

ALEKSANDRA GIEDROWICZ, PAWEŁ STANISZEWSKI

Dokładność wybranych metod określania miąższości drewna sosnowego wyrabianego w kłodach

Accuracy of selected methods of the determination of Scots pine logs volume

ABSTRACT

Giedrowicz A., Staniszewski P. 2017. Dokładność wybranych metod określania miąższości drewna sosnowego wyrabianego w kłodach. Sylwan 161 (11): 892-897.

In 2015, approximately 38.5 million m³ of round wood was harvested in Poland, and this volume is constantly growing. Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) occupies about 58.5% of the forest area in Poland and is the species of the most economic importance. Along with the changes in the timber market, mainly due to the development of technology for the harvesting and processing of wood raw materials, the consumers interest in stem wood has increased. The State Forests in Poland have developed their own system for timber volume calculation that is based on the measurement of the under-bark diameter at the thinner end of the log. The aim of the study was to evaluate the accuracy of three methods of determining the harvested timber volume: Huber's and Smalian's dendrometric formulas and the method currently used by the State Forests. The study was conducted in the Choczewo Forest District (N Poland). In total, 193 logs collected from five forest ranges and from two forest habitats (fresh mixed broadleaved and fresh mixed coniferous forest) were measured. The relative error calculated as the relative difference between log volume obtained by the dendrometric formula and the real volume determined with section-wise method was statistically analysed. Mean errors obtained with all tested methods of volume determination differ significantly from zero, which indicates the systematic error of volume determination. The greatest errors are generated by the method used by the State Forests. The volume obtained with this method is underestimated on average by over 14%.

KEY WORDS

forest utilization, timber sell, timber measurement, systematic errors

ADDRESSES

Aleksandra Giedrowicz ⁽¹⁾ – e-mail: agiedrowicz@interia.pl

Paweł Staniszewski ⁽²⁾ – e-mail: pawel.staniszewski@wl.sggw.pl

⁽¹⁾ Koło Naukowe Leśników, SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159, 02-766 Warszawa

⁽²⁾ Katedra Użytkowania Lasu, SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159, 02-766 Warszawa

Wstęp

Pozyskiwanie surowca drzewnego jest podstawowym źródłem dochodów Lasów Państwowych. W 2015 roku pozyskano 38 327 tys. m³ grubizny, natomiast wartość sprzedaży wyniosła 7205 mln zł [Leśnictwo 2016]. W Polsce około 10% surowca drzewnego pozyskiwane jest za pomocą maszyn wielooperacyjnych, np. harwesterów [Grabowska 2013]. Tak specjalistyczny sprzęt wyposażony

jest w skomputeryzowany system, który umożliwia pomiar miąższości pozyskiwanych kłód. W wielu europejskich krajach dane pochodzące z harwestera są podstawą przy odbiorze drewna i obrocie nim. W Polsce nie są one dotychczas wykorzystywane, gdyż oprogramowanie w harvesterach nie jest skalibrowane do warunków panujących w polskim leśnictwie [Tomusiak i in. 2014].

Zastosowanie maszyn wielooperacyjnych powoduje wzrost podaży drewna wyrabianego w kłodach. Zarządzenie w sprawie zasad odbioru i obrotu drewna iglastego wyrabianego w kłodach w jednostkach organizacyjnych Lasów Państwowych obowiązuje od 1 stycznia 2014 roku [Zarządzenie... 2013]. Istnieją jednak inne metody pomiaru miąższości kłód mierzonych pojedynczo, np. metoda zakładająca pomiar długości nominalnej sztuki w metrach oraz średnicy środkowej w centymetrach. Zgodnie z tą metodą średnicę środkową w przypadku drewna o regularnym kształcie określano na podstawie pojedynczego pomiaru średnicomierzem, prostopadle do osi podłużnej kłody. Uzyskane wyniki zaokrąglano do pełnych centymetrów – w górę, jeżeli ułamek centymetra przekroczył 5 mm, lub w dół, gdy ułamek centymetra był mniejszy bądź równy 5 mm [Jabłoński 2011]. Obecnie stosowana przez PGL LP metoda opiera się na pomiarze długości nominalnej sztuki w metrach oraz średnicy w górnym (cieńszym) końcu kłody bez kory w centymetrach, a otrzymany wynik zawsze zaokrągla się do pełnych centymetrów w dół [Zarządzenie... 2013]. Taka metodyka dokonywania pomiarów może wzbudzać wątpliwości w kontekście określania rzeczywistej wartości pozyskiwanego surowca drzewnego.

