

KAMIL POLKOWSKI, PAWEŁ ZARZYŃSKI, ROBERT TOMUSIAK

Dokładność sposobów określania miąższości dłużyc bez kory według normy PN-D-95000:2002 na przykładzie sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) z terenu Nadleśnictwa Płaska

Accuracy of methods to determine under bark volume of logs according to the PN-D-95000:2002 standard – a case study of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) from the Płaska Forest District

ABSTRACT

Polkowski K., Zarzyński P., Tomusiak R. 2019. Dokładność sposobów określania miąższości dłużyc bez kory według normy PN-D-95000:2002 na przykładzie sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) z terenu Nadleśnictwa Płaska. Sylwan 163 (6): 460-468. DOI: <https://doi.org/10.26202/sylwan.2018164>.

The State Forests, National Forest Holding operates on the principle of financial independence, and the sale of wood is the primary source of income of the institution. Raw wood is sold with the bark, although the registry applies to the wood without bark. It was hypothesized that the method of bark volume reduction may have a significant impact on the registered volume. The material collected in the Płaska Forest District was used to assess the impact of method of bark volume reduction presented in the PN-D-95000:2002 standard on the volume of Scots pine logs in thinned and harvest stands growing on fresh coniferous forest habitat. Analysis of the accuracy and precision of each method were carried out on the basis of sectional measurements of 180 logs (90 per stand type). Four methods were compared: table deduction depending on the diameter of the stem (method 1), measurement of bark thickness with manual bark gauge (method 2a), mechanical removal of the bark using a spokeshave at the place of measurement (method 2b), and calculation of the log volume with Huber formula and subsequent subtraction of the bark volume determined based on special ratio (method 3). All methods caused negative systematic error, and thus have a constant tendency to underestimate the volume of Scots pine logs. At the same time, the underestimated log volume varies depending on the method used. To the greatest extent it is lowered using method 1, as it differs significantly from the other methods. Slightly smaller errors are characterized by the method 2a, for which the average error rate also differs from the other methods. The smallest errors are provided by methods 2b and 3, between which we found no significant differences. Analyses indicate that the preferred method of determining the volume inside bark is a mechanical removing of bark, measuring the diameter without bark and calculation of the volume with Huber formula. It is also noteworthy to take into account the deduction percentage of bark in the logs of large-sized wood.

KEY WORDS

bark thickness, bark reduction, volume of large-sized wood, under-bark volume

ADDRESSES

Kamil Polkowski ⁽¹⁾ – e-mail: kamil_polkowski@interia.pl

Paweł Zarzyński ⁽²⁾ – e-mail: pawel.zarzyński@wp.pl

Robert Tomusiak ⁽³⁾ – e-mail: rtomusiak@wl.sggw.pl

⁽¹⁾ Nadleśnictwo Płaska; Sucha Rzeczka 60, 16-326 Płaska

⁽²⁾ ul. K. Jarząbka 20/8, 05-500 Piaseczno

⁽³⁾ Samodzielna Pracownia Dendrometrii i Nauki o Produkcyjności Lasu, SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159/34, 02-776 Warszawa

Wstęp

Polska znajduje się w grupie kilkunastu największych producentów drewna na świecie. Głównym jego dostawcą jest PGL LP, pokrywające 90% zapotrzebowania kraju. Miąższość drewna sprzedawanego w Lasach Państwowych w latach 2011-2013 wynosiła średnio około 35 mln m³ rocznie. Ważnym aspektem jest poznanie wpływu sposobów określania miąższości drewna wielkowiomiarowego według normy PN-D-95000:2002, obowiązującej m.in. przy odbiorze i ewidencji ilości drewna dłużycowego. Brak jest opublikowanych badań z tego zakresu. Odnosi się to w szczególności do gatunków o największym udziale w lasach Polski, do których można zaliczyć sosnę zwyczajną, z udziałem 58,2% [Leśnictwo 2017].

Zewnętrzna warstwa drzewa stanowi kora. Jej grubość jest zróżnicowana w zależności od gatunku drzewa [Bruchwald 1969], a także jego położenia geograficznego, pochodzenia, warunków siedliskowych, wieku, warunków otoczenia oraz wysokości nad poziomem morza [Assmann 1968]. Dla gospodarki leśnej znajomość grubości kory jest bardzo istotna, bowiem niedokładne określenie jej wartości może mieć duży wpływ na wynik finansowy [Marshall i in. 2006], ponieważ objętość sprzedawanego drewna określana jest bez kory. Tym samym kontrahenci PGL LP nabywają drewno w korze, otrzymując ją niejako bezpłatnie.

