

KRZYSZTOF MICHAŁEC, RADOŚLAW WĄSIK, MAREK PAJĄK, FRYDERYK SIKORA

Zmienność wybranych cech makrostruktury i gęstości drewna świerkowego pochodzącego z drzewostanów gospodarczych i terenów pogórnicznych*

Variability of selected features of macrostructure and density of spruce wood from commercial stands and post-mining areas

ABSTRACT

Michalec K., Wąsik R., Pająk M., Sikora F. 2020. Zmienność wybranych cech makrostruktury i gęstości drewna świerkowego pochodzącego z drzewostanów gospodarczych i terenów pogórnicznych. Sylwan 164 (1): 10-15. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2019086>.

The aim of this work was to analyze the tree-ring width, the share of the latewood as well as the density of wood of trees growing in commercial and degraded stands. The research was carried out in the Brynek Forest District (southern Poland) in 3 commercial stands and in 4 degraded stands. For every study plot fifteen spruces were chosen and increment cores were sampled using the Pressler borer. Next, the surface of the cores was smoothed and the width of the annual rings was measured. Latewood zones were determined and the share of latewood was calculated. It was found that the average and minimum tree-ring width was the same in both commercial and degraded stands, while the maximum values were slightly and insignificantly different. In turn, the average share of latewood was higher in trees from commercial stands, but higher minimum and maximum values were recorded in stands on degraded sites. In this case, the differences turned to be statistically significant. The average density of wood was slightly lower in trees from degraded stands compared to wood from commercial stands (413 vs 418 kg/m³). The minimum and maximum values were also higher in trees from commercial stands. However, this feature did not show a significant difference between analysed groups of stands. We found that despite such significant differences in the terrain formed during the production of zinc and lead ores, the wood of trees growing in these areas hardly shows any differences (except for the share of latewood) in comparison to wood from commercial stands.

KEY WORDS

tree-rings width, latewood share, post-mining areas, reclamation

ADDRESSES

Krzysztof Michalec ⁽¹⁾ – e-mail: krzysztof.michalec@urk.edu.pl

Radosław Wąsik ⁽¹⁾ – e-mail: radoslaw.wasik@urk.edu.pl

Marek Pająk ⁽²⁾ – e-mail: marek.pajak@urk.edu.pl

Fryderyk Sikora ⁽³⁾ – e-mail: sf47835@zut.edu.pl

⁽¹⁾ Katedra Użytkowania Lasu, Inżynierii i Techniki Leśnej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie; al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków

⁽²⁾ Katedra Ekologii i Hodowli Lasu, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie; al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków

⁽³⁾ Katedra Ogrodnictwa, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie; ul. Juliusza Słowackiego 17, 71-434 Szczecin

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

Wstęp

Teren Górnego Śląska jest bardzo bogaty w złoża surowców kopalnych, przez stulecia eksploatowane przez różnego rodzaju działalność górnictw. Najczęściej pozyskiwanym surowcem w tym rejonie był węgiel kamienny, jednak wydobywano także inne surowce, np. rudy cynkowo-ołowiowe. Początkowo pozyskiwano rudy zalegające płytko pod powierzchnią ziemi. Płytkie wydobycie surowca (tzw. szybikowe) spowodowało charakterystyczne zniekształcenia powierzchni terenu w postaci nieregularnych kopców, potocznie zwanych warpiami. W miarę rozwoju technologii wprowadzano odwadniające sztolnie, które umożliwiały wydobywanie rud z głębszych pokładów [Greszta, Morawski 1972]. Wydobycie rud cynkowo-ołowiowych na tych terenach trwało do pierwszej połowy XX wieku [Chrobok 2009; Pradela, Solarski 2013]. Tereny „warpi” w większości nie były objęte planową rekultywacją, która zgodnie z obowiązującym prawem polega na przywróceniu gruntem zdewastowanym czy zdegradowanym wartości użytkowej poprzez realizację odpowiednich zabiegów technicznych i biologicznych [Ustawa... 1995]. W rejonie tarnogórskim można znaleźć na terenach pogórnicznych wyrobiska, hałdy, kamieniołomy czy też jeziora i zalesienia, które na trwałe włączyły się w krajobraz lasów. Las o tak urozmaiconej rzeźbie terenu wygląda bardzo interesująco, jednak z gospodarczego punktu widzenia utrudnia lub nawet uniemożliwia prace pielęgnacyjne czy pozyskaniowe. Ponadto drzewa na terenach pogórnicznych wzrastają w odmiennych warunkach w porównaniu do uporządkowanych siedlisk drzewostanów gospodarczych. Na obiektach pogórnicznych często występuje silna konkurencja o zasoby wody oraz makro- i mikroelementy, przyczyniając się do wadliwego obiegu pierwiastków, co może wpływać na zaburzenia w procesie samożywienia drzewostanów [Pietrzykowski 2008]. Czynniki te mogą prowadzić do ukształtowania odmiennej budowy morfologicznej drzew i właściwości fizykochemicznych powstającego drewna w porównaniu do drzew wzrastających na siedliskach gospodarczych [Pająk i in. 2016a, b].