Celem badań była ocena dokładności określania miąższości surowca drzewnego za pomocą metody stosowanej przez Lasy Państwowe, a także wzorów środkowego przekroju oraz Smaliana.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono na terenie Nadleśnictwa Choczewo (Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Gdańsku) w leśnictwach: Choczewo (oddział 284a, wiek drzewostanu 65 lat), Kopalino (oddział 239j, wiek drzewostanu 97 lat), Sasino (oddział 304j, wiek drzewostanu 102 lata), Zwartowo (oddział 353a, wiek drzewostanu 113 lat) i Białogóra (oddział 84d, wiek drzewostanu 93 lata).

Materiałem badawczym były sosnowe kłody o różnej długości. Według normy kłoda to część strzały o długości nominalnej od 2,7 do 6,0 m i średnicy minimalnej w górnym końcu bez kory od 14 cm [PN-93/D-02002]. Kłody wyrabia się z odstopniowaniem co 10 cm, długość nominalną ustala się z nabywcą drewna. Za zgodą stron można stosować postanowienia Zarządzenia... [2013], dotyczące pomiarów miąższości kłód przy wyrobie wyrzynków o długości od 2,4 m. Na każdej z powierzchni pomierzono od 30 do 40 kłód, których długość nominalna wynosiła 2,6 m w Choczewie (powierzchnia zwana dalej Choczewo I), 4,1 m w Choczewie (powierzchnia zwana dalej Choczewo II) i Białogórze, 4,4 m w Kopalinie oraz 4,5 m w Sasinie i Zwartowie. Na terenie leśnictw Choczewo i Białogóra kłody pozyskano za pomocą harwestera, zaś na pozostałych powierzchniach za pomocą pilarki. Na łączną próbę składały się 193 kłody sosnowe pochodzące z siedliska boru świeżego (Białogóra) i lasu mieszanego świeżego (pozostałe leśnictwa).

Podstawą oceny poszczególnych metod było porównanie otrzymanej miąższości kłód w stosunku do miąższości rzeczywistej obliczonej dla długości nominalnej kłody określonej przy użyciu wzoru sekcyjnego środkowego przekroju. Długość sekcji wynosiła 1,0 m dla kłód o długości nominalnej 2,6 i 4,1 m oraz 1,1 m dla kłód o długości nominalnej 4,4 i 4,5 m. Miąższość każdej sekcji obliczono wzorem środkowego przekroju.

Zarządzenie... [2013] podaje metody określania miąższości kłód. Pierwsza z nich polega na odczytaniu miąższości kłód z załącznika na podstawie średnicy górnej wyrażonej w centymetrach z zaokrągleniem w dół oraz długości nominalnej kłody wyrażonej w metrach. Natomiast drugi sposób to obliczanie miąższości na podstawie wzoru:

$$V = \frac{\pi}{40000} \left(d_g + z \cdot \frac{1}{2} \right)^2 \cdot l$$

gdzie:

l – nominalna długość kłody [m],

d_g – średnica górna kłody bez kory z zaokrągleniem w dół [cm],

z – zbieżystość na odcinku kłody od przekroju górnego do środkowego [cm/m] (z jest wartością stałą równą 0,7 cm/m).

Metoda druga, zawarta w Zarządzeniu... [2013], została poddana ocenie w stosunku do miąższości rzeczywistej obliczonej dla kłód z uwzględnieniem długości nominalnej za pomocą metody sekcyjnej środkowego przekroju. Do wzorów Smaliana i Hubera wykorzystano średnice określone z dokładnością do 1 mm na podstawie średniej arytmetycznej z dwóch pomiarów średnicomierzem, prostopadłych do osi podłużnej kłody, oraz długości nominalne kłód.

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono za pomocą testu t dla pojedynczej próby, przy założeniu poziomu istotności $\alpha=0,05$, w celu sprawdzenia, czy dane metody nie generują błędów systematycznych (tzn. czy średnia błędów różni się istotnie statystycznie od zera). Błędy procentowe będące miarą oceny scharakteryzowano za pomocą miar statystyki opisowej. Test wykonano za pomocą programu Statistica 13 (StatSoft, Inc.).

Wyniki

Stwierdzono, że wszystkie oceniane metody generują błędy systematyczne, jednak największe błędy daje metoda opracowana przez Lasy Państwowe. Otrzymane dla wzoru Hubera prawdopodobieństwa testowe przyjmują wartości od $<0,001$ w Kopalinie do 0,764 w Zwartowie (tab.). Mimo że na powierzchniach Choczewo II, Zwartowo i Białogóra wyniki testów okazały się nieistotne statystycznie, w ogólnym rozrachunku wzór Hubera generuje błędy systematyczne. W przypadku wzoru Smaliana uzyskane wartości mieszczą się w zakresie od $<0,001$ (Zwartowo) do 0,372 (Kopalino). Wszystkie otrzymane prawdopodobieństwa testowe dla metody stosowanej przez Lasy Państwowe przyjęły wartości $<0,001$ (tab.).

