

KRZYSZTOF BEDNARSKI, STANISŁAW MIŚCICKI

## Kolej rębny drzewostanów sosnowych według kryteriów ekonomicznych\*

Rotation age of pine stands on the basis of economic criteria

### ABSTRACT

Bednarski K., Miścicki S. 2016. Kolej rębny drzewostanów sosnowych według kryteriów ekonomicznych. Sylwan 160 (3): 197-206.

There is a lack of an acceptable and practical method for calculating the optimal moment at which a forest stand is considered ready for felling. The aim of the research was to: (1) develop a concept for the calculation of the rotation age for forest stands based on economic criteria and (2) develop a methodology for obtaining and processing empirical data necessary for such calculation. It is assumed that stands are felled at the age affecting the age structure (area of age classes) of a forest in such a way that the difference between revenues from the sale of timber harvested in intermediate cuts and final cuts and the costs of timber harvest, silvicultural management, forest protection and administration is the largest. The developed method of calculating the rotation age was tested on the example of three Scots pine forests under the clear-cutting system representing typical forest habitats. The collected empirical material consisted of (1) own measurement data used to determine the value of the growing stock, and (2) data from the State Forests Information System used to determine the management costs, timber prices and the volume of timber harvested from intermediate cuts. These data helped to calculate the relationship between the income from a forest (including: revenues from the final and intermediate cuts, costs of forest management as well as timber harvesting and extraction) and the rotation age. The highest net income was when the rotation age was 108-125 years. The more fertile habitat, the shorter was the rotation age. The proposed methodology can be treated as a useful tool for the calculation of rotation age related to forest management in Poland. The dependence of income from a forest on the rotation age can be used to calculate losses that may arise when other than an optimal rotation age is applied.

### KEY WORDS

final cut, forest habitat type, income, maturity, value

### ADDRESSES

Krzysztof Bednarski <sup>(1)</sup> – e-mail: krzbednarski@op.pl

Stanisław Miścicki <sup>(2)</sup> – e-mail: stanislaw\_miscicki@sggw.pl

<sup>(1)</sup> Nadleśnictwo Pomorze; Pomorze 8, 16-506 Giby

<sup>(2)</sup> Katedra Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa, SGGW w Warszawie; 02-776 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159

---

\*Praca wykonana w ramach tematu badawczego nr 16/12 „Analiza i opracowanie wytycznych w zakresie modyfikacji elementów ładu czasowego i przestrzennego w planowaniu urządzeniowym dla nadleśnictw o znaczącym udziale drzewostanów rębnych” finansowanego przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych.

## Wstęp

Dyskusja na temat określania wieku rębności drzewostanów jest jedną z najstarszych w naukach leśnych [Faustmann 1849, za Hyytiäinen, Tahvonon 2003]. Za najważniejsze kryteria uważa się dojrzałość techniczną oraz ekonomiczną (według renty leśnej i renty gruntowej), choć zarówno Dreszer i Zabielski [1962], Zabielski [1976], jak i Szymkiewicz i in. [1979] dokonali wyodrębnienia jeszcze innych grup metod, dziś mających głównie znaczenie historyczne. Przy urządzeniu lasów w Polsce podstawą określania dojrzałości rębnej była dojrzałość techniczna. Wiek wyznaczający tę dojrzałość był podstawą regulacji ładu czasowego i służył do określenia wielkości etatu. Definicję dojrzałości technicznej przedstawili Enders [1911], Speidel [1972, za Siekierskim 1995], Zabielski [1976] oraz Klocek i Rutkowski [1986]. Wyniki badań Trampler'a i Suwary [1965], Pietkiewicza [1972], Stępnia [1974], Zabielskiego [1976], Tjurina [1991] i Siekierskiego [1995] wskazały, że w zależności od przyjętego celu produkcji wiek dojrzałości technicznej drzewostanów sosnowych może być zróżnicowany (w zakresie 80-135 lat). Gierliński [1979] stwierdził, że może się wahać od 70 do 165 lat.

Porównanie sposobów określania optymalnego wieku rębności przeprowadzili Geffney [1957, za Hyytiäinen, Tahvonon 2003] i Samuelson [1976, za Hyytiäinen, Tahvonon 2003]. Według tych autorów uzasadnione było pod względem ekonomicznym stosowanie reguły Faustmanna – związanej z rentą gruntową. Jednak już w XIX wieku było to krytykowane [Möhrling 2001]. Stwierdzono, że w leśnictwie stosuje się modele ekologiczne, które mają zapewnić trwałość lasu, zamiast efektywności ekonomicznej, ustalonej na podstawie renty gruntowej [Möhrling 2001]. W tym kontekście lepsza okazała się renta leśna. Jej stosowanie powodowało, że wiek rębności był wyższy, co pozwalało na lepsze wykorzystanie zasobów w celu zachowania zrównoważonego, wielofunkcyjnego leśnictwa [Möhrling 2001]. Dyskusja o wyższości jednej teorii nad drugą trwała wiele lat [Kornelis 2008]. Ponieważ ani teoria renty gruntowej, ani teoria renty leśnej nie mogły zapewnić dopasowania metod regulacji użytkowania drzewostanów do realiów lasu gospodarczego i rozwiązywania problemów decyzyjnych, zaczęły tracić na znaczeniu dla praktycznego leśnictwa. Ten brak akceptacji stosowania ekonomicznych metod sprawił, że z pomocą technik komputerowych zaczęto dokonywać symulacji wzrostu drzewostanów oraz prognozy rozwoju ich zasobności. W ten sposób uzyskano narzędzia do tworzenia nowych modeli ekonomicznych. Wykorzystano je jako pomoc w podejmowaniu decyzji o kierunku gospodarowania zasobami leśnymi, w tym również w badaniach nad regulacją użytkowania drzewostanów [Siekierski 1995; Wippermann 2005].

Brak powszechnie akceptowanej jednej metody ustalania kolei rębności drzewostanów wskazuje, że jest to ciągle niezamknięty obszar badań leśnych. W Polsce oznacza to także problem o charakterze praktycznym, bowiem od wielu dziesięcioleci, ustalając kolej rębności dla drzewostanów, władze leśne kierują się bardziej intuicją niż rezultatami badań z wykorzystaniem danych empirycznych.

Celem pracy było opracowanie koncepcji obliczania kolei rębności drzewostanów, zaprojektowanie metodyki uzyskania i przetworzenia danych empirycznych służących temu obliczeniu oraz przeprowadzenie na tej podstawie obliczenia kolei rębności dla drzewostanów sosnowych w gospodarstwie zrębowym w wybranym regionie Polski. Kolej rębności należy w tym wypadku traktować jako przeciętny wiek rębności drzewostanów w gospodarstwie. Jako tak zwane kryterium zewnętrzne [Rutkowski 1989], niezbędne do opracowania koncepcji obliczania kolei rębności drzewostanów, przyjęto kryterium ekonomiczne. Założono, że kolej rębności przypada na wiek drzewostanów, który prowadzi do istnienia takiej struktury wiekowej gospodarstwa (powierzchni klas wieku), że różnica między przychodami ze sprzedaży drewna, pozyskanego w użytkowaniu

przedrębnym (w drzewostanach różnych klas wieku) i rębny a kosztami pozyskiwania drewna, hodowli drzewostanów, ochrony lasu i administracji, przeliczona na jednostkę powierzchni gospodarstwa leśnego i jednostkę czasu, jest największa.

## Materiał i metody

Obiektem badań były drzewostany sosnowe Puszczy Augustowskiej wzrastające na trzech najpowszechniejszych typach siedliskowych lasu: boru świeżego (Bśw), boru mieszanego świeżego (BMśw) oraz lasu mieszanego świeżego (LMśw).

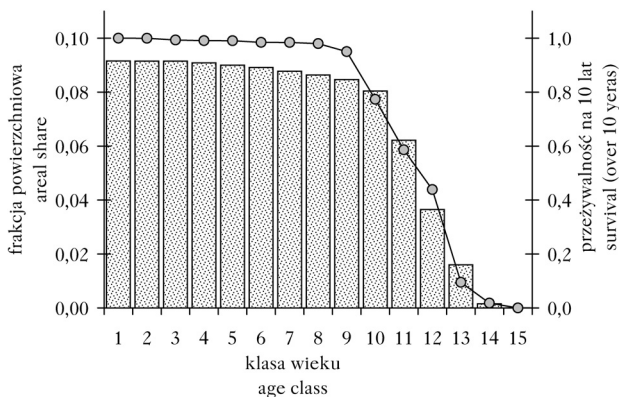
Dochód z drzewostanów wchodzących w skład gospodarstwa, dla kolejnych kolei rębny (z odstopniowaniem 10 lat, z przedziału 70-160 lat) oraz typów siedliskowych lasu, obliczono za pomocą wzoru:

$$D = \sum_{i=1}^n (Pow_{ciecicia,i} \cdot P_{UR,i}) + \sum_{i=1}^n (Pow_{hod,i} \cdot P_{UP,i}) - \sum_{i=1}^n (Pow_{ciecicia,i} \cdot K_{UR,i}) - \sum_{i=1}^n (Pow_{hod,i} \cdot K_{UP,i}) - \sum_{i=1}^n (Pow_i \cdot K_{adm...hod,i}) \quad [1]$$

gdzie:

- $Pow_{ciecicia,i}$  – powierzchnia drzewostanów klasy wieku  $i$  przeznaczonych do cięcia,
- $Pow_{hod,i}$  – powierzchnia drzewostanów klasy wieku  $i$  przeznaczonych do hodowli,
- $Pow_i$  – powierzchnia wszystkich drzewostanów klasy wieku  $i$ ,
- $P_{UR,i}$  – przychód z użytków rębnych klasy wieku  $i$ ,
- $P_{UP,i}$  – przychód z użytków przedrębnych klasy wieku  $i$ ,
- $K_{UR,i}$  – koszt pozyskiwania i zrywki drewna w użytkach rębnych klasy wieku  $i$ ,
- $K_{UP,i}$  – koszt pozyskiwania i zrywki drewna w użytkach przedrębnych klasy wieku  $i$ ,
- $K_{adm...hod,i}$  – koszt prowadzenia gospodarstwa klasy wieku  $i$  (m.in. koszt hodowli, ochrony lasu, administracji),
- $n$  – liczba klas wieku.

Ze względu na powierzchnię drzewostanów poszczególnych klas wieku zastosowano dwa warianty obliczeń. W pierwszym przyjęto, że powierzchnia danej klasy wieku równa się wartości średniej w okresie równym kolei rębny, wyjściowa struktura powierzchni klas wieku jest taka jak obecnie, a zmiany powierzchni klas wieku w kolejnych terminach wynikają z przeżywalności drzewostanów danego wieku w okresie 10 lat według danych Poznańskiego [2003] (ryc. 1). W drugim wariantcie przyjęto, że struktura powierzchni klas wieku znajduje się cały czas w stanie równowagi, a coraz mniejsza powierzchnia kolejnych, coraz starszych klas wieku wynika z przeżywalności drzewostanów.



Ryc. 1.

Przeżywalność (linia) drzewostanów w klasach wieku w ciągu 10 lat oraz modelowy udział (frakcje) powierzchni poszczególnych klas wieku (słupki) dla kolei rębny 110 lat

Survival of stands (line) in age classes and the theoretical share (fraction) of areas of stands in different age classes for the rotation age of 110 years

Założono, że ze względu na ruch cen dochód  $D$  będzie wyrażony w jednostkach umownych (JU), co odpowiada wartości 1 m<sup>3</sup> drewna sosnowego wielkowymiarowego WC0 pierwszej klasy grubości. Na podstawie danych z roku 2012 wartość JU wyniosła 195,69 zł.

Materiał badawczy był dwójakiego rodzaju. Pierwszą część stanowiły własne dane pomiarowe wykorzystane do określenia wartości drzewostanów, drugą – dane z zasobów Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP), wykorzystane do określenia kosztów gospodarowania, cen drewna i wielkości użytków przedrębnych.

Do części pierwszej zaliczono zbiór 180 drzew różnej miąższości i różnej jakości wykorzystanych do obliczenia relacji między wartością drzewa (wszystkich jego sortymentów) szacowaną na pniu a rzeczywistą – według ceny uzyskanej po sprzedaży sortymentów wytworzonych z tego drzewa. Drzewa wybrano subiektywnie, aby zapewnić (w przybliżeniu) proporcjonalny udział różnych klas jakości. Wykorzystując regresję wieloraką, obliczono zależność wartości sprzedanego drzewa od szacowanej wartości i miąższości drzewa stojącego. Regresję wykorzystano do korygowania szacowania wartości drzew mierzonych na losowych powierzchniach próbnych. Losowe kołowe powierzchnie próbne, w liczbie 127, także stanowiły materiał pierwszego rodzaju. Dane uzyskane z ich pomiaru wykorzystano do określenia zmian wartości drzewostanów wraz z wiekiem i w zależności od siedliska. Zostały wylosowane z warstw wiekowo-siedliskowych, z przedziału 21-220 lat. Ich wielkość była dobierana w terenie tak, aby na danej powierzchni próbnej znalazło się co najmniej 25 sosen. Na każdej powierzchni próbnej ponumerowano drzewa (niezbędne do identyfikacji przy ocenie sortymentów i pomiaru wysokości), zmierzono ich pierśnice (co najmniej 7 cm w korze) i wysokość wybranych drzew (12-15 z całego zakresu pierśnic na powierzchni próbnej). Wykonano klasyfikację jakościową drzew, zgodnie z normami na surowiec drzewny i zasadami wykonywania szacunków brakarskich w Lasach Państwowych, z modyfikacją polegającą na ocenie rzeczywistej długości sortymentu cennego (drewna specjalnego). Określono też wiek drzewostanu na danej powierzchni próbnej.

Wartość drzewostanu na pniu (w obrębie danej powierzchni próbnej, w przeliczeniu na 1 ha) określono według miąższości i skorygowanych cen poszczególnych sortymentów. Na tej podstawie obliczono zależność wartości drzewostanu na pniu od jego wieku i siedliska, na którym wzrastał:

$$W_{stoj} = \frac{w - 11}{0,134 + 0,00000586 \cdot (w - 11)^2 + 0,065 \cdot B_{s\bar{w}} + 0,013 \cdot B_{M_{s\bar{w}}}} \quad [2]$$

gdzie:

- $B_{s\bar{w}}$  – przyjmuje wartość 1, jeżeli drzewostan rósł na siedlisku boru świeżego, 0 – jeżeli na innym,
- $B_{M_{s\bar{w}}}$  – przyjmuje wartość 1, jeżeli drzewostan rósł na siedlisku boru mieszanego świeżego, 0 – jeżeli na innym,
- $w$  – wiek drzewostanu.

Współczynnik korelacji wyniósł  $R=0,76$ .

Drugą część materiału badawczego stanowił ten związany z uzyskaniem danych o wartości drewna pobranego w ramach cięć przedrębnych. Przyjęto, że rozmiar tego użytkowania będzie określony na podstawie skorygowanych wartości obliczonych według modelu wzrostu [Bruchwald 1986] i programu trzebieżowego [Bruchwald 1995]. Współczynnik korekcyjny obliczono dla każdej 10-letniej klasy wieku jako iloraz rzeczywistego rozmiaru użytkowania, ustalonego na podstawie danych z SILP, i rozmiaru modelowego. Wartość użytków przedrębnych, pobieranych w danym okresie czasu z jednostki powierzchni, obliczano dla poszczególnych klas wieku i siedlisk jako

iloczyn skorygowanego rozmiaru ilościowego użytkowania oraz wartości przeciętnej 1 m<sup>3</sup> drewna pozyskanego w cięciach przedrębnych. Obliczono wyrównaną zależność wartości użytków przedrębnych od wieku drzewostanu, wieku kolei rębu i dla wybranego typu siedliskowego lasu, stosując równanie o ogólnej postaci:

$$P_{UP} = 10 \cdot \left( \frac{1}{1 + e^{a+b \cdot \log w + c \cdot (\log w)^2 + d \cdot \log WR}} \right) \quad [3]$$

gdzie:

$a, b, c, d$  – współczynniki równania regresji,

$w$  – wiek,

$WR$  – wiek kolei rębu.

Wykorzystując równania [1]-[3] oraz dane o powierzchni klas wieku (zmieniających się w zależności od wieku kolei rębu), obliczano łączną wartość użytków przedrębnych w gospodarstwie dla kolejnych wariantów kolei rębu w zakresie 70-160 lat.

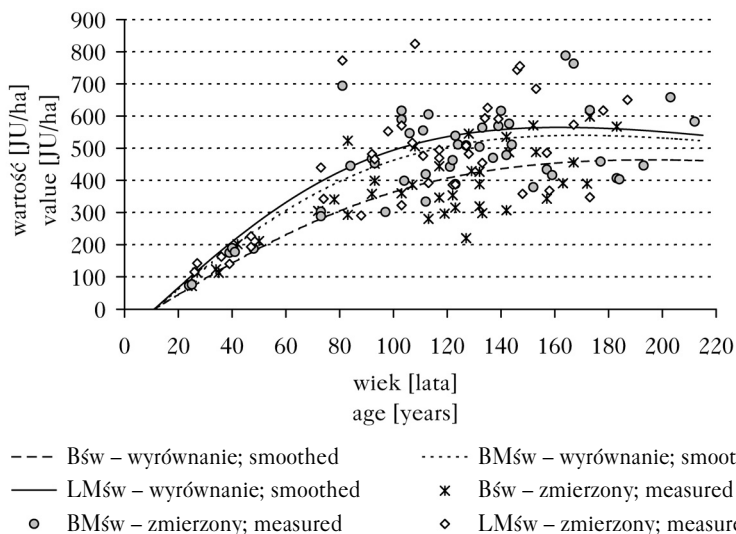
Dane o kosztach gospodarowania (zaliczone do materiałów drugiego rodzaju) uzyskano z bazy SILP. Przyjęto, że koszty stałe (niezwiązane z wiekiem drzewostanu) będą stanowiły wydatki administracyjne, koszty regulacji stanu posiadania, nakłady na hodowlę lasu, ochronę lasu i pozyskiwanie drewna (tylko te, które były niezależne od wieku drzewostanu), koszty nasiennictwa i szkółkarstwa leśnego, nakłady na oboczne użytkowanie lasu oraz wydatki na ochronę przeciwpożarową. Obliczono wartość jednostkową tych kosztów, wyrażoną w JU, w przeliczeniu na jednostkę powierzchni i jednostkę czasu. Koszty zmienne stanowiły wydatki na odnowienie i pielęgnację lasu, ochronę lasu, pozyskiwanie drewna (osobno w użytkowaniu rębny i przedrębny), a także z tytułu podatku leśnego. Koszt przeprowadzenia użytkowania rębny na jednostce powierzchni był iloczynem zasobności oraz kosztów pozyskiwania i zrywki 1 m<sup>3</sup> drewna. Koszt użytkowania przedrębny wynikał z iloczynu rozmiaru użytków pobranych w tych cięciach oraz kosztu pozyskiwania i zrywki 1 m<sup>3</sup> drewna.

## Wyniki

Wartość drzewostanu na pniu zwiększała się do stosunkowo późnego wieku (ryc. 2). Im żyźniejsze było siedlisko, tym była większa, ale jednocześnie wcześniej występowało maksimum. Zwiększanie się wraz z wiekiem wartości młodych drzewostanów było szybkie, a w starszych niż 130 lat ta zmiana była niewielka – także po osiągnięciu maksimum. Większa wartość drzewostanów wzrastających na żyźniejszych siedliskach wiązała się z ich większą zasobnością, a ta z kolei z obecnością gatunków domieszkowych – przede wszystkim świerka – często w drugim piętrze. Zmniejszanie się wartości starych drzewostanów wynikało także z faktu, że zasobność drzewostanów w wieku powyżej 165 lat zmniejszała się.

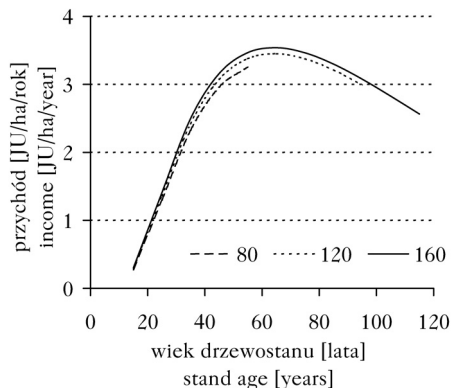
Przychód z użytków przedrębnych zwiększał się wraz z wiekiem w grupie drzewostanów młodych (ryc. 3). W gospodarstwie, w którym kolej rębu wynosiła 80 lat, przychód z użytków przedrębnych zwiększał się w kolejnych klasach wieku. Pomędzy gospodarstwami złożonymi z drzewostanów wzrastających na siedliskach Bśw, BMśw i LMśw istniały różnice przebiegu zależności przychodu z użytków przedrębnych od wieku drzewostanu. Największa wartość przychodu w gospodarstwie złożonym z drzewostanów na siedlisku Bśw i LMśw była w szóstej (51-60 lat), a w gospodarstwie na BMśw w siódmej klasie wieku (ryc. 4).

Koszty odnowienia lasu były zbliżone w gospodarstwach na trzech typach siedliskowych lasu. Największe koszty były ponoszone w drzewostanach pierwszej klasy wieku (1-10 lat), a w tym



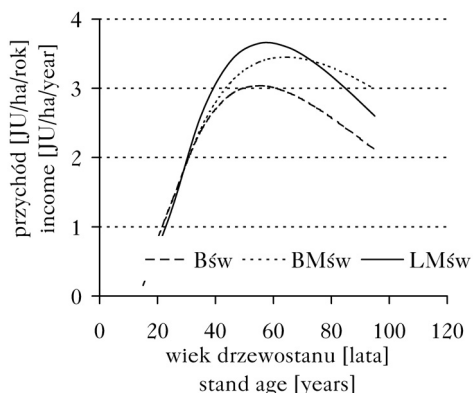
Ryc. 2.

Zależność wartości drzewostanu na pniu od jego wieku z uwzględnieniem typu siedliskowego lasu  
 Relationship between the value of growing stock and its age by forest habitat type (denotes as in table)  
 JU – jednostki umowne  
 JU – conventional units (value of 1 m<sup>3</sup> of the most popular wood assortment WC0)



Ryc. 3.

Przychód z użytków przedrębnych w zależności od wieku drzewostanu i wieku kolei rębna na siedlisku boru mieszanego świeżego  
 Income from the intermediate cuts with regard to the stand age and rotation age for the mesic mixed coniferous forest



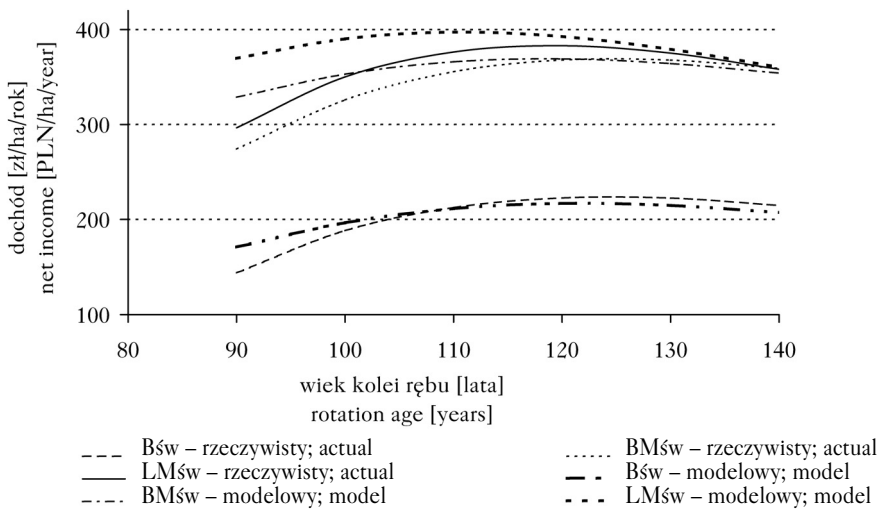
Ryc. 4.

Przychód z użytków przedrębnych w zależności od wieku drzewostanu i typu siedliskowego lasu dla kolei rębna 120 lat  
 Income from intermediate cuts with regard to the stand age and forest habitat type (denotes as in table) for the rotation age of 120 years

przedziale wiekowym w gospodarstwach kolejno na siedlisku BMśw, Bśw i LMśw. W drzewostanach w wieku powyżej 10 lat koszty na poszczególnych siedliskach niewiele się różniły i były małe. Związane były z wystąpieniem zdarzeń losowych, takich jak wiatr, okiść czy szkodniki owadzie, powodujących powstanie luk w drzewostanie, które w zależności od potrzeb hodowlanych były odnawiane.

Koszty stałe związane z prowadzeniem gospodarstwa leśnego (przede wszystkim koszty administracyjne) w okresie 2003-2010 wynosiły średnio 2,18 JU na 1 ha powierzchni leśnej nadleśnictwa w ciągu roku. Oddzielną grupę stanowiły koszty związane z pozyskiwaniem i zrywaniem drewna. Na podstawie danych z lat 2003-2010 średni koszt tych operacji, w odniesieniu do 1 m<sup>3</sup> drewna, określono na 0,226 JU.

Największą wartość dochodu odnotowano w gospodarstwie na siedlisku LMśw. Dla modelowej struktury klas wieku przypadła ona, gdy kolej rębny wynosiła 108 lat, a dla struktury rzeczywistej 117 lat (ryc. 5). Niewiele mniejszy był dochód w gospodarstwie na siedlisku BMśw, a jego największa wartość przypadła, gdy kolej rębny wyniosła 119 lat (struktura modelowa) i 122 lata (struktura rzeczywista). W gospodarstwie na siedlisku Bśw, w którym dochód był najmniejszy,



Ryc. 5.

Dochód z drzewostanów wzrastających na różnych typach siedliskowych lasu dla struktury modelowej i struktury rzeczywistej w zależności od wieku kolei rębny

Net income from stands growing in different forest habitats (denotes as in table) for the theoretical model and actual age structure depending on the rotation age

Tabela.

Zmiana dochodu gospodarstwa [% dochodu maksymalnego] w zależności od zmiany wieku kolei rębny w stosunku do optymalnego (dWR) na różnych siedliskach

Change in the income from a forest [% of the maximum income] depending on a change in the rotation age with respect to the optimal (dWR) on mesic coniferous (Bśw), mesic mixed coniferous (BMśw) and mesic mixed deciduous (LMśw) forest habitat types

dWR	Bśw	BMśw	LMśw
-20	-9,0	-6,1	-5,9
-10	-2,0	-1,6	-1,5
10	-2,8	-1,6	-1,7
20	-9,5	-6,4	-6,5



jego maksymalna wartość przypadła, gdy kolej rębny dla modelowej struktury klas wieku wynosiła 123 lata i 125 lat dla struktury rzeczywistej. Wskazuje to, że im żywniejsze było siedlisko, tym niższy był wiek kolei rębny, przy którym uzyskiwano największy dochód z gospodarstwa.

Odstępstwo od stosowania optymalnego wieku kolei rębny o  $\pm 10$  lat spowodowałoby, że dochód zmniejszyłby się w zależności od gospodarstwa w zakresie 1,5-2,8% w stosunku do dochodu maksymalnego (tab.). Znaczniejsze zmniejszenie dochodu nastąpiłoby w przypadku zmiany wieku kolei rębny o  $\pm 20$  lat w stosunku do wieku optymalnego. W każdym przypadku zwiększenie wieku rębny sprawiałoby, że dochód zmniejszałby się w większym stopniu niż w sytuacji, gdy kolej rębny byłaby zmniejszona o taką samą liczbę lat.

## Dyskusja

Ustalenie wieku dojrzałości rębnej (kolei rębny) jest klasycznym problemem zarządzania lasu. W zależności od tego, jaka jego wielkość zostanie przyjęta, uzyskuje się określoną strukturę ilości, jakości i wymiarów poszczególnych sortymentów drzewnych, proporcję użytków przedrębnych do rębnych, a także – w pewnym zakresie – wielkość plonu (rozmiar cięć). Wpływa także na strukturę wiekową gospodarstwa, co ma znaczenie dla spełniania funkcji pozaprodukcyjnych, np. związanych z rekreacją czy ochroną rzadkich gatunków zwierząt, wymagających obecności starych drzewostanów. Stosowanie określonego wieku kolei rębny ma znaczenie dla sytuacji finansowej nadleśnictwa.

W praktyce leśnej w Polsce od dawna nie dokonuje się weryfikacji wieku dojrzałości rębnej na podstawie wyników badań. Nielicznymi przykładami mogą być prace Stępnia [1974], Partyki i in. [1994] oraz Piekutina i Skręty [2012]. W latach 80. XX wieku zmiany wieku kolei rębny wynikały m.in. z próby zachowania w niektórych regionach znaczącego udziału wartościowych, starych drzewostanów, a także zmniejszenia nieracjonalnego rozmiaru użytkowania rębny. Od lat 90. zaczęły pojawiać się naciski społeczne, wyrażane przez organizacje proprzyrodnicze, na utrzymywanie wysokiego wieku kolei rębny [Stachura-Skierczyńska 2007], a przez to dużego udziału starych drzewostanów. Ta tendencja zderzyła się z przeciwnym trendem – zmianą zapotrzebowania na sortymenty średnie i cienkie oraz ze stopniowym zmniejszaniem zapotrzebowania na sortymenty grube jako następstwem zmian technologii wykorzystania surowca drzewnego.

Metodyka pracy może być potraktowana jako wskazówka, jak dokonywać obliczeń kolei rębny. Uzyskane wyniki mogą pomóc w udzieleniu odpowiedzi na pytanie, jak zwiększenie wieku kolei rębny (np. w następstwie nacisków społecznych) wpłynie na zmianę sytuacji finansowej gospodarstwa.

Przyjęte w niniejszej pracy tzw. kryterium zewnętrzne w stosunku do gospodarstwa leśnego – niezbędne do obliczenia kolei rębny [Rutkowski 1989] – można określić jako kryterium ekonomiczne „osiągnięcia największego dochodu w danym okresie”. Gospodarstwo leśne jest wówczas traktowane jako złożone przedsięwzięcie, w którym prowadzone są liczne prace i zabiegi, a ich koszt pokrywany jest ze sprzedaży drewna. Należy ustalić taki moment użytkowania rębny drzewostanów, który spowoduje, że różnica między kosztami prowadzenia gospodarstwa a przychodem ze sprzedaży użytków drzewnych, pobranych w ramach cięć przedrębnych i rębnych, będzie największa. Takie podejście w przeszłości było związane z rentą leśną. W założeniach niniejszej pracy uwzględniono fakt, że wraz ze zmianą wieku kolei rębny, w gospodarstwie określonej wielkości, zmienia się powierzchnia drzewostanów uznanych za dojrzałe – im ten wiek jest wyższy, tym mniej jest drzewostanów rębnych.

Niniejsze badania zostały przeprowadzone w korzystnym momencie – kiedy w Puszczy Augustowskiej istniały drzewostany sosnowe bardzo stare, niektóre w wieku powyżej 200 lat.



Pozwoliło to odpowiednio wyrównać zależności pewnych cech charakteryzujących drzewostany od ich wieku. Uzyskane rezultaty – zwłaszcza dotyczące momentu maksymalnej wartości drzewostanów – wskazują, że konieczne było wykorzystywanie tak starych drzewostanów. Ma to znaczenie dla wykonania obliczeń wieku kolej rębny drzewostanów według metodyki zaproponowanej w niniejszej pracy. O ile znalezienie wystarczającej liczby drzewostanów sosnowych w przedziale wiekowym 140-200 lat w pojedynczym nadleśnictwie może być trudne, to wydaje się możliwe w większym regionie leśnym lub zespole nadleśnictw. Oznacza to, że obliczenia wieku kolej rębny powinny być wykonane dla regionu leśnego podobnego pod względem przyrodniczym i gospodarczym.

## Wnioski

- ✦ Obliczenie zależności dochodu gospodarstwa (z uwzględnieniem przychodów uzyskanych z użytkowania rębny i przedrębny, a także kosztów ponoszonych na prowadzenie gospodarstwa leśny oraz pozyskiwanie i zrywkę drewna) od wieku kolej rębny umożliwiło określenie optymalnego momentu użytkowania rębny drzewostanów.
- ✦ Zaproponowana metodyka może być potraktowana jako wskazówka do obliczania wieku kolej rębny przy urządzaniu lasów w Polsce. Dodatkowym argumentem jest to, że dotychczas przeprowadzane zmiany tego wieku rzadko były poparte badaniami lub specjalnymi obliczeniami.
- ✦ Obliczenie wielkości dochodu gospodarstwa leśny w zależności od wieku kolej rębny pozwala ocenić, jakie straty finansowe ponosiłoby dane gospodarstwo leśne, gdyby stosowany moment użytkowania był różny od optymalny, np. w następstwie nacisków społeczny. Ma to znaczenie w kontekście objęcia lasów formami ochrony przyrody, w tym programem Natura 2000.
- ✦ Obliczenia wieku kolej rębny powinny odnosić się do podobny pod względem przyrodniczym i gospodarczym regionu kraju. W przypadku próby obliczeń dla relatywnie małego obszaru (np. nadleśnictwa) może być trudno zdobyć odpowiednią ilość danych (niezbędny w zaproponowanej metodyce) charakteryzujących bardzo stare drzewostany.

## Literatura

- Bruchwald A. 1986. Simulation growth model MDI-1 for Scots pine. *Annals of Warsaw Agricultural University SGGW-AR, Forestry and Wood Technology* 34: 47-52.
- Bruchwald A. 1995. Metoda regulacji użytkowania przedrębny. *Sylvan* 139 (6): 5-13.
- Dreszer L., Zabielski B. 1962. *Urządzanie lasu*. PWRiL, Warszawa.
- Enders M. 1911. *Lehrbuch der Waldwertrechnung und Forststatik*. Verlag von Julius Springer, Berlin.
- Gierliński T. 1979. Metody określania dojrzałości i wieku rębności drzewostanów. *Zeszyty Naukowe SGGW-AR. Rozprawy Naukowe* 115.
- Hyytiäinen K., Tahvonen O. 2003. Maximum sustained yield, forest rent or Faustmann: Does it really matter? *Scandinavian Journal of Forest Research* 18 (5): 457-469.
- Klocek A., Rutkowski B. 1986. Optymalizacja regulacji użytkowania rębny drzewostanów. PWRiL, Warszawa.
- Kornelis S. 2008. Die Forstverwaltung im 19. Jahrhundert, Staatliche Forstpolitik und die Verwaltung von Staats- und Gemeindewald im Großherzogtum Luxemburg 1839-1890. *Forum für Politik, Gesellschaft und Kultur* 282: 12-15.
- Möhring B. 2001. The German struggle between the 'Bodenreinertragslehre' (land rent theory) and 'Waldreinertragslehre' (theory of the highest revenue) belongs to the past – but what is left? *Forest Policy and Economics* 2: 195-201.
- Partyka T., Arbatowski S., Sobczak R. 1994. Optymalizacja wieku rębności drzewostanów sosnowych – ekonomiczne problemy programowania hodowlanego. *Sylvan* 138 (11): 37-52.
- Piekutin J., Skrepta M. 2012. Ekonomiczny wiek rębności drzewostanów sosnowych. *Sylvan* 156 (10): 741-749.
- Pietkiewicz K. 1972. Analiza założeń przyjętych do określania wieku rębności w nowej instrukcji urządzania lasu. *Sylvan* 116 (8): 51-64.
- Poznański R. 2003. Wpływ czynników otoczenia na przeżywanie i ubywanie drzewostanów w klasach wieku. *Katedra Urządzania Lasu Akademii Rolniczej, Kraków*.
- Rutkowski B. 1989. *Urządzanie lasu*. Cz. 1. Skrypty AR Kraków.
- Siekierski K. 1995. Zastosowanie modeli wzrostu w regulacji użytkowania rębny drzewostanów. *Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa*.

- Stachura-Skierczyńska K.** 2007. Ocena wartości biologicznej lasów w Polsce – wstępne rezultaty projektu. *Studia i Materiały CEPL* 16: 346-355.
- Stępień E.** 1974. Określenie celu produkcji oraz wieku dojrzałości rębnej drzewostanów sosny zwyczajnej na Pojezierzu Mazurskim. Maszynopis pracy doktorskiej. SGGW-AR, Warszawa.
- Szymkiewicz B., Bernadzki E., Rosa W., Zaręba R.** 1979. *Urządzanie lasu*. Dział Wyd. SGGW-AR, Warszawa.
- Tjurin E. G.** 1991. Vozrasty rubok v chvojnyh lesach. *Lesnoje Chozajstvo* 6: 44-46.
- Trampler T., Suwara E.** 1965. Teoretyczne założenia i sposób obliczenia optymalnego wieku rębności na przykładzie drzewostanów sosnowych. *Sylvan* 109 (6): 61-67.
- Wippermann Ch.** 2005. *Ökonomische Optimierung von Durchforstungen und Umtriebszeit*. Schriften zur Forstökonomie. J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main.
- Zabielski B.** 1976. *Urządzanie lasu*. PWRiL, Warszawa.