

KRZYSZTOF MICHAŁEC, RADOŚLAW WĄSIK, ANNA BARSZCZ

## Zmienność wybranych cech makrostruktury i gęstości drewna świerkowego (*Picea abies* (L.) Karst.) pochodzącego z drzewostanów rosnących na różnych siedliskowych typach lasu\*

Variability of selected features of macrostructure and density of Norway spruce wood (*Picea abies* (L.) Karst.) from stands growing in different forest habitats

### ABSTRACT

Michalec K., Wąsik R., Barszcz A. 2019. Zmienność wybranych cech makrostruktury i gęstości drewna świerkowego (*Picea abies* (L.) Karst.) pochodzącego z drzewostanów rosnących na różnych siedliskowych typach lasu. Sylwan 163 (3): 209-215. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2018141>.

The aim of the study was to compare the tree-ring width, latewood share and density of spruce wood from the mature stands occupying different forest habitats. 12 study plots were located in the north-eastern Norway spruce range in Poland (lowlands), whereas 16 in the south-western one (mountains). On the lowlands we chose stands growing on fresh mixed coniferous, humid mixed coniferous, fresh mixed deciduous and fresh deciduous habitats, while in the mountains we selected alpine coniferous, mountain coniferous, mountain mixed coniferous, mountain mixed deciduous and mountain deciduous ones. On each study plot we chose 15 trees according to the Draut method and took increment cores with the Pressler borer. We measured tree-ring and latewood width and then divided the cores into 2-cm sections, for which the relative wood density was determined. The tree-rings were the widest in trees from fresh mixed coniferous (lowlands) and mountain mixed deciduous (mountains) sites, whereas the narrowest ones were observed in trees growing on fresh mixed deciduous and mountain mixed coniferous sites. We found statistically significant difference ( $p < 0,0001$ ) between analysed habitats. The latewood proportion showed the opposite dependence than the tree-ring width – wood from fresh mixed coniferous and mountain mixed deciduous sites was characterized by the lowest proportion of latewood, whereas the wood from fresh mixed deciduous and mountain mixed coniferous sites had the highest share of latewood. In this case the differences between the two analyzed groups of stands were also statistically significant. As far as the wood density is concerned, the highest values were found for trees occupying fresh mixed deciduous and mountain mixed coniferous sites and the lowest in trees growing on humid mixed coniferous, fresh deciduous and mountain deciduous sites. The differences between them was also statistically significant. Next, the stands were divided into two groups: coniferous and deciduous sites. It was found that trees from lowland coniferous sites have wider rings than the ones from deciduous sites. In the mountainous region the opposite dependence was observed. The latewood share and wood density was lower in lowland coniferous sites in comparison to deciduous ones. The results were reverse in the mountainous sites.

\*Badania zostały sfinansowane z dotacji przyznanej przez MNiSW na działalność statutową.

**KEY WORDS**

tree-ring width, latewood share, wood density, Norway spruce range

**ADDRESSES**

Krzysztof Michalec – e-mail: krzysztof.michalec@urk.edu.pl

Radosław Wąsik – e-mail: radoslaw.wasik@urk.edu.pl

Anna Barszcz – e-mail: anna.barszcz@urk.edu.pl

Zakład Użytkowania Lasu i Drewna, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie; al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków

**Wstęp**

Świerk w Polsce występuje w dwóch zasięgach: północno-wschodnim i południowo-zachodnim [Jaworski 2011]. Zasięg północno-wschodni obejmuje tereny nizinne, natomiast południowo-zachodni głównie tereny górskie. Na terenach nizinnych świerk może być gatunkiem głównym na siedliskach Bw, BMw i BMb, rzadziej natomiast pełni tę rolę na siedliskach BMśw, LMw, LMśw i Lśw. Na terenach górskich tworzy lite drzewostany na siedliskach BWG, BG oraz BMG, z kolei na siedliskach LG i LMG może pełnić rolę gatunku głównego z bukiem lub jodłą [Zasady... 2012]. Modrzyński [1998] twierdzi, że czynnikiem limitującym występowanie świerka na nizinach jest niedostatek opadów, natomiast w terenach górskich niska temperatura, przy czym świerk jest bardziej wytrzymały na niedosyt wilgotności powietrza niż na niedobór wilgoci w glebie. Część autorów, analizując wpływ warunków klimatycznych na wzrost i właściwości drewna świerkowego, stwierdza, że największe znaczenie mają wilgotność i temperatura [Sander i in. 1995; Bouriaud i in. 2005; Franceschini i in. 2013; van der Maaten-Theunissen i in. 2013]. Z kolei Nabais i in. [2018], analizując wpływ klimatu na gęstość drewna u różnych gatunków drzew, stwierdzili, że w przypadku świerka warunki klimatyczne nie wpływają na tę cechę drewna. Niektórzy autorzy uzależniają zmienność cech drewna od pochodzenia [Barzdajn 1996; Matras 2002; Zubizarreta-Gerendiain i in. 2012; Szaban i in. 2014]. Nieliczni autorzy [Surmiński 1998] badają natomiast wpływ siedliska na właściwości drewna.

Celem niniejszej pracy było porównanie szerokości słoików rocznych, udziału drewna późnego oraz gęstości drewna świerkowego pochodzącego z drzewostanów rębnych rosnących na różnych siedliskowych typach lasu.

**Materiał i metody**

Wstępnego typowania drzewostanów do badań dokonano na podstawie opisów zawartych w operatach urzędniowych poszczególnych nadleśnictw. Brano po uwagę drzewostany, w których świerk osiągnął wiek rębności, a przynajmniej zakończono już wszystkie zabiegi pielęgnacyjne (trzebieże późne), w wieku 70 lat lub starsze, o minimalnej powierzchni przekraczającej 3 ha, co umożliwiałoby umieszczenie tam powierzchni próbnej o wielkości 1 ha. W każdym nadleśnictwie wytypowano po kilka drzewostanów, z których na podstawie wizji terenowej wybierano 1 lub 2 najbardziej odpowiadające wymaganym kryteriom. Ostatecznie na obszarze północno-wschodniego zasięgu świerka (Niziny) zlokalizowano 12 powierzchni badawczych (umiejscowionych w 12 nadleśnictwach), natomiast w granicach zasięgu południowo-zachodniego (Góry) założono w Sudetach 7 powierzchni (6 nadleśnictw), a w Karpatach 9 powierzchni (7 nadleśnictw). Na terenie zasięgu północno-wschodniego (Niziny) utworzono 4 grupy drzewostanów rosnących na BMśw, BMw, LMśw i Lśw, natomiast na terenie zasięgu południowo-zachodniego (Góry) – 5: BWG, BG, BMG, LMG i LG.

Powierzchnie lokalizowano w miejscach najbardziej reprezentatywnych dla warunków panujących w drzewostanie pod względem wskaźnika zadrzewienia, zwarcia i jakości świerkowego surowca drzewnego. Miały one wielkość 1 ha i kształt kwadratu (100×100 m). Wykonano na nich pomiar pierśnicy każdego świerka o grubości 7 cm i więcej oraz z 15 wytypowanych drzew pobrano wywierty świdrem Presslera. Typowania drzew próbnych do pobrania wywiertów dokonywano według metody Draudta, polegającej na przydzielaniu liczby drzew próbnych proporcjonalnie do liczebności drzew w stopniach pierśnic. W terenach górskich (pochyłych) wywierty pobierano od dołu stoku. Wywiert wykonywano do rdzenia na wysokości około 30 cm od powierzchni gruntu, do maksymalnej głębokości 40 cm.

Na wygładzonych powierzchniach odwiertów ustalano szerokość przyrostów rocznych, stref drewna późnego i udział drewna późnego. Pomiaru z dokładnością do 0,01 mm wykonano z użyciem specjalistycznego oprogramowania Przyrost WP na obrazie elektronicznym, po zeskanowaniu odwiertów. Następnie odwierty dzielono na sekcje o długości 2 cm i ustalano dla nich względną gęstość drewna ( $\gamma_w$ ) według wzoru:

$$\gamma_w = \frac{m_0}{V_{max}}$$

gdzie:

$m_0$  – masa drewna absolutnie suchego,

$V_{max}$  – objętość drewna w stanie maksymalnego spęcznienia.

