

Jan Banaś, Stanisław Zięba
Katedra Urządzenia Lasu, Wydział Leśny
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie
31–425 Kraków, Al. 29 Listopada 46
rlbanas@cyf-kr.edu.pl, rlzieba@cyf-kr.edu.pl

Received: 14.02.2012
Reviewed: 12.06.2012

WSTĘPNE WYNIKI WDROŻENIA SYSTEMU PLANOWANIA I GOSPODAROWANIA W LASACH GÓRSKICH

Preliminary results of newly introduced system of forest
management planning for mountain forest

Abstract: Principles and preliminary results of newly introduced system of forest management planning for uneven-aged forest elaborated in the Department of Forest Management, Agricultural University, Cracow are presented. The main principle of system is subordination of planner's decisions to the course of natural processes in the forest, such as regeneration, survival and depletion of trees. Practical supplement to description of theoretical basis of system are results of 34-year long experiment (1976–2010) in control unit 176 at Forest Experimental Station Krynica. They present effects of management in uneven-aged stands included into silviculture procedures according to the guidelines of system.

Key words: uneven-aged forest, statistical-mathematical system of forest inventory, management of forestry.

Wstęp i cel pracy

Koncepcja leśnictwa wielofunkcyjnego jest jednym z podstawowych wyznaczników gospodarki leśnej w Polsce. Oznacza to, iż przy zachowaniu wartości przyrodniczych lasów winna ona rozwijać różnorodne funkcje ochronne, społeczne i produkcyjne (Polityka leśna państwa 1997). Skuteczna realizacja tych celów rodzi jednak wiele problemów natury organizacyjnej i ekonomicznej. Dotyczą one w szczególności konfliktów na tle alokacji priorytetowych funkcji lasu oraz braku wzorców zarządzania wielofunkcyjnym gospodarstwem leśnym, które obecnie coraz częściej oznacza sterowanie procesem zrównoważonego rozwoju ekosystemów leśnych.

W ujęciu historycznym pojęcie zarządzania w leśnictwie odnosiło się przede wszystkim do sterowania procesem użytkowania zasobów drzewnych, a jego celem było uzyskanie z lasu trwałych i równomiernych dochodów. Wzorce postępowania opisywały teoretyczne modele lasu o priorytecie funkcji produkcyjnych, opracowane dla dwóch różnych postaci lasów. Pierwszy z nich – model lasu normalnego – związany był z lasami jednowiekowymi i zakładał

między innymi równomierny rozkład powierzchni drzewostanów w klasach wieku. Drugi natomiast to teoretyczny model lasu przerębowego, opracowany dla drzewostanów wielogeneracyjnych – zakładał odpowiedni udział drzew w stopniach grubości, tak aby liczba drzew w kolejnych stopniach zmniejszała się w postępie geometrycznym, przyjmując postać rozkładu wykładniczego. Obecnie wiadomo, iż zarówno osiągnięcie założenia lasu normalnego nie jest możliwe, jak również doprowadzenie i utrzymanie struktury przerębowej w dłuższym okresie jest niesłychanie trudne. W praktyce leśnej znalazły więc zