

WŁODZIMIERZ STEMPSKI

## Wpływ metody określania średnicy górnej na wynik miąższości kłód sosnowych

Effect of top log diameter determining method on the Scots pine log volume determination

### ABSTRACT

Stempski W. 2021. Wpływ metody określania średnicy górnej na wynik miąższości kłód sosnowych. Sylwan 165 (2): 109-116. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2020101>.

Measurements were taken on 2 thousand Scots pine logs of 2.5, 3 and 4 m in length and with top log diameter ranging from 14 to 42 cm (mean 20.7 cm). The logs came from final harvest cuts and thinnings in the upper storey realized in the Włoszczowa Forest District (central Poland). Five methods were applied to measure the top log diameter – two with a single diameter measurement and three with the diameter measured twice. In the first method the diameter was measured over the straight line and rounded down to full centimeters (as is common in practice – the reference variant). In the second method also the minimum log diameter was recorded, but the result was rounded down ( $<0.5$  cm) or up ( $\geq 0.5$  cm). In the other three methods diameters were measured over the shortest and longest lines, with the results rounded in the third method as it was in the first method, in the fourth method as it was in the second method, whereas no rounding was applied in the fifth method. For each method mean top diameter and mean log volume were determined, along with the total volume of the entire batch of 2 thousand logs (for logs of 3 m in length it was done also for individual diameter classes). The effect of changes in top diameter on the number of logs in the diameter classes was also analysed. It was also attempted to assess the financial result of the top diameter measurement methods applied in this study if they were used for all cut to length timber sold by the State Forests. This study showed significantly lower log volume for the top diameter measurement method currently used in forestry practice compared to the other methods. In methods 2-5 an increased share of thicker logs was recorded, being the greatest in the fourth method – for diameter size class II it was from 27% to almost 35%, while for class III it was from 2.3% to 4%. Simulation of the financial effects for the application of the analysed methods to determine the top diameter showed that the measurement method currently used generates potential losses ranging from 50 to over 140 million PLN/year. According to the presented study, it seems advisable to change the regulations binding in the forestry sector in terms of the method to determine top log diameter.

### KEY WORDS

wood measurement, log wood, Scots pine

### ADDRESSES

Włodzimierz Stempski – e-mail: [wlodzimierz.stempski@up.poznan.pl](mailto:wlodzimierz.stempski@up.poznan.pl)

Katedra Techniki Leśnej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu; ul. Wojska Polskiego 71c, 60-625 Poznań

## Wstęp

Wraz ze wzrostem udziału maszynowego pozyskiwania drewna w Polsce [Jodłowski, Moskalik 2016; Mederski i in. 2016; Bodył 2019] rośnie udział drewna wielkowymiarowego wyrabianego w kłodach [Tarkowska 2011; Płońska i in. 2016; Bruchwald i in. 2018]. W 2015 roku Lasy Państwowe sprzedały 6,7 mln m<sup>3</sup> sosnowego drewna wielkowymiarowego w postaci dłużyc i 2,8 mln m<sup>3</sup> w postaci kłód (<https://forestor.przemysldrzewny.eu>). W 2018 roku miąższość sprzedanego drewna kłodowanego wynosiła 5,81 mln m<sup>3</sup>, a drewna dłużycowego 5,93 mln m<sup>3</sup>. W 2019 roku sprzedano mniej zarówno kłód (5,24 mln m<sup>3</sup>), jak i dłużyc (5,54 mln m<sup>3</sup>) (<https://drewno.zilp.lasy.gov.pl>). We wcześniejszym okresie największy rozwój pozyskania i sprzedaży drewna kłodowanego miał miejsce w latach 2003-2004 [Drabarczyk 2013].

Wyrabianie drewna w kłodach jest korzystniejsze zarówno dla leśników, jak i odbiorców drewna. Kłody, z uwagi na mniejszą długość, pozwalają na optymalizację wyrobu odpowiedniej jakości surowca ze ściętych drzew (np. poprzez „likwidację” krzywizn). Poza tym zrywka takiego drewna w sposób nasiębierny jest bardziej efektywna niż drewna długiego w sposób półpodwieszony i odbywa się z mniejszymi szkodami w środowisku leśnym [Sirén 2000; Limbeck-Lilienau 2003; Suwała 2003, 2006; Slamka, Radocha 2010; Jourgholami 2012]. Z kolei dla odbiorców drewna kłoda jest gotowym półproduktem, a drewno w tej postaci jest korzystniejsze z punktu widzenia drugiego etapu jego transportu (wywozu), poza obszarami leśnymi [Motała 2006].

Miąższość zerwanego drewna kłodowanego określana jest przy drodze wywozowej na podstawie pomiaru poszczególnych kłód, rzadziej stosowany jest pomiar stosów nieregularnych [Witkowska, Jodłowski 2019]. Pomiar poszczególnych kłód jest bardzo pracochłonny, dlatego poszukiwane są rozwiązania, które poprawiłyby efektywność tej czynności. Poza ręcznym pomiarem kłód w stosach możliwe jest także wykorzystanie fotooptycznych systemów pomiaru drewna opartych na komputerowej analizie obrazu czół stosów [Kasprzak 2015; Pachuta, Chojnacki 2018; Pásztori i in. 2018]. W bardziej zaawansowanych rozwiązaniach tego typu stosuje się stereoskopowe urządzenia z własnym źródłem światła zamontowane na dachu samochodu. Takie urządzenie firmy Dralle było wykorzystywane w Polsce do pomiaru drewna pochodzącego z drzewostanów zniszczonych huraganowymi wiatrami w sierpniu 2017 roku [Majerowski i in. 2017]. Możliwy jest także dokładny pomiar objętości drewna dopiero u odbiorcy na zalegalizowanych urządzeniach pomiarowych [Yuntao, Schajer 2014; Kasprzak 2015; Gergel' i in. 2019; Staudenmaier 2019]. Mimo możliwości, jakie stwarza postęp techniczny, podstawowy i powszechnie stosowany sposób określania miąższości drewna kłodowanego mierzonego w sztukach pojedynczo lub grupowo bazuje na ręcznym pomiarze jego średnicy górnej i długości, przy czym średnica mierzona jest po najkrótszej linii z dokładnością do 1 mm i zaokrąglana w dół do pełnych cm [Zarządzenie... 2019]. Taki sposób pomiaru średnicy już od wielu lat budzi wśród leśników wiele wątpliwości [Piątkowski 2013].

Celem badań była ocena wpływu metody określania średnicy górnej na wynik miąższości kłód sosnowych. Wpływ ten analizowano także w odniesieniu do udziału kłód w klasach wymiarowych (grubości). Podjęto też próbę oceny finansowych skutków stosowania różnych metod pomiaru średnicy górnej kłód.

## Materiał i metody

Materiał badawczy stanowiły wyniki pomiarów średnicy w górnym końcu bez kory (dg) 2 tys. kłód sosnowych o długości 4, 3 i 2,5 m (najliczniej reprezentowane były kłody o długości 3 m – 1,7

tys. szt.) i średniej średnicy górnej 20,7 cm. Kłody pochodziły z cięć rębnych i trzebieży późnych drzewostanów w wieku 58-108 lat w Nadleśnictwie Włoszczowa.

Pomiary średnicy wykonano pięcioma metodami:

1. Po najkrótszej linii z dokładnością do 1 mm i zaokrągleniem wyniku do pełnych cm w dół (zgodnie z obowiązującą w PGL LP praktyką – wariant kontrolny).
2. Po najkrótszej linii z dokładnością do 1 mm i zaokrągleniem wyniku do pełnych cm w dół (wynik po przecinku  $<0,5$  cm) lub w górę (wynik po przecinku  $\geq 0,5$  cm).
3. Po najkrótszej i najdłuższej linii z dokładnością do 1 mm i zaokrągleniem jak w metodzie nr 1. Do dalszych obliczeń przyjmowano średnią z tych dwóch wyników bez zaokrągleń.
4. Po najkrótszej i najdłuższej linii z dokładnością do 1 mm i zaokrągleniem jak w metodzie 2. Do dalszych obliczeń przyjmowano średnią z tych dwóch wyników bez zaokrągleń.
5. Po najkrótszej i najdłuższej linii z dokładnością do 1 mm bez zaokrągleń. Do dalszych obliczeń przyjmowano średnią z tych dwóch wyników także bez zaokrągleń.

Metodami tymi określono średnią średnicę górną i miąższość kłód oraz sumaryczną miąższość całej partii 2 tys. kłód. Dla kłód o długości 3 m średnią średnicę, miąższość i sumaryczną miąższość określono w klasach wymiarowych (grubości) (1K –  $dg < 22$  cm; 2K –  $dg 23-32$  cm; 3K –  $dg \geq 33$  cm) [Zarządzenie... 2019]. Przeanalizowano także zmiany liczebności kłód w klasach wymiarowych wynikające z różnego sposobu pomiaru średnicy górnej. Podjęto też próbę oceny konsekwencji finansowych stosowania alternatywnych metod określania średnic górnych kłód (w stosunku do obowiązującej w praktyce). W tym celu dla wszystkich metod policzono wartość sprzedaży 2 tys. kłód według średniej ceny, która w 2019 roku wynosiła 246 zł/m<sup>3</sup> (<https://drewno.zilp.lasy.gov.pl>). Uzyskane różnice w cenie sprzedaży dla metod 2-5 w stosunku do metody 1 odniesiono do całej miąższości drewna kłodowanego sprzedanego przez Lasy Państwowe w 2019 roku.

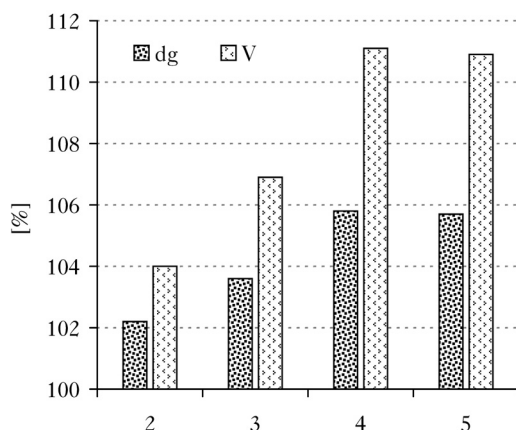
Statystyczna weryfikacja wyników badań polegała na ocenie istotności różnic w wartościach średnic górnych i miąższości między metodami (dla kłód o długości 3 m także w klasach wymiarowych). Z uwagi na brak zgodności rozkładów wyników średnic i miąższości z rozkładem normalnym zastosowano test Kruskala-Wallisa (zgodność rozkładów badano testem Shapiro-Wilka). Obliczenia przeprowadzono w pakiecie Statistica 12, przy poziomie istotności  $\alpha=0,05$ .

## Wyniki

Średnia średnica górna kłód zawierała się między 20,7 a 21,9 cm. Największe zwiększenie wyników średnic w stosunku do metody 1 (1,2 cm) stwierdzono w metodach 4 i 5, najmniejsze (0,45 cm) – w 2. Natomiast wyniki średniej miąższości kłód wyniosły od 0,121 m<sup>3</sup> w metodzie 1 do 0,134 m<sup>3</sup> w 4. Maksymalne zwiększenie wyniku średnicy górnej wyniosło 5,8%, natomiast miąższości 11% (ryc. 1).

Stwierdzono istotne różnice w wartościach średnicy górnej ( $p < 0,001$ ) i miąższości ( $p < 0,001$ ) kłód między metodami. Zarówno wartości średnicy, jak i miąższości były istotnie mniejsze w metodzie 1 (wariant kontrolny) niż we wszystkich pozostałych metodach. Stwierdzono także istotnie mniejsze wartości średnicy i miąższości w metodach 2 i 3 niż w 4 i 5.

Średnia średnica i miąższość kłód w klasach wymiarowych kłód (1K, 2K, 3K) były mniej zróżnicowane niż w przypadku całej próby 2 tys. szt., przy czym największe różnice między metodami stwierdzono dla kłód pierwszej klasy grubości (1K) (tab.). Tylko w tej klasie wystąpiły statystycznie istotne różnice między metodami (zarówno dla średnicy, jak i miąższości  $p < 0,001$ ). Metoda pierwsza wykazywała istotnie mniejsze wartości średnicy i miąższości niż wszystkie po-



Ryc. 1.

Względne zwiększenie [%] wyników pomiaru średnicy (dg) i miąższości (V) kłód w metodach 2-5 (100% – metoda 1)

Relative increase [%] of log diameter (dg) and volume (V) measurements in methods 2-5 (100% – method 1)

Tabela.

Średnia średnica górna (dg [cm]), miąższość (V [m<sup>3</sup>]) oraz suma miąższości (ΣV [m<sup>3</sup>]) kłód w klasach wymiarowych według poszczególnych metod pomiaru grubości (1-5)

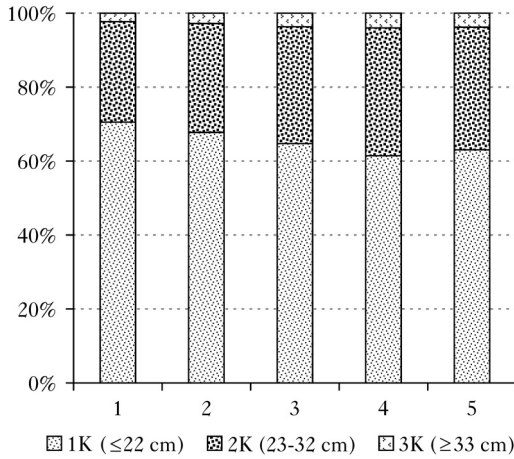
Mean top log diameter (dg [cm]) as well as individual log volume (V [m<sup>3</sup>]) and total volume (ΣV [m<sup>3</sup>]) for size classes for applied diameter measurement methods (1-5)

	1K (≤22 cm)			2K (23-32 cm)			3K (≥33 cm)		
	dg	V	ΣV	dg	V	ΣV	dg	V	ΣV
1	18,06	0,087	105,29	26,20	0,178	79,74	35,13	0,311	13,10
2	18,33	0,089	103,79	26,18	0,178	86,96	35,18	0,311	15,69
3	18,35	0,090	99,98	26,06	0,177	91,31	35,06	0,310	20,59
4	18,61	0,092	97,65	26,08	0,178	100,63	35,23	0,313	22,10
5	18,72	0,093	100,97	26,26	0,180	98,00	35,42	0,312	21,03

zostałe. Poza tym istotnie mniejsze wartości średnicy stwierdzono w metodach 2 i 3 niż w 4 i 5 (identycznie jak dla całej próby 2 tys. szt.), natomiast w przypadku miąższości – w metodzie 2 niż 4 i 5 oraz w 3 niż w 5. W dwóch pozostałych klasach wymiarowych (2K i 3K) różnice wyników średnic i miąższości między metodami były mniejsze i statystycznie nieistotne.

O ile sposób pomiaru średnic kłód w klasach wymiarowych 2K i 3K nie wpłynął znacząco na wyniki średnich wartości miąższości kłód, to w przypadku sumarycznych miąższości różnice były wyraźne, szczególnie w odniesieniu do najgrubszych kłód, trzeciej klasy wymiarowej (tab.). Wynikało to oczywiście ze zwiększenia liczby kłód klasy 2K i 3K w metodach 2-5 w stosunku do metody 1 (i jednoczesnego zmniejszenia liczby kłód klasy 1K w tej metodzie), co przełożyło się na zwiększenie sumarycznej miąższości (maksymalnie o ponad 66% dla kłód klasy 3K w metodzie 4). Wspomniane zwiększenie liczby grubszych kłód (klasy 2K i 3K) największe rozmiary osiągnęło w metodzie 4 (z 27,2% do 34,6% dla klasy 2K i z 2,3% do 4% dla klasy 3K) (ryc. 2). Maksymalne względne zwiększenie liczby kłód klasy 3K w tej metodzie wyniosło 74%, a maksymalne zmniejszenie liczby kłód klasy 1K – 13% (ryc. 3).

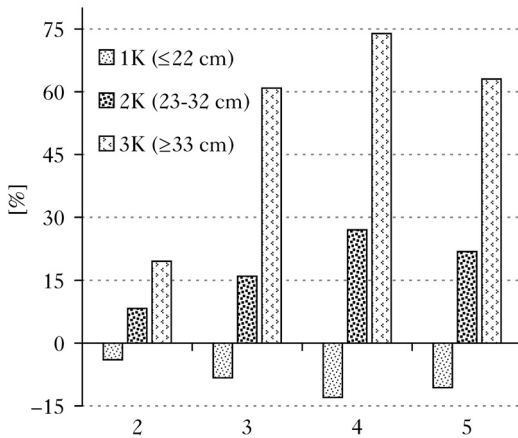
Ekonomiczna analiza konsekwencji metod określania średnicy górnej zastosowanych w badaniach wykazała, że przychód ze sprzedaży 2 tys. kłód wyniósłby dla metod 2-5 od prawie 61,5 tys. do ponad 65,5 tys. zł, podczas gdy dla metody 1 niewiele ponad 59 tys. zł. Największą wartość sprzedaży uzyskano w metodzie 4, dla której różnica w stosunku do metody 1 wyniosła 27,23 zł/m<sup>3</sup>, co w przeliczeniu na miąższość sprzedanych przez PGL LP w 2019 roku kłód (5,24 mln m<sup>3</sup>) dałoby dodatkową kwotę prawie 143 mln zł. Mniejsze różnice dla pozostałych metod prze-



Ryc. 2.

Udział [%] kłód w klasach wymiarowych w zależności od metody pomiaru średnicy górnej (1-5)

Fraction [%] of logs in individual diameter size classes depending on the top log diameter measurement method (1-5)



Ryc. 3.

Względna zmiana [%] udziału kłód w klasach wymiarowych w metodach 2-5 (100% – metoda 1)

Relative change [%] in fraction of logs in diameter size classes in methods 2-5 (100% – method 1)

łożyłyby się na odpowiednio mniejsze dodatkowe przychody – wynoszące od około 140 mln zł dla metody 5, poprzez 89 mln zł dla metody 3, do około 51 mln zł dla metody 2.

## Dyskusja

Od wstąpienia Polski do Unii Europejskiej drewno kłodowane było przedmiotem 10 zarządzeń Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych. Pierwszym było Zarządzenie... [2004], które wprowadziło tymczasowe zasady odbioru i ewidencji drewna kłodowanego iglastego. Jego wydanie wiązało się ze zwiększonym wówczas zapotrzebowaniem na kłody przez zagranicznych odbiorców – na rynku krajowym popyt na to drewno był niższy niż jego podaż [Piątkowski 2013]. Krajowi odbiorcy preferowali zakup drewna dłużycowego, które w powszechnie panującej opinii miało mniejszą miąższość niż drewno kłodowane. Pogląd ten zdają się potwierdzać wyniki badań Grodeckiego i Stempskiego [2001], którzy wykazali o 2,7% mniejszą miąższość dłużyc w stosunku do kłód powstałych z ich rozmanipulowania. Przeciwnie wyniki uzyskał Porter [2012], który stwierdził kilkuprocentowy spadek miąższości drewna po składowaniu.

Kolejne zarządzenia dotyczące kłód ukazały się dopiero w latach 2012-2013. W Zarządzeniu... [2012] po raz pierwszy pojawiła się definicja kłody oraz wzory na jej miąższość i zbieżystość, a w Zarządzeniu... [2013] zmniejszono minimalną długość tego sortymentu (z wcześniejszych

3 m do 2,4 m w porozumieniu z odbiorcą), zwiększono średnicę górną kłód w stosach do 32 cm (wcześniej do 22 cm) oraz średnicę górną drugiej klasy grubości z 29 cm do 32 cm. Obecnie obowiązuje Zarządzenie... [2019], w którym zwiększono zbieżystość na odcinku od przekroju górnego do środkowego z 0,7 do 0,75 cm/m oraz wprowadzono niewielkie korekty w pomiarze kłód w stosach.

Wymienione zarządzenia nie wprowadziły zmian w kontrowersyjnym w opinii wielu leśników sposobie pomiaru średnicy górnej po najkrótszej linii, z zaokrągleniem wyniku do pełnych cm w dół. Rezultaty badań przedstawione w niniejszej pracy wskazują, że taki sposób pomiaru daje statystycznie istotnie mniejszy wynik miąższości niż wszystkie pozostałe metody. Wpływem sposobu pomiaru średnicy kłód na określanie ich miąższości zajmowała się Tarkowska [2011], która zastosowała m.in. pomiar średnicy górnej po najkrótszej linii bez zaokrągleń, z zaokrągleniami matematycznymi i z zaokrągleniami w dół do pełnych cm. Uzyskana przez nią różnica wyników miąższości dla dwóch pierwszych metod wyniosła 0,09%, co oznacza, że zaokrąglenie matematyczne dobrze oddaje wartość rzeczywistą. Wyniki opisane w niniejszej pracy skłaniają do podobnych wniosków, bowiem różnica dla identycznych zaokrągleń pomiaru średnicy po najkrótszej i najdłuższej linii (metody 4 i 5) wyniosła 0,16%. Z kolei różnica wyników miąższości kłód wyliczona na podstawie najkrótszej średnicy z zaokrągleniami matematycznymi i zaokrągleniami w dół do pełnych cm wyniosła w badaniach Tarkowskiej 4,81%, a w badaniach autora 3,9%.

Obowiązujący obecnie sposób pomiaru średnicy górnej kłód po najkrótszej linii z zaokrągleniem wyniku w dół do pełnych cm wprowadzono do praktyki już w Zarządzeniu... [2004], chociaż aktualna wówczas norma [PN-D-95000:2002] zakładała zaokrąglenia wyniku pomiaru średnicy także w górę. Norma ta przewidywała również możliwość dwukrotnego pomiaru średnicy w przypadku wyraźnego spłaszczenia drewna. Dopiero zmiana normy [PN-D-95000:2002/Az1:2005] wprowadziła zaokrąglenia tylko w dół, ale za to pojawił się w niej zapis o dwukrotnym pomiarze średnicy sztuk o grubości 20 cm i więcej (obligatoryjny, a nie tylko uwarunkowany spłaszczeniem). Widoczne tutaj rozbieżności w zapisach norm i Zarządzeniu... [2004] można przypisać zasadzie dobrowolności stosowania polskich norm [Malinowski, Wieruszewski 2017]. Niemniej jednak zasadne wydaje się pytanie, dlaczego w praktyce stosowano (i nadal się stosuje) najmniej korzystną dla sprzedającego drewno metodę określania średnicy górnej. Nie brakuje opinii, że wynikało to z trwającego wówczas już od dłuższego czasu procesu dostosowywania polskich norm do norm Unii Europejskiej. Proces ten zakładał, że do momentu ogłoszenia gotowości Polski do negocjacji w sprawie przystąpienia do Wspólnoty krajowe normy w 80% będą normami europejskimi [Chrościcka 2000], chociaż w przypadku normy PN-D-95000:2002 jej europejski odpowiednik [PN-EN 1309-2:2006] pojawił się dopiero w 2006 roku. Według tej normy w przypadku dwukrotnego pomiaru średnicy kłód o grubości 20 cm i większej (możliwy jednokrotny przy braku spłaszczenia) średnią należy zaokrąglić do pełnych cm według reguł matematycznych, a nie tylko w dół, jak w polskiej normie PN-D-95000:2002/Az1:2005 i zarządzeniach dotyczących kłód. Postępowanie takie odpowiada z grubsza metodzie 3 z niniejszej pracy, w której średniej z dwóch pomiarów nie zaokrąglano (różnica w stosunku do zaokrąglenia do pełnych cm rzędu kilku setnych). W metodzie tej uzyskano prawie 7-procentowe zwiększenie wyników zarówno miąższości, jak i wartości całej partii 2 tys. kłód, co w przeliczeniu na wolumen kłód sprzedanych przez PGL LP w 2019 roku (5,24 mln m<sup>3</sup>) dałoby dodatkową kwotę prawie 90 mln zł. Najlepszy efekt ekonomiczny uzyskano dla metody 4, która jednak z uwagi na dwukrotny pomiar średnicy jest pracochłonna. Z praktycznego punktu widzenia najlepszym rozwiązaniem mogłaby być metoda 2, dla której dodatkowa kwota ze sprzedanych w 2019 roku kłód wyniosłaby około 50 mln zł.

Bez względu na sposób pomiaru średnicy górnej miąższość kłód wyliczana jest wzorem środkowego przekroju w oparciu o grubość na środku kłody uzyskaną z odpowiednich równań regresji [Bruchwald i in. 2018]. Taki sposób wyliczenia średnicy środkowej jest obciążony pewnym błędem, dlatego najlepszy byłby jej bezpośredni pomiar. Miąższość kłód wyliczona w oparciu o średnicę środkową stanowi najczęściej podstawę porównań dla innych metod [Tarkowska 2011]. Według Grodeckiego i Stempskiego [2001] wynik miąższości ze średnicy środkowej jest większy niż wynik ze średnicy w górnym końcu, natomiast Tarkowska [2011] uzyskała wynik przeciwny, co prawdopodobnie było spowodowane stosowaniem przez nią normatywnych potrąceń na korę [PN-D-95000:2002], które według najnowszych badań są zdecydowanie za duże [Mederski 2019].

## Wnioski

- ✦ Badania wykazały statystycznie istotny wpływ metod określania średnicy górnej na wyniki miąższości kłód. Obowiązujący w PGL LP sposób pomiaru średnicy górnej dawał istotnie mniejsze wyniki miąższości niż pozostałe metody.
- ✦ Zwiększenie wyników średnicy górnej w metodach 2-5 w stosunku do metody obowiązującej w praktyce spowodowało wyraźne zwiększenie udziału grubszych kłód, szczególnie w trzeciej klasie wymiarowej.
- ✦ Symulacja finansowych skutków stosowania alternatywnych metod określania średnicy górnej kłód – w stosunku do obowiązującej w praktyce – wykazała, że dodatkowy przychód Lasów Państwowych mógłby z tego tytułu wynieść od 50 do ponad 140 mln zł/rok.
- ✦ Biorąc pod uwagę istotnie mniejsze wyniki miąższości uzyskane dla obowiązującej w PGL LP metody określania średnicy górnej i związane z tym znaczne potencjalne straty finansowe, należałoby rozważyć możliwość zmiany branżowych regulacji w zakresie pomiaru średnicy górnej kłód.

## Literatura

- Bodył M. 2019. Rozmiar pozyskania maszynowego w Polsce. *Drwal* 3: 5-9.
- Bruchwald A., Dmyterko E., Witkowska J., Jodłowski K. 2018. Sposoby określania miąższości kłód brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth). *Sylwan* 162 (6): 443-451. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2018052>.
- Chrościcka K. 2000. Normalizacja europejska. W: Suwała M., Rządkowski S. [red.]. Stan i perspektywy badań z zakresu użytkowania lasu. Warszawa. 307-312.
- Drabarczyk J. 2013. Kłodowanie w całych Lasach. *Głos Lasu* 2: 8-11.
- Gergel' T., Bucha T., Gejdoš M., Vyhňáliková Z. 2019. Computed tomography log scanning – High technology for forestry and forest based industry. *Central European Forestry Journal* 65: 51-59. DOI: <https://doi.org/10.2478/forj-2019-0003>.
- Grodecki J., Stempski W. 2001. Różnicowanie się miąższości drewna wielkowymiarowego w zależności od systemu pozyskiwania i sposobu jego odbiórki. PTPN. Wydział Nauk Rolniczych i Leśnych. *Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych* 90: 35-45.
- Jodłowski K., Moskalik T. 2016. Uszkodzenia drzew i gleby w procesie pozyskiwania drewna. *Biblioteczka Leśniczego* 381.
- Jourgholami M. 2012. Operational impacts to residual stands following ground-based skidding in Hyrcanian Forest, northern Iran. *Journal of Forest Research* 23 (2): 333-337. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11676-012-0261-5>.
- Kasprzak J. 2015. Nowe metody odbioru drewna stosowego. W: Strykowski W., Gątecka A. [red.]. Sektor leśno-drzewny w zrównoważonej gospodarce. ORWLP w Bedoniu. 96-105.
- Limbeck-Lilienau B. 2003. Residual stand damage caused by mechanized harvesting systems. W: Steinmuller T., Stampfer K. [red.]. Proceedings of high tech forest operations for mountainous terrain. 5-9 Oct. Schlaegel-Austro, 2003. University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna.
- Majerowski T., Pranke W., Szymra W. 2017. Oko w oko ze stosem. *Głos Lasu* 11 (563): 20-22.
- Malinowski Z., Wieruszewski M. 2017. Zmiany w normalizacji wielkowymiarowego drewna sosnowego w powojennych dziejach Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe. *Sylwan* 161 (4): 287-294. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2016117>.