Błędy procentowe wtórne otrzymane dla wzoru Hubera przyjmują wartości od $-19,07$ do $24,23\%$, średnio $-2,23\%$, z odchyleniem standardowym $7,14\%$. W przypadku wzoru Smaliana wartości błędów zawierają się w zakresie od $-43,09$ do $64,81\%$, średnio $4,84\%$, a odchylenie standardowe wynosi $10,74\%$. Błędy procentowe wtórne uzyskane dla metody stosowanej przez Lasy Państwowe przyjmują wartości od $-36,48$ do $28,90\%$, średnio $-14,80\%$, a odchylenie standardowe

Tabela.

Ocena błędu systematycznego określania miąższości kłód sosnowych wzorem Hubera, wzorem Smaliana oraz metodą Lasów Państwowych (LP)

Assessment of the systematic error of pine logs volume determination with Huber's and Smalian's formula as well as using the State Forests method (LP)

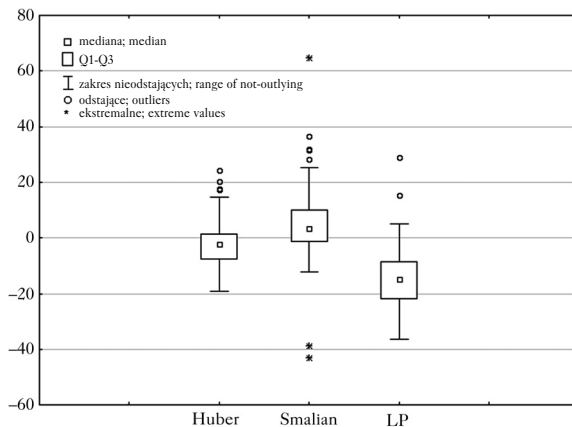
	Huber	Smalian	LP
Choczewo I	0,021	0,009	$<0,001$
Choczewo II	0,751	0,002	$<0,001$
Kopalino	$<0,001$	0,372	$<0,001$
Sasino	0,029	0,015	$<0,001$
Zwartowo	0,764	$<0,001$	$<0,001$
Białogóra	0,077	0,007	$<0,001$
Razem	$<0,001$	$<0,001$	$<0,001$

wynosi 10,01%. Z najmniejszym średnim błędem mamy do czynienia w przypadku wzoru Hubera, gdzie ujemna wartość świadczy o заниzeniu miąższości (ryc. 1). Metoda stosowana przez Lasy Państwowe daje największe błędy – określana nią miąższość jest заниzana średnio o ponad 14%. Otrzymane wartości odchyłeń standardowych świadczą o wielkim rozrzucie wyników wokół średnich.

Wzór Hubera zawsze średnio заниza miąższość pozyskanych kłód sosnowych (ryc. 2). Błędy procentowe wtórne przyjmują wartości minimalne od -19,07% (Choczewo I) do -11,64% (Sasino), a maksymalne od 6,32% (Kopalino) do 24,23% (Zwartowo). Średnia waha się od -3,20% (Choczewo I) do -0,44% (Zwartowo), zaś wartości odchylenia standardowego świadczące o rozrzucie wyników wokół średnich zawierają się w zakresie od 5,52% (Kopalino) do 8,41% (Choczewo I).

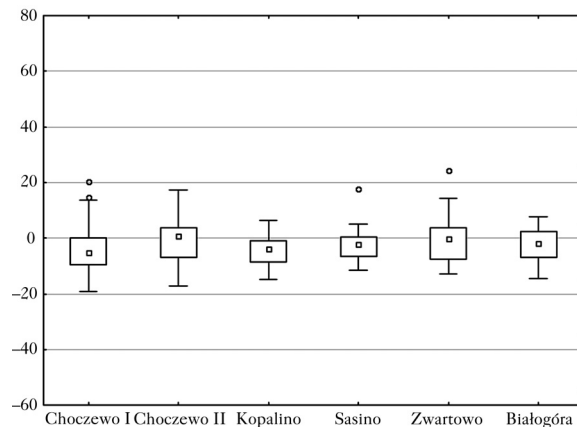
Wzór Smaliana zawsze średnio zawyża miąższość pozyskanych kłód sosnowych (ryc. 3). Błędy procentowe wtórne przyjmują wartości minimalne od -43,09% (Kopalino) do -6,08% (Sasino), a maksymalne od 18,79% (Choczewo II) do 64,81% (Choczewo I). Średnia waha się od 2,26% (Kopalino) do 7,16% (Zwartowo), zaś wartości odchylenia standardowego świadczące o rozrzucie wyników wokół średnich zawierają się w zakresie od 7,32% (Sasino) do 14,13% (Kopalino).