Celem niniejszej pracy była analiza szerokości przyrostów rocznych oraz udziału drewna późnego, a także gęstości drewna świerkowego drzew rosnących w lasach gospodarczych i na terenach zdegradowanych przez górnictwo rud cynkowo-ołowiowych.

Materiał i metody

Badania zostały przeprowadzone na terenie Nadleśnictwa Brynek. Do badań wytypowano 7 drzewostanów rosnących na siedlisku lasu wyżynnego świeżego, w których w składzie gatunkowym przeważał świerk pospolity. Spośród 7 drzewostanów 3 znajdowały się w lasach gospodarczych (w wieku od 86 do 96 lat), a 4 na terenach pogórnicznych (w wieku od 71 do 121 lat). Prace terenowe rozpoczęto od wyznaczenia w każdym drzewostanie 2 powierzchni o wielkości 50 arów. Starano się uzyskać powierzchnie o wymiarach 100 × 50 metrów, jednak ze względu na nierównomierność występowania świerka niektóre powierzchnie miały kształt nieregularny. Następnie dokonano pomiaru pierśnicy wszystkich świerków znajdujących się na wydzielonych powierzchniach z dokładnością do 1,0 cm. Później dokonano wyboru 15 drzew próbnych z każdej powierzchni na podstawie proporcjonalnej liczby drzew w poszczególnych klasach grubości według metody Draudta [Grochowski 1973] oraz pobrano z nich po jednym odwiercie za pomocą świdra Presslera. O ile warunki terenowe na to pozwalały, starano się pobierać odwierty od północnej strony pnia, na wysokości około 40 cm nad powierzchnią gruntu.

Na wyglądzonych powierzchniach odwiertów ustalano szerokość przyrostów rocznych i stref drewna późnego oraz określono udział drewna późnego. Pomiarów z dokładnością do 0,01 mm dokonano z użyciem specjalistycznego oprogramowania Przyrost WP na obrazie elektronicznym,

po zeskanowaniu odwiertów. Następnie odwierty dzielono na sekcje o długości 2 cm. Ostatnie sekcje (przy rdzeniu) nie zawsze miały długość 2 cm. Również dla odwiertu, który nie zawierał rdzenia, ostatnią sekcję skracano o słoje o nieregularnym kształcie. Dla wszystkich sekcji ustalano względną gęstość drewna według wzoru:

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

gdzie:

- γ_w – względna gęstość drewna,
- 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 gęstość z poszczególnych sekcji przeliczano proporcjonalnie na cały wywiert według wzoru [Niedzielska 1995]:

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

gdzie:

- γ_w – względna gęstość drewna,
- γ_{si} – względna gęstość drewna sekcji wywiertu,
- p_i – udział sekcji w powierzchni przekroju poprzecznego pnia,
- n – liczba sekcji.

Ze względu na to, że po zastosowaniu testu Shapiro-Wilka odrzucono hipotezę o normalności rozkładu danych, do analizy istotności różnic wykorzystano test U Manna-Whitneya.

Wyniki

W wyniku przeprowadzonych analiz stwierdzono, że średnia i minimalna szerokość przyrostów rocznych była taka sama zarówno u drzew pochodzących z lasów gospodarczych, jak i terenów pogórnicznych, przy współczynniku zmienności równym odpowiednio 24,5 i 27,0% (tab.). Jedynie wartości maksymalne nieznacznie się różniły, przy czym test istotności różnic U Manna-Whitneya wykazał, że nie były to różnice istotne ($U=2433,00$, $Z=0,311$, $p=0,755$). Z kolei średni udział drewna

Tabela.