Pomiaru objętości dokonano metodą hydrostatyczną (wypierania wody) [Olesen 1971]. Po zmierzeniu objętości próbki suszono, a następnie określano ich masę w stanie absolutnie suchym. Następnie gęstości z poszczególnych sekcji przeliczano proporcjonalnie na cały wywiert według wzoru:

$$\gamma_w = \frac{\sum_{i=1}^n \gamma_{si} p_i}{100}$$

gdzie:

$\gamma_w$  – względna gęstość drewna,

$\gamma_{si}$  – względna gęstość drewna sekcji wywiertu,

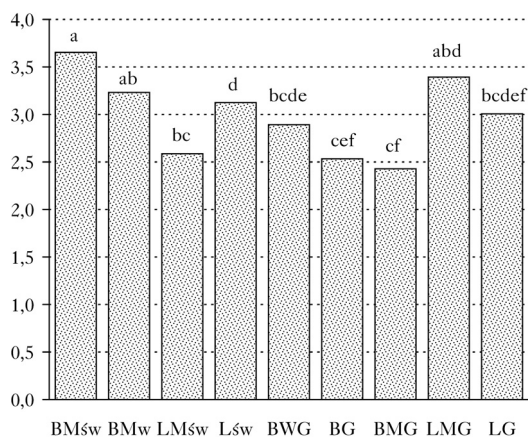
$p_i$  – procentowy udział sekcji w powierzchni przekroju poprzecznego pnia,

$n$  – liczba sekcji [Niedzielska 1995].

Ponieważ po zastosowaniu testu Shapiro-Wilka odrzucono hipotezę zerową o normalności rozkładu danych, do analizy istotności różnic wykorzystano test Kruskala-Wallisa oraz test wielokrotnych porównań średnich *post-hoc*.

## Wyniki

Szerokość przyrostów rocznych była największa u drzew pochodzących z siedliska BMśw (Niziny) oraz LMG (Góry), a najniższa odpowiednio z LMśw i BMG (ryc. 1), przy współczynniku zmienności wahającym się od 49,48 do 70,95% (tab.). Stwierdzono istotne różnice między badanymi siedliskami ( $p < 0,0001$ ). Z kolei udział drewna późnego wykazał odwrotną zależność – na siedlisku BMśw i LMG był on najmniejszy, a na LMśw i BMG największy (ryc. 2). W tym przypadku zmienność była mniejsza i wahała się od 33,27 do 53,64% (tab.). Również i dla tej cechy stwierdzono istotne różnice w badanych grupach drzewostanów ( $p < 0,0001$ ). Największą gęstość drewna odnotowano na siedlisku LMśw i BMG, a najmniejszą na BMw, Lśw i LG (ryc. 3). Zmienność tej cechy wahała się od 10,67 do 15,03% (tab.). Stwierdzono istotne różnice między siedliskami ( $p < 0,0001$ ), przy czym tylko w 4 porównaniach: BMw-BMG, Lśw-BMG, BWG-BMG i BMG-LG.



Ryc. 1.

Średnia szerokość przyrostów rocznych [mm] w zależności od siedliskowego typu lasu  
Mean tree-ring width [mm] with regard to the forest habitat

BMśw – fresh mixed coniferous, BMw – humid mixed coniferous, LMśw – fresh mixed deciduous, Lśw – fresh deciduous, BWG – alpine coniferous, BG – mountain coniferous, LMG – mountain mixed deciduous, LG – mountain deciduous, BMG – mixed mountain coniferous

ta sama litera oznacza brak istotnych różnic; the same letter indicates no significant differences

## Tabela.

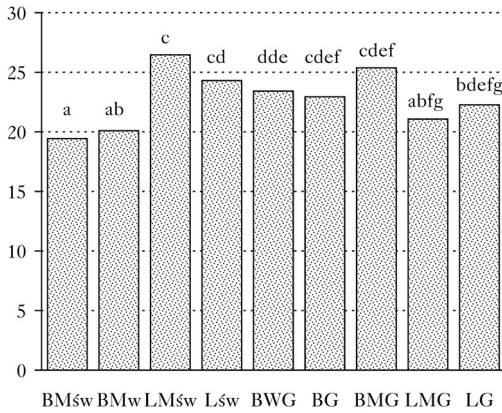
Najmniejsza (Min) i największa (Max) wartość, mediana (Me), odchylenie standardowe (SD) i współczynnik zmienności (CV [%]) analizowanych parametrów w zależności od siedliskowego typu lasu

The lowest (Min) and the highest (Max) value, median (Me), standard deviation (SD) and coefficient of variation (CV [%]) of analysed parameters with regard to the forest habitat

	BMśw	BMw	LMśw	Lśw	BWG	BG	BMG	LMG	LG
Szerokość słoja rocznego [mm]									
Tree-ring width									
Min	0,56	0,41	0,34	0,43	0,40	0,47	0,34	0,53	0,37
Max	12,43	9,60	11,89	8,28	13,10	7,83	6,94	15,78	16,95
Me	3,36	3,05	2,32	2,93	2,55	2,41	2,05	3,29	2,75
SD	1,92	1,71	1,35	1,65	1,76	1,25	1,38	1,74	2,13
CV	52,49	52,82	52,02	52,80	60,97	49,48	57,01	51,14	70,95
Udział drewna późnego [%]									
Latewood proportion									
Min	2,35	3,63	5,15	2,97	4,73	3,45	3,40	3,40	3,45
Max	74,80	57,02	64,95	77,49	58,14	49,18	85,71	51,86	57,57
Me	17,67	19,91	24,70	23,54	23,34	23,23	25,19	19,53	21,34
SD	10,43	8,41	10,59	11,27	8,41	7,63	11,56	8,41	9,42
CV	53,64	41,87	40,00	46,36	35,93	33,27	45,57	39,93	42,29
Gęstość drewna [g/cm <sup>3</sup> ]									
Wood density									
Min	0,275	0,255	0,302	0,248	0,274	0,303	0,287	0,269	0,280
Max	0,486	0,456	0,523	0,443	0,490	0,483	0,485	0,545	0,488
Me	0,342	0,339	0,367	0,334	0,344	0,335	0,364	0,344	0,337
SD	0,053	0,036	0,053	0,044	0,037	0,042	0,040	0,043	0,038
CV	15,03	10,67	14,23	12,89	10,78	11,91	10,67	12,20	11,16

oznaczenia jak na rycinie 1; denotes as in figure 1

Pozostałe siedliska nie wykazały istotnych różnic między sobą w zakresie gęstości drewna. Drzewostany połączono następnie w dwie grupy, zaliczając je do siedlisk borowych i lasowych. Stwierdzono, że drzewa z nizinnych siedlisk borowych mają szersze przyrosty niż z siedlisk lasowych. W górach stwierdzono zależność odwrotną. Z kolei na nizinach udział drewna późnego i gęstość drewna były mniejsze na siedliskach borowych niż na lasowych. Odwrotne zależności odnotowano w górach. W przypadku szerokości przyrostów rocznych istotnej różnicy nie wykazały siedliska borowe na

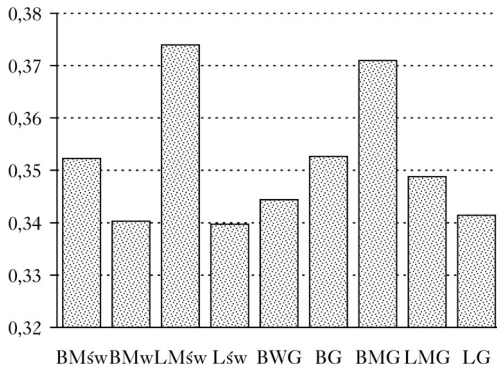


Ryc. 2.

