

PRACE NAUKOWE

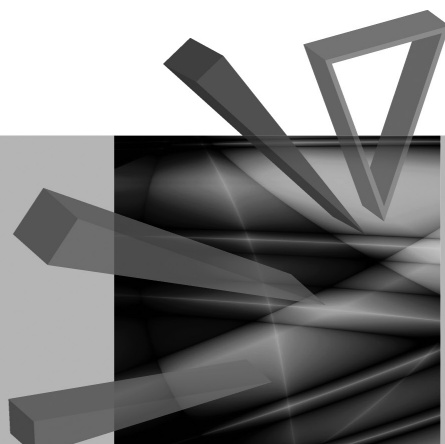
Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

RESEARCH PAPERS

of Wrocław University of Economics

317

Efektywne gospodarowanie zasobami przyrodniczymi i energią



Redaktor naukowy

Andrzej Graczyk



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2013

Redakcja wydawnicza: Anna Grzybowska

Redakcja techniczna: Barbara Łopusiewicz

Korekta: K. Halina Kocur

Łamanie: Adam Dębski

Projekt okładki: Beata Dębska

Publikacja jest dostępna w Internecie na stronach:

www.ibuk.pl, www.ebscohost.com,

w Dolnośląskiej Bibliotece Cyfrowej www.dbc.wroc.pl,

The Central and Eastern European Online Library www.ceeol.com,

a także w adnotowanej bibliografii zagadnień ekonomicznych BazEkon

http://kangur.uek.krakow.pl/bazy_ae/bazekon/nowy/index.php

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania znajdują się

na stronie internetowej Wydawnictwa

www.wydawnictwo.ue.wroc.pl

Kopiowanie i powielanie w jakiegokolwiek formie

wymaga pisemnej zgody Wydawcy

© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Wrocław 2013

ISSN 1899-3192

ISBN 978-83-7695-335-9

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Druk i oprawa:

EXPOL, P. Rybiński, J. Dąbek, sp.j.

ul. Brzeska 4, 87-800 Włocławek

Spis treści

Wstęp	9
--------------	---

Część 1. Energia i klimat

Bartosz Fortuński: Wykorzystanie wybranych surowców energetycznych w kontekście polityki energetycznej Unii Europejskiej	13
Alicja Graczyk: Energooszczędne gospodarowanie w gminie Prusice na przykładzie badań ankietowych w ramach projektu ENERGYREGION..	23
Magdalena Ligus: Wartościowanie bezpieczeństwa energetycznego – ujęcie metodyczne	33
Tadeusz Pindór, Leszek Preisner: Oszczędność zasobów energii pierwotnej w skali światowej w wyniku zagospodarowania złóż niekonwencjonalnego gazu ziemnego	44
Michał Ptak: Znaczenie dyskontowania w polityce klimatycznej.....	53
Edyta Sidorczuk-Pietraszko: Metodyka badania wpływu inwestycji w odnawialne źródła energii na tworzenie miejsc pracy w wymiarze lokalnym.....	63
Ewa Mazur-Wierzbicka: Europa efektywnie korzystająca z energii – kontekst Polski.....	73
Jacek Malko, Henryk Wojciechowski: Efektywność energetyczna jako element gospodarki zasobooszczędnej.....	82
Zbigniew Brodziński: Działania operacyjne gmin na rzecz pozyskania energii ze źródeł odnawialnych na przykładzie województwa warmińsko-mazurskiego	98
Paweł Korytko: Warunki i ograniczenia rozwoju energetyki jądrowej w Polsce	107
Benedykt Olszewski: Development of small geothermal and hydroelectric power plants in Poland as a chance for energetic security and regional growth	120
Joanna Sołtuniak: Zagospodarowanie zasobów wodnych województwa łódzkiego na potrzeby energetyki	130

Część 2. Rolnictwo

Katarzyna Brodzińska: Racjonalizacja działań na rzecz ochrony środowiska w nowej perspektywie wdrażania WPR	141
--	-----

Maria Golinowska: Struktura organizacji gospodarstw ekologicznych	151
Danuta Gonet: Analiza gospodarowania ziemią w gospodarstwie rolnym. Studium przypadku RSP w gminie Święta Katarzyna	163
Karol Kociszewski: Polityka ochrony klimatu w rolnictwie	172
Wiktor Szydło: Kryzys żywnościowy (<i>food crisis</i>) pierwszej dekady XXI wieku – wstępna analiza teorii	184
Bogumiła Grzebyk: Obszary przyrodniczo cenne w zrównoważonym roz- woju obszarów wiejskich Podkarpacia	193
Bogdan Piątkowski, Magdalena Protas: Gospodarowanie zasobami odna- wialnymi – wybrane modele gospodarki leśnej	203

Część 3. Wycena zasobów przyrodniczych

Anna Bisaga: Zrównoważone wykorzystanie zasobów rolnictwa warunkiem wzrostu gospodarczego	221
Katarzyna Kokoszka: Popyt na czyste środowisko na terenach wiejskich w świetle zrównoważonego rozwoju rolnictwa.....	230
Arnold Bernaciak, Małgorzata Cichoń: Wartość przyrodnicza ekosyste- mów a wycena wartości ekonomicznej na przykładzie jezior Pomorza Środkowego	240
Łukasz Popławski: Problem wyceny dóbr i usług środowiskowych na obsza- rach wiejskich	250
Anetta Zielińska: Wycena obszarów przyrodniczo cennych przy wykorzy- staniu wskaźników rozwoju zrównoważonego	261
Stanisław Czaja: Wybrane problemy metodyczno-metodologiczne wyceny elementów kapitału naturalnego	272
Agnieszka Becla: Wybrane informacyjne wyzwania identyfikacji i wyceny elementów kapitału naturalnego dla rachunku ekonomicznego	291
Tomasz Żołyński: Gospodarowanie energią w halach sportowych w woje- wództwie dolnośląskim	302

Summaries

Part 1. Energy and climate

Bartosz Fortuński: The use of selected energy resources in the context of the EU energy policy	22
Alicja M. Graczyk: Energy efficient management in Prusice powiat based on ENERGYREGION surveys.....	32

Magdalena Ligus: Valuing energy supply security – methodological approach	43
Tadeusz Pindór, Leszek Preisner: Economical use of primary energy deposits on a global scale resulted of more effective use of non-conventional deposits of the natural gas	52
Michał Ptak: The importance of discounting in the climate change policy ...	62
Edyta Sidorczuk-Pietraszko: Method of employment impact assessment of renewable energy sources on creating new workplaces – local level.....	72
Ewa Mazur-Wierzbicka: A resource-efficient Europe – Polish context.....	81
Jacek Malko, Henryk Wojciechowski: Energy efficiency as an element of resource-effective economy.....	97
Zbigniew Brodziński: Operational activities of municipalities in the production of energy obtained from renewable sources based on Warmia and Mazury Voivodeship.....	106
Paweł Korytko: Conditions and limitations of the nuclear power industry development in Poland.....	119
Benedykt Olszewski: Rozwój małej energetyki geotermalnej i wodnej w Polsce w kontekście bezpieczeństwa energetycznego oraz rozwoju regionalnego	129
Joanna Soltuniak: Management of water resources in Lodz Voivodeship for water-power engineering needs.....	138

Part 2. Agriculture

Katarzyna Brodzińska: Rationalization of actions to protect the environment in a new perspective of the CAP implementation	150
Maria Golinowska: The structure of ecological farms organization	162
Danuta Gonet: The analysis of land management in a farm. Case study of collective farm in Święta Katarzyna commune	171
Karol Kociszewski: Climate protection policy in agriculture	183
Wiktor Szydło: Food crisis of the first decade of the XXIst century – preliminary analysis of theory.....	192
Bogumiła Grzebyk: Naturally valuable areas in the balanced development of rural areas of the region of Podkarpackie	201
Bogdan Piątkowski, Magdalena Protas: Management of renewable resources – selected models of forest management.....	218

Part 3. Evaluation of natural resources

Anna Bisaga: A balanced use of agricultural resources as requisite of economic growth	229
--	-----

Katarzyna Kokoszka: Demand on clean environment in the light of the rural sustainable development.....	239
Arnold Bernaciak, Małgorzata Cichoń: Natural value of ecosystems and their economic valuation, case of the Middle Pomerania lakes	249
Łukasz Popławski: Problem of environmental goods and services valuation in rural areas.....	259
Anetta Zielińska: The assessment of naturally valuable areas with the use of sustainable development indicators	271
Stanisław Czaja: Chosen methodical and methodological problems of the natural capital elements evaluation	290
Agnieszka Becla: Chosen informative challenges of identification and the evaluation of elements of natural capital for the economic account	301
Tomasz Żołyniak: Energy management in sports halls in Lower Silesia.....	310

Bogdan Piątkowski, Magdalena Protas

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

GOSPODAROWANIE ZASOBAMI ODNAWIALNYMI – WYBRANE MODELE GOSPODARKI LEŚNEJ

Streszczenie: Artykuł przedstawia problem gospodarowania lasami jako zasobem odnawialnym o funkcjach zarówno produkcyjnych (dostarczanie drewna), jak i pozaprodukcyjnych (funkcja środowiskowa, społeczna). Autorzy przytaczają najważniejsze modele gospodarowania lasami – model Faustmanna i Faustmanna-Hartmana, przy uwzględnieniu modelu Clarka oraz ujęcia związanego z regułą Hotellinga. W dalszej części artykułu zostały przedstawione najważniejsze różnice w sposobie gospodarowania lasami, wynikające z formy własności, która ma decydujący wpływ na wybór (optymalizację) momentu wycinki drzewostanu.

Słowa kluczowe: zrównoważona gospodarka leśna, zasoby odnawialne, model gospodarowania lasami, pozarynkowe usługi lasu, leśnictwo w Polsce.

DOI: 10.15611/pn.2013.317.19

1. Wstęp

W niniejszym artykule podjęto próbę analizy istniejących modeli gospodarowania zasobem odnawialnym, jakim jest las. Jest to specyficzny zasób – prócz tradycyjnie przypisywanej mu funkcji produkcyjnej posiada także niezwykle ważne funkcje pozaprodukcyjne. Funkcja produkcyjna oznacza pozyskiwanie drewna, pozostałych pożytków w postaci produktów runa leśnego (owoce, grzyby, zioła), a także zwierzyny. Pozaprodukcyjne funkcje lasu odgrywają znaczącą rolę przy utrzymywaniu stabilnych stosunków wodnych, bioróżnorodności, a także jakości powietrza – poprzez absorpcję CO₂. Lasy, będąc dla wielu ludzi miejscem rekreacji, stanowią jeden z czynników decydujących o jakości życia (zob. [Becla, Czaja 2007, s. 144]). Inne korzyści czerpane z użytkowania lasów dotyczą, poza walorami rekreacyjnymi, walorów estetycznych oraz edukacyjnych.

W klasycznym ujęciu analizie poddaje się główny produkt gospodarki leśnej – drewno. Należy jednak zauważyć, że od drugiej połowy XX w. także pozaprodukcyjne funkcje lasu zaczęły odgrywać coraz większą rolę. Funkcjonujące do tej pory modele koncentrowały się na produkcji drewna i optymalizacji momentu wycinki lasu. W niniejszym opracowaniu przytoczono model Clarka, Faustmanna, Faustmanna-Hartmana oraz podejście związane z regułą Hotellinga. Wybór stosowanego

modelu gospodarki leśnej należy wiązać z własnością zasobów leśnych, którymi się gospodaruje. W dalszej części artykułu zamieszczono analizę gospodarowania lasem w odniesieniu do różnych form własności drzewostanu – prywatnej i publicznej.

2. Rynkowy model gospodarki leśnej

W pierwszej kolejności przedstawiony zostanie model Clarka (1976), w którym autor analizował motywację właściciela zasobu odnawialnego (lasu) do wykorzystania go w sposób trwały. Właściciel zasobu odnawialnego (lasu) będzie porównywał korzyści czerpane w sytuacji zrównoważonego gospodarowania zasobem (lasem) do korzyści osiągniętych w sytuacji jednorazowego wycięcia całego lasu i sprzedania pozyskanego z niego drewna.

Właściciel lasu ma zamiar zmaksymalizować wartość bieżącą strumienia wszystkich przychodów, jakie może z niego uzyskać [Żylicz 2005, s. 1-3].

W pierwszym przypadku rozważymy sytuację polegającą na eksploatacji zasobu (tj. lasu) opartej na maksymalnym trwałym przyroście. Jeżeli oznaczymy całkowitą ilość zasobu przez X , a g będzie oznaczać stopę (naturalnego) przyrostu zasobu, to zgodnie z koncepcją maksymalnego trwałego przychodu właściciel będzie corocznie pozyskiwał roczny przyrost zasobu, czyli wielkość gX . Jeżeli właściciel pozyskiwałby mniej niż gX , to całkowita wielkość zasobu wzrastałaby z roku na rok. Natomiast jeżeli właściciel pozyskiwałby więcej niż gX , to całkowita wielkość zasobu zmniejszałaby się z roku na rok, co uniemożliwiłoby uzyskiwanie co roku ustalonego poziomu przychodów. Następnie założymy, że rynkowa cena produktu lasu wynosi p . W takim wypadku możliwy do osiągnięcia trwały przychód dla każdego roku wynosi gXp .

W drugim przypadku rozważymy sytuację polegającą na jednorazowym pozyskaniu całego zasobu i jego sprzedaży. Przy sprzedaniu całego zasobu w ilości X właściciel zasobu uzyska wartość Xp . Uzyskany w ten sposób przychód – w wysokości kapitału Xp – właściciel może zainwestować w inne aktywa o stopie zwrotu r . Właściciel mógłby zainwestować kwotę Xp w dowolną z dostępnych inwestycji, ale w modelu przyjmuje się, że alternatywą dla inwestycji w las będzie zdeponowanie dostępnej kwoty na lokacie bankowej dużego i „bezpiecznego” banku lub zakup obligacji skarbowych emitowanych przez kraj o stabilnych finansach publicznych. Stopa zwrotu aktywów pewnych – stopa dyskontowa r – będzie stanowić ich oprocentowanie w skali roku, a trwały przychód uzyskiwany przy tego rodzaju inwestycji wynosi rXp .

Nietrudno jest zauważyć, że właściciel lasu będzie preferował czerpanie korzyści opartych na trwałej eksploatacji zasobu, gdy będzie spełniona nierówność $g > r$, ponieważ wtedy spełniona jest nierówność $gXp > rXp$. Tymczasem jeżeli $g < r$ ($gXp < rXp$), to bardziej opłacalne jest jednorazowe wycięcie całego lasu, sprzedanie pozyskanego z niego drewna oraz zainwestowanie uzyskanej w ten sposób kwoty w aktywa pewne.