- Mederski P. S. [red]. 2019. Repozytorium dendrometryczne, modelowanie grubości kory drewna dłużycowego oraz wzory do obliczania miąższości drewna kładowanego i średniowymiarowego. Sprawozdanie końcowe z tematu finansowanego przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych. Umowa nr OR.271.3.8.2017. Poznań – Kraków – Warszawa.
- Mederski P. S., Karaszewski Z., Rosińska M., Bembenek M. 2016. Dynamika zmian liczby harvesterów w Polsce oraz czynniki determinujące ich występowanie. *Sylwan* 160 (10): 795-804. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylvan.2016030>.
- Motała R. 2006. Proces transportu drewna z perspektywy międzynarodowego koncernu Stora Enso. W: Gwiazdowicz D. J. [red.]. *Materiały Forum Leśnego „Człowiek – Las – Drewno”*. Międzynarodowe Targi Poznańskie, Poznań. 61-64.
- Pachuta A., Chojnacki K. 2018. Fotooptyczny pomiar drewna w stosie. *Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna* 2: 14-16.
- Pásztor Z., Heinzmann B., Barbu M.-C. 2018. Manual and Automatic Volume Measuring Methods for Industrial Timber. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 159 012019. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/159/1/012019>.
- Piątkowski J. 2013. Kładowanie podczas pozyskiwania drewna. *Gazeta Przemysłu Drzewnego* 1: 4.
- Płońska K., Szaban J., Kowalkowski W., Jakubowski M. 2016. Dynamics of change in the cut-to-length timber market in Poland. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Forestry and Wood Technology* 96: 7-11. PN-D-95000:2002. 2002. Surowiec drzewny. Pomiar, obliczanie miąższości i cechowanie.
- PN-D-95000:2002/Az1:2005. 2005. Surowiec drzewny. Pomiar, obliczanie miąższości i cechowanie.
- PN-EN 1309-2:2006. 2006. Round and sawn timber. Method of measurement of dimensions. Part 2: Round timber – Requirements for measurement and volume calculation rules.
- Porter B. 2012. Effectiveness of Scots pine longwood timber cut-to-length (CTL) logging. *Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar.* 11 (3): 37-4.
- Sirén M. 2000. Silvicultural Result of One-Grip Harvester Operation. *Journal of Forest Engineering* 11 (2): 7-14.
- Slamka M., Radocha M. 2010. Results of harvesters and forwarders operations in Slovakian forests. *Lesnický Časopis – Forestry Journal* 56 (1): 1-15. DOI: <https://doi.org/10.2478/v110114-009-0010-7>.
- Staudenmaier J. 2019. Update zur Rohholzvermessung. *Dienstleister Intern* 1: 8-10.
- Suwała M. 2003. Uszkodzenia drzew w drzewostanach sosnowych przy pozyskiwaniu drewna w praktyce leśnej. *Prace Inst. Bad. Leś. A*: 959: 61-80.
- Suwała M. 2006. Nowe techniki i technologie leśne w pozyskiwaniu drewna przyjazne środowisku. *Biblioteczka Leśniczego* 232.
- Tarkowska M. 2011. Wybrane aspekty różnych sposobów odbioru drewna kładowanego. *Las Polski* 4: 16-17.
- Witkowska J., Jodłowski K. 2019. Określenie współczynników zamiennych dla drewna wielkowymiarowego kładowanego sosnowego i świerkowego. *Leś. Pr. Bad.* 80 (3): 181-187.
- Yuntao A., Schajer G. S. 2014. Geometry-based CT scanner for measuring logs in sawmills. *Computers and Electronics in Agriculture* 105: 66-73. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2014.03.007>.
- Zarządzenie nr 35 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z 14 maja 2004 r. w sprawie tymczasowych zasad odbioru i ewidencji drewna kładowanego iglastego. 2004. OM-260/3/01/04.
- Zarządzenie nr 51 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 30 września 2019 r. w sprawie wprowadzenia warunków technicznych stosowanych w obrocie surowcem drzewnym w Państwowym Gospodarstwie Leśnym Lasy Państwowe. 2019. ZM.800.8.2019.
- Zarządzenie nr 53 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 29 czerwca 2012 r. w sprawie zasad odbioru i obrotu drewna iglastego wyrabianego w kłodach oraz ewidencji surowca drzewnego w jednostkach organizacyjnych Lasów Państwowych. 2012. EM-900-9/2012.
- Zarządzenie nr 74 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 27 września 2013 r. w sprawie zasad odbioru i obrotu drewna iglastego wyrabianego w kłodach w jednostkach organizacyjnych Lasów Państwowych. 2013. GM-900-7/2013.