Miąższość drewna dłużycowego bez kory określana jest przy użyciu wzoru środkowego przekroju, znanego również jako wzór Hubera. Wymaga to zmierzenia długości dłużycy, grubości w połowie jej długości i określenia przekroju poprzecznego w środku długości bryły, a następnie określenia iloczynu przekroju poprzecznego oraz długości [Bruchwald 1999]. Dopuszczalnymi sposobami określenia miąższości bez kory według normy PN-D-95000:2002 są: zastosowanie potrącenia na korę zgodnie z tabelą zawartą w normie, mechaniczne zdjęcie kory w miejscu pomiaru oraz uwzględnienie procentowego udziału kory w drewnie dłużycowym. W pierwszym i trzecim przypadku pomiar w środku dłużycy odbywa się w korze, w drugim zaś bez kory.

Celem pracy była ocena dokładności określania miąższości dłużyc bez kory sposobami zawartymi w obowiązującej normie PN-D-95000:2002.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono na terenie Nadleśnictwa Płaska w 2015 roku. Z bazy danych SILP oraz z operatów urzędzenia lasu wybrano 3 drzewostany, w których były prowadzone cięcia rębne, i 3 drzewostany, w których były prowadzone cięcia przedrębne. Wiek drzewostanów w cięciach rębnych i przedrębnych był do siebie zbliżony, a typ siedliskowy lasu (Bśw) pozostał taki sam. Drzewostany trzebieżowe (wydz. 209a w leśnictwie Jazy, 13c – Gruszki i 111c – Królowa Woda) należały do IV klasy wieku i charakteryzowały się średnią pierśnicą od 28 do 30 cm oraz przeciętną wysokością od 26 do 28 m. Drzewostany rębne (wydz. 253b – leśnictwo Jazy, 276c – Gorzycza i 120h – Mały Borek), reprezentujące VII klasę wieku, odznaczały się średnią pierśnicą od 39 do 43 cm i przeciętną wysokością od 30 do 31 m.

Prace terenowe polegały na pomiarach sekcyjnych dłuźyc o długości 14 m pozyskanych z dolnej części pni [Zarządzenie... 2013]. Na każdej powierzchni pomierzono po 30 dłuźyc podzielonych na jednometrowe sekcje. W połowie każdej sekcji dokonywano pomiaru średnicy w korze [cm] w dwóch prostopadłych do siebie kierunkach oraz grubości kory [cm] z obu stron pnia. Poza pomiarami w połowie sekcji mierzona była również średnica na wysokości 1,30 m oraz w połowie długości dłuźycy (7 m). W miejscach pomiaru średnic dokonywano także pomiaru grubości kory z dwóch stron pnia za pomocą koromierza. Korowano również pień za pomocą ośnika strzemiączkowego i mierzono średnicę bez kory w dwóch prostopadłych kierunkach. Wszystkie wartości zapisywano w raptularzu terenowym. Pomierzono łącznie 180 dłuźyc sosnowych – 90 w drzewostanach rębnych i 90 w drzewostanach trzebieżowych (przedrębnych).

Wyniki pomiarów umożliwiły obliczenie miąższości rzeczywistej oraz miąższości ustalonej sposobami zawartymi w normie PN-D-95000:2002:

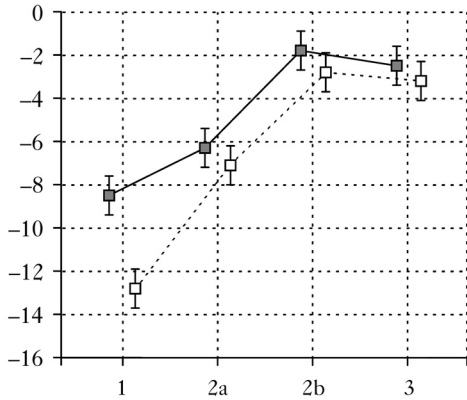
Sposób 1. Pomiary średnicy środkowej dłuźycy (na 7 m) oraz ich średnia arytmetyczna zostały zaokrąglone zgodnie z normą PN-D-95000:2002, w celu uzyskania wartości środkowej średnicy w korze. Wartość tej średnicy obniżono o wielkość zawartego w normie potrącenia na korę (1 cm dla pni o grubości w korze do 16 cm, 2 cm dla pni 17-34 cm, 3 cm dla pni 35-49 cm i 4 cm dla pni od 50 cm). Na podstawie tak ustalonej średnicy środkowej bez kory obliczono miąższość wzorem środkowego przekroju.

