

# Wybrane właściwości strukturalne drewna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) i sosny czarnej (*Pinus nigra* Arn.) rosnących na wydmach nadmorskich w rezerwacie Mierzeja Sarbska

Robert Tomusiak, Paweł Staniszewski, Katarzyna Szyc, Wojciech Kędziora, Jacek Sagan, Rafał Wojtan

**Abstrakt.** Celem niniejszej pracy było poszukiwanie różnic strukturalnych właściwości drewna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) i sosny czarnej (*Pinus nigra* Arn.) rosnących na wydmach nadmorskich. Teren badań stanowi rezerwat przyrody Mierzeja Sarbska położony w pasie wydm między Jeziorem Sarbsko a Morzem Bałtyckim. Do badań wytypowano po dwa drzewostany obydwu gatunków w wieku około 100 lat, wzrastających w bezpośrednim sąsiedztwie Bałtyku oraz w odległości ok. 500 m od morza. Materiał badawczy obejmuje wywierty dordzeniowe drzew pobrane świdrem Presslera z wysokości 1,30 m nad ziemią z piętnastu drzew z najwyższych stanowisk biosocjalnych w każdym drzewostanie. Pomiar przeprowadzono w pakiecie CDendro. Określono średnią szerokość słoju rocznych oraz średni udział drewna późnego dla każdego z analizowanych ciągów przyrostowych. Przeprowadzono analizy porównawcze obydwu cech między gatunkami, przy uwzględnieniu odległości od morza. Wykazano różnice strukturalnych właściwości drewna sosny zwyczajnej i sosny czarnej, w zależności od odległości od morza.

**Słowa kluczowe:** szerokość przyrostów rocznych, udział drewna późnego, sosna, sąsiedztwo morza

**Abstract.** Selected structural wood properties of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and black pine (*Pinus nigra* Arn.) growing on the seaside dunes in the Mierzeja Sarbska nature reserve. Features of the wood structure of coniferous trees, especially the annual ring width and late wood share, are closely related to the physical wood properties (eg. density). The most commonly type of wood used in Poland is pine. In Polish forests, aside from the dominant Scots pine, you can meet also other species, including alien species as black pine (Austrian pine). The aim of this study was to search for differences between the structural properties of the wood of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and black pine (*Pinus nigra* Arn.), growing on seaside. The research was carried on in the nature reserve called Mierzeja Sarbska (Sarbska Split). It is located in a strip of dunes between Sarbsko Lake, and the Baltic Sea. Four 100 years old forest stands of investigated species have been selected; for each species one growing in the immediate vicinity of the seaside and the other at a distance of approx. 500 m from the sea. The research material consisted of the increment cores, selected at the height of 1.30 m above the ground level from fifteen dominant

trees of each stand. Cores were extracted by Pressler drill. Measurements of tree ring width as well as late wood width were done using the CDendro software. Next, the average annual ring width and the average late wood share for each of the analyzed individual sequences have been measured. Comparative analysis of both investigated features between species have been conducted, taking into account the distance from the sea. Differences in the structural properties of the wood of Scots pine and black pine have been indicated as well.

**Keywords:** tree-ring width, latewood share, pine, sea neighborhood

## Wstęp

Wprowadzanie na tereny Europy gatunków drzew obcego pochodzenia początkowo dotyczyło jedynie terenów parkowych. Z czasem zwrócono uwagę na większą niż w przypadku gatunków rodzimych produktywność ich drzewostanów a także lepsze przystosowanie do trudnych warunków wzrostu oraz odporność na zanieczyszczenia środowiska. Przyczyniło się to do wzbogacania dendroflory o obce gatunki drzew (Białobok i Chyla-recki 1965). Żybura (1993) zaznacza, że polskie leśnictwo w przeszłości śmiało sięgało po gatunki drzew obcego pochodzenia. Wprowadzanie gatunków obcych drzew i krzewów było szczególnie ważnym działaniem w rejonach dotkniętych rozwojem przemysłu, który ze względu na stosowane w poprzednich dziesięcioleciach technologie, często wpływał na pogorszenie stanu środowiska (Danielewicz i Wiatrowska 2012). Wśród gatunków wykazujących największą użyteczność do odnowienia lasu w rejonach przemysłowych według Latochy (1989) należy m.in. sosna czarna (*Pinus nigra* Arn.), wykorzystywana m.in. do przebudowy drzewostanów na terenach szkód przemysłowych w Sudetach Zachodnich (Latocha 1984), czy w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym (Jurczak-Latocha 1979). Duże znaczenie tego gatunku przy stabilizacji wydm w lasach ochronnych Wybrzeża Bałtyku wykazują Król i Ostrowicz (1976).