Opisany model wskazuje dynamiczną stronę procesu gospodarowania zasobami odnawialnymi, a zarazem przedstawia decydującą rolę stopy dyskontowej przy podejmowaniu decyzji o gospodarowaniu tymi zasobami. Im mniejsza wartość stopy dyskontowej r , tym bardziej atrakcyjne jest czerpanie korzyści z utrzymywanego zasobu – i przeciwnie, im wyższa wartość stopy dyskontowej r , tym bardziej atrakcyjne jest postępowanie polegające na jednorazowym pozyskaniu całego zasobu, spieniężeniu go i zainwestowaniu uzyskanego przychodu w inne aktywa.

Interesującą koncepcją badawczą jest próba wyjaśnienia (poprzez niski poziom stopy dyskontowej) faktu, że w gospodarkach przedkapitalistycznych (w których cyrkulacja kapitału przebiegała stosunkowo wolno i okazji do inwestowania było niewiele) zasoby odnawialne szeroko ceniono jako źródła trwałego przychodu. W wiekach XIX-XXI sytuacja uległa zmianie, ponieważ intensywność obrotów kapitału znacznie wzrosła, w ślad za tym wzrosła również stopa dyskontowa, a więc czerpanie trwałego przychodu z eksploatacji zasobów odnawialnych straciło na atrakcyjności [Żylicz 2004, s. 87-88].

Wysokość stopy dyskontowej r wynosi zazwyczaj 4% lub więcej. Tymczasem stopa przyrostu naturalnego zasobów leśnych g mających znaczenie handlowe wynosi w naszych warunkach geograficznych około $g=1,5\%$ [Żylicz 2005, s. 2]. Warto zauważyć, że biomasa w młodniku ma przyrosty znacznie szybsze, ale nie ma znaczenia handlowego, ponieważ zainteresowanie kupujących dotyczy głównie drewna z pni co najmniej kilkudziesięcioletnich. Natomiast biomasa w bardzo „wiekowym” lesie – w którym rozpoczęły się już procesy rozkładu – przyrasta w tempie bliskim zeru.

Gdy prawa własności do zasobów leśnych wśród właścicieli prywatnych są rozproszone, to właściciel prywatny posiadający niewielki las będzie miał silną motywację do wyrębu całego lasu po osiągnięciu wieku, w którym drewno w tym lesie osiągnie satysfakcjonującą wartość rynkową, a następnie zainwestowaniu uzyskanej kwoty w inne aktywa. Gdyby właściciel prywatny posiadał bardzo duży zasób leśny, to mógłby kontrolować strukturę wiekową swojego lasu, dzieląc go celowo na wiele parceli, w których las charakteryzowałby się różnym wiekiem drzew. Dzięki takiemu postępowaniu uzyskiwałby wyższą średnią stopę zwrotu ze swojego lasu jako średnią stopę naturalnego przyrostu lasu wśród posiadanych przez niego parceli, co silniej motywowałoby go do gospodarowania swoim zasobem leśnym i uzyskiwania maksymalnego trwałego przychodu.

Model Clarka wyraźnie ukazuje, że gospodarowanie częścią zasobów odnawialnych, w tym lasami, poprzez ich prywatyzację może prowadzić do znacznego uszczuplenia tego zasobu. Prowadzenie polityki dotyczącej lasów mogłoby opierać się na przekazaniu własności w ręce prywatne, wydaje się jednak, że przy obecnie wzmacniającym się w społeczeństwie postrzeganiu ochrony środowiska oraz trwałego gospodarowania zasobami odnawialnymi jako istotnych elementów rozwoju kraju nie jest to podejście, które mogłoby liczyć na poparcie społeczne.

W dalszej części artykułu omówiona jest analiza ekonomiczna lasu oparta na zasadzie Hotellinga. Model Hotellinga pozwala poszerzyć badania o aspekty, których nie uwzględnia model Clarka. W pierwszej kolejności zostało przedstawione standardowe ujęcie modelu Hotellinga [Żylicz 2004, s. 83-84].

Model Hotellinga (1931) odnosi się do zasobu nieodnawialnego (złoża). Właściciel zasobu jest cenobiorcą, który dąży do maksymalizacji całkowitej wartości bieżącej netto, będącej strumieniem zdyskontowanej ekonomicznej nadwyżki (renty) uzyskiwanej z tytułu wydobycia tego zasobu. Przez rentę należy rozumieć różnicę między kwotą, jaką nabywcy chcą zapłacić za kolejną jednostkę zasobu (*willingness to pay* – WTP), a kwotą, jaką sprzedawca musi otrzymać, aby tę jednostkę dostarczyć na rynek (*willingness to accept* – WTA). Z analizy założenia o konieczności przyjęcia przez sprzedawcę ceny dyktowanej w każdym okresie przez rynek, wynika, że $WTP = p_t$, a graniczna cena za jednostkę złoża, na jaką w danym okresie zgodzi się właściciel zasobu, jest równa kosztowi krańcowemu $WTA = MC_t$. A zatem renta (*royalty* – R) jest określona jako różnica pomiędzy ceną rynkową a kosztem krańcowym: $R_t = p_t - MC$. Właściciel zamierza zmaksymalizować sumę, aż do wyczerpania złoża (zasobu), zdefiniowanych w ten sposób rent zdyskontowanych na bieżącą chwilę. Podstawową kwestią rozstrzyganą w modelu Hotellinga jest ustalenie warunku równowagi, przy którym posiadacz złoża nie ma zamiaru ani zwiększać, ani zmniejszać wydobycia zasobu.

Kluczową obserwacją, co dzieje się na rynku badanego złoża, jest to, że w trakcie wydobywania i sprzedaży zasobu właściciel otrzymuje pieniądze za sprzedaż każdej kolejnej jednostki złoża, lecz implikuje to również fakt, że zasobu ubywa i w ten sposób staje się coraz rzadszy, a z upływem czasu jego wartość może wzrastać. Uzyskane ze sprzedawania złoża pieniądze właściciel mógłby zainwestować w dowolną z dostępnych inwestycji, ale w modelu przyjmuje się, że dostępną inwestycją będą aktywa pewne, których stopa zwrotu równa jest stopie dyskontowej r . W każdym momencie posiadacz zasobu musi podejmować decyzję, czy bardziej korzystne jest zachowanie złoża na przyszłość, oczekując względnego wzrostu renty $\frac{dR_t}{dt} : R_t$, czy też wydobywanie i sprzedawanie złoża oraz inwestowanie uzyskanych w ten sposób środków w aktywa o stopie dyskontowej r . Gdyby pokłady złoża dawały właścicielowi więcej niż pieniądź w banku, czyli $\frac{dR_t}{dt} : R_t > r$, to zwlekałby z wydobyciem, przez co powodowałby wzrost bieżącej ceny. Natomiast gdyby złoża w ziemi miały przynieść niższy przychód niż pieniądź w banku, czyli $\frac{dR_t}{dt} : R_t < r$, to zwiększyłby bieżące wydobycie i sprzedaż zasobu, zainwestowałby pieniądze w lokatę bankową, co prowadziłoby także do obniżki bieżącej ceny. A zatem u właściciela nie występuje motywacja do zmiany poziomu bieżącego wydobycia zasobu (arbitrażu) tylko wtedy, gdy:

$$\frac{dR_t}{dt} : R_t = r . \quad (1)$$

Równanie przedstawia regułę Hotellinga, która określa równowagę na rynku zasobu nieodnawialnego.

Wstawiając w równaniu (1) w miejsce R_t podaną wcześniej definicję renty, czyli $R_t = p_t - MC_t$, otrzymamy następującą postać reguły Hotellinga:

$$\frac{d(p_t - MC_t)}{dt} : (p_t - MC_t) = r . \quad (2)$$

Regułę Hotellinga wyprowadza się często przy założeniu, że koszty wydobycia są stałe względem jego skali. W takim wypadku $MC_t = 0$, co oznacza, że renta równa jest cenie $R_t = p_t$, a reguła przyjmuje postać:

$$\frac{dp_t}{dt} : p_t = r . \quad (3)$$

W tej wersji reguła Hotellinga pozwala przewidywać, iż zmniejszanie się złoża (zasobu nieodnawialnego) będzie przebiegać w taki sposób, że tempo wzrostu ceny zasobu zrówna się ze stopą dyskontową. Jak zostało podane wcześniej, w przedstawionym rozumowaniu za stopę dyskontową przyjmuje się zwyczajowo realną stopę procentową.

Model Hotellinga pozwolił na zbadanie dynamiki wykorzystania zasobów nieodnawialnych [Varian 2002, s. 231-232; Żylicz 2004, s. 83-84, 89-90].

Analizując dynamiczne aspekty gospodarowania lasem przez pryzmat modelu Hotellinga, należy przede wszystkim zauważyć, że las jest zasobem, którego wartość rośnie, lecz oczekiwany wzrost jego wartości nie jest spowodowany zmniejszaniem się podaży (jak w przypadku zasobu nieodnawialnego), tylko fizycznym przyrastaniem wielkości masy drzewnej. Optymalny moment sprzedania drewna wyznacza się według tej samej zasady jak w przypadku zasobów nieodnawialnych, co oznacza, że las powinien zostać ścięty, a pozyskane z niego drewno sprzedane w momencie t_0 , gdy tempo wzrostu jego wartości zmaleje do poziomu stopy dyskontowej [Fiedor (red.) 2002, s. 140-147].

Pamiętając, że w modelu Hotellinga renta z zasobu (*royalty* – R) jest oznaczana poprzez R_t , założmy, że wartość drzewostanu R_t jest proporcjonalna do objętości masy drzewnej V_t . A zatem R_t będzie przyjmować postać:

$$R_t = (p - MC_t)V_t . \quad (4)$$

gdzie p oznacza cenę jednostki masy drzewnej, a MC_t – koszty krańcowe.

Jeżeli założymy także, że koszty krańcowe MC_t są stałe, to możemy równanie (4) przedstawić w postaci:

$$R_t = pV_t. \quad (5)$$

Założenie, że koszty krańcowe MC_t są stałe, nie odbiega tak bardzo od rzeczywistości z uwagi na to, że zabiegi hodowlane i pielęgnacyjne w przeliczeniu na jednostkę objętości masy drzewnej kosztują tyle samo bez względu na wiek i gęstość lasu. Od tej chwili cenę p należy postrzegać jako cenę netto, po odjęciu kosztów uzyskania przychodu, do których zaliczają się koszty zabiegów hodowlanych i pielęgnacyjnych, koszty transportu itd.

Przy tych założeniach otrzymamy następującą postać reguły Hotellinga:

$$\frac{d(pV_t)}{dt} : pV_t = r. \quad (6)$$

Ostatecznie, po dokonaniu prostych przekształceń, reguła Hotellinga przyjmie postać:

$$\frac{dV_t}{dt} : V_t = r. \quad (7)$$

Uzyskany w ten sposób optymalny wiek wycinki lasu t_0 może być krótszy lub dłuższy od tego, który otrzymalibyśmy przy zastosowaniu koncepcji maksymalnego trwałego przychodu t_{MSY} .

Jeżeli wziąć pod uwagę, że po dokonaniu wycinki drzewostanu właścicielowi pozostaje ziemia, która – nawet niezalesiona – stanowi pewnego rodzaju zasób i przedstawia jakąś wartość, a także może być przeznaczona do powtórnego zalesienia, to jest on zmotywowany do przyspieszenia nieco optymalnego momentu wyrybu w stosunku do t_0 . Takie rozumowanie jest zgodne z regułą Hotellinga, ponieważ decyzję o wycince powinno się podjąć wtedy, gdy oczekiwany wzrost wartości lasu okazuje się mniej korzystny niż zainwestowanie zebranych kwot pieniężnych w inne aktywa. W związku z tym dodanie do wartości drzewostanu wartości ziemi zwiększa korzyść z wycinki, co prowadzi do podjęcia szybszej decyzji o wyrybie. Oszacowany tą metodą, krótszy od t_0 moment wycinki t_F został po raz pierwszy zaprezentowany przez Faustmanna w 1849 roku – rys. 1. Do dzisiaj model Faustmanna jest uważany za najważniejszy model optymalizujący gospodarkę leśną. Optymalna rotacja, szacowana zgodnie z modelem Faustmanna przez badaczy dla różnych regionów na Ziemi, różnych gatunków drzew oraz różnych wartości stopy dyskontowej, wynosi od 40 do 100 lat [Żylicz 2004, s. 90].

Pomimo że w klasycznej postaci modelu Faustmanna wartość lasu pochodzi z hodowanego w nim drewna, a uzupełniona jest o wartość ziemi po wycince, to model może zostać wzbogacony o dodanie do wartości lasu wyceny jego walorów ekologicznych, rekreacyjnych, wypoczynkowych czy też estetycznych. W tym celu należy założyć, że cena drewna p jest zmienną zależną od wieku drzewostanu.

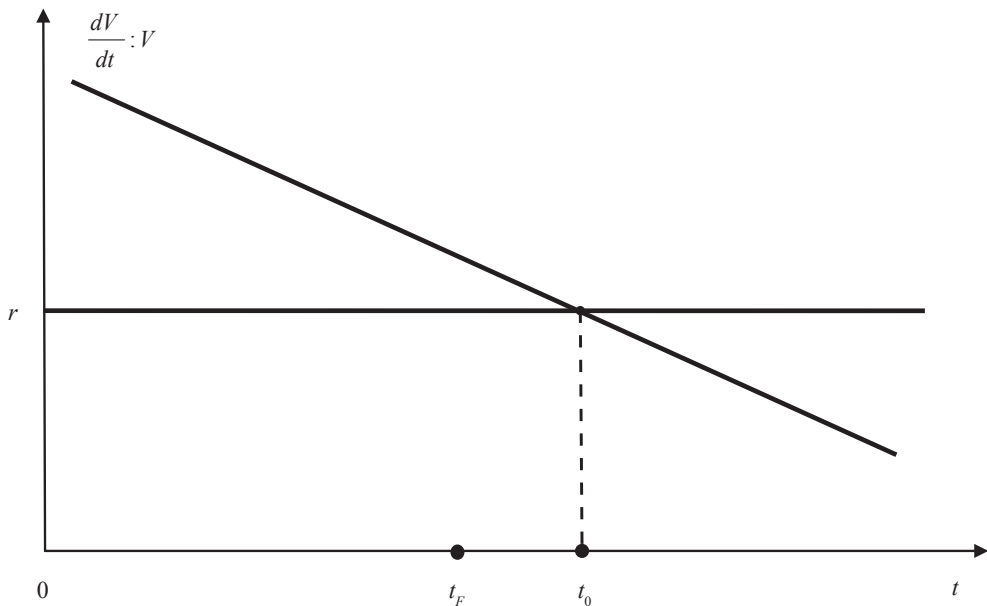
Zmienna p rosłaby wraz ze wzrostem wieku lasu, co oznacza, że $\frac{dp_t}{dt} > 0$.