Udział [%] drewna późnego w zależności od siedliskowego typu lasu

Latewood proportion [%] with regard to the forest habitat

oznaczenia jak na rysunku 1; denotes as in figure 1



Ryc. 3.

Gęstość drewna [g/cm³] w zależności od siedliskowego typu lasu

Wood density [g/cm³] with regard to the forest habitat

oznaczenia jak na rysunku 1; denotes as in figure 1

nizinach i lasowe w górach ( $p=0,081$ ), a w przypadku udziału drewna późnego siedliska lasowe na nizinach i siedliska borowe w górach ( $p=1,000$ ). Dla gęstości drewna nie stwierdzono natomiast istotnych różnic między tak zgrupowanymi drzewostanami ( $p=0,033$ ).

## Dyskusja

W terenach górskich odnotowano węższe przyrosty roczne na siedliskach borowych (BWG, BG, BMG), natomiast szersze na siedliskach lasowych. Siedliska borowe związane są przeważnie z regłem górnym lub wyższymi położeniami górskimi, gdzie na wzrost świerka oddziałują głównie warunki klimatyczne. Siedliska lasowe zlokalizowane są w niższych położeniach, gdzie warunki klimatyczne są łagodniejsze, przez co przyrosty są szersze. Z kolei na siedliskach nizinnych zaobserwowano tendencję odwrotną – węższe przyrosty na siedliskach lasowych. Na terenach nizinnych świerk preferuje uboższe siedliska świeże (borowe), na których rozwija się lepiej w porównaniu z siedliskami żyzniejszymi [Obmiński 1977].

Potwierdziły się zależności występujące u gatunków iglastych – przy szerszych przyrostach rocznych zmniejszał się udział drewna późnego [Krzysik 1974; Petty i in. 1990; Wąsik 2007; Jyske i in. 2008; Tomczak i in. 2009], stąd większy udział tego drewna na siedliskach borowych w górach i lasowych na nizinach.

Surmiński [1998] twierdzi, że gęstość drewna świerkowego zależy głównie od siedliska i waha się w granicach od 300 do 550 kg/m<sup>3</sup>, przy czym na siedliskach zasobnych wynosi przeciętnie 400 kg/m<sup>3</sup>, a na siedliskach średnio zasobnych i ubogich około 450 kg/m<sup>3</sup>. W niniejszej

pracy zależności te się nie potwierdziły. Małą gęstość drewna odnotowywano zarówno na siedliskach ubogich ( $344 \text{ kg/m}^3$  – BWG), jak i na siedliskach żyznych ( $340 \text{ kg/m}^3$  – Lśw). Ogólnie w przypadku tej cechy nie stwierdzono wyraźnych różnic między badanymi grupami danych (siedliskami). W poprzedniej pracy autorów [Michalec i in. 2016], gdzie analizowano drewno z regła górnego i dolnego, również zaobserwowano brak istotnych różnic w gęstości drewna między obiema grupami drewna.

## Wnioski

- ✦ Na terenach nizinnych stwierdzono szersze przyrosty roczne w drzewostanach rosnących na słabszych siedliskach (borowych), natomiast na terenach górskich drzewostany z siedlisk żyzniejszych (lasowych) wykazały szersze przyrosty, a różnice te były statystycznie istotne.
- ✦ Na nizinach udział drewna późnego był największy na siedliskach lasowych, a w górach – na siedliskach borowych. W większości przypadków różnice te były statystycznie istotne.
- ✦ Drzewostany pogrupowane pod względem gęstości drewna na siedliska borowe i lasowe nie wykazały istotnych różnic.

