalnych warunkach siedliska boru świeżego i boru mieszanego świeżego. W wybranych drzewostanach wyznaczono po jednej reprezentatywnej powierzchni próbnej o wielkości 0,5 hektara. Na jej obszarze zmierzono w dwucentymetrowych stopniach grubości pierśnicę wszystkich drzew rosnących. W grupie drzew wybranej proporcjonalnie do liczby osobników w stopniu grubości zmierzono także wysokość. Metodą Uricha I określono wymiary drzew modelowych. Na ich podstawie w ramach wyznaczonych powierzchni próbnych wyselekcjonowano drzewa próbne. Każdy drzewostan reprezentowały 3 drzewa. Ich średnia wysokość wynosiła $24,3 \pm 2,2$ m, zaś pierśnica – $37,5 \pm 7,1$ cm. Żywa korona cechowała się średnią średnicą równą $5,8 \pm 1,3$ m i wysokością $8,5 \pm 0,8$ m.

Kolejny etap prac obejmował ścięcie drzew modelowych. Po ich obaleniu pobrano materiał w postaci półmetrowych części strzały z pierśnicy (A), połowy wysokości (B) oraz wysokości podstawy żywej korony (C). Z wyciętych wyrzynków wykonano próbki drewna ($20 \times 20 \times 30$ mm) według przyjętego schematu (ryc. 1). Pierwsza z dwóch kolejno zlokalizowanych wzdłuż promienia próbek drewna młodocianego położona była w odległości co najmniej 1 cm od rdzenia. Tak samo zlokalizowano próbki drewna dojrzałego, z tym że pierwsza z nich położona była w odległości co najmniej 1 cm od obwodu pnia. Następnie dla każdej z próbek określono gęstość umowną drewna (Q_u), bezwzględną wartość skurczu objętościowego (jednostkowy skurcz całkowity SV) oraz kurczliwość w kierunku promieniowym (SR) i stycznym (ST). Uzyskane wyniki podzielono na drewno młodociane (M) i dojrzałe (D) oraz poszczególne poziomy, reprezentujące miejsca na przekroju podłużnym pnia, z których pobrano materiał do badań. W ten sposób otrzymano 6 zbiorów danych o różnej liczebności: A/M ($n=74$), A/D ($n=97$), B/M ($n=78$), B/D ($n=90$), C/M ($n=79$) i C/D ($n=58$).

Wyniki

Średnia gęstość umowna drewna młodocianego (Q_{uM}) była niższa niż dojrzałego (Q_{uD}) o 23 kg/m^3 . Uzyskana różnica była statystycznie istotna ($F_0=22,79$; $p<0,01$). Wartości współczynnika zmienności tych cech były dla analizowanych typów drewna zbliżone i kształtowały się na poziomie około 13% (tab. 1). Kurczliwość SR i ST drewna młodocianego była o 0,003 i 0,012 mm niższa od kurczliwości drewna dojrzałego, natomiast SV o $0,013 \text{ cm}^{-3}$ (tab. 2). W przypadku SV i ST obserwowane różnice były istotne statystycznie.



Ryc. 1.

Położenie punktów pomiarowych na przekroju podłużnym i schemat rozmieszczenia próbek na przekroju poprzecznym pnia

Location of samples along the stem and scheme of their distribution on the cross-section

M – drewno młodociane; D – drewno dojrzałe

M – juvenile wood; D – mature wood

Tabela 1.

Podstawowe charakterystyki statystyczne gęstości umownej drewna młodocianego (n=231) i dojrzałego (n=245)
Basic statistical characteristisc of juvenile (n=231) and mature (n=245) wood density

	Średnia [kg/m ³] ±SD	Współczynnik zmienności [%]	Minimum	Maksimum
Q_{uM}	392 ±53	13,5	286	581
Q_{uD}	415 ±55	13,2	293	571

Tabela 2.