Przy tych założeniach otrzymamy następującą postać reguły Hotellinga:

$$\frac{d(p_t V_t)}{dt} : p_t V_t = r . \quad (8)$$

Po obliczeniu pochodnej uzyskamy następującą postać:

$$\frac{p_t dV_t}{dt} : p_t V_t + \frac{V_t dp_t}{dt} : p_t V_t = r . \quad (9)$$



Rys. 1. Optymalny moment wycinki lasu

Źródło: opracowanie własne, na podstawie: [Żylicz 2004, s. 90].

Ostatecznie, po dokonaniu niezbędnych przekształceń, reguła Hotellinga przyjmie postać:

$$\frac{dV_t}{dt} : V_t + \frac{dp_t}{dt} : p_t = r . \quad (10)$$

Wyrażenie (10) można przedstawić również w następującej postaci:

$$\frac{dV_t}{dt} : V_t = r - \frac{dp_t}{dt} : p_t . \quad (11)$$

W ten sposób otrzymaliśmy oryginalną postać reguły Hotellinga, ale od prawej strony odjęte jest wyrażenie $\frac{dp_t}{dt} : p_t$.

A zatem uwzględnienie specyficznych walorów dostarczanych przez las przynosi taki sam wynik jak zmniejszenie stopy dyskontowej r , co prowadzi do przedłużenia okresu rotacji powyżej t_0 lub t_{F^*} gdyby rotacja była obliczana zgodnie z modelem Faustmanna, tj. przy uwzględnieniu wartości ziemi po wycince.

Okazuje się jednak, że opóźnienie momentu wyrębu, które zwiększa podaż dobra publicznego, jakim są środowiskotwórcze funkcje starego lasu (zatem daje pozytywny efekt zewnętrzny), prowadzi również do zmniejszenia przychodów gospodarstw leśnych. Późniejsza wycinka nie jest w interesie leśników, a więc będą oni dążyć do jej przyspieszenia.

Państwo mogłoby wpływać na zmianę zachowania podmiotów gospodarczych poprzez ograniczenia ilościowe lub bodźce finansowe. Ograniczenia ilościowe mogłyby polegać na wprowadzeniu dolnego ograniczenia wieku rębego dla różnych gatunków drzew. Do bodźców finansowych zaliczyć natomiast należy: obciążenie przedwczesnej wycinki lub subwencjonowanie wycinki opóźnionej. W tym ostatnim przypadku instrumentem stosowanym w praktyce gospodarczej mogłoby być obniżenie podatków dla gospodarstw leśnych, które dbają o wydłużenie wieku hodowanego lasu.

Nie byłoby takich problemów, gdyby właściciele mogli sprzedawać usługi dostarczane przez stary las w taki sam sposób, jak handlują drewnem. W jakimś zakresie prowadzenie takiej działalności jest możliwe. Istnieją prywatne i państwowe gospodarstwa leśne, które sprzedają usługi turystyczne, edukacyjne lub naukowe. Jednak z uwagi na to, że ekosystem leśny jest dobrem publicznym, nie można liczyć na całkowitą eliminację problemu „jazdy na gapę” (*free riding*). Nieunikniona wydaje się zatem ingerencja państwa w mechanizm rynkowy.

W niektórych przypadkach sam rynek prowadzi do wydłużenia wieku drzewostanów. Wynika to z faktu, że tarcica wyprodukowana z bardziej dorodnych i starszych drzew może osiągać na rynku wyższą cenę niż drewno z drzew młodszych. W takim wypadku opłacalne jest wydłużenie okresu rotacji. Będzie on przekraczał ten, który został uzyskany na podstawie przedstawionych modeli. Jednak po przekroczeniu pewnego wieku drzewami zaczynają interesować się organizacje ekologiczne, które zgłaszają żądania zaniechania wycinki, a tym samym mogą pozbawić właścicieli lasów jakichkolwiek przychodów ze sprzedaży drewna. Postępując racjonalnie, leśnicy powinni dokonać wyrębu lasu, zanim zwrócą na niego uwagę ekologów. Znane są ekstremalne sytuacje, kiedy to wycinane są drzewa, o których ochronę wystąpiono, ale jeszcze jej nie przyznano [Żylicz 2004, s. 92].

Należy nadmienić, że modele gospodarowania lasami nie uwzględniają istotnych czynników, takich jak kwestia kosztów alternatywnych wynikających z zamrożenia kapitału, kosztów nasadzenia i utrzymania lasów, ryzyka związanego z pożarami czy kosztów przeciwdziałania szkodnikom. Koszty te w znaczący sposób wpływają na opłacalność wydłużania okresu rotacji.

3. Model zrównoważonej gospodarki leśnej

Europejska polityka leśna wydaje się zmierzać w kierunku coraz szerszego uwzględniania pozaprodukcyjnych funkcji lasów. Model zrównoważony gospodarowania lasem jest zgodny z trendem społecznym i politycznym w Europie. Europejskie społeczeństwo zwraca coraz większą uwagę na problem zanieczyszczenia środowiska oraz na zdrowy tryb życia. Przemiany postrzegania środowiska znalazły odzwierciedlenie w polityce i planach dotyczących również leśnictwa.

Zrównoważona gospodarka leśna oznacza gospodarowanie lasami w taki sposób i w takim zakresie, by utrzymana została ich produktywność, bioróżnorodność, zdolność do regeneracji, żywotność i zdolność do utrzymania funkcji ekologicznej, środowiskowej i ekonomicznej teraz i w przyszłości na poziomie lokalnym, krajowym i globalnym, bez negatywnego wpływu na inne ekosystemy¹. Definicja ta rozszerza zakres funkcji lasu poza sferę czysto ekonomiczną. W ramach porozumień międzynarodowych powstało szereg zaleceń dotyczących gospodarki leśnej, będących efektem m.in. postanowień Szczytu Ziemi w 1992 roku². W Polsce zrównoważona gospodarka leśna została zapisana w ustawie o lasach z 1991 roku i polityce leśnej państwa z 1997 roku. Zgodnie z jej zapisami drewno jako produkt leśny stanowi dobro odtwarzalne, a dopuszczalna wielkość jego pozyskania jest ściśle regulowana planami urządzenia lasu. Podstawą określenia wielkości użytkowania są zasada trwałości lasów oraz dążenie do powiększania zasobów drzewnych, opisana jako [Woś 1995, s. 216]:

$$E \leq R, \quad (12)$$

gdzie: E – stopa eksploatacji lasu; R – stopa odnowy lasu (przyrost masy drzewnej w danym okresie).

Oznacza ona, że w każdym roku stopa eksploatacji lasu – E , dla wszystkich jego funkcji nie może być wyższa od stopy jego odnowy R . Jeżeli nawet dla jednej z funkcji lasu nie zachodzi nierówność (12), prowadzi to do niezachowania równowagi, a w konsekwencji do ubytku zasobu.

Zrównoważona gospodarka zasobami leśnymi koncentruje się na czterech kierunkach działania [Becla, Czaja 2007, s. 142-144]:

- 1) zachowanie różnorodności biologicznej lasów;
- 2) ochrona lasów ze względu na ich walory kulturowe, rekreacyjno-wypoczynkowe, krajobrazowe czy naukowe;

¹ Definicja zrównoważonej gospodarki leśnej powstała podczas konferencji w Helsinkach w 1993 roku, szczegóły i pozostałe definicje na stronie: <http://www.fao.org/docrep/W3646E/w3646e06.htm> [data pobrania: 02.2013].

² “General Guidelines for Sustainable Forest Management”; “General Guidelines for Conservation of Biological Diversity of European Forests”, Helsinki 1993.

- 3) ochrona lasów przed wpływami zanieczyszczeń przemysłowych;
- 4) pozyskiwanie drewna i innych użytków leśnych.

Zwrócenie uwagi na pozaprodukcyjne usługi lasu istotnie wpływa na sposób gospodarowania zasobami leśnymi. Cel, jakim jest zachowanie pozaekonomicznych funkcji lasu, wymusza taki sposób pozyskiwania drewna, by nie naruszyć równowagi i warunków odtworzenia lasów.

Przy okazji omawiania kwestii zrównoważonej gospodarki leśnej należy wspomnieć o podejmowanych przez naukowców próbach uwzględnienia pozarynkowych funkcji lasu w modelach ekonomicznych. Najbardziej znanym przykładem jest tutaj model Faustmanna-Hartmana. W modelu Faustmanna z 1849 roku λ – bieżąca wartość przychodów z obecnego i wszystkich przyszłych okresów hodowli drzewostanu z danego areału użytków leśnych, jest zdefiniowana jako [Bowes, Krutilla 1985, s. 535]:

$$\lambda = \max_t \{ (pV(t)e^{-rt} - C) / (1 - e^{-rt}) \}, \quad (13)$$

gdzie: $V(t)$ – funkcja przyrostu drewna, określająca wielkość drewna dostępnego do sprzedaży jako funkcję wybranego momentu wycinki t ; p – cena drewna netto, pomijająca jakiegokolwiek koszty uzyskania przychodu, czyli koszty hodowli, pielęgnacyjne itd.; r – stopa procentowa; C – koszt utrzymania i odtwarzania drzewostanu na jednostkę obszaru, tj. na 1 akr; t – moment wycinki lub alternatywnie okres rotacji.

Tak skonstruowany model Faustmanna, o którym była mowa w poprzednim punkcie, dotyczy wyłącznie eksploatacji drzewostanu.

Z uwagi jednak na to, że las dostarcza także innych, niekoniecznie rynkowych, korzyści, Hartman rozwinął model Faustmanna. W skonstruowanym w 1976 roku modelu λ – bieżąca wartość przychodów z obecnego i wszystkich przyszłych okresów hodowli drzewostanu z danego areału użytków leśnych jest zdefiniowana jako [Bowes, Krutilla 1985, s. 537]:

$$\lambda = \max_t \{ (pV(t)e^{-rt} + \int_0^t (a(n)e^{-rn})dn - C) / (1 - e^{-rt}) \}, \quad (14)$$

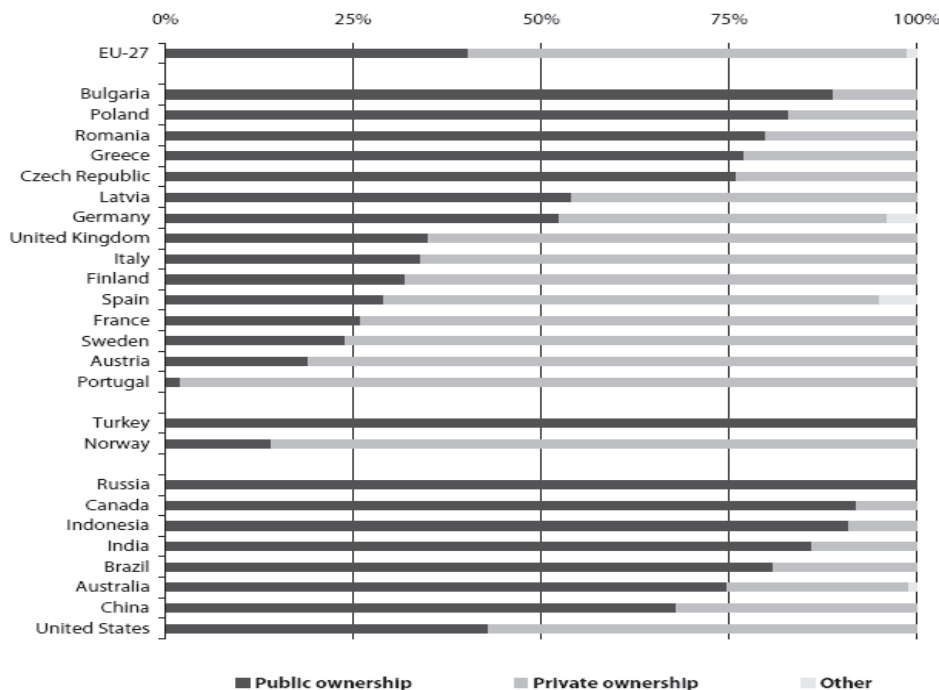
gdzie: $a(n)$ – strumień korzyści z jednostki obszaru (1 akra) lasu o wieku n lat; $\int_0^t (a(n)e^{-rn})dn$ – bieżąca wartość wszystkich korzyści i usług nierynkowych pozyskiwanych z jednego cyklu rotacji o długości t ; reszta oznaczeń jak poprzednio.

Podobnie jak w modelu Faustmanna, rozwiązanie tego zagadnienia polega na wyborze takiego momentu wycinki lasu t , dla którego łączna bieżąca wartość korzyści związanych z produkcją drewna oraz wszelkich innych korzyści i usług nierynkowych uzyskanych z obecnego i przyszłych okresów jest maksymalna.

Rozwiązanie obu tych zagadnień w przedstawionej postaci nie jest skomplikowane, choć dla kontynuacji rozważań niniejszego artykułu wystarczające jest stwierdzenie, że jeżeli wartość korzyści i usług nierynkowych wzrasta wraz ze starzeniem się lasu (jak uważa większość biologów, ekonomistów i ekologów), to okres rotacji – optymalny moment wycinki, wskazywany przez Hartmana przekracza ten, który jest wskazywany przez Faustmanna.