Minimalna (Min), maksymalna (Max), średnia (M), odchylenie standardowe (SD) i współczynnik zmienności (CV [%]) szerokości słoja przyrostu rocznego (TRW [mm]), udziału drewna późnego (LW [%]) oraz gęstości drewna (γ_w [kg/m^3]) badanych drzew z drzewostanów gospodarczych (Gospodarcze) i terenów pogórnicznych (Pogórniczne)

Minimum (Min), maximum (Max), mean (M), standard deviation (SD) and coefficient of variability (CV [%]) of tree-ring width (TRW [mm]), latewood share (LW [%]) and wood density (γ_w [kg/m^3]) of analysed trees from commercial stands (Gospodarcze) and post-mining areas (Pogórniczne)

	Gospodarcze			Pogórniczne		
	TRW	LW	γ_w	TRW	LW	γ_w
Min	1,2	12,8	330	1,2	13,7	292
Max	3,2	51,8	667	3,4	52,9	615
M	2,0	34,0	418	2,0	31,4	413
SD	0,5	7,7	60	0,5	8,5	51
CV	24,5	22,8	14,3	27,0	27,0	12,4

późnego był nieznacznie większy u drzew pochodzących z drzewostanów gospodarczych, przy czym odnotowano większe wartości minimalne i maksymalne w drewnie drzew wzrastających na terenach pogórnicych (tab.). W tym przypadku test istotności różnic wykazał różnice statystycznie istotne w udziale drewna późnego pomiędzy obiema badanymi grupami drzewostanów ($U=1972,00$, $Z=-2,073$, $p=0,038$). Średnia gęstość drewna okazała się nieznacznie niższa u drzew pochodzących z drzewostanów siedlisk pogórnicych (413 kg/m^3) w porównaniu z drewnem z drzewostanów siedlisk gospodarczych (418 kg/m^3). Również wartości minimalne i maksymalne były większe u drzew z drzewostanów gospodarczych (tab.), jednak cecha ta nie wykazała istotnej różnicy między obiema grupami drzewostanów ($U=2416,00$, $Z=-0,195$, $p=0,846$).

Dyskusja

Niniejsze badania wykazały, że drewno świerkowe pochodzące z drzewostanów rosnących na siedliskach gospodarczych i terenach przekształconych przez górnictwo rud cynkowo-olowiowych pod względem szerokości przyrostów rocznych i gęstości drewna nie wykazuje istotnych różnic, jedynie udział drewna późnego wykazał różnicę istotną. Wcześniejsze prace autorów z tego zakresu wykazały istotne różnice w szerokości przyrostów rocznych i udziale drewna późnego w drewnie pochodzącym z drzewostanów świerkowych rosnących w reglu dolnym i górnym, w zasięgu północno-wschodnim i południowo-zachodnim oraz rosnących na różnych siedliskach [Michalec i in. 2016, 2019]. Galewski i Korzeniowski [1958] podają, że gęstość drewna świerkowego waha się od 330 do 680 kg/m^3 , ze średnią 470 kg/m^3 . Podobną średnią gęstość drewna świerkowego pochodzącego z różnych lokalizacji (niziny i góry) uzyskali Barzdajn [1996] ($424,8 \text{ kg/m}^3$) oraz Bieniasz i in. [2017] ($422,55 \text{ kg/m}^3$), badając świerk z różnych proveniencji. Z kolei Szaban i in. [2014], badając gęstość drewna świerkowego pochodzącego z różnych proveniencji, uzyskali średnią gęstość nieco niższą, wynoszącą 390 kg/m^3 . Natomiast Surmiński [1998] stwierdza, że gęstość ta zależy głównie od siedliska i waha się w granicach od 300 do 550 kg/m^3 , przy czym na siedliskach zasobnych uzyskuje ona przeciętnie wartość 400 kg/m^3 , a na siedliskach średnio zasobnych i ubogich około 450 kg/m^3 . W niniejszej pracy uzyskano wartości pośrednie: 418 kg/m^3 dla drewna z drzewostanów gospodarczych i 413 kg/m^3 dla drzewostanów pogórnicych, co odpowiada średniej gęstości drewna świerkowego uzyskiwanej przez wielu badaczy. Z kolei poprzednie badania autorów [Michalec i in. 2019] wykazały zarówno małą gęstość drewna (344 kg/m^3) na siedliskach ubogich (BWG), jak i na siedliskach żywnych (340 kg/m^3) (Lśw). Ogólnie w przypadku tej cechy nie stwierdzono wyraźnych różnic między badanymi grupami danych (siedliskami). Również w pracy Michalca i in. [2016], gdzie analizowano drewno pochodzące z regła górnego i dolnego, nie zaobserwowano istotnych różnic w gęstości drewna między badanymi grupami drzewostanów. W badaniach prowadzonych na terenie północno-wschodniej Francji uzyskano podobną gęstość drewna świerkowego (440 kg/m^3) jak w niniejszych badaniach, lecz szerokość słoju rocznych była większa ($3,28 \text{ mm}$) [Franceschini i in. 2013].