Sposób 2a. Określenie średnicy środkowej w korze przeprowadzono tak jak w sposobie 1. Następnie od wartości tej odjęto podwójną grubość kory zmierzoną koromierzem w połowie długości dłuźycy. Uzyskaną w ten sposób średnicę środkową bez kory wykorzystano do obliczenia miąższości dłuźyc bez kory wzorem środkowego przekroju.

Sposób 2b. Kora w połowie długości dłuźyc została zdjęta za pomocą ośnika strzemiączkowego. Następnie przeprowadzono w tym miejscu pomiar średnicy środkowej bez kory, wyniki zaokrąglono zgodnie z normą PN-D-95000:2002 i obliczono miąższość dłuźyc bez kory wzorem środkowego przekroju.

Sposób 3. Miąższość dłuźyc w korze obliczono wzorem środkowego przekroju (na podstawie pomiaru średnicy środkowej zaokrąglonej tak jak w poprzednich sposobach), a następnie odjęto procentowy udział kory w drewnie dłuźycowym, który dla sosny wynosi 8%.

Kolejnym etapem było obliczenie miąższości rzeczywistej bez kory dla każdej dłuźycy przy zastosowaniu wzoru sekcyjnego środkowego przekroju. Wartości te były podstawą do wyliczenia błędów procentowych wtórnych [Bruchwald 1999] miąższości określanych poszczególnymi sposobami. Dla obliczonych błędów przeprowadzono analizy statystyczne z wykorzystaniem pakietu Statistica 13 (Dell Inc.). Charakterystyka błędów obejmowała wyliczenie miar statystyki opisowej. W analizach zastosowano również testowanie hipotez statystycznych. Test t dla pojedynczej próby zastosowany został w celu wykazania błędów systematycznych – w tym przypadku hipoteza zerowa zakładała wielkość stałej odniesienia 0. Jednoczynnikową analizę wariancji wykorzystano do porównania średnich wielkości błędów charakteryzujących poszczególne sposoby określania miąższości dłuźyc. W przypadku gdy test główny wskazywał istnienie między sposobami różnic istotnych statystycznie, stosowano test porównań wielokrotnych *post-hoc* Tukeya w celu wyznaczenia grup homogenicznych. Porównanie dokładności poszczególnych sposobów między drzewostanami trzebieżowymi i rębными przeprowadzono za pomocą testu t istotności różnic między średnimi.

**Ryc.**

Średnia arytmetyczna (+/-95-procentowy przedział ufności) błędów procentowych wtórnych określania miąższości dłuźyc w drzewostanach trzebieżowych (biały kwadrat) i rębnych (szary kwadrat) w zależności od sposobu redukcji miąższości kory

Arithmetic mean (+/-95% confidence interval) of relative errors log volume determination in thinned (white square) and harvest (grey square) stands with regard to the bark volume exclusion method

1 – tablicowe potrącenie kory, 2a – pomiar kory koromierzem, 2b – korowanie pnia za pomocą ośnika, 3 – potrącenie procentowego udziału kory

1 – reduction according to tables, 2a – bark gauge measurements, 2b – mechanical bark removal, 3 – reduction based on the bark volume ratio

Wyniki

W pracy uwzględniono łącznie 180 dłuźyc, które reprezentowały zarówno drzewa pozyskiwane w ramach cięć trzebieżowych, jak i cięć rębnych. Średnia miąższość rzeczywista 14-metrowych kłód pochodzących z drzewostanów trzebieżowych wynosiła $0,509 \text{ m}^3$ (przy odchyleniu standardowym $0,128 \text{ m}^3$), a z drzewostanów rębnych $1,227 \text{ m}^3$ (odchylenie standardowe $0,288 \text{ m}^3$).

Charakterystykę błędów procentowych wtórnych miąższości dłuźyc przedstawiono w tabeli. Zarówno dla drzewostanów rębnych i drzewostanów trzebieżowych, jak również dla wszystkich drzew razem średnie arytmetyczne błędów dla każdego z czterech analizowanych sposobów przyjmowały wartości ujemne. W drzewostanach trzebieżowych miąższość dłuźyc była zaniżana średnio od 2,7 do 12,8%, w drzewostanach rębnych od 1,8 do 8,4%, a dla wszystkich drzew od 2,3 do 10,6%.

