

Określanie wartości surowca drzewnego drzewostanów w procesie optymalizacji użytkowania rębego

Determining the value of standing timber for harvest planning optimization

Karol Zaborski^{1*} , Jan Banaś² , Anna Kożuch² 

¹Marcule Forest District; Marcule 1, 27–100 Hża, Poland; ²University of Agriculture in Krakow, Faculty of Forestry, Department of Forest Management, Al. 29 Listopada 46, 31–425 Kraków, Poland

*Tel. +48 695390256, e-mail: karol.zaborski@radom.lasy.gov.pl

Abstract. Forest managers conducting sustainable forest management are guided by the principles of sustainable use of natural resources, which involve the need for long and short-term planning in organizational units of the State Forests. Plans often differ from reality by the time individual treatments and cuts are to be performed. For economic reasons, it is important to optimize harvest planning, not only focusing on the volume of timber to be harvested, but also the price differences of individual tree species and sort types of wood.

The purpose of this study was to present methods evaluating standing timber and to assess their usefulness in optimizing the harvest volume using linear programming.

Stands designated to be cut were evaluated using transaction value methods, i.e. “the stumpage value method” M1, the “consumption value” method M2, as well as the net present value (NPV) method M3. The research material was obtained from the State Forests Information System (SILP) for the Marcule Forest District covering the years 2014–2018. The stand values were determined at the beginning and end of the 10-year planning period.

We observed that the stand value (standing timber) differed significantly between method M2 as compared to method M1. The value of stands determined by method M3, on the other hand, decreased as the discount rate increased.

In the process of optimizing the selection of stands for felling, economic criteria should also be taken into account and this is a direct measure of obtainable standing timber in terms of the cutting possibility in the given planning period. In stands where one species dominates, a simplified method of determining the value (M1) can be used, whereas in stands with significant species diversity, method M2 provides a significantly more accurate value for the cutting timber. However, if harvest volume optimization using linear programming methods is to take longer time periods into account, e.g. 30 years (three 10-year economic planning periods), the most reasonable method for determining the value of stands is the net present value method M3.

Keywords: forest valuation, harvest planning, stumpage value, net present value, consumption value

Słowa kluczowe: wycena lasu, planowanie pozyskania, wartość drzew na pniu, wartość bieżąca netto, wartość konsumpcyjna

1. Wstęp

Las jako złożony ekosystem pełni wiele funkcji, w tym produkcyjną przejawiającą się dostarczaniem surowca drzewnego. Prowadzenie trwałej i zrównoważonej gospodarki leśnej wymaga uwzględnienia wszystkich funkcji lasów, zwracając uwagę na położenie drzewostanów, ich sąsiedztwo, strukturę gatunkowo-wiekową, zdrowotność i inne cechy. System regulacji rozmiaru użytkowania w lasach gospodarczych według obecnie obowiązującej

Instrukcji urządzania lasu (IUL 2012) polega na wyborze etatu optymalnego na podstawie etatów dojrzałości opartych na wieku rębności oraz na wielkości etatu zrównania średniego wieku zakładającego, że średni wiek gospodarstwa po okresie realizacji (wykonania) etatu pozostanie na tym samym poziomie. Wielkość etatu bezpośrednio zależy od udziału oraz relacji pomiędzy liczbą drzewostanów: rębnych, bliskorębnych oraz przedrębnych. Brak powszechnie akceptowanej i uniwersalnej metody ustalania dojrzałości drzewostanów do wycięcia wskazuje, że jest

Wpłynęło: 16.03.2020r., recenzowano: 27.03.2020 r., zaakceptowano: 3.04.2020 r.

to ciągle niedookreślony obszar badań leśnych w zakresie urządzania lasu. Jest to także problem o charakterze praktycznym, bowiem od wielu dziesięcioleci zarządzający lasami, ustalając kolej rębu dla drzewostanów, kierują się bardziej intuicją niż rezultatami badań z wykorzystaniem danych empirycznych (Bednarski et al. 2016). Uwzględniając obecne realia szeroko pojętego otoczenia, należałoby wprowadzić, jako jedno z dodatkowych możliwych do uwzględnienia, kryterium ekonomiczne (Piekutin, Skreta 2012). Wydaje się zasadne, aby w procesie optymalizacji użytkowania rębego drzewostanów brano pod uwagę również wartość surowca drzewnego, jaką można osiągnąć w momencie wycięcia drzewostanu (Płotkowski et al. 2016). Prowadząc gospodarkę leśną w nadleśnictwie z uwzględnieniem wszystkich obowiązujących regulacji prawnych oraz planując realizację zadań gospodarczych w kolejnych latach, istotną kwestią jest utrzymywanie przychodów i kosztów działalności na odpowiednim poziomie i we właściwej korelacji. Charakterystyka warunków ekonomicznych gospodarki leśnej oraz prognoza spodziewanego wyniku ekonomicznego sporządzane przy planie urządzania lasu przewidują zamieszczenie m.in.: orientacyjnej predykcji spodziewanych efektów ekonomicznych (Wysocka-Fijorek 2015). Planowanie roczne należy do jednego z najważniejszych zagadnień gospodarki leśnej. Jest gwarancją prawidłowości wykonania planów rzeczowo-finansowych w nadleśnictwie, przy jednoczesnym dbaniu o stan drzewostanów i rozwój zasobów drzewnych. Należy dążyć do doskonalenia metod i zmniejszenia ich pracochłonności przy jednoczesnym zwiększeniu dokładności w planowaniu rocznym na poziomie nadleśnictwa (Wójcik 2013). Jak wykazują przeprowadzone badania (Borecki et al. 2004, Nowak 2004, Pawlak 2008) precyzyjnie przygotowany plan roczny w wielu przypadkach odbiega od wartości uzyskanych na etapie wykonania poszczególnych zabiegów i cięć. Rozbieżności te dotyczą zarówno pozyskania ogólnego, jak i w większym stopniu miąższości gatunków i poszczególnych sortymentów. Istotne wydaje się nie tylko dążenie do wyrównania w kolejnych latach miąższości pozyskiwanego drewna, ale przede wszystkim przychodu ze sprzedaży pozyskiwanego surowca, z uwzględnieniem zróżnicowania cen poszczególnych gatunków drzew i rodzaju sortymentu. Postrzeganie kryterium ekonomicznego w aspekcie optymalizacji rozmiaru użytkowania rębego pozwoli na elastyczne podejście w przypadku konieczności reagowania na zmieniającą się koniunkturę na rynku drzewnym, ograniczonym zapotrzebowaniem na określoną grupę sortymentów. Ponadto, biorąc pod uwagę dynamicznie zmieniające się na przestrzeni ostatnich kilku lat warunki pogodowe w Polsce (długookresowe susze, brak pokrywy śnieżnej), należy spodziewać się występowania wielu zjawisk kłęskowych, które skutkować będą koniecznością wstrzymania cięć przez gospodarstwa leśne w drzewostanach o niepożądanym w danym momencie strukturze sortymentów.

Celem opracowania jest przedstawienie wybranych metod wyceny surowca drzewnego w drzewostanach oraz ocena ich przydatności w optymalizacji rozmiaru użytkowania rębego z uwzględnieniem metody programowania liniowego.

2. Przegląd wybranych metod określania wartości drzewostanów

Praktyka gospodarcza przynosi codziennie szereg sytuacji, których rozwiązanie wymaga określenia wartości wszystkich równocześnie lub poszczególnych elementów środowiska leśnego, w tym drzewostanów (Zajac, Świętojański 2002; Zydroń et al. 2007; Zajac 2013).

W ujęciu historycznym metody empiryczne szacowania wartości drzewostanów powstały w wyniku krytyki metod statycznych (opartych na rachunku procentowym i rentowym), a za ich głównego twórcę uznaje się Gläsera (Szramka 2018). W zależności od wieku wycenianego drzewostanu przyjmowano metodę wyłożonych kosztów, wartości sprzedażnej lub wartości spodziewanej (Partyka, Trampler 1973; Marszałek, Podgórski 1978; Partyka, Parzuchowska, 1993; Zajac, Świętojański 2001; Klocek, Płotkowski 2009; Zajac 2013; Szramka 2018). Metodę wyłożonych kosztów (kosztów reprodukcji) wykorzystuje się do drzewostanów młodych, które nie mają jeszcze wartości użytkowej. Metodę wartości użytkowej (sprzedażnej) stosuje się do drzewostanów dojrzałych, posiadających wartość użytkową. Polega ona na obliczaniu wartości drzewostanu na podstawie dochodu jaki można osiągnąć przy pozyskaniu i sprzedaży wyrobionych sortymentów. Wartość sprzedażna na pniu jest sumą iloczynów wartości poszczególnych sortymentów (wg cen sprzedaży) i miąższościowego udziału tych sortymentów (Zajac 2013). Metodę wartości spodziewanej wykorzystuje się do szacowania drzewostanów w wieku pośrednim z zastosowaniem współczynników redukcyjnych, uwzględniających np. iloraz kwadratu wieku drzewostanu do kwadratu wieku rębności drzewostanu. Metody te znalazły zastosowanie do opracowania tablic wartości drzewostanów dla poszczególnych rodzajów drzew leśnych, według ich wieku i klasy bonitacji (Partyka, Parzuchowska 1993; Zajac 2013; Zajac et al. 2014). Opracowano kilka wersji tablic wskaźników wartości drzewostanów, które usprawniły i zmniejszyły pracochłonność wyceny drzewostanów, jednak stosując tablice wskaźników wartości drzewostanów uzyskuje się wartość przeciętną w skali całego kraju (Szramka 2016; Zygmunt et al. 2018). Cymerman i Nowak (2017) podkreślają, że wycena drzewostanu leśnego na potrzeby obrotu wolnorynkowego nie jest uregulowana przepisami prawa, a zasady wyceny drzewostanów określa nota interpretacyjna V.6 (PFSRM 2003). Według standardu V.6, określając wartość rynkową drzewostanów w wieku bliskorębnym, rębnym i starszych należy uwzględnić ich miąższość całkowitą oraz udziały sortymentów w miąższości grubizny ustalone na podstawie szacunku brakarskiego. Przy określaniu miąż-

szości grubizny w drzewostanach w wieku bliskorębnym, rębny i starszych należy stosować metodę całkowitego pomiaru pierśnic drzew w tym drzewostanie (PFSRM 2003).

Obecnie znane metody szacowania wartości drzewostanu to: metoda wartości kosztowej (odniesienie do przeszłości), metoda wartości rynkowej (odniesienie do chwili obecnej), metoda wartości dochodowej (inwestycyjnej – odniesienie do przyszłości) (Klocek, Płotkowski 2009). Metody wartości dochodowej można podzielić na metody według wartości rentowej oraz wartości oczekiwanej. Wartość dochodowa w leśnictwie jest synonimem wartości rynkowej, odzwierciedla ona poziom wszystkich dochodów netto z drzewostanu (Zajac 2013). Drzewostan jest majątkiem (nieruchomością) przynoszącym dochód, dlatego obecnie najczęściej stosowaną metodą wyceny nieruchomości leśnych, w sytuacji gdy brak jest danych o ich obrocie na rynku, jest tzw. metoda inwestycyjna. Cechą charakterystyczną metody inwestycyjnej jest dyskontowanie lub prolongowanie przepływów pieniężnych netto (Zajac, Świętojański 2001). „Dyskonto” oznacza pomniejszenie pewnej kwoty nominalnej, a stopa dyskontowa służy do przekształcenia (sprowadzenia) zakładanych przyszłych strumieni pieniężnych na wartość aktualną (Zydroń et al. 2012). „Prolongowanie” oznacza ustalenie przyszłej wartości pieniądza (z wykorzystaniem określonej stopy procentowej). Ustalenie wartości zaktualizowanej, zwanej wartością obecną (bieżącą), polega na dyskontowaniu wartości przyszłych i prolongowaniu wartości przeszłych przepływów pieniężnych do określonego wieku (wieku wycenianego drzewostanu) (Zajac 2013). Według innych autorów metody wyceny drzew stojących w drzewostanach rębnych można podzielić na dwie kategorie (European Communities 2002), tj. metody wartości transakcji, które wykorzystują cenę uzyskaną z zaobserwowanych transakcji w całym okresie do zasobu składnika aktywów oraz metody wartości bieżącej netto, które oparte są na obliczaniu wartości (lub zmiany wartości) składnika aktywów o wartość bieżącą przyszłych zysków netto. W metodzie wartości transakcji cena za jednostkę surowca pochodzi z zaobserwowanych transakcji i jest odniesiona do wartości całego zapasu lub zmiany stanu zapasów. Wykorzystywana w tej metodzie cena drewna za metr sześcienny może być ceną drzew stojących (jeśli taką się dysponuje) lub ceną drewna ściętego, zerwanego i składowanego przy drodze wywozowej. Jeżeli nie dysponuje się danymi dotyczącymi wartości drzewostanów na pniu (drzew stojących), można je określić na podstawie dostępnych cen drewna ściętego i przygotowanego do odbioru, odejmując koszty pozyskania, zrywki oraz ewentualnego dłuższego przechowywania. Dokładne obliczanie kosztów, np. zrywki drewna uwzględniającej m.in.: gatunek drzewa, długość zrywki, nachylenie stoku, rodzaj gruntu, czy zastosowany środek zrywkowy (zrywka pół-podwieszona, zrywka nasiębierna), jest złożone. Dlatego dopuszcza się zastosowanie uogólnień, w których dla określenia wartości

drzewostanów na pniu (drzew stojących) wykorzystuje się dostępną cenę drewna ściętego. W ten sposób obliczona cena drewna na pniu jest wykorzystywana do obliczania wartości całych drzewostanów lub zmiany ich wartości w czasie, np. gdy podlegają one użytkowaniu. W metodzie wartości transakcji stosowanej do wyceny drzewostanów wyróżnić można dwa warianty: metodę „wartości na pniu” i metodę „wartości konsumpcyjnej”.

3. Materiał badawczy i metody

Materiał badawczy stanowią dane pochodzące z Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP) dla Nadleśnictwa Marcule, a w szczególności: (1) opisy taksacyjne wybranych drzewostanów (rębnych) stan na 1 stycznia 2017 r. (tab. 1); (2) raporty wykonania planów cięć rębnych zawierające miąższość pozyskanego drewna według rodzaju i sortymentu według pozycji cięć i grup czynności; (3) summaryczną miąższość i wartość sprzedanego drewna według grup rodzajowo-sortymentowych; (4) koszty pozyskania i zrywki drewna. Dane dotyczące punktów (2–4) były zestawione rocznie i obejmowały lata 2014–2018.

Średnie koszty pozyskania i zrywki drewna w Nadleśnictwie Marcule za lata 2014–2018 przedstawiono w tabeli 2. Koszty pozyskania i zrywki drewna ważone są miąższością odpowiednio pozyskanego i zerwanego drewna ogółem w danym roku w całym nadleśnictwie bez względu na rodzaj zastosowanej technologii pozyskaniowo-zrywkowej oraz innych parametrów.

Do określania wartości surowca drzewnego w drzewostanach rębnych zaproponowano następujące metody:

1) Metoda „wartości na pniu” M1

W tej metodzie wartość surowca drzewnego na pniu obliczana jest jako iloczyn średniej miąższości danego drzewostanu oraz ceny średniej uzyskanej ze sprzedaży 1 m³ drewna w całym nadleśnictwie w latach 2014–2018, pomniejszonej o średnie koszty pozyskania i zrywki drewna w tym okresie. Cena drewna ważona jest miąższością sprzedanego surowca (w okresie 2014–2018) bez względu na rodzaj i sortyment drewna.

Wartość surowca drzewnego określono wg formuły:

$$W_n = V_n (C - K) \quad [\text{PLN/ha}] \quad (1)$$

gdzie:

W_n – wartość surowca drzewnego na 1 ha w drzewostanie n ,

V_n – średnia miąższość drzewostanu n [m³/ha],

C – średnia cena uzyskana ze sprzedaży 1 m³ drewna w nadleśnictwie za okres 5 ostatnich lat,

K – średnie koszty pozyskania i zrywki 1 m³ drewna za okres ostatnich 5 lat.

2) Metoda „wartości konsumpcyjnej” M2

Wartość surowca drzewnego na pniu obliczana za pomocą tej metody jest iloczynem średniej miąższości

Tabela 1. Cechy taksacyjne wybranych drzewostanów o różnych składach gatunkowych w Nadleśnictwie Marcule w 2017 r.
 Table 1. Taxation features of selected stands with different species compositions in the Marcule Forest District in 2017

Poddział Location	Gatunek* Species*	Udział Share [%]	Wiek [lata] Age [years]	Wskaźnik zadrzewienia Tree density index	Zasobność brutto** Gross volume** [m ³ /ha]
22 i	BRZ	9	80	0,7	212
22 i	SO	1	80	0,7	27
28 l	SO	10	116	1,0	368
72 k	BRZ	10	57	0,9	200
122 c	OL	10	68	0,7	167
128 c	DB	8	90	0,8	257
128 c	SO	2	90	0,8	71
128 k	DB	10	80	0,8	362
136 f	BRZ	6	75	0,7	161
136 f	SO	4	75	0,7	120
221 l	DB	6	102	0,9	189
221 l	BRZ	2	82	0,9	57
221 l	SO	2	82	0,9	63

*SO – sosna / pine; BRZ – brzoza / birch; OL – olcha / alder; DB – dąb / oak

**przelicznik z brutto na netto przyjęto na poziomie 0,82 / conversion from gross to net was adopted at the level of 0.82

Tabela 2. Jednostkowe średnie koszty pozyskania i zrywki drewna w [PLN/m³] w Nadleśnictwie Marcule za lata 2014–2018
 Table 2. Unit average costs of cutting and logging in (PLN/m³) in the Marcule Forest District in 2014–2018

Rok Year	Koszt pozyskania Cost of cutting	Koszt zrywki Cost of logging	Razem Sum
2014	23,25	22,53	45,78
2015	22,01	21,53	43,54
2016	24,44	25,47	49,91
2017	26,86	26,61	53,47
2018	29,25	28,43	57,68
Średnio Average	25,16	24,91	50,08

Źródło / Source: opracowanie własne / own elaboration

każdego gatunku drzewa w drzewostanie, średniej ceny uzyskanej ze sprzedaży 1 m³ drewna określonej dla danego sortymentu i gatunku oraz procentowego udziału grupy sortymentu każdego gatunku, pomniejszona o średnie kosz-

ty pozyskania i zrywki drewna. Średnią cenę danego gatunku i sortymentu (grupy sortymentów) obliczono jako średnią ważoną ilością sprzedanego sortymentu. W niniejszej pracy podzielono sortymenty na siedem grup, stosując nomenklaturę przyjętą w praktyce leśnej, tj. drewno wielkowymiarowe klasy jakości A i B jako tzw. drewno „klasowe” bez podziału na klasy grubości; drewno wielkowymiarowe klasy jakości C odpowiednio pierwszej, drugiej i trzeciej klasy grubości; drewno wielkowymiarowe klasy jakości D bez podziału na klasy grubości; drewno średniowymiarowe obejmujące wszystkie sortymenty z wyjątkiem drewna opałowego oraz drewno klasy jakości S4, którego cena jest wyraźnie niższa.

Wartość surowca drzewnego określono wg formuły:

$$W_n = \sum_{i=1}^l \sum_{s=1}^m V_{ni} \cdot 0,01 U_{si} C_{si} - V_n K \quad [\text{PLN/ha}] \quad (2)$$

gdzie:

V_{ni} – miąższość gatunku i w drzewostanie n ,

U_{si} – udział [%] grupy sortymentu s w łącznej miąższości gatunku i (tab. 3),

C_{si} – cena uzyskana ze sprzedaży 1 m³ drewna sortymentu s dla rodzaju (gatunku) i (tab. 4),

l – liczba gatunków w drzewostanie n ,

m – liczba grup sortymentów (w niniejszej pracy 7 grup).

Pozostałe oznaczenia symboli jak w formule (1).

3) Metoda wartości bieżącej netto (NPV) M3

Metoda wartości bieżącej netto oblicza wartość aktywów leśnych według wartości bieżącej przyszłych korzyści ekonomicznych netto. Zasadniczo do określenia wartości potrzebne są: model przyszłych wpływów i kosztów oraz stopa dyskontowa (Bettinger et al. 2017). W zależności od złożoności przyjętego modelu i sposobu ustalania stopy dyskontowej istnieje kilka wariantów określania wartości bieżącej. W najprostszym z nich stopa dyskontowa jest ustalana zewnętrznie, np. w wyniku konsultacji z ekspertami z dziedziny leśnictwa, przyjmuje się, że dopuszczalny poziom stopy dyskontowej dla aktywów leśnych w Europie wynosi od 1 do 2,5% (European Communities 2002). W przypadku kapitału o długim okresie użytkowania, np. drzewostanu, przyjmowana jest najczęściej stopa dyskontowa w wysokości 1–3% (Podgórski, Zydróń 2001; Zydróń et al. 2012). Według innych autorów stopa dyskontowa powinna być na poziomie od 2 do 3% (Adamowicz 2018) i nie przekraczać 7% w odniesieniu do drzewostanów (Grege-Staltmane et al. 2010). Z kolei Bullard i Straka (2011) wskazują, że poziom stopy dyskontowej w odniesieniu do zasobów (produktów) drzewnych powinien być niższy od tego, który stosuje się w firmach przy kalkulacji określonej inwestycji. Inwestycje leśne cechuje długookresowość, wymagają uwzględnienia określonego ryzyka i niepewności z tym związanych (Samuelson 1995; Holopainen et al. 2010).

W tej metodzie wartość surowca drzewnego na pniu obliczana jest jako wartość określona według metody M2, która podlega następnie dyskontowaniu dla przyjętej stopy, tj. 1%, 2,5% oraz 5%.

Wartość surowca drzewnego określono formułą:

$$W_{NPV} = (\sum_{t=1}^l \sum_{s=1}^m V_{ni} 0,01 U_{st} C_{si} - V_n K) / (1 + 0,01r)^t \quad [\text{PLN/ha}] \quad (3)$$

gdzie:

r – stopa dyskontowa (odpowiednio 1%, 2,5%, 5%),

t – okres czasu.

Pozostałe oznaczenia symboli jak w formułach (1) i (2).

Wartość drzewostanów określono na początku i na końcu 10-letniego okresu gospodarczego. W obliczeniach wykonanych według formuły (3) przyjęto, że ceny średnie są stałe na początku i na końcu okresu planistycznego i nie ulegają zmianie. Miąższość drzewostanów na końcu 10-letniego okresu określono przez dodanie do miąższości na początku okresu bieżącego okresowego przyrostu miąższości danego drzewostanu.

4. Wyniki

Dominującym rodzajem drewna w Nadleśnictwie Marcule jest drewno sosnowe, które w latach 2014–2018 stanowiło 89,0% ogółem pozyskanego drewna w cięciach rębnych.

Tabela 3. Udział grup sortymentów według rodzaju (gatunku) drewna w latach 2014–2018

Table 3. The share of assortment groups by type (species) of wood in 2014–2018

Rodzaj drewna Type of wood	Udział sortymentów [%] Assortment share [%]							Razem Sum [100%]
	S	S4	WAB0	WC01	WC02	WC03	WD	
BRZ	9,9	51,0	-	2,9	10,0	2,4	23,8	100
DB	32,5	41,7	0,5	0,2	2,2	5,3	17,6	100
GB	24,8	75,2	-	-	-	-	-	100
JD	22,0	11,9	0,6	4,0	19,4	38,9	3,2	100
OL	9,8	51,9	0,4	3,3	6,8	2,6	25,2	100
SO	7,1	5,1	6,4	9,9	50,2	15,3	6,0	100
Średnia Average	9,3	10,0	5,8	9,0	45,1	14,4	6,4	100

*WAB0 – drewno wielkowymiarowe klasy jakości A i B; WC01 – drewno wielkowymiarowe klasy jakości C w pierwszej klasie grubości; WC02 – drewno wielkowymiarowe klasy jakości C w drugiej klasie grubości; WC03 – drewno wielkowymiarowe klasy jakości C w trzeciej klasie grubości; WD – drewno wielkowymiarowe klasy jakości D wszystkich klas grubości; S – obejmuje wszystkie sortymenty drewna średniowymiarowego za wyjątkiem S4; S4 – drewno opalowe; JD – jodla; GB – grab

*WAB0 – large-size wood of quality classes A and B; WC01 – large-scale quality wood class C in the first thickness class; WC02 – large-scale quality wood class C in the second thickness class; WC03 – large-size wood of the quality class C in the third thickness class; WD – large-size wood of quality class D of all thickness classes; S – includes all sizes of medium-sized wood, except for S4; S4 – firewood; JD – fir; GB – hornbeam

Źródło / Source: opracowanie własne / own elaboration

Tabela 4. Średnie ceny drewna [PLN/m³] wg rodzaju gatunku i grup sortymentów w latach 2014–2018
 Table 4. Average wood prices [PLN/m³] by species type and assortment groups in 2014–2018

Rodzaj drewna Type of wood	Grupa sortymentów* Group of assortments*							Średnio Average
	S	S4	WAB0	WC01	WC02	WC03	WD	
BRZ	140	136	270	202	222	244	178	153
DB	194	133	1772	366	509	691	374	229
GB	157	148	—	—	—	—	—	150
JD	141	101	361	243	279	306	200	231
OL	128	98	293	180	259	332	202	129
SO	151	107	308	232	263	292	193	224
Średnio Average	152	119	314	232	263	301	212	219

*Objaśnienia symboli jak w tabelach nr 1 i 3 / Explanations of symbols as in tables 1 and 3

Źródło / Source: opracowanie własne / own elaboration

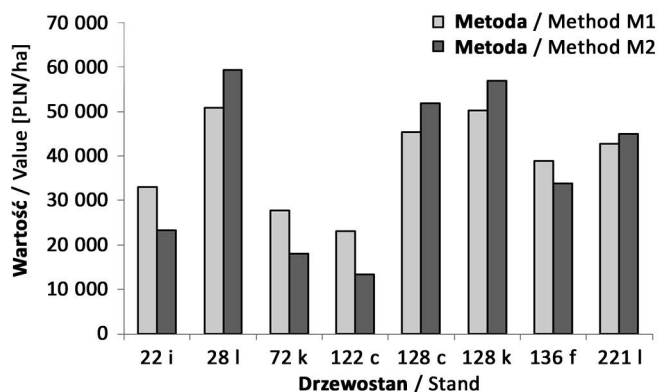
Drewno dębowe stanowiło 5,3%, grabowe – 1,3%, brzożowe – 1,0%, natomiast udział pozostałych rodzajów nie przekraczał 1%. W strukturze sortymentowej dominowało drewno tartaczne WC0, którego udział zależał od rodzaju i wynosił (łącznie WC01, WC02, WC03) od 75,4% w przypadku sosny do 7,7% dla dębu (tab. 3). Drewno grabowe wyrabiane było tylko w sortymentach stosowych, w których dominował udział drewna opałowego (75,2%).

Cena drewna ważona miąższością sprzedanego surowca (w okresie 2014–2018) wynosiła średnio 219 PLN/m³ bez względu na rodzaj i sortyment drewna (tab. 4). W zależności od rodzaju cena wynosiła od 129 PLN/m³ w przypadku olszy do 231 PLN w przypadku jodły. W zależności od sortymentu cena kształtowała się na poziomie od 119 PLN dla drewna opałowego do 301 PLN/m³ dla drewna tartaczno-trzeciej klasy grubości (WC03) oraz 314 PLN dla drewna cennego (WA0 i WB0 razem).

Wartość surowca drzewnego określona uproszczoną metodą M1 według formuły (1) zależy bezpośrednio od zasobności drzewostanu oraz przyjętej średniej ceny drewna. Dla przykładowo wybranych drzewostanów wartość ta kształtuje się od 21 783,24 PLN/ha w drzewostanie olchowym 122c o zasobności netto 137 m³/ha do 47 859,32 PLN/ha w drzewostanie sosnowym 28l o zasobności netto 302 m³/ha (ryc.1).

Metoda M2 pozwala na określenie miąższości surowca drzewnego według struktury rodzajowo-sortymentowej. W przykładowo wybranych drzewostanach najwięcej drewna tartaczno (227,2 m³/ha, razem WC01, WC02, WC03) występuje w drzewostanie sosnowym 28l, natomiast drewna stosowego poza S4 (96,5 m³/ha) w drzewostanie dębowym 128k (tab. 5).

Wartość drzewostanów (surowca drzewnego) określona metodą M2 według formuły (2) zależy od składu gatunkowego drzewostanu oraz struktury sortymentowej i różni się od wartości surowca określonego metodą M1 (ryc. 1). W drzewostanach ze znacznym udziałem brzozy (22i, 72k, 136f) czy olszy (122c) wartość surowca określona metodą M2 jest znacznie niższa w porównaniu z wartością tych drzewostanów określonych metodą M1. Przy dominacji w składzie gatunkowym sosny (28l), czy dębu (128c, 128k) metoda M2 wskazuje na wyższe wartości drzewostanu w porównaniu z metodą M1.



Rycina 1. Wartość surowca drzewnego określona według metody M1 oraz metody M2 w wybranych drzewostanach Nadleśnictwa Marcule w 2017 r.

Figure 1. Value of wood raw material determined according to the M1 method and the M2 method in selected stands of the Marcule Forest District in 2017.

Źródło / Source: opracowanie własne / own elaboration

Tabela 5. Miąższość sortymentów w wybranych drzewostanach w Nadleśnictwie Marcule w 2017 r.
 Table 5. Timber volume of assortments in selected stands in the Marcule Forest District in 2017.

Drzewostan Stand	Gatunek Species	Sortymenty [m ³] Assortments [m ³]							Razem Total
		S	S4	WAB	WC1	WC2	WC3	WD	
22 i	BRZ	17,2	88,7	0,0	5,0	17,4	4,2	41,4	173,8
	SO	1,6	1,1	1,4	2,2	11,1	3,4	1,3	22,1
28 l	SO	21,4	15,4	19,3	29,8	151,3	46,1	18,1	301,4
72 k	BRZ	16,2	83,6	0,0	4,8	16,4	3,9	39,0	164,0
122 c	OL	13,4	71,1	0,5	4,5	9,3	3,6	34,5	136,9
128 c	DB	68,5	87,9	1,1	0,4	4,6	11,2	37,1	210,7
	SO	4,1	3,0	3,7	5,8	29,2	8,9	3,5	58,2
128 k	DB	96,5	123,8	1,5	0,6	6,5	15,7	52,2	296,8
136 f	BRZ	13,1	67,3	0,0	3,8	13,2	3,2	31,4	132,0
	SO	7,0	5,0	6,3	9,7	49,4	15,1	5,9	98,4
221 l	DB	50,4	64,6	0,8	0,3	3,4	8,2	27,3	155,0
	BRZ	4,6	23,8	0,0	1,4	4,7	1,1	11,1	46,7
Razem Sum	SO	3,7	2,6	3,3	5,1	25,9	7,9	3,1	51,7
	BRZ	51,1	263,5	0,0	15,0	51,7	12,4	123,0	516,6
Razem Sum	DB	215,3	276,3	3,3	1,3	14,6	35,1	116,6	662,6
	OL	13,4	71,1	0,5	4,5	9,3	3,6	34,5	136,9
Ogółem Total	SO	37,8	27,1	34,0	52,6	267,0	81,4	31,9	531,8
	m ³	317,7	637,9	37,9	73,5	342,5	132,4	306,0	1847,9
	%	17,2	34,5	2,1	4,0	18,5	7,2	16,6	100,0

Objaśnienia symboli jak w tabelach nr 1 i 3 / Explanations of symbols as in tables 1 and 3

Źródło / Source: opracowanie własne / own elaboraton

Wartości drzewostanów określone metodą M3 dyskontowania przyszłych dochodów na moment bieżący (NPV) zgodnie z formułą (3) przedstawia tabela 6. Wartości drzewostanów na początku okresu (kolumna 2) i końcu okresu przy zerowej stopie dyskontowej (kolumna 3) są równe wartościom tych drzewostanów określonym według metody M2. W kolejnych kolumnach (4–6) przedstawiono wartości bieżące netto surowca drzewnego na koniec dziesięcioletniego okresu przy różnych stopach dyskontowych (od 1% do 5%).

Wraz ze wzrostem stopy dyskontowej maleje wartość bieżąca surowca, który byłby pozyskany na końcu okresu. Różnica pomiędzy wartością drzewostanu na początku okresu a wartością bieżącą jaką osiągnie drzewostan na koniec okresu ma istotne znaczenie przy podejmowaniu decyzji

o wyznaczeniu drzewostanu do wycięcia w danym okresie lub pozostawieniu go na kolejny okres gospodarczy. Jeżeli przyrost wartości [%] jest większy od odsetek, jakie uzyskano by po wycięciu danego drzewostanu i zdeponowaniu w banku uzyskanych ze sprzedaży drewna pieniędzy, to drzewostan powinno się pozostawić do dalszej hodowli na następny okres. Jeżeli przyrost wartości byłby mniejszy od możliwych do uzyskania odsetek, to z ekonomicznego punktu widzenia drzewostan powinno się wyznaczyć do wycięcia w bieżącym okresie.

W analizowanym zbiorze przy stopie dyskontowej 1% jedynie drzewostan 72k wykazuje dodatni i większy od przyjętej stopy (4%) przyrost wartości bieżącej w ciągu pierwszego dziesięcioletniego okresu. Jest to drzewostan brzozy w wieku 57 lat, o stosunkowo dynamicznym

Tabela 6. Wartość surowca drzewnego określona według (NPV) w wybranych drzewostanach Nadleśnictwa Marcule w latach 2017 oraz 2027 (na początku i końcu okresu planowania przy różnych stopach dyskontowych)

Table 6. The value of wood raw material determined according to (NPV) in selected stands of the Marcule Forest District in 2017 and 2027 (at the beginning and end of the planning period at various discount rates)

Drzewostan Stand	Wartość surowca drzewnego [PLN/ha] Value of wood raw material [PLN/ha]				
	rok / year 2017	rok / year 2027 stopa dyskontowa / discount rate [%]			
		0	1	2,5	5
22 i	23 389,73	24 988,49	22 621,75	19 520,97	15 340,77
28 l	59 339,14	63 084,80	57 109,85	49 281,74	38 728,59
72 k	17 957,67	20 585,62	18 635,90	16 081,46	12 637,79
122 c	13 380,24	14 552,23	13 173,95	11 368,18	8 933,81
128 c	51 892,95	56 138,36	50 821,33	43 855,20	34 464,09
128 k	56 949,16	62 126,35	56 242,18	48 533,01	38 140,19
136 f	33 773,46	36 423,70	32 973,90	28 454,14	22 360,99
221 l	45 118,63	48 235,41	43 666,89	37 681,43	29 612,36

Źródło / Source: opracowanie własne / own elaboration

przyroście bieżącym. Pozostałe drzewostany wykazują spadek wartości bieżącej netto na koniec okresu gospodarczego – tym większy, im wyższą przyjęto stopę dyskontową. Ujemny przyrost wartości NPV jest charakterystyczny dla drzewostanów starszych cechujących się niższą dynamiką przyrostu. Z uwagi na pełnienie przez drzewostany również funkcji pozaprodukcyjnych, ujemny przyrost wartości bieżącej (NPV) nie oznacza automatycznie kwalifikowania drzewostanu do wycięcia. Może natomiast stanowić pomocne narzędzie przy decydowaniu o kolejności wyznaczania drzewostanów do wycięcia, aż do poziomu określonego etatu uwzględniającego inne czynniki, w tym wielofunkcyjność lasu.

5. Podsumowanie i wnioski

Przedstawione w niniejszej pracy metody określania wartości surowca drzewnego w drzewostanach mogą być wykorzystywane w procesach optymalizacji naboru drzewostanów do użytkowania rębego. Dobór metody zależy od gospodarstw będących przedmiotem regulacji, zwłaszcza od struktury wiekowo-gatunkowej drzewostanów. Metoda M1 może znaleźć zastosowanie w odniesieniu do drzewostanów o prostej budowie pionowej, jednowiekowych i jednogatunkowych, w gospodarstwach zrębowych. Wadą tej metody jest to, że nie uwzględnia ona ani gatunków drzew, ani cen poszczególnych grup sortymentowych, które mają istotny wpływ na ostateczną wartość surowca drzewnego na pniu. Z kolei metody M2 i M3 biorą pod uwagę zróżnicowanie sortymentowe dla poszczególnych gatunków

w drzewostanie oraz udział procentowy gatunku w miąższości ogółem drzewostanu. Prezentują one jednak pewne uogólnienia wynikające ze struktury już wykonanych cięć rębnych i istniejącego układu sortymentowo-gatunkowego, który może być przecież różny w odniesieniu do drzewostanów dopiero planowanych do wycięcia w przyszłości (European Communities 2002). Metoda M3, uwzględniająca dodatkowo dyskontowanie, powinna znaleźć zastosowanie w modelach optymalizacyjnych wykorzystujących również kryterium ekonomiczne, ponieważ uwzględnia ona zmianę wartości przyszłych dochodów z lasu. Z reguły obejmują one bowiem kilka kolejno następujących po sobie planistycznych okresów gospodarczych, w przypadku metod opartych na programowaniu liniowym trzech, czterech, czy pięciu np. 10-letnich okresów (Maruśák, Kašpar 2015).

Na podstawie przeprowadzonych badań można sformułować następujące wnioski:

1. Na poziomie określania rozmiaru użytkowania rębego należy uwzględniać zarówno kryteria przyrodnicze, jak i ekonomiczne, których bezpośrednim miernikiem jest wartość surowca drzewnego możliwego do pozyskania w drzewostanie analizowanym pod kątem możliwości użytkowania rębego w danym okresie planistycznym.

2. W nadleśnictwach, w których dominuje jeden gatunek i występuje małe zróżnicowanie siedliskowych typów lasu, do określenia wartości drzewostanów rębnych może znaleźć zastosowanie uproszczona metoda M1. Zarówno struktura rodzajowo-sortymentowa, jak i cena drewna będą zbliżone w poszczególnych drzewostanach.

3. W nadleśnictwach o znacznym zróżnicowaniu gatunkowym drzewostanów do określenia wartości drzewostanów rębnych lepiej nadaje się metoda M2 uwzględniająca strukturę rodzajowo-sortymentową poszczególnych drzewostanów.

4. Metoda M2 umożliwia określenie miąższości surowca drzewnego w indywidualnych drzewostanach, co ma istotne znaczenie i pozwala na uwzględnienie koniunktury (dekonunktury) na określone sortymenty na etapie wyznaczania drzewostanów do wycięcia w planowaniu rocznym.

5. Metoda M3 może znaleźć zastosowanie przy wyznaczaniu drzewostanów do wycięcia, szczególnie w lasach o dominacji funkcji produkcyjnej.

6. W optymalizacji naboru drzewostanów do wycięcia metodą programowania liniowego, która często uwzględnia dłuższy horyzont czasowy np. 30 lat (trzy 10-letnie okresy planowania gospodarczego), najbardziej zasadną metodą określania wartości drzewostanów wydaje się być metoda M3 wartości bieżącej netto (NPV).

Konflikt interesów

Autorzy deklarują brak potencjalnych konfliktów.

Źródła finansowania badań

Badania sfinansowano ze środków własnych autorów.

Literatura

- Adamowicz K. 2018. A review of selected methods to determine the economic value of forest: Polish research, w: New perspectives in forest science. *IntechOpen*, 72–85. DOI 10.5772/intechopen.72907.
- Adamowicz K. 2018. The unresolved problem of determining the forest interest rate. *Folia Forestalia Polonica, Series A-Forestry* 60(2): 122–130. DOI 10.2478/ffp-2018-0012.
- Bednarski K., Miścicki S. 2016. Kolej rębny drzewostanów sosnowych według kryteriów ekonomicznych. *Sylvan* 160(3): 197–206. DOI 10.26202/sylvan.2015095.
- Bettinger P., Boston K., Siry J.P., Grebner D.L. 2017. *Forest Management and Planning*. Academic Press. ISBN 9780128094761.
- Borecki T., Wójcik R., Standio R., Jaszczuk J., Krzyżanowski J., Lecko R., Stępień E., Nowakowska J., Orzechowski M., Kweczlich I., Podgórski K., Siembida A., Sierdziński Z., Czarnecka R., Nowak M. 2004. Nowa koncepcja określania wielkości użytkowania rębny i przedrębny w planowaniu rocznym. Maszynopis dokumentacji sprawozdania końcowego dla DGLP.
- Bullard S.H., Straka T.J. 2011. *Basic concepts in forest valuation and investment analysis*. (Edition 3.0.). Proceda Education and Training, Auburn, AL, USA. ISBN 0-9641291-2-4.
- Chapman H. 1914. *Forest Valuation*. Stanbope press. Boston, 21–34.
- Cymerman R., Nowak A. 2017. Wycena lasów do różnych celów w świetle obowiązującego prawa. *Acta Scientiarum Polonorum Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria* 16(2): 95–106.
- Duerr W.A. 1960. *Fundamentals of Forestry Economics*. McGraw-Hill Book Company. New York. USA, 579 s.
- European Communities. 2002. EU official publications. IEEAF – The European Framework for integrated environmental and economic accounting for forests. Annex 3 – valuation methods, 101–104.
- Grege-Staltmane E., Tuherm H. 2010. Importance of discount rate in Latvian Forest Valuation. *Baltic Forestry* 16(2): 303–311.
- Holopainen M., Mäkinen A., Rasinmäki J., Hyytiäinen K., Bayazidi S., Vastaranta M., Pietilä I. 2010. Uncertainty in forest net present value estimations. *Forests*. 1: 177–193. DOI 10.3390/f1030177.
- IUL 2012. Instrukcja zarządzania lasu. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa, 652 s. ISBN 978-83-61633-66-2
- Klocek A., Plotkowski L. 2009. Wartość lasu w rachunkach narodowych, rachunku wyników i bilansie gospodarstwa leśnego. Maszynopis. Warszawa, 1–43.
- Marszałek T., Podgórski M. 1978. *Zarys ekonomiki leśnictwa*. PWRiL, Warszawa, 351 s.
- Marušák R., Kašpar J. 2015. Spatially-constrained harvest scheduling with respect to environmental requirements and silvicultural system. *Forestry Journal* 61: 71–77. DOI 10.1515/forj-2015-0015.
- Nota interpretacyjna standardu V.6. Wycena nieruchomości leśnych i zadrzewionych. 2003. Warszawa, Polska Federacja Stowarzyszeń Rzeczoznawców Majątkowych (PFSRM).
- Nowak J. 2004. Analiza struktury sortymentowej w planowaniu rocznym w Nadleśnictwie Lubliniec. Maszynopis pracy inżynierskiej. Katedra Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa, SGGW.
- Partyka T., Trampler T. 1973. Opracowanie tablic wartości drzewostanów. Dokumentacja Instytutu Badawczego Leśnictwa, Warszawa: 1-13.
- Partyka T., Parzuchowska J. 1993. Metodyka wartościowania lasu oraz poszczególnych jego składników. *Sylvan* 8: 29–40.
- Pawlak A. 2008. Analiza rozmiaru Użytkowania na potrzeby wykorzystania informacji do planowania rocznego w Nadleśnictwie Mirosławiec. Maszynopis pracy inżynierskiej. Katedra Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa, SGGW.
- Piekutin J., Skreta M. 2012. Ekonomiczny wiek rębności drzewostanów sosnowych. *Sylvan* 156(10): 741–749. DOI 10.26202/sylvan.2011109.
- Plotkowski L., Zając S., Wysocka-Fijorek E., Gruchała A., Piekutin J., Parzych S. 2016. Economic optimization of the rotation age of stands. *Folia Forestalia Polonica, A-Forestry* 58(4): 188–197. DOI 10.1515/ffp-2016-0022.
- Podgórski M., Zydrón A. 2001. Możliwości wykorzystania zmodyfikowanego rachunku leśnej stopy procentowej do wartościowania lasu i jego składników. *Prace Komisji Nauk Rolniczych i Nauk Leśnych. Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk*: 83–89.
- Samuelson P.A. 1995. Economic of forestry in an evolving society. *Journal of Forest Economics* 1(1): 115–146.
- Szramka H. 2016. Przegląd metod szacowania wartości lasu. Referat wygłoszony na VI Konferencji ekonomiczno-leśnej „Wycena nieruchomości leśnych i ich funkcjonalnych części” 18-21 października 2016, Kołobrzeg.
- Szramka H. 2018. Przegląd metod szacowania wartości lasu. *Nauka Przyroda Technologie* 12(4): 325–339.
- Ustawa o lasach. 1991. Ustawa z dnia 28 września 1991 r. o lasach. Dz.U. 1991 nr 101 poz. 444.
- Wójcik R. 2013. Obrębowa metoda szacowania użytków trzebieżowych w planowaniu rocznym. Rozprawy naukowe i monografie. Wydawnictwo SGGW. Warszawa, 7–8.

- Wysocka-Fijorek E. 2015. Zagadnienia ekonomiczne w planowaniu urzędzeniowym. *Sylwan* 159(10): 872–879. DOI 10.26202/sylwan.2015066.
- Zajac S. 2013. Wartościowanie lasu w teorii i praktyce. Konferencja „Lasy jako czynnik rozwoju cywilizacji: współczesna i przyszła wartość lasów”, Sękocin Stary, 1–22.
- Zajac S., Klocek A., Sikora A., Fronczak E., Gniady R. 2013. Nowelizacja tablic wskaźników wartości drzewostanów, stanowiących załącznik do rozporządzenia ministra środowiska z dnia 20 czerwca 2002 r. w sprawie jednorazowego odszkodowania za przedwczesny wyrąb drzewostanów. Dokumentacja końcowa tematu badawczego BLP-378. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary, 1-57.
- Zajac S., Świętojański A. 2002. Podstawy metodyczne wyceny lasu. *Sylwan* 146(3): 5–20.
- Zydroń A., Szafranski Cz., Korytowski M. 2012. Koncepcje określania wysokości leśnej stopy procentowej. *Sylwan* 156(5): 333–342. DOI 10.26202/sylwan.2011131.
- Zygmunt R., Banaś J., Bujoczek L., Zięba S. 2018. Wartość zasobów drzewnych wybranych drzewostanów bukowych i jodłowych w Beskidach. *Sylwan* 162(9): 718–726. DOI 10.26202/sylwan.2018012.

Wkład autorów

K.Z. – koncepcja, zebranie materiału badawczego, przegląd literatury, metodyka, obliczenia, redakcja tekstu; J.B. – koncepcja, metodyka, redakcja tekstu; A.K. – przegląd literatury, redakcja tekstu.