Badania Wąsika i in. [2018] dotyczące porównania wybranych cech makrostruktury oraz gęstości drewna sosen wzrastających na terenie zwałowiska zewnętrznego Kopalni Siarki „Piaseczno” w zależności podłoża gruntowego oraz zastosowanych zabiegów rekultywacyjnych wykazały, że uzyskane wartości gęstości, szerokości przyrostów rocznych i udziału drewna późnego u drzew rosnących na tym terenie nie różnią się znacząco od wyników uzyskiwanych dla drzewostanów gospodarczych [Paschalis 1980; Skrzyszewski i in. 2001].

Wnioski

✦ Przeprowadzone badania wykazały, że pomimo tak znaczących różnic w ukształtowaniu terenu oraz jakości siedlisk drewno świerków wzrastających w lasach gospodarczych i na terenach po-

górnicych powstałych w wyniku wydobycia rud cynkowo-olowiowych prawie nie wykazuje różnic.

- ✚ Świerki wzrastające w drzewostanach gospodarczych i na terenach pogórnicych charakteryzowały się podobną szerokością słoików rocznych oraz gęstością drewna, co potwierdziły testy statystyczne.
- ✚ Wykazano istotną różnicę w udziale drewna późnego. W drewnie świerków wzrastających w drzewostanach gospodarczych odnotowywano większy udział tego drewna w porównaniu do drewna świerków rosnących na terenach pogórnicych.

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.
- Bieniasz A., Lachowicz H., Buraczyk W., Moskalik T. 2017. Jakość techniczna drewna 35-letnich świerków (*Picea abies* L. H. Karst.) rosnących na powierzchni proveniencyjnej w LZD Rogów. Sylwan 161 (10): 851-860. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2017084>.
- Chrobok L. 2009. Historia górnictwa rud na terenie Wielkiej Dąbrówki od 1844 do 1914 roku. Praca magisterska. Maszynopis. Katowice.
- 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.
- Galewski W., Korzeniowski A. 1958. Atlas najważniejszych gatunków drewna. PWRiL, Warszawa.
- Greszta J., Morawski S. 1972. Rekultywacja nieużytków przemysłowych. PWRiL, Warszawa.
- Grochowski J. 1973. Dendrometria. PWRiL, Warszawa.
- 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. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2016084>.
- 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>.
- 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.
- Olesen P. O. 1971. The water displacement method. The Royal Veterinary and Agricultural University of Copenhagen.
- Pająk M., Michalec K., Wąsik R., Kościelny M. 2016a. Jakość surowca sosnowego pochodzącego z terenów rekultywowanych dla leśnictwa na przykładzie zwałowiska odpadów po wydobyciu siarki w Piasecznie. Sylwan 160 (4): 284-291. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2015103>.
- Pająk M., Wąsik R., Michalec K., Płoskon M. 2016b. The variability of selected features of the morphological structure of Scots pine introduced on a reclaimed waste dump of a former sulfur mine in Piaseczno. Journal of Ecological Engineering 17 (4): 83-90.
- Paschalis P. 1980. Zmienność jakości technicznej drewna sosny pospolitej we wschodniej części Polski. Sylwan 124 (1): 29-44.
- Pietrzykowski M. 2008. Macronutrient accumulation and relationships in a Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) ecosystem on reclaimed opencast lignite mine spoil heaps in central Poland. Proceedings of 25th Annual Meeting of American Society of Mining and Reclamation (ASMR) and 10th International Affiliation of Land Reclamationists (IALR). 'New Opportunities to Apply Our Science', Richmond, Virginia, USA.
- Pradela A., Solarski M. 2013. Rozwój górnictwa rud cynku i ołowiu w bytomsko-tarnogórnicych rejonie złożowym od końca XVIII wieku do czasów współczesnych. W: Machowski R., Rzętała M. A. [red.]. Z badań nad wpływem antropopresji na środowisko. Wydział Nauk o Ziemi UŚ, Sosnowiec. 43-50.
- Skrzyszewski J., Niedzielska B., Biel T. 2001. Podstawowe cechy drewna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w drzewostanach lokalnego pochodzenia na obszarze Karpat i Sudetów. Acta Agraria et Silvicultura, Series Silvestris 39: 161-182.
- 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.
- Ustawa o ochronie gruntów rolnych i leśnych. 1995. Dz. U. Nr 16, poz. 78.

Wąsik R., Pająk M., Michalec K., Pietrzykowski M., Woś B. 2018. A comparison of the selected properties of macrostructure and density of wood of Scots pines (*Pinus sylvestris* L.) growing on various mine soil substrates. Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry 60 (1): 11-20.