Dla każdej grupy drzewostanów (trzebieżowe, rębne, ogółem) stwierdzono istotne różnice w średniej wielkości błędów procentowych wtórnych ($p < 0,001$). Miąższość dłuźyc sosnowych w największym stopniu zaniżana jest przy stosowaniu sposobu 1, który średnią wielkością błędów istotnie różni się od pozostałych metod. Nieco mniejszymi błędami charakteryzuje się sposób 2a, dla którego średnie wielkości błędów również istotnie różnią się od pozostałych. Najmniejsze błędy powstają przy zastosowaniu sposobów 2b i 3, dla których nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic między średnimi wielkościami błędów. Takie prawidłowości zaobserwowano zarówno w grupie drzewostanów trzebieżowych, jak i rębnych.

Stwierdzono występowanie błędów systematycznych dla każdego z badanych sposobów ($p < 0,001$) – zarówno dla zbioru reprezentującego drzewostany trzebieżowe, drzewostany rębne, jak i wszystkie drzewostany ogółem. Biorąc pod uwagę znak błędów, można stwierdzić, że wszystkie sposoby zaniżają miąższość rzeczywistą sosen reprezentujących siedlisko Bśw na terenie Nadleśnictwa Płaska.

Sposoby określania miąższości bazujące na zmieniających się w czasie cechach drzewa mogą mieć zróżnicowaną dokładność dla dłuźyc pozyskiwanych w ramach cięć rębnych i trzebieżowych. Sposoby 2a, 2b i 3 charakteryzują się zbliżoną dokładnością w drzewostanach trzebieżowych i rębnych (p odpowiednio: 0,154, 0,134 i 0,319). Na uwagę zasługuje istotna statystycznie różnica dla sposobu 1 ($p < 0,001$). Oznaczać to może, że wielkość potrącenia kory zgodnie z tablicami PN-D-95000:2002 jest bardziej dopasowana dla jednej z tych grup. Mniejsze błędy obserwuje się w drzewostanach rębnych, co wskazuje, że potrącana wartość grubości kory jest bliższa rzeczywistej.

Tabela.

Średnia (M), zakres, odchylenie standardowe (SD) i wyniki analizy wariancji (ANOVA) dla błędów procentowych wtórnych miąższości dłuźyc uzyskanych przy zastosowaniu różnych sposobów redukcji kory
Mean (M), range (zakres), standard deviation (SD) and results of ANOVA for relative errors in log volume determination with regard to the method of bark volume reduction

	N	M	Zakres	SD	ANOVA
Drzewostany trzebieżowe					
Thinning stands					
1	90	-12,8 a	-24,7; -3,0	4,8	F=96,28 p<0,001
2a	90	-7,1 b	-19,8; 3,8	4,3	
2b	90	-2,7 c	-12,6; 8,9	4,3	
3	90	-3,1 c	-16,4; 8,0	4,7	
Drzewostany rębne					
Harvest stands					
1	90	-8,4 a	-20,5; 0,6	4,1	F=51,30 p<0,001
2a	90	-6,2 b	-17,1; 3,8	4,1	
2b	90	-1,8 c	-15,6; 8,5	4,2	
3	90	-2,5 c	-13,0; 8,1	4,1	
Wszystkie drzewa razem					
All trees in total					
1	180	-10,6 a	-24,7; 0,6	5,0	F=134,90 p<0,001
2a	180	-6,6 b	-19,8; 3,8	4,2	
2b	180	-2,3 c	-15,6; 8,9	4,3	
3	180	-2,8 c	-16,4; 8,1	4,4	

ta sama litera przy średniej oznacza grupy jednorodne wyznaczone testem Tukeya; the same letter by the mean indicates homogenous groups in Tukey's test
oznaczenia sposobów jak na rycinie; denotes of analyzed methods as in figure

Obliczono również wielkości różnic między miąższościami dłuźyc bez kory uzyskanymi za pomocą sposobów 2a, 2b i 3 a najczęściej stosowanym w Lasach Państwowych sposobem 1. Wykazano, że zastosowanie sposobu 2a pozwoliłoby na zaewidencjonowanie o 4,6% więcej miąższości w stosunku do sposobu 1. W przypadku sposobu 2b wartość ta wynosiłaby 9,6%, a w przypadku sposobu 3 – 8,9%.