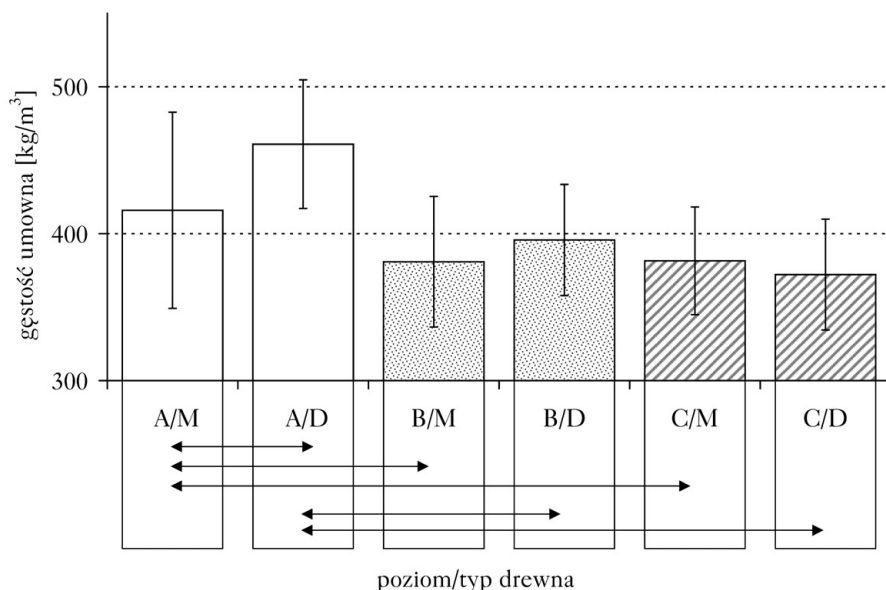
Podstawowe charakterystyki statystyczne jednostkowego skurczu całkowitego drewna młodocianego (n=231) i dojrzałego (n=245)

Basic statistical characteristisc of juvenile (n=231) and mature (n=245) wood unit shrinkage

Kurczliwość	Typ drewna	Średnia ±SD	Współczynnik zmienności [%]	Minimum	Maksimum
SR [×10 ⁻² mm]	M	3,39 ±1,39	41,2	0,51	9,31
	D	3,72 ±1,19	31,9	0,53	6,83
ST [×10 ⁻² mm]	M	5,49 ±1,48	27,0	1,69	9,53
	D	6,65 ±1,38	21,1	3,33	10,45
SV [×10 ⁻² cm ³]	M	8,60 ±2,30	26,8	2,12	14,95
	D	9,89 ±2,41	24,4	3,49	19,96

W celu uzyskania informacji o zmienności osiowej analizowanych właściwości drewna, dane podzielono dodatkowo na poziomy reprezentujące miejsca na przekroju podłużnym pnia, z których pobrano materiał do badań. Gęstość Q_{uM} różni się statystycznie od Q_{uD} jedynie na poziomie pomiarowym A. Na poziomach A i B wyższą gęstością umowną charakteryzowało się drewno dojrzałe. Natomiast na poziomie C gęstość drewna młodocianego była o 10 kg/m^3 wyższa od gęstości drewna dojrzałego (ryc. 2). Różnica ta nie była jednak statystycznie istotna. Stwierdzono również statystycznie istotne różnice między gęstością drewna młodocianego poziomów A-B oraz A-C. Analogiczne różnice obserwowano także w przypadku porównania gęstości drewna dojrzałego. W odniesieniu do jednostkowego skurczu całkowitego stwierdzono, że nieistotne różnice między wartościami uzyskanymi dla drewna młodocianego i dojrzałego wystąpiły w przypadku wszystkich porównywanych wartości SR oraz w odniesieniu do SV na poziomach B i C. Wartość skurczu promieniowego drewna młodocianego nie różniła się statystycznie między poziomem B i C, zaś drewna dojrzałego – między poziomem A i B. Statystyczne porównanie skurczu stycznego wykazało brak istotnych różnic między poziomami A i B zarówno dla drewna młodocianego, jak i dojrzałego. W przypadku skurczu objętościowego istotność różnic potwierdzono jedynie między poziomem A i C (drewno młodociane) oraz we wszystkich przypadkach dla drewna dojrzałego (ryc. 3 i 4). Stwierdzono również, że średnia wartość skurczu jednostkowego obniżała się wraz ze wzrostem odległości miejsca pomiaru od podstawy pnia drzewa (ryc. 3 i 4).