Również metoda stosowana w Lasach Państwowych zawsze średnio заниza miąższość pozyskanych kłód sosnowych (ryc. 4). Błędy procentowe wtórne dla tej metody przyjmują wartości minimalne od -27,34% (Białogóra) do -36,48% (Choczewo I), a maksymalne od 0,49% (Sasino) do 28,90% (Choczewo I). Średnia waha się od -11,33% (Białogóra) do -17,86% (Kopalino), zaś



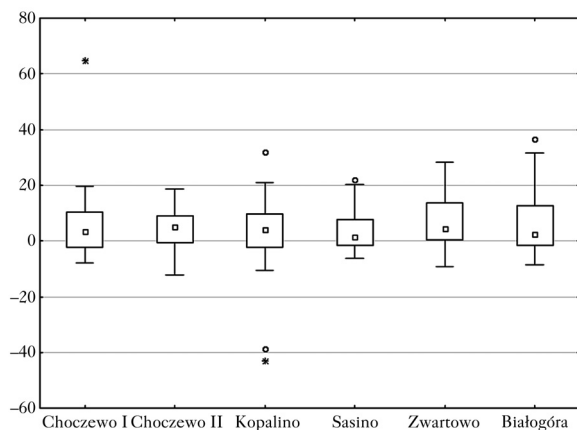
Ryc. 1.

Błędy procentowe wtórne [%] określania miąższości kłód sosnowych wzorem Hubera, wzorem Smaliana oraz metodą Lasów Państwowych (LP)
Relative errors [%] of pine logs volume determination with Huber's and Smalian's formula as well as using the State Forests method (LP)



Ryc. 2.

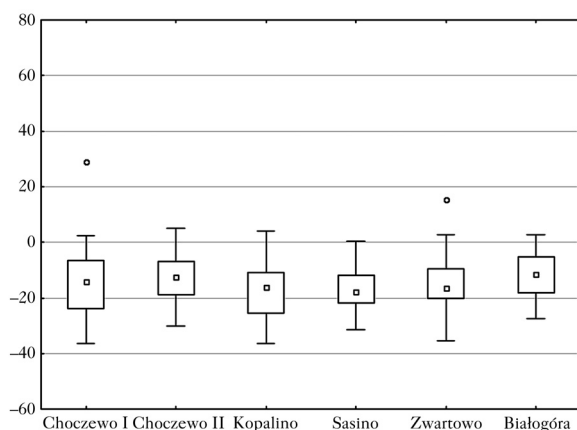
Błędy procentowe wtórne [%] określania miąższości kłód sosnowych wzorem Hubera
Relative errors [%] of pine logs volume determination with Huber's formula
oznaczenia jak na rycinie 1; denotes as in figure 1



Ryc. 3.

Błędy procentowe wtórne [%] określania miąższości kłód sosnowych wzorem Smaliana

Relative errors [%] of pine logs volume determination with Smalian's formula
oznaczenia jak na rycinie 1; denotes as in figure 1



Ryc. 4.

Błędy procentowe wtórne [%] określania miąższości kłód sosnowych metodą Lasów Państwowych

Relative errors [%] of pine logs volume determination using the State Forests method
oznaczenia jak na rycinie 1; denotes as in figure 1

wartości odchylenia standardowego świadczące o rozrzucie wyników wokół średnich zawierają się w zakresie od 7,66% (Sasino) do 11,89% (Choczewo I).

Dyskusja

Rynek drzewny w Polsce podlega ciągłym zmianom. Jest to związane z rozwojem technologii pozyskiwania drewna, a także zmieniającym się zapotrzebowaniem na surowiec drzewny, konkurencją na rynku, technologią przerobu drewna oraz wymaganiami dotyczącymi jakości i wymiarów surowca drzewnego. Zmiany te skutkują wzrostem zainteresowania odbiorców drewnem kładowanym. Zasady odbioru i obrotu drewna iglastego wyrabianego w kłódach w jednostkach organizacyjnych Lasów Państwowych są sukcesywnie nowelizowane. Pomimo wielu poprawek dotychczas nie przeprowadzono kompleksowych badań naukowych, które poruszałaby tematykę oceny dokładności wybranych metod pomiaru miąższości drewna sosnowego wyrabianego w kłódach. Taka sytuacja skłania do refleksji, gdyż nadal podstawową i dominującą pozycję w dochodach Lasów Państwowych stanowi sprzedaż surowca drzewnego [Paschalis-Jakubowicz 2004]. Nie ulega wątpliwości, że o wartości uzyskanych dochodów decyduje między innymi dokładne określenie miąższości pozyskiwanego i sprzedawanego surowca drzewnego. W 2017 roku Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe planuje pozyskać 40,5 mln m³ (<http://lasy.gov.pl>). Przyjmując przeciętną cenę drewna z 2015 roku wynoszącą 189,75 zł/m³, potencjalny dochód PGL LP określa się na ponad 7,5 mld zł. Zatem już 1% zaniżonej wartości miąższości surowca

drzewnego przynosi stratę wysokości 75 mln zł. Analiza wyników badań pokazuje, że metoda stosowana przez PGL LP prowadzi do zaniżania obliczonej miąższości pozyskanych kłód średnio o ponad 14%, a ponadto generuje błędy systematyczne.

Należy podkreślić, że wyniki prawdopodobieństw testowych otrzymane dla wszystkich kłód są dużo niższe niż prawdopodobieństwa uzyskane dla poszczególnych powierzchni. Może to mieć związek z różnymi siedliskami, wiekiem drzewostanów oraz liczebnością prób. Ważne jest zatem, by przy kontynuacji badań uwzględnić korelację dokładności pomiaru miąższości z siedliskiem i wiekiem drzewostanu. Wyznaczenie liczniejszej bądź bardziej jednorodnej próby, choć związane z większą pracochłonnością, pozwoli na uzyskanie lepszej i dokładniejszej oceny pomiaru miąższości kłód.

Otrzymane wyniki skłaniają do kontynuowania badań na szerszym materiale empirycznym, przy uwzględnieniu nie tylko wieku i warunków siedliskowych, ale też m.in. położenia geograficznego, a w przyszłości także innych gatunków istotnych gospodarczo. Ponadto biorąc pod uwagę fakt, że odbiór drewna kłodowanego prowadzony zgodnie z obowiązującymi zasadami charakteryzuje się znaczną pracochłonnością, należałoby kontynuować badania nad systemami pomiarowymi w harwesterach.

Wnioski

- ✦ Wszystkie analizowane w niniejszych badaniach metody pomiaru generują błędy systematyczne (zawyżają bądź zaniżają miąższość rzeczywistą), dlatego konieczne są dalsze poszukiwania metody poprawnie określającej miąższość pozyskiwanego surowca drzewnego.
- ✦ Stosowana obecnie metoda określania miąższości opracowana przez Lasy Państwowe charakteryzuje się największym średnim błędem procentowym wtórnym – miąższość określana tą metodą jest średnio o ponad 14% niższa od miąższości określanej wzorem sekcijnym środkowego przekroju.
- ✦ Otrzymane wyniki skłaniają do kontynuowania badań na szerszym materiale empirycznym. Potwierdzenie otrzymanych wyników mogłoby wskazywać na potrzebę zmian aktualnych zasad sprzedaży drewna.

Podziękowania

Autorzy składają serdeczne podziękowania Nadleśniczemu i Pracownikom Nadleśnictwa Choczewo (RDLP Gdańsk) za wsparcie merytoryczne oraz pomoc w realizacji badań, a członkom Sekcji Użytkowania Lasu Koła Naukowego Leśników Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego za pomoc w pracach pomiarowych.

Literatura

- Grabowska K. 2013. <http://www.gazetalesna.pl/czytaj/283/Outsourcing-w-lasach>
- Jabłoński D. 2011. <http://www.drewno.pl/artykuly/7782,pomiar-miazszosci-objetosci-drewna-dluzycowego-i-klod-mierzonych-pojedynczo.html>
- Leśnictwo. 2016. GUS, Warszawa.
- Paschalis-Jakubowicz P. 2004. Polskie leśnictwo w Unii Europejskiej. CILP, Warszawa.
- PN-93/D-02002. Surowiec drzewny. Podział, terminologia i symbole. Polski Komitet Normalizacji Miar i Jakości, Warszawa
- Tomusiak R., Ludwisiak Ł., Moskalik T., Gołębiowski M. 2014. Ocena dokładności określania miąższości kłód przez harwestery wyposażone w system Opti4G. Studia i Materiały CEPL 39: 181-188.
- Zarządzenie nr 74 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 27 września 2013 roku w sprawie zasad odbioru i obrotu drewna iglastego wyrabianego w kłodach w jednostkach organizacyjnych Lasów Państwowych. 2013. Znak: GM-900-7/2013.