Dyskusja

Sosna zwyczajna jest najpospolitszym gatunkiem drzewa w polskich lasach. Z tego względu przy możliwości wyboru kilku rozwiązań do określania miąższości pozyskiwanych dłuźyc sosnowych bardzo istotne stają się kwestie dokładności i pracochłonności zastosowanych metod. Kwestie pracochłonności nie były w niniejszej pracy analizowane, podjęto natomiast próbę kompleksowej oceny dokładności sposobów określania miąższości dłuźyc bez kory zawartych w normie PN-D-95000:2002.

Wyniki otrzymane w prezentowanej pracy trudno porównać z innymi badaniami, ponieważ większość prac analizujących grubość kory drzew dotyczy tylko grubości na wysokości pierśnicy bądź jej procentowego udziału w miąższości całej strzały. Grubość kory na różnych wysokościach pnia określana była o wiele rzadziej, a badania nad udziałem kory w miąższości dłuźyc prowadzone były sporadycznie.

Próba wypełnienia tej luki są prace dyplomowe realizowane w Samodzielnej Pracowni Dendrometrii i Nauki o Produkcyjności Lasu SGGW. Iwanowicz [2014] stwierdził, że stosowanie tablicowych potąceń na korę dla dłuźyc sosnowych daje średnie wielkości błędów absolutnych

na poziomie $-0,041 \text{ m}^3$. W podobnych badaniach Antosik [2016] uzyskał średnią wartość błędów wynoszącą $-0,036 \text{ m}^3$ dla dłuźyc sosnowych pozyskanych na siedlisku Bśw, $-0,028 \text{ m}^3$ na siedlisku BMśw i $-0,025 \text{ m}^3$ dla BMW. Badania przeprowadzone przez autorów niniejszej pracy wykazują, że średnia wielkość absolutnych błędów miąższości przy stosowaniu potrąceń grubości kory według tabeli zawartej w normie PN-D-95000:2002 dla zbioru wszystkich drzew wynosi $-0,084 \text{ m}^3$, dla dłuźyc z drzewostanów trzebieżowych $-0,064 \text{ m}^3$, a z drzewostanów rębnych $-0,103 \text{ m}^3$. Stosowanie tego sposobu dla wszystkich ujętych w pracy grup powoduje ujemne wartości błędów miąższości. Weryfikacja statystyczna tych danych potwierdza tezę, że stosowanie potrąceń na korę sposobem 1 zaniża miąższość dłuźyc sosnowych w porównaniu do miąższości rzeczywistej i generuje błędy systematyczne.

Większą możliwość porównań daje wykorzystanie błędów procentowych wtórnych, które wskazują w jednostkach względnych skalę zaniżania miąższości względem miąższości rzeczywistej. W podjętej pracy błędy procentowe wtórne określania miąższości dłuźyc sposobem 1 osiągają średnią wartość $-10,6\%$ dla wszystkich dłuźyc, a w rozbiciu na drzewostany trzebieżowe i rębne są to wartości odpowiednio $-12,8$ i $-8,4\%$. Antosik [2016], określając średnie wielkości błędów dla dłuźyc reprezentujących siedliska Bśw, BMśw i BMW, uzyskał odpowiednio: $-7,2$, $-5,1$ i $-3,9\%$. Z kolei Iwanowicz [2014] podaje średnią wartość błędów procentowych wtórnych na poziomie $-3,4\%$. Dokładność sposobu określania miąższości bez kory bazującego na potrąceniu tabelarycznej grubości kory (opisanego w pracy jako sposób 1) badana była również przez Kwiatkowską [2014], która stwierdziła, że błędy miąższości wynikające z zastosowania tego sposobu wyniosły około -10% . Wyniki badań wykazują na zaniżanie miąższości w porównaniu z miąższością rzeczywistą.