## Literatura

- Barzdajn W. 1996. Zmienność gęstości drewna świerka pospolitego (*Picea abies* (L.) Karsten) w Polsce. PTPN. Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych 82: 7-14.
- Bouriaud O., Leban J. M., Bert D., Deleuze C. 2005. Intra-annual variations in climate influence growth and wood density of Norway spruce. *Tree Physiology* 25: 651-660.
- Franceschini T., Longuetaud F., Bontemps J. D., Bouriaud O., Caritey J. D., Leban J. M. 2013. Effect of ring width, cambial age, and climatic variables on the within-ring wood density profile of Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. *Trees* 27: 913-925.
- Jaworski A. 2011. Hodowla lasu. Charakterystyka hodowlana drzew i krzewów leśnych. T. 3. PWRiL, Warszawa.
- Jyske T., Mäkinen H., Saranpää P. 2008. Wood density within Norway spruce stems. *Silva Fennica* 42 (3): 439-455.
- Krzysik F. 1974. Nauka o drewnie. PWN, Warszawa.
- van der Maaten-Theunissen M., Boden S., van der Maaten E. 2013. Wood density variations of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) under contrasting climate conditions in southwestern Germany. *Ann. For. Res.* 56 (1): 91-103.
- Matras J. 2002. Zróżnicowanie gęstości drewna populacji świerka na powierzchni doświadczalnej w Knyszynie w relacji do zróżnicowania populacji matecznych. *Prace IBL A 914* (1): 21-33.
- Michalec K., Wąsik R., Barszcz A. 2016. Zmienność wybranych cech makrostruktury i gęstości drewna świerkowego (*Picea abies* [L.] Karst.) pochodzącego z drzewostanów rosnących w reglu dolnym i górnym. *Sylwan* 160 (10): 855-860.
- Modrzyński J. 1998. Ekologia. Zarys ekologii świerka. W: Boratyński A., Bugała W. [red.]. *Biologia świerka pospolitego*. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań. 303-357.
- Nabais C., Hansen J. K., David-Schwartz R., Klisz M., López R., Rozenberg P. 2018. The effect of climate on wood density: What provenance trials tell us? *Forest Ecology and Management* 408: 148-156.
- Niedzielska B. 1995. Zmienność gęstości oraz podstawowych cech makroskopowej struktury drewna jodły (*Abies alba* Mill.) w granicach jej naturalnego występowania w Polsce. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie. Rozprawy* 198.
- Obmiński Z. 1977. Ogólny zarys ekologii. W: Białobok S. [red.]. *Świerk pospolity. Nasze drzewa leśne*. Monografie populamonaukowe. PWN, Poznań – Warszawa. 332-371.
- Olesen P. O. 1971. The water displacement method. The Royal Veterinary and Agricultural University of Copenhagen.
- Petty J. A., Macmillan D. C., Teward C. M. 1990. Variation of density and growth ring width in stems of Sitka and Norway spruce. *Forestry* 63 (1): 39-49.
- Sander C., Eckstein D., Kyncl J., Dobry J. 1995. The growth of spruce (*Picea abies* (L.) Karst) in the Karkonoše-(Giant) Mountains as indicated by ring width and wood density. *Ann. Sci. For.* 52: 401-410.
- Surmiński J. 1998. Drewno i inne użytki świerkowe. W: Boratyński A., Bugała W. [red.]. *Biologia świerka pospolitego*. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań. 579-590.
- Szaban J., Kowalkowski W., Karaszewski Z., Jakubowski M. 2014. Effect of tree provenance on basic wood density of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) grown on an experimental plot at Siemianice forest experimental station. *Drewno. Pr. Nauk. Donies. Komunik.* 57 (191): 135-143.
- Tomeczak A., Pazdrowski W., Jelonek T., Grzywiński W. 2009. Jakość drewna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). Część I. Charakterystyka wybranych cech i właściwości drewna wpływających na jego jakość. *Sylwan* 153 (6): 363-372.

- Wąsik R. 2007. Zmienność wybranych cech makrostruktury i gęstości drewna daglezi zielonej (*Pseudotsuga menziesii* var. *viridis* Franco) na terenie Polski. *Drewno. Pr. Nauk. Donies. Komunik.* 50 (178): 57-85.
- Zasady hodowli lasu. 2012. CILP, Warszawa.
- Zubizarreta-Gerendiain A., Gort-Oromi J., Mehtätalo L., Peltola H., Venäläinen A., Pulkkinen P. 2012. Effects of cambial age, clone and climatic factors on ring width and ring density in Norway spruce (*Picea abies*) in southeastern Finland. *Forest Ecology and Management* 263: 9-16.