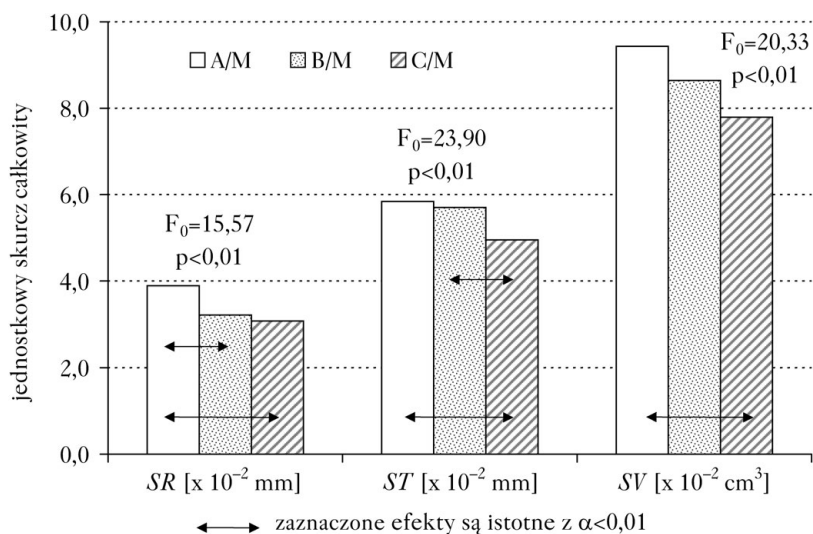
Związek funkcyjny między kurczliwością a gęstością umowną drewna opisany za pomocą współczynnika korelacji dla drewna młodocianego był w porównaniu do dojrzałego niższy we wszystkich analizowanych przypadkach. Z wyjątkiem korelacji między SR a Q_{uM} , wszystkie badane zależności zmiennych wykazywały istotność statystyczną (tab. 3). Najwyższy współ-



Ryc. 2.

Gęstość umowna drewna młodocianego i dojrzałego w zależności od położenia przekroju na profilu podłużnym pnia

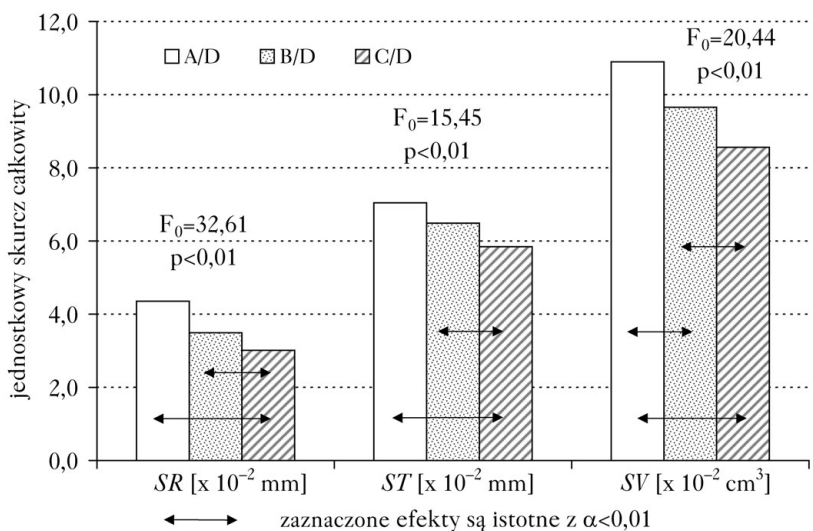
Density of juvenile and mature wood in relation to location along the stem



Ryc. 3.

Jednostkowy skurcz całkowity drewna młodocianego w zależności od położenia przekroju na profilu podłużnym pnia

Total unit shrinkage of juvenile wood in relation to location along the stem



Ryc. 4.

Jednostkowy skurcz całkowity drewna dojrzałego w zależności od położenia przekroju na profilu podłużnym pnia

Total unit shrinkage of mature wood in relation to location along the stem

czynnik korelacji otrzymano dla relacji gęstości Q_{uD} i jednostkowego skurczu całkowitego w kierunku promieniowym strefy drewna dojrzałego. Analogiczny związek, po uwzględnieniu położenia próby na przekroju podłużnym pnia, stwierdzono na poziomie A. Dla wyższych partii strzały zaobserwowano brak związków między kurczliwością a gęstością umowną, z wyjątkiem całkowitego skurczu jednostkowego objętości drewna młodocianego na poziomie B (tab. 3).

Tabela 3.

Współczynnik korelacji między jednostkowym skurczem całkowitym a gęstością umowną drewna
Correlation between total unit shrinkage and density in general and at different heights

	Drewno młodociane			Drewno dojrzałe		
	<i>SR</i>	<i>ST</i>	<i>SV</i>	<i>SR</i>	<i>ST</i>	<i>SV</i>
Ogółem	0,12	0,23*	0,20*	0,45*	0,24*	0,31*
A	0,23	0,31*	0,30*	0,40*	0,10	0,20
B	0,07	-0,15	0,26**	0,08	-0,05	-0,01
C	-0,13	-0,02	-0,06	0,03	0,02	0,02

* istotne statystycznie na poziomie $p < 0,01$; ** istotne statystycznie na poziomie $p < 0,05$

* significant at $p < 0,01$; ** significant at $p < 0,05$

Dyskusja

Najcenniejszą postać surowca drzewnego reprezentuje drewno, które pod względem zmienności cech i właściwości charakteryzuje się niewielkim stopniem niejednorodności. Niejednorodność jako wartość liczbową stosunku wartości danej właściwości do odpowiedniej wartości tej samej właściwości drewna położonej wzdłuż jednej linii w wybranym punkcie przekroju poprzecznego lub podłużnego pnia drzewa [Raczkowski 1965] stanowi jego naturalną cechę. Wartość i jakość drewna kształtują się w zależności od dynamiki tych zmian [Pazdrowski 1988].

Porównując gęstość drewna młodocianego i dojrzałego na przekroju poprzecznym, statystycznie istotne różnice stwierdzono jedynie na poziomie pierśnicy. Próbkę drewna dojrzałego w poszczególnych punktach pomiarowych na przekroju podłużnym pnia położone były w bezwzględnie różnej odległości od rdzenia. Modelowo na przekroju poprzecznym pnia drzew iglastych gęstość drewna wzrasta w kierunku od rdzenia do obwodu. Przyjmując powyższą zasadę zakłada się, że na stopień niejednorodności promieniowej drewna wpływa między innymi wiek kambialny, jako funkcja położenia próby względem rdzenia [Kärenlampi, Riekkinen 2004]. Uzyskane różnice między gęstością umowną drewna młodocianego i dojrzałego sosny zwyczajnej potwierdzają powszechnie znaną w tym zakresie regułę [Pazdrowski 2004] z wyjątkiem części pnia położonej najbliżej wierzchołka drzewa, gdzie wyższą gęstością charakteryzowało się drewno młodociane. Mimo że stwierdzone różnice nie były statystycznie istotne, to trudno odpowiedzieć na pytanie, gdzie leży przyczyna zaobserwowanego zjawiska. Tym bardziej, że współczynniki zmienności dla tej partii pnia miały wartości zbliżone do otrzymanych na innych poziomach, co oznacza porównywalny wpływ czynników zakłócających jednorodność drewna. Prawdopodobnie ta część pnia w przypadku wybranych drzew (próbek drewna) charakteryzowała się znaczącym udziałem tkanki reakcyjnej [Low 1964], niezidentyfikowanej na podstawie oceny budowy makrostrukturalnej.

Wiele obserwacji wskazuje, że zmienność drewna jest cechą naturalną drzew iglastych, a stopień niejednorodności uzależniony jest między innymi od gatunku. Na przekroju podłużnym pnia świerka pospolitego różnice w gęstości drewna nie są dostrzegalne, z wyjątkiem części wierzchołkowej, gdzie jest ona wyraźnie wyższa niż w dolnych partiach [Zobel, Sprague 1998; Repola 2006]. U większości jednak drzew iglastych przeciętna gęstość drewna z różną dynamiką obniża się wraz ze wzrostem odległości od podstawy pnia. Uzyskane wyniki wskazują, że zmiany u sosny zwyczajnej zależą od części pnia (przekroju). Stopień niejednorodności różni się również między poszczególnymi właściwościami. Pierwszym dowodem są statystycznie istotne różnice, które stwierdzono dla gęstości drewna między poziomami A-B oraz ich brak między poziomami B-C. Drugim – analogiczne rozbieżności dla kurczliwości drewna młodocianego,

z wyjątkiem kurczliwości *ST*. Kolejnym zaś – liczne statystycznie istotne różnice zaobserwowane dla prób drewna dojrzałego zarówno między poziomami A-C, jak i B-C oraz w jednym przypadku między A-B (*SV*).