W badaniach uwzględniono również inny sposób, zakładający uzyskanie wartości średnicy bez kory za pomocą wykonania dodatkowych czynności na dłuźycy. W niniejszej pracy sposób ten testowano w dwóch wariantach: użycie koromierza w miejscu pomiaru średnicy (sposób 2a), które dało średnią wielkość błędów procentowych wtórnych na poziomie $-6,6\%$, oraz mechaniczne zdjęcie kory ośnikiem strzeмиączkowym w miejscu pomiaru (sposób 2b), gdzie średnia wielkość błędów procentowych wtórnych okazała się najniższa dla wszystkich sposobów, przyjmując wartość $-2,3\%$. W drzewostanach trzebieżowych sposoby 2a i 2b wykazały średnie wielkości błędów miąższości na poziomie odpowiednio $-7,1$ i $-2,7\%$, a w drzewostanach rębnych $-6,2$ i $-1,8\%$. Średnia arytmetyczna błędów procentowych wtórnych w badaniach Iwanowicza [2014] wyniosła $-1,07\%$. Otrzymane wyniki nasuwają podobny wniosek jak przy potrąceniu grubości kory według normy. Rozwiązanie to również zaniża miąższość dłuźyc (stwierdzona istotność statystyczna), ale wartość bezwzględna błędów kształtuje się na niższym poziomie. Mimo iż idea pomiaru jest taka sama dla sposobów 2a i 2b, to wyniki dla pomiaru kory koromierzem są odmienne niż przy mechanicznym zdjęciu kory ośnikiem. Van Laar i Akca [2007], jak również Šmelko [2000] zwracają uwagę na wpływ pomiaru koromierzem u drzew mających grubą korowinę. Doświadczenie osoby wykonującej pomiary i sam sposób pomiaru może odbijać się na dokładności otrzymanych wyników [West 2009].

Ostatni z analizowanych sposobów zakładał pomiar środkowej średnicy dłuźycy w korze, obliczenie miąższości w korze wzorem środkowego przekroju i w dalszej kolejności potrącenie procentowego udziału kory w miąższości dłuźyc. Dla wszystkich dłuźyc razem sposób ten charakteryzuje się średnią wielkością błędów procentowych wtórnych na poziomie $-2,8\%$, w drzewostanach trzebieżowych wartość ta wyniosła $-3,1\%$, a w rębnych $-2,5\%$. Jej dokładność kształtuje się na zbliżonym poziomie do metody 2a – testy porównań wielokrotnych zaliczyły te sposoby do jednej homogenicznej grupy. Badania Antosika [2016] przedstawiają wartości błędów procen-

towych wtórnych tej metody dla dłuźyc sosnowych pochodzących z siedlisk Bśw (średnio -1,7%), BMśw (-2,0%) i BMw (-1,8%) na terenie Nadleśnictwa Barycz.

Opisywane wyniki wskazują, że każdy sposób możliwy do zastosowania według normy PN-D-95000:2002 zaniża miąższość dłuźyc. Najbardziej zaniża ją sposób 1. Sposoby najmniej zaniżające miąższość rzeczywistą uwzględniają korowanie pnia za pomocą ośnika oraz procentowe potrącenie udziału kory w miąższości dłuźycy.

Analizie zostały poddane również różnice między sposobami możliwymi do stosowania (sposoby 2a, 2b, 3) a powszechnie stosowanym w praktyce sposobem zakładającym tabelaryczne potrącenie grubości kory (sposób 1). Największą średnią wartością różnic procentowych charakteryzuje się sposób 2b (dla wszystkich dłuźyc 9,6%, drzewostany trzebieżowe 11,9%, rębne 7,3%). Niewiele mniejszą wartość przedstawia sposób 3 (odpowiednio: 8,9, 11,2 i 6,5%). Najmniejszą wartością charakteryzuje się zastosowanie koromierza (odpowiednio: 4,6, 6,7 i 2,5%). Wskazuje to, że zastosowanie dowolnego sposobu, innego niż sposób 1, pozwala uzyskać większe wartości zaewidencjonowanej miąższości dłuźyc. Największy wzrost miąższości, wynikający z zastosowania odmiennych sposobów, można uzyskać, stosując sposób 2b.

Warto zaznaczyć, że analogiczne badania przeprowadzone przez Sulej i Tomusiaka [2018] dla świerków rosnących w położeniach górskich również wykazały tendencję do generowania błędów systematycznych. Wykazano, że sposób 1 zaniża miąższość dłuźyc średnio o 6,8%, sposób 2a o 5,5%, zaś sposób 3 o 3,8%.

Z badań Bruchwalda i in. [2018] przeprowadzonych dla kłód brzozy brodawkowatej wynika, że przy dużej zmienności grubości kory, zwłaszcza w części odziomkowej, sposób określania miąższości kłód bez kory poprzez potrącenie jej grubości na podstawie tabeli podanej w normie PN-D-95000:2002, wyłącznie w zależności od grubości kłody, bez określania miejsca pomiaru (odziomek czy strefa cienkiej korowiny), może być obciążony dużym błędem.

Należy także podkreślić, że dokładność samego wzoru środkowego przekroju wykorzystywanego zgodnie z normą PN-D-95000:2002 do obliczania miąższości kłód i dłuźyc uzależniona jest od miejsca na strzale, z którego pozyskuje się fragment pnia. Według badań Rosy [1961] największe błędy ujemne dla sosny stwierdza się w przypadku dolnej części pnia (sekcja I), co wynika z jej małej pełności. Co więcej, badania przeprowadzone przez Grodzkiego [1968] wykazały występowanie znacznych błędów ujemnych dla wzoru środkowego przekroju również w przypadku określania za jego pomocą miąższości średniowymiarowego drewna sosnowego (kopalniaków).

Podsumowując wyniki uzyskane w niniejszej pracy, należy stwierdzić, że wszystkie sposoby (1, 2a, 2b, 3) powodują powstawanie błędów systematycznych ujemnych, a tym samym charakteryzują się stałą tendencją do zaniżania miąższości dłuźyc sosnowych. Jednocześnie wielkość zaniżenia miąższości różni się w zależności od zastosowanego sposobu. W największym stopniu miąższość dłuźyc sosnowych zaniżana jest przy zastosowaniu sposobu 1, który wielkością błędów istotnie różni się od pozostałych metod. Nieco mniejszymi błędami charakteryzuje się sposób 2a, dla którego średnie wielkości błędów także różnią się od pozostałych metod. Najmniejsze błędy wykazano dla sposobów 2b i 3, dla których nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic między średnimi wielkościami błędów, wyrażonych zarówno w wielkościach absolutnych, jak i procentowych.

Przy porównaniu średniej wielkości błędów procentowych wtórnych między drzewostanami trzebieżowymi i rębnymi nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic dla sposobów 2a, 2b i 3. Odbiega od tej prawidłowości sposób 1. Istotna statystycznie różnica wskazuje, że wartość potra-

cenia kory zgodnie z tablicami PN-D-95000:2002 jest bardziej dopasowana do jednej z tych grup. Mniejsze błędy obserwuje się w drzewostanach rębnych, co świadczy o tym, że potrącana grubość kory w tych drzewostanach jest bliższa rzeczywistej.

Użycie średnic bez kory uzyskanych sposobem 2a lub 2b prowadzi również do generowania błędów ujemnych. Pozwala to na stwierdzenie, że do zaniżania miąższości dłużyc sosnowych bez kory przyczynia się także stosowany wzór dendrometryczny. Warto zatem rozważyć, czy istnieje możliwość zastąpienia wzoru środkowego przekroju innym wzorem zwykłym, który mógłby znaleźć zastosowanie w praktyce leśnej, lub wprowadzenia współczynnika korygującego wyniki uzyskane za pomocą wzoru środkowego przekroju, niwelującego wpływ tego wzoru na zaniżanie miąższości dłużyc.

Biorąc pod uwagę wyniki otrzymanych badań oraz wyniki badań innych badaczy, należy stwierdzić, że normy stosowane w PGL LP zaniżają miąższość dłużyc sosnowych, co może być przyczyną istotnych strat gospodarczych. Celem dokładniejszego poznania wpływu zastosowania norm na miąższość drewna należałoby przeprowadzić obszerniejsze badania w całym kraju, ponieważ duży wpływ na wyniki badań może mieć wpływ pochodzenia genetycznego, warunków wzrostowych czy siedliska. Sposoby 2b i 3 wykazują błędy na podobnym poziomie, a zatem przy przeprowadzeniu badań na większym materiale można byłoby stwierdzić, który sposób jest bardziej przydatny pod względem pracochłonności, jak również kosztów poniesionych na szersze wykorzystywanie.

Wnioski

- ✦ Badając dokładność zawartych w normie PN-D-95000:2002 sposobów określania miąższości bez kory, wykazano systematyczne zaniżanie miąższości w stosunku do miąższości rzeczywistej: dla sposobu zakładającego potrącenie kory (według tabeli zawartej w tej normie) średnio o 10,6%, dla sposobu zakładającego pomiar kory koromierzem średnio o 6,6%, dla sposobu uwzględniającego korowanie ośnikiem strzeżniackowym o 2,3%, a dla sposobu z redukcją procentowego udziału kory w miąższości dłużycy o 2,8%.
- ✦ W porównaniu do najczęściej stosowanej w praktyce leśnictwa metody określania miąższości dłużyc, zakładającej tabelaryczne potrącenie grubości kory, wybór innej, dopuszczonej normą metody powoduje wzrost ewidencjonowanej miąższości średnio o 4,6% przy sposobie uwzględniającym pomiar kory koromierzem, o 9,6% przy sposobie uwzględniającym korowanie mechaniczne oraz o 8,9% przy sposobie uwzględniającym potrącenie procentowego udziału kory.
- ✦ Ze względu na zbliżone wartości błędów uzyskiwane z dwóch metod warto rozważyć rozwiązanie mniej pracochłonne, jakim jest redukcja procentowego udziału kory w miąższości dłużycy.
- ✦ Porównanie dokładności poszczególnych metod między drzewostanami trzebieżowymi i rębnymi wykazało istotne statystycznie różnice tylko dla sposobu bazującego na potrąceniu grubości kory zgodnie z tabelą zawartą w normie. Mniejsze błędy stwierdzono w drzewostanach rębnych, co świadczy o tym, że potrącana grubość kory jest bliższa rzeczywistej niż w drzewostanach trzebieżowych. Kora w miejscu pomiaru średnicy w drzewostanach trzebieżowych charakteryzuje się niewielką grubością, a tabelaryczne potrącenie grubości kory powoduje zawyżenie wielkości tej cechy.
- ✦ Istnieje pilna potrzeba aktualizacji normy PN-D-95000:2002, gdyż stosowanie wskazanych przez normę metod, zwłaszcza metody związanej z tabelarycznym potrąceniem grubości kory w miejscu pomiaru, prowadzi do zaniżania miąższości rzeczywistej dłużyc sosnowych, a tym samym strat finansowych dla sprzedających drewno.

✚ W celu weryfikacji poprawności informacji niezbędnych do obliczania miąższości zgodnie z normą PN-D-95000:2002 zaleca się przeprowadzenie analogicznych badań dla innych gatunków drzew leśnych.

Podziękowania

Autrzy serdecznie dziękują władzom Nadleśnictwa Płaska za pomoc w realizacji badań.

Literatura

- Antosik P. 2016. Ocena dokładności określania miąższości dłużyc bez kory sposobami zawartymi w normie PN-93/D-9500 na przykładzie sosny zwyczajnej z Nadleśnictwa Barycz. Praca magisterska. SGGW, Warszawa.
- Assmann E. 1968. Nauka o produktywności lasu. PWRiL, Warszawa.
- Bruchwald A. 1969. Badania zależności grubości kory od pierśnicy w drzewostanach sosnowych. Folia Forestalia Polonica A 15: 171-184.
- Bruchwald A. 1999. Dendrometria. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- 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/sylvan.2018052>.
- Grodzki M. 1968. Ocena dokładności wzoru Hubera przy pomiarze dłużyc kopalniakowych. Prace Inst. Bad. Leśn. A 359: 25-43.
- Iwanowicz M. 2014. Wpływ sposobu potrąceń grubości kory na miąższość dłużyc sosnowych i dębowych. Praca magisterska. SGGW, Warszawa.
- Kwiatkowska O. 2014. Wpływ potrącenia kory wg normy PN-93/D-95000 na dokładność określania miąższości drewna wielkowymiarowego sosnowego wyrabianego w dłużycach. Praca magisterska. SGGW, Warszawa.
- van Laar A., Akca A. 2007. Forest mensuration. Springer, Dordercht.
- Leśnictwo. 2017. Główny Urząd Statystyczny. Warszawa.
- Marshall H. D., Murphy G. E., Lachenbruch B. 2006. Effects of bark thickness estimates on optimal log merchandising. Forest Products Journal 56 (11/12).
- PN-D-95000:2002. Surowiec drzewny. Pomiar, obliczenie miąższości i cechowanie. Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości.
- Rosa W. 1961. Badanie dokładności wzoru pięciu równych sekcji. Folia Forestalia Polonica A 7: 175-197.
- Šmelko Š. 2000. Dendrometria. Technicka Univerzita, Zwolen.
- Sulej J., Tomusiak R. 2018. Wpływ sposobu redukcji grubości kory i zaokrąglenia wyników na dokładność określania miąższości dłużyc świerka pospolitego z położeń górskich. Studia i Materiały CEPL 56 (2): 129-138.
- West P. W. 2009. Bark Thickness. W: Tree and Forest Measurement. Springer-Verlag, Berlin.
- Zarządzenie nr 72 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 27.09.2013 roku w sprawie wprowadzenia warunków technicznych na drewno wielkowymiarowe iglaste. 2013. GM-900-5/2013.