4. Lasy w Polsce

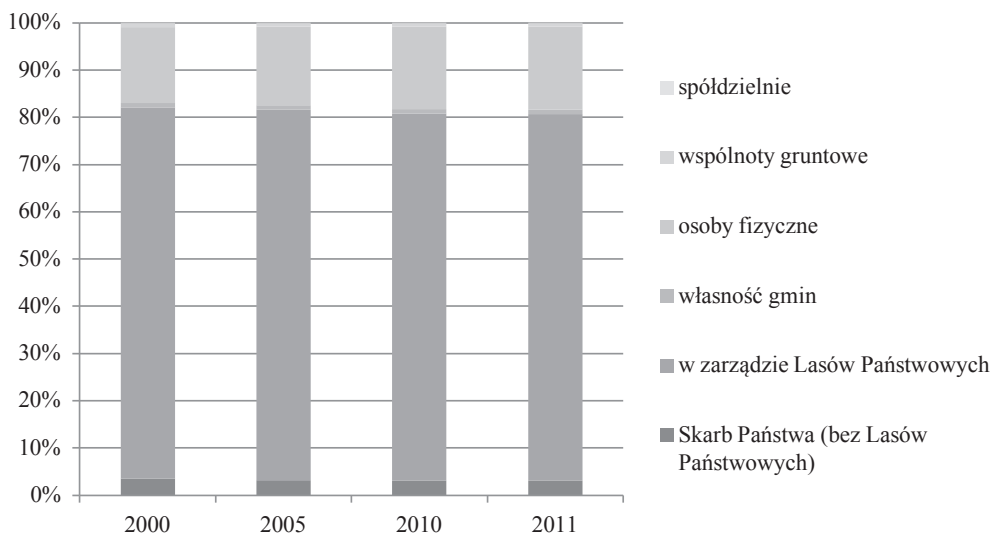
W Polsce gospodarka leśna prowadzona jest w głównej mierze przez państwo, a jedynie w niewielkim stopniu przez właścicieli prywatnych. Lasy zajmują 29,2% terytorium kraju, rosną na obszarze 9,1 mln ha, z czego prawie 7,6 mln ha pozostaje w zarządzie Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe (PGL Lasy Państwowe) [Lasy państwowe... 2012]. Na tle pozostałych krajów Europy, udział państwa w zarządzaniu zasobami leśnymi jest dość wysoki. Rysunek 2, który pochodzi z raportu *Forestry in the EU and the World*, przedstawia relację lasów państwowych do prywatnych w najważniejszych gospodarkach światowych.



Rys. 2. Udział lasów publicznych i prywatnych w wybranych państwach

Źródło: [Forestry in the EU... 2011, s. 18].

Przewaga lasów prywatnych występuje w północnej i zachodniej Europie. Szczególnie na północy jest stosunkowo wysoka, osiągając ok. 70%. W Europie Środkowo-Wschodniej, w tym w Polsce, większość lasów należy do państwa. W Polsce lasy prywatne stanowią 18,7% lasów [Leśnictwo 2012... 2012]. Większość lasów należy do prywatnych, niezrzeszonych właścicieli (1606 tys. ha); do wspólnot gruntowych należy 67 tys. ha, a do spółdzielni 5 tys. ha. Udział spółdzielni lub innych form zrzeszania się właścicieli we wszystkich formach własności jest zatem bardzo niski. Rozdrobnienie własności lasów pozostających w prywatnych rękach utrudnia zorganizowane prowadzenie gospodarki leśnej. Okres wzrostu lasu jest na tyle długi, że korzyści ze sprzedaży drewna zostają niekiedy przesunięte aż do następnego pokolenia. Brak odpowiedniej organizacji gospodarki leśnej powoduje, że produkcja leśna rzadko stanowi dla osób prywatnych stałe źródło dochodów. Zazwyczaj stanowi formę działalności dodatkowej, towarzyszącej działalności rolniczej właściciela. Przeciętna powierzchnia lasu w takim gospodarstwie to 1,3 ha. W większości zasoby leśne są wykorzystywane przez właściciela na własny użytek, co jest przyczyną bardzo niskiego udziału gospodarstw prywatnych w produkcji leśnej. Ponadto brak możliwości uzyskania rzeczywistych korzyści zniechęca prywatnego właściciela do ponoszenia kosztów utrzymania lasu, co owocuje niezadowalającym stanem zadrzewień. Na to zjawisko zwrócono uwagę już na początku lat dziewięćdziesiątych, przy okazji analiz stanu lasów towarzyszących tworzeniu polityki leśnej państwa. Strukturę własnościową lasów przedstawia rys. 3.



Rys. 3. Struktura własności lasu w Polsce w wybranych latach

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Leśnictwo 2012 ... 2012].

Jak widać na wykresie, struktura własności lasów w Polsce jest stabilna. Prócz niewielkich zmian, w ostatniej dekadzie nie mamy do czynienia ze znaczącym zwiększeniem lub zmniejszeniem udziału jakiegokolwiek z grup. Obserwuje się jedynie nieznaczny spadek powierzchni lasów należących do wspólnot gruntowych i spółdzielni. Dokładne dane za lata 2000, 2005, 2010 i 2011 przedstawia tab. 1.

Tabela 1. Lasy w Polsce według form własności (w tys. ha)

Właściciel	Rok			
	2000	2005	2010	2011
Skarb Państwa (bez Lasów Państwowych)	309	286	279	277
W zarządzie Lasów Państwowych	6 953	7 042	7 072	7 077
Własność gmin	79	82	84	84
Osoby fizyczne	1 428	1 492	1 587	1 606
Wspólnoty gruntowe	69	68	67	67
Spółdzielnie	9	7	6	5

Źródło: opracowanie własne na podstawie raportu [Leśnictwo 2012... 2012].

Poziom zarządzania zasobami leśnymi można oceniać przez pryzmat różnych wskaźników. Specjaliści porównujący gospodarkę leśną w lasach publicznych i prywatnych wskazują m.in. na pozyskanie drewna czy jego zasobność³. Zasoby drzewne w PGL Lasy Państwowe (1,9 mld m³) są największe w kraju i według dostępnych danych jakościowo lepsze niż lasów innych własności [Raport o stanie lasów ... 2011]. Znajduje to swój wyraz m.in. w zasobności wynoszącej 267 m³/ha (w lasach prywatnych 218 m³/ha) oraz przeciętnym wieku drzewostanów – 57 lat. W lasach prywatnych przeciętny wiek wynosi 46 lat. Pozyskanie drewna z m³ w przeliczeniu na hektar w lasach państwowych wyniosło w 1990 roku 2,34 m³/ha, w lasach prywatnych – 0,91 m³/ha. W roku 2011 wskaźnik ten dla lasów państwowych wyniósł 4,63 m³/ha, tymczasem w lasach prywatnych wzrósł do poziomu 0,97 m³/ha. Potwierdza to tylko opinie specjalistów leśnictwa, zwracających uwagę na niską jakość drzewostanu w lasach prywatnych.

Użytkowanie zasobów drzewnych w Lasach Państwowych w 2011 r. przebiegało na poziomie niższym od przyrostu miąższości⁴, podobnie jak w ostatnich dwudziestu latach, kiedy to pozyskiwana miąższość stanowiła ok. 56% wielkości przyrostu. W lasach publicznych funkcja ekonomiczna została ograniczona na rzecz zachowania trwałości zasobów leśnych. Państwo zobligowane jest do respektowania umów i uzgodnień międzynarodowych – w zarządzaniu lasami kieruje się w coraz większym stopniu pozaprodukcyjnymi funkcjami lasu i koniecznością ochrony zasobów leśnych. W gospodarstwach prywatnych, przy ich rozdrobnionej strukturze, trudno mówić o zrównoważonej gospodarce leśnej. Prywatny właściciel będzie kierował

³ Zasobność – miąższość w przeliczeniu na hektar.

⁴ Miąższość – objętość drewna mierzona w m³.

się w gospodarowaniu lasem przede wszystkim względami ekonomicznymi, a zatem okres rotacji może ulec znacznemu skróceniu.

W dyskusji nad przewagą jednej formy własności nad drugą ważny jest jeszcze jeden aspekt, o którym wspomniano już wcześniej – brak możliwości osiągnięcia zadowalającej stopy zwrotu przez prywatnego właściciela lasu bez odpowiedniego wsparcia ze strony państwa. Przy relatywnie niskim tempie przyrostu masy drzewnej inwestor nie jest w stanie osiągnąć zysku, który dorównywałby innym formom zaangażowania kapitału. Nie ma również możliwości urynkowania większości usług pozarynkowych lasu, z których korzysta środowisko i społeczeństwo. Wobec tego prywatny właściciel nie ma motywacji do dostarczania społeczeństwu dobra publicznego, jakim jest wiekowy las. W sytuacji braku regulacji (tj. ograniczeń ilościowych lub bodźców finansowych) efektem będzie rabunkowa gospodarka leśna, nastawiona na krótkie okresy rotacji i ekonomiczne wykorzystanie pożytków lasu, z pominięciem tych usług, które choć ważne ze społecznego i środowiskowego punktu widzenia, nie przynoszą właścicielowi wymiernych korzyści.

5. Podsumowanie

Kwestia wieku wycięcia lasu okazuje się problemem bardziej złożonym, niż przedstawiają to modele, np. uważany przez wiele lat za miarodajny model Faustmanna. Nie można oczywiście pominąć ogromnej ewolucji w modelowym podejściu do gospodarowania lasami – zwłaszcza ujmowania pozaprodukcyjnych czynników decydujących o przyspieszeniu lub opóźnieniu wieku wycięcia. Ekonomisci, podążając w proponowanych modelach za zrównoważonym podejściem do gospodarki leśnej, uwzględniali m.in. pozarynkowe funkcje lasu i usługi dostarczane przez „stary” las. Pozwoliło to na dostosowanie teoretycznego podejścia do zmian, jakie zaszły w gospodarowaniu lasami w ostatnich dziesięcioleciach, kiedy uwzględniono rolę lasu jako dobra publicznego o dużym wpływie na jakość życia człowieka i jakość środowiska przyrodniczego.

Oczywiście, wiele czynników trudno ująć w ramy modelu matematycznego. Na wiek wycięcia wpływają m.in. gatunek drzewa czy alternatywne możliwości użytkowania ziemi. Niebagatelne znaczenie mają tutaj forma własności i możliwość pozyskiwania korzyści z posiadania lasu. Właściciel prywatny optymalizuje produkcję leśną i kieruje się względami ekonomicznymi, właściciel publiczny uwzględnia również pozaekonomiczne funkcje lasu. Tym samym las staje się dobrem publicznym, z którego całe społeczeństwo czerpie różnorakie korzyści.

W Polsce dużym utrudnieniem dla rozwoju prywatnych gospodarstw leśnych jest niski poziom organizacji i zrzeszania się właścicieli. Może być to efekt niskiego poziomu zaufania społecznego do osób spoza najbliższego grona i brakiem zaufania w kontaktach biznesowych (zob. [*Zaufanie społeczne ... 2012*]), co z kolei warunkuje chęć podejmowania ryzyka i angażowania własnych zasobów w tworzenie wspólnego przedsięwzięcia, mającego przynieść korzyści wszystkim jego uczestnikom.

Nie bez znaczenia jest także niechęć do rozmaitych form kolektywnego gospodarowania, będąca pokłosiem minionego systemu.

Obecne podejście do gospodarowania lasami, zgodne z filozofią zrównoważonego rozwoju, oznacza optymalizację wykorzystania wszystkich funkcji lasu i nie jest tożsame z optymalizacją produkcji. Według prognoz ONZ i FAO⁵ powierzchnia lasów w Europie będzie w ciągu najbliższych dwóch dekad rosła, zauważalnym zjawiskiem stanie się zwiększenie udziału lasów nieprzeznaczonych do wycięcia. Istnieją dwie przyczyny tego procesu: z jednej strony ekspansja terenów leśnych na nieużytki, a z drugiej powiększanie arealu objętego ochroną przyrody, a tym samym wyłączenie z wycięcia, co wynika z uwzględnienia znaczenia lasów dla ochrony środowiska, szczególnie poprzez funkcję glebo- i wodochronną. W Polsce o zwiększeniu znaczenia pozaprodukcyjnych funkcji lasów świadczy znaczące zwiększenie arealu leśnego podlegającego różnym formom ochrony⁶.

Literatura

- Becla A., Czaja St., *Ekologiczne podstawy procesów gospodarowania*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, Wrocław 2007.
- Bowes M.D., Krutilla J.V., *Multiple Use Management of Public Forestlands*, [in:] *Handbook of Natural Resource and Energy Economics*, vol. 2, eds. A.V.Kneese, J.L.Sweeney, Elsevier Science Publishers B.V., 1985, s. 531-569, <http://vserver1.cscs.lsa.umich.edu/~rlr/CAFI/uploads/Main/BowesKrutillaMultipleUseofForestLands.pdf> [data dostępu: 20.01.2013].
- Fiedor B. (red.), *Podstawy ekonomii środowiska i zasobów naturalnych*, Wyd. CH Beck, Warszawa 2002.
- Forestry in the EU and the World. A statistical portrait*, Eurostat, Luxembourg 2011.
- Lasy państwowe*, 2012, <http://www.lasy.gov.pl/> [data dostępu: 10.12.2012]
- Leśnictwo 2012*, Raport GUS, GUS, Warszawa 2012.
- Polityka leśna państwa*, Ministerstwo Ochrony Środowiska, Warszawa 1997.
- Raport o stanie lasów 2011*, Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa 2012.
- The European Forest Sector Outlook Study II 2010-2030*, ONZ, FAO, UNECE, Geneva 2011.
- Ustawa z 28 września 1991 r. o lasach*, DzU 2011, nr 12, poz. 59.
- Varian H.R., *Mikroekonomia*, PWN, Warszawa 2002.
- Woś A., *Ekonomika odnawialnych zasobów naturalnych*, PWN, Warszawa 1995.
- Zaufanie społeczne*, Centrum Badania Opinii Społecznej, Warszawa, marzec 2012.
- Żylicz T., *Czy las może być prywatny*, „Aura” 01.02.2005, http://www.laspolskie.pl/pliki/czy_las_mozze_byc_prywatny.pdf [data dostępu: 20.01.2013].
- Żylicz T., *Ekonomia środowiska i zasobów naturalnych*, PWE, Warszawa 2004.

⁵ *The European Forest Sector Outlook Study II 2010-2030*, ONZ, FAO, UNECE, Geneva 2011.

⁶ Warto wspomnieć, że od 1990 roku powierzchnia parków narodowych zwiększyła się z 118,8 do 194,9 tys. ha, parków krajobrazowych z 687,7 do 1308,3 tys. ha, rezerwatów przyrody z 35,9 do 66,5 tys. ha ([*Raport o stanie lasów...* 2012], dane dotyczą okresu od 1990 roku do 2011 – stan na 31.12.2011).

MANAGEMENT OF RENEWABLE RESOURCES – SELECTED MODELS OF FOREST MANAGEMENT

Summary: The paper discusses management of forest as a renewable resource with two various possible uses: timber production and providing with non-market amenity services such as recreation, cultural needs, protection of soil and water, conservation of biodiversity. The authors present an overview of the forest management models – the Faustmann model, the C. Clark model, the Hotelling’s rule and describe sustainable timber management approach. The paper also includes description of the most important differences in forest management conducted by public and private owners. The form of ownership is shown as crucial for harvest timing. The authors also present recent data for Polish forest management sector with two forms of ownership distinguished.

Keywords: sustainable forest management, renewable resources, forest management models, amenity services, Polish forest management.