Gęstość jest często traktowana jako wykładnik dla pozostałych fizycznych i mechanicznych właściwości drewna, a zmiany wartości między właściwościami opisywane są jako proporcjonalne. Ze względu na anizotropię kurczenia się drewna, cechę tę z gęstością drewna koreluje się uwzględniając odpowiedni kierunek anatomiczny. Mazet i Nepveu [1991] twierdzą, że skurcz promieniowy jest silniej skorelowany z gęstością niż skurcz styczny lub objętościowy. Po rozdzielaniu drewna na strefy okazało się, że wniosek ten odnosi się wyłącznie do drewna dojrzałego. W przypadku strefy juwenilnej współczynnik korelacji między całkowitym skurczem jednostkowym w kierunku promieniowym a gęstością drewna nie wykazywał istotności statystycznej. Natomiast w strefie drewna dojrzałego związek ten był najsilniejszy spośród wszystkich analizowanych, podobnie jak na poziomie A, po uwzględnieniu położenia próby na przekroju podłużnym pnia. Prawdopodobnie decydującym czynnikiem zaobserwowanych różnic był udział drewna późnego w słojach rocznych.

Wnioski

- ✦ Gęstość drewna młodocianego badanych drzew modelowych była niższa od gęstości drewna dojrzałego o 23 kg/m^3 , a otrzymane różnice statystycznie istotne. Jednostkowy skurcz całkowity objętości, a także w kierunku promieniowym oraz stycznym drewna młodocianego wynosił odpowiednio $0,086 \text{ cm}^3$, $0,034 \text{ mm}$ i $0,055 \text{ mm}$ i był w porównaniu do dojrzałego niższy odpowiednio o $0,013 \text{ cm}^3$ (różnica statystycznie istotna), $0,003 \text{ mm}$ oraz $0,012 \text{ mm}$ (różnica statystycznie istotna).
- ✦ Porównanie właściwości drewna młodocianego i dojrzałego w zależności od położenia punktu pomiarowego na przekroju podłużnym pnia wykazało, że statystycznie istotne różnice między gęstością umowną, a także skurczem objętościowym występują jedynie na poziomie pierśnicy oraz na każdej wysokości w odniesieniu do kurczliwości w kierunku stycznym.
- ✦ Gęstość umowna oraz kurczliwość drewna młodocianego i dojrzałego sosny zwyczajnej charakteryzuje się zmiennością osiową, a dynamika tych zmian jest zróżnicowana między poszczególnymi częściami pnia drzewa.
- ✦ Nie stwierdzono korelacji między jednostkowym skurczem całkowitym w kierunku promieniowym a gęstością umowną drewna młodocianego. W przypadku drewna dojrzałego związek ten charakteryzował się najwyższym współczynnikiem korelacji, przy czym po uwzględnieniu położenia punktu pomiarowego na przekroju podłużnym pnia drzewa był on statystycznie istotny wyłącznie na wysokości pierśnicy
- ✦ Właściwości drewna młodocianego charakteryzują się w porównaniu do właściwości drewna dojrzałego wyższym stopniem zmienności (niejednorodności), szczególnie w odniesieniu do kurczliwości.

Literatura

- Burdon D. R., Kibblewhite R. P., Walker J. C. F., Megraw R. A., Evans R., Cown D. J. 2004. Juvenile versus mature wood: a new concept, orthogonal to corewood versus outerwood, with special reference to *Pinus radiata* and *Pinus taeda*. For. Sci. 50 (4): 399-415.
- Fabisiak E. 2005. Zmienność podstawowych elementów anatomicznych i gęstości drewna wybranych gatunków drzew. Roczniki AR w Poznaniu, Rozprawy Naukowe 369.
- Fries A., Ericsson T. 2006. Estimating genetic parameters for wood density of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). Silv. Genet. 55 (2): 84-92.