Średnia szerokość słoja rocznego oraz udział drewna późnego są ważnym wskaźnikiem opisującym strukturę drewna. U gatunków iglastych determinują one bowiem właściwości wytrzymałościowe drewna (Staniszewski 1997). Powiązanie strukturalnych i fizyko mechanicznych właściwości drewna z warunkami wzrostu drzew od wielu lat stanowi jeden z kierunków badań nad drewnem sosny zwyczajnej (Wanin 1953; Kollmann i Coté 1968; Krzysik 1978; Lis, Lis 2013). Prowadzone dotychczas kompleksowe badania jakości technicznej drewna sosny potwierdzają jej zmienność w zależności od szeregu czynników, m.in.: wieku drzew (Pazdrowski, Spława-Neyman 1998), położenia geograficznego (Paschalis 1976), warunków siedliskowych (Józefaciuk i Laurow 1974; Krzysik 1978), a także poziomu zanieczyszczeń przemysłowych (Fruhwald 1986; Paschalis i Staniszewski 1994; Staniszewski 1997; Oktaba i in. 2002). Cytowane powyżej badania wskazują, iż dysponujemy stosunkowo obszernym rozpoznaniem właściwości strukturalnych rodzimego gatunku – sosny zwyczajnej. W przypadku sosny czarnej występującej na terenie Polski brakuje takich informacji.

W niniejszej pracy zaprezentowano wyniki badań wybranych właściwości strukturalnych drewna dwóch gatunków sosen z drzewostanów pasa nadmorskiego w rezerwacie przyrody Mierzeja Sarbska, biorąc pod uwagę odległość badanych drzew od linii brzegowej morza.

Celem badań było sprawdzenie, czy istnieje zróżnicowanie strukturalnych właściwości drewna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) oraz sosny czarnej (*Pinus nigra* Arn.) pochodzących ze środowiska wydym nadmorskich w różnej odległości od linii brzegowej Morza Bałtyckiego.

## Material i metody

Teren badań wyznaczono w zasięgu Rezerwatu Mierzeja Sarbska, położonego w pasie wydym między Jeziorem Sarbsko a Morzem Bałtyckim. Specyficzną cechą wydym nadmorskich są bardzo trudne warunki do wzrostu roślinności drzewiastej (uboga gleba, zasolenie, nieustanne działanie wiatru uszkadzającego korony drzew). Do nielicznych gatunków drzew, przystosowanych do tak trudnych warunków siedliskowych zaliczane są gatunki należące do rodzaju *Pinus*. Na wydymach w rezerwacie przyrody Mierzeja Sarbska można spotkać rodzimy gatunek sosnę zwyczajną (*Pinus sylvestris* L.), a także obce geograficznie: sosnę czarną (*Pinus nigra* Arn.) oraz kosodrzewinę (*Pinus mugo* Turra).

Do badań wytypowano po dwa drzewostany sosny zwyczajnej i sosny czarnej. Powierzchnie próbne założono w 100-letnich drzewostanach obu gatunków, wzrastających w bezpośrednim sąsiedztwie Bałtyku (wariant „blisko morza”) oraz w odległości ok. 500 m od linii brzegowej morza (wariant „daleko od morza”). Materiał badawczy obejmuje wywierty dordzeniowe drzew pobrane świdrem Presslera z wysokości 1,3 m nad ziemią z piętnastu drzew o najwyższych stanowiskach biosocjalnych w każdym drzewostanie.

Pomiary szerokości słoju rocznych oraz szerokości drewna późnego przeprowadzono w pakiecie CDendro. Określono średnią szerokość słoju rocznych oraz średni udział drewna późnego dla każdego z analizowanych ciągów przyrostowych. Zbadano zmienność analizowanych cech w każdej z czterech badanych grup drzew. Porównanie średnich wartości badanych cech w odniesieniu do odległości od linii brzegowej morza przeprowadzono z wykorzystaniem dwuczynnikowej analizy wariancji i testu porównań wielokrotnych Tukeya, po wcześniejszym sprawdzeniu założeń o normalności rozkładu i jednorodności wariancji. Weryfikację hipotez dotyczących tego samego poziomu średnich przeprowadzono przy poziomie istotności 0,05.