- Helińska-Raczkowska L., Fabisiak E. 1994. Zmienność wybranych cech budowy drewna młodocianego drewna sosny wzdłuż wysokości drzew. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu 262: 3-13.
- Jakubowski M. 2004. Udział bielu, twardzieli, drewna młodocianego i dojrzałego w strzałach sosen zwyczajnych (*Pinus sylvestris* L.) wyrosłych w różnych warunkach siedliskowych. Sylwan 148 (8): 16-24.
- Kärenlampi P. P., Riekkinen M. 2004. Maturity and growth rate effects on Scots pine basic density. Wood Sci. Technol. 38: 465-473.
- Low A. J. 1964. A study of compression wood in Scots pine. Forestry 37 (2): 179-201.
- Mazet J. F., Nepveu G. 1991. Relationships between wood shrinkage properties and wood density for Scots pine, silver fir and Norway spruce. Ann. Sci. For. 48: 87-100.
- Mutz R., Guilley E., Sauter U. H., Nepveu G. 2004. Modeling juvenile-mature wood transition in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) using nonlinear mixed-effects models. Ann. For. Sci. 61: 831-841.
- Paschalis P. 1980. Zmienność jakości technicznej drewna sosny pospolitej we wschodniej części Polski. Sylwan 124 (1): 29-43.
- Pazdrowski W. 1998. Wartość techniczna drewna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w zależności od jakości pni drzew w drzewostanach rębnych. Roczniki AR w Poznaniu. Rozprawy Naukowe 170.
- Pazdrowski W. 2004. The proportion and some selected physical and mechanical properties of juvenile, maturing and adult wood of black pine and Scots pine. EJPAAU 7(1) #03.
- Pazdrowski W., Małecka S., Sława-Neyman S. 1995. Wytrzymałość drewna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w zależności od początkowej więźby zakładanych upraw. Fol. For. Pol. 26: 55-61.
- Raczkowski 1965. Badania nad niejednorodnością cykliczną drewna rodzajów iglastych. Maszynopis pracy habilitacyjnej, Poznań.
- Repolá J. 2006. Models for vertical wood density of Scots pine, Norway spruce and birch stems, and their application to determine average wood density. Silva Fennica 40 (4): 673-685.
- Riesco Muñoz G., Soilán Cañas M. A., Rodríguez Soalleiro R. 2008. Physical properties of wood in thinned Scots pines (*Pinus sylvestris* L.) from plantations in northern Spain. Ann. For. Sci. 65: 507-508.
- Tomczak A., Pazdrowski W. 2004. Radial shrinkage variability of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood and the tree biosocial position in the stand. Ann. Warsaw Agricult. Univ – SGGW, For. And Wood Technol. 55: 547-551.
- Tomczak A., Pazdrowski W., Jelonek T., Stypuła I. 2007. Vertical variability of selected macrostructural properties of juvenile wood organization in trunks of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) trees. Acta Soc. Bot. Pol. 76 (1): 27-33.
- Zobel B. J., Sprague J. R. 1998. Juvenile wood in forest trees. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.

SUMMARY

Comparison of selected physical properties of the juvenile and mature wood of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) from mature stands

Properties of wood are characterized by very high variation. These changes result from natural species-specific traits and are also the effect of external conditions. They change in the radial direction at the cross section. Observed changes are so significant that on their basis we may distinguish the juvenile and mature wood zones. In this study we attempted to determine the level of differences between juvenile and mature wood of Scots pine in terms of basic density and shrinkage.

Analyses were conducted on 12 model trees growing in fresh coniferous forest and fresh mixed coniferous forest in the Trzebielino and Warcino Forest Districts. Experimental material was collected from three measurement levels, distributed along the stem profile, i.e. breast height (A), tree half-length (B) and the base of living crown (C). Juvenile wood was represented by 2 samples located in succession, where the first was located at a distance of 1 cm from the pith. In turn, mature wood comprised 2 successive samples located at the stem circumference.

Density of juvenile wood of analyzed model trees was lower than that of mature wood by 23 kg/m³, and the obtained differences were statistically significant. Total unit volumetric shrinkage (*SV*), as well as volumetric shrinkage in the radial direction (*SR*) and in the tangential direction (*ST*) of juvenile wood equaled 0.086 cm³, 0.034 mm and 0.055 mm respectively.

In comparison to mature wood it was lower by 0.013 cm³, 0.003 mm and 0.012 mm respectively. Comparison of properties of juvenile and mature wood regarding the location of the measurement point at the stem profile showed that statistically significant differences between basic density as well as volumetric shrinkage are found only at the breast height level. The same situation occurs at every level (A, B, C) as far as shrinkage in the tangential direction is concerned. Basic density and shrinkage of juvenile and mature wood in Scots pine are characterized by axial variability and the dynamics of these changes vary between individual parts of the stem. No correlation was found between unit total shrinkage in the radial direction and basic density of juvenile wood. In case of mature wood this relationship was characterized by the highest coefficient ($p < 0.01$), while after the position of the measurement point at the stem profile had been taken into consideration this relationship was statistically significant only at breast height. Properties of juvenile wood in comparison to those of mature wood are characterized by a higher degree of variability, particularly in relation to shrinkage.