## Wyniki

### Średnia szerokość przyrostów rocznych

Szersze słoje przyrostu rocznego sosny zwyczajnej stwierdzono na stanowisku „blisko morza” (1,85 mm), natomiast mniejsze (0,97 mm) na stanowisku „daleko od morza”. Dla sosny czarnej większą wartość średniej szerokości słoju rocznych stwierdzono na stanowisku „daleko od morza” (1,48 mm), natomiast mniejszą (1,32 mm) na stanowisku „blisko morza” (Tab. 1). Zaobserwowano większą zmienność przyrostów radialnych drzew rosnących w pobliżu morza, zarówno sosny zwyczajnej (współczynnik zmienności 43,1% vs. 18,4% na stanowisku „daleko od morza”) jak i sosny czarnej (28,0% vs. 24,5%). Porównując gatunki można stwierdzić, iż „blisko morza” bardziej równomiernie przyrasta sosna czarna, a „daleko od morza” – sosna zwyczajna, przy czym różnica w wielkości współczynnika zmienności szerokości słoju rocznych w obydwu wariantach położenia względem morza u sosny czarnej nie jest tak duża jak u sosny zwyczajnej (Tab. 1).

**Tab. 1.** Charakterystyka statystyczna średniej szerokości słoju rocznych

Table 1. Descriptive statistics of the average annual ring width

Oznaczenie stanowiska	Liczba drzew	Średnia	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności	Grupy homogeniczne (Dwuczynnikowa ANOVA, test Tukeya)		
Sosna zwyczajna – daleko od morza	14	0,986	0,606	1,234	0,181	18,405	****		
Sosna czarna – blisko morza	15	1,324	0,879	2,184	0,371	27,980	****	****	
Sosna czarna – daleko od morza	15	1,482	0,652	2,136	0,363	24,530		****	****
Sosna zwyczajna – blisko morza	15	1,846	0,806	3,720	0,795	43,081			****

Porównanie istotności różnic przeciętnej szerokości słoju rocznych przeprowadzone przy pomocy dwuczynnikowej analizy wariancji a następnie analiza grup jednorodnych przeprowadzona testem Tukeya wykazały istotne statystycznie różnice pomiędzy stanowiskami sosny zwyczajnej i sosny czarnej dla obu wariantów odległości od morza (Tab. 1). W przypadku porównania par stanowisk w obrębie jednego gatunku, istotne statystycznie różnice średniej szerokości słoju w zależności od odległości od morza wykazano dla sosny zwyczajnej, natomiast w przypadku sosny czarnej takich różnic nie stwierdzono (Tab. 1).

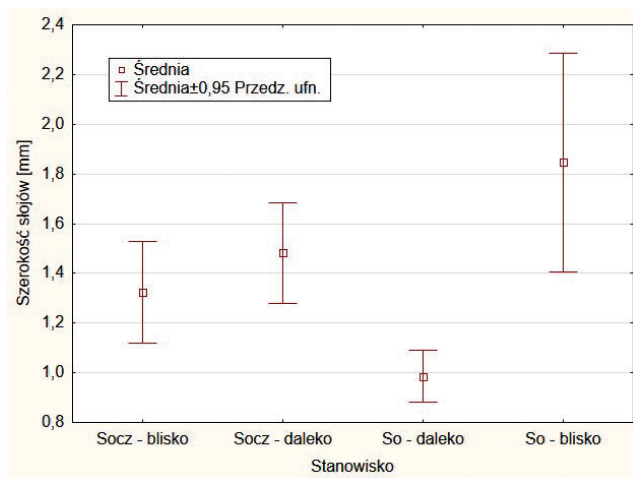
**Ryc. 1.** Porównanie 95% przedziałów ufności dla średniej szerokości słoju rocznych na badanych stanowiskach

Fig. 1. Comparison of 95% confidence intervals for average annual ring width in investigated plots

### Udział drewna późnego

Zarówno dla sosny zwyczajnej, jak i sosny czarnej większy udział drewna późnego stwierdzono na stanowiskach położonych „blisko morza” (odpowiednio: 32,0% oraz 37,5%) (Tab. 2). Udział drewna późnego jest znacząco, istotnie statystycznie mniejszy w wariancie „daleko

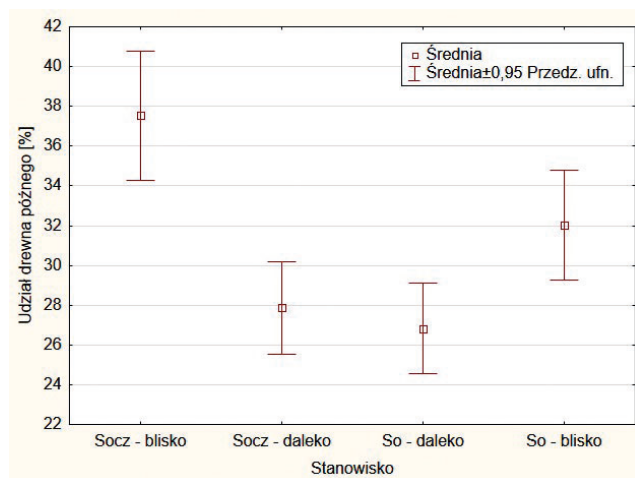
od morza” (odpowiednio 26,8% i 27,9%). Współczynnik zmienności udziału drewna późnego przybiera wartości z zakresu od 14,6 do 15,7%, przy czym u tego samego gatunku w wariancie „blisko morza” jest nieznacznie wyższy (Tab. 2).

**Tab. 2.** Charakterystyka statystyczna udziału drewna późnego [%]

*Table 2. Descriptive statistics of the late wood share [%].*

Oznaczenie stanowiska	Liczba drzew	Średnia	Minimum	Maksimum	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności	Grupy homogeniczne (Dwuczynnikowa ANOVA, test Tukeya)		
Sosna zwyczajna – daleko od morza	14	26,83	21,77	34,25	3,92	14,62	****		
Sosna czarna – daleko od morza	15	27,86	20,79	34,62	4,19	15,04	****	****	
Sosna zwyczajna – blisko morza	15	32,01	24,26	38,87	4,98	15,56		****	
Sosna czarna – blisko morza	15	37,53	28,35	50,80	5,88	15,66			****

Porównanie średniego udziału drewna wykazało, że zarówno u sosny zwyczajnej, jak i sosny czarnej występują istotne statystycznie różnice tego parametru dla obu wariantów odległości od morza (Tab. 2). Porównanie pomiędzy gatunkami wykazało istotną różnicę w przeciętnej wielkości udziału drewna późnego jedynie w wariancie „blisko morza”. Nie wykazano natomiast istotnych statystycznie różnic dla stanowisk sosny zwyczajnej oraz sosny czarnej, zlokalizowanych „daleko od morza” (Tab. 2).



**Ryc. 2.** Porównanie 95% przedziałów ufności dla średniego udziału drewna późnego na badanych stanowiskach

*Fig. 2. Comparison of 95% confidence intervals for average late wood share in investigated plots*

## Dyskusja

Drzewostany wydumowe, z dominującym w składzie gatunkowym udziałem różnych gatunków sosen, ze względu na unikalną specyfikę siedliska, stanowią cenny obiekt badań nad cechami struktury drewna. Charakterystyki budowy drewna drzew iglastych, w tym badane w niniejszej pracy szerokość przyrostów rocznych oraz udział drewna późnego, pozostają w ścisłym związku z fizycznymi właściwościami drewna (np. z gęstością) (Kärenlampi 2004, Fabisiak 2005, Jakubowski i in. 2013). Właściwości te mają z kolei wpływ na wytrzymałość mechaniczną pni drzew.

Istnieje ścisła zależność między szerokością słojów rocznych a udziałem drewna późnego. Zjawiskiem często opisywanym w literaturze przedmiotu, typowym dla drewna iglastego, jest malejący udział drewna późnego wraz ze wzrostem szerokości słoja (Krzysik 1978; Oktaba i in. 2002). Wyniki przeprowadzonych badań potwierdziły powyższą regułę jedynie częściowo. W przypadku analizy szerokości słojów oraz udziału drewna późnego sosny czarnej potwierdzono, że wraz ze wzrostem szerokości słojów rocznych zmniejszał się udział drewna późnego. Odstępstwo od tej reguły wykazywała natomiast sosna zwyczajna, u której zaobserwowano wzrost udziału procentowego drewna późnego wraz ze zwiększającą się szerokością słojów rocznych. Anomalię tę zaobserwowano jednak u sosen na stanowisku „blisko morza”. Zatem większy udział drewna późnego przy dużej szerokości słoja może w tym przypadku świadczyć o występowaniu drewna reakcyjnego. To z kolei zdaje się potwierdzać wrażliwość sosny zwyczajnej na działalność wiatru w bezpośrednim sąsiedztwie morza oraz pośrednio – na jej mniejszą odporność na panujące tu warunki anemologiczne.

Biorąc pod uwagę zróżnicowanie badanych cech, w zależności od lokalizacji stanowisk badawczych, dla obydwu badanych gatunków zaobserwowano większą zmienność średniej szerokości słoja oraz znacznie większy udział drewna późnego na stanowiskach „blisko morza”. Zjawisko to wskazuje na występowanie w tym obszarze trudnych warunków siedliskowych oraz ich wyraźne odzwierciedlenie w budowie drewna obu gatunków. Sosna zwyczajna okazuje się być bardziej wrażliwa i wykazuje silniejszą reakcję przyrostową na skrajne warunki występujące na wydmach nadmorskich w porównaniu do sosny czarnej, która wydaje się nieco bardziej odporna. Potwierdza to sens działań niemieckich leśników, którzy około 100 lat temu wprowadzali sosnę czarną celem stabilizacji wydm. Działania takie były kontynuowane również w drugiej połowie XX w., co przyczyniło się do znacznego zwiększenia udziału sosny czarnej w nadmorskiej strefie lasów ochronnych (Król i Ostrowicz 1976). Sosna czarna uchodzi za gatunek o dużej odporności na zanieczyszczenia przemysłowe. Jak podkreśla Jurczak-Latocha (1979) sosna czarna, nawet w warunkach silnego zagrożenia przez imisje przemysłowe, cechuje się typowym dla niej pokrojem, bez objawów zamierania pędów i zahamowania wzrostu. Z przeprowadzonych w trakcie badań obserwacji pokroju drzew, w przeciwieństwie do sosny zwyczajnej, w przypadku sosny czarnej nie stwierdzono znaczących zmian pokroju i budowy korony u drzew rosnących w bezpośrednim sąsiedztwie Bałtyku.

W pracy wykazano zróżnicowanie dwóch cech strukturalnych drewna sosen rosnących na wydmach nadmorskich: średniej szerokości słojów rocznych oraz udziału drewna późnego. Niemniej jednak, niezależnie od położenia względem morza, parametry słoja rocznego obydwu gatunków sosny informują o przydatności drewna do wielorakich zastosowań, gdyż mieszczą się w granicach optymalnej szerokości słoja dla sosny z punktu widzenia jakości technicznej

drewna, wskazywanej przez wielu autorów w przedziale od 1 do 2 mm (Lis i Lis 2013; Staniszewski 1997; Zatoń 2016).

## Wnioski

- Średnia szerokość słoików rocznych drzew rosnących „blisko morza” jest większa u sosny zwyczajnej, a „daleko od morza” u sosny czarnej. Na powierzchniach bliżej morza zanotowano większą zmienność tej cechy, co może wskazywać na wpływ trudnych warunków na wzrost drzew obu gatunków.
- Udział drewna późnego oraz jego zmienność były znacznie większe na powierzchniach w pobliżu morza, przy czym mniejszym udziałem drewna późnego charakteryzuje się sosna zwyczajna.
- Niezależnie od położenia względem morza, parametry słoja rocznego obydwu gatunków sosny mieszczą się w przedziale optymalnej szerokości słoja dla sosny. Świadczy o dobrych parametrach fizyko mechanicznych drewna z punktu widzenia jego jakości technicznej oraz wartości użytkowej.

## Literatura

- Białobok S., Chylarecki H. 1965. Badania nad uprawą drzew obcego pochodzenia w Polsce w warunkach środowiska leśnego. *Arbor. Kórn.* 10: 211-275.
- Danielewicz W., Wiatrowska B. 2012. Motywy, okoliczności i środowiskowe konsekwencje wprowadzania obcych gatunków drzew i krzewów do lasów. *Studia i Materiały CEPL* 33: 26-43.
- Fabisiak E. 2005. Zmienność podstawowych elementów anatomicznych i gęstości drewna wybranych gatunków drzew. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. Rozprawy Naukowe* 369. 1-176.
- Fruhwalder A. 1986. Technological properties of wood from trees in polluted regions. *IAWA Bulletin*, 389-397.
- Jakubowski M., Pazdrowski W., Gonet A., Kałuziński D. 2013. Gęstość umowna świerka pospolitego (*Picea abies* L. Karst) pozyskanego z plantacji nasiennej. *Forestry Letters* 106: 7-13.
- Józefaciuk J., Laurow Z. 1974. Zmienność niektórych cech makroskopowych drewna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris*) na tle typów pokrojowych. *Prace IBL.* 466, 26.
- Jurczak-Latocha I. 1979. Obserwacje nad zachowaniem się sosny czarnej (*Pinus nigra* Arn.) w rejonach przemysłowych. *Sylwan* 123 (4): 53-62.
- Kärenlampi P. P., Riekkinen M. 2004. Maturity and growth rate effects on Scots pine basic density. *Wood Sci. Technol.* 38:465-473.
- Kollmann F. F., Coté W. A. 1968. Principles of wood science and technology: solid wood. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg and New York.
- Król S., Ostrowicz J. 1976. Sosna czarna (*Pinus nigra* Arn.) w lasach ochronnych Wybrzeża Koszalińskiego nad Bałtykiem. *Sylwan* 120 (11): 87-90.
- Krzysik F. 1978. Nauka o drewnie. PWN Warszawa.
- Latocha E. 1984. Główne kierunki zagospodarowania lasów na terenach szkód przemysłowych w Sudetach Zachodnich. *Sylwan* 128 (6): 29-37.
- Latocha E. 1989. Możliwości i sposoby zagospodarowania terenów leśnych w okręgach przemysłowych. W: Białobok S. (red.) *Życie drzew w skażonym środowisku. Monografie popularnonaukowe „Nasze drzewa Leśne”* 21: 443-466.
- Lis A., Lis P. 2013. Charakterystyka wytrzymałości drewna jako jego podstawowej właściwości mechanicznej. *Budownictwo 19. Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej* 169; 78-86.
- Oktaba J., Paschalis P., Staniszewski P. 2002. Selected indicators of pine and spruce wood technical quality from the forest being under the influence of industrial pollution. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry, Number* 44, 77-86.

- Paschalis P. 1976. Zmienność jakości technicznej drewna sosny zwyczajnej we wschodniej części Polski. Rozprawa doktorska. Wydział Leśny SGGW, Warszawa.
- Paschalis P., Staniszewski P. 1994. Zmiany niektórych wskaźników własności drewna sosny pochodzącego z regionów zanieczyszczonych przemysłowo. Sylwan 138 (8): 35-41.
- Pazdrowski W., Splawa-Neyman S. 1998. Macrostructure of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) wood from stands grown in conditions of mixed fresh coniferous forest. Folia Forestalia Polonica. S. B. 29: 165-170.
- Staniszewski P. 1997. Wybrane wskaźniki jakości technicznej drewna sosny (*Pinus sylvestris* L.) z drzewostanów będących pod wpływem emisji przemysłowych. Rozprawa doktorska. Wydział Leśny SGGW, Warszawa.
- Wanin S. 1953. Nauka o drewnie. Państwowe Wydawnictwa Rolnicze i Leśne. Warszawa.
- Żybura H. 1993. Możliwość zastosowania świerka do realizacji celu hodowlanego na terenie krain Bałtyckiej i Mazursko-Podlaskiej. Pr. Inst. Bad. Leś. Ser. B., 15: 193-200.
- Zatoń P. 2016. Zależność między wytrzymałością na ściskanie wzdłuż włókien a szerokością słoja w drewnie sosnowym (*Pinus sylvestris* L.). Praca inżynierska wykonana w Katedrze Nauki o Drewnie i Ochrony Drewna SGGW. Warszawa.

**<sup>1</sup>Robert Tomusiak\*, <sup>2</sup>Paweł Staniszewski, <sup>3</sup>Katarzyna Szyk, <sup>4</sup>Wojciech Kędziora, <sup>5</sup>Jacek Sagan, <sup>1</sup>Rafał Wojtan**

<sup>1</sup>Samodzielna Pracownia Dendrometrii i Nauki o Produkcyjności Lasu, Wydział Leśny SGGW

<sup>2</sup>Katedra Użytkowania Lasu, Wydział Leśny SGGW

<sup>3</sup>Sekcja Biometrii Leśnej, Koło Naukowe Leśników, Wydział Leśny SGGW

<sup>4</sup>Katedra Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa, Wydział Leśny SGGW

<sup>5</sup>Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Warszawie

\*Robert.Tomusiak@wl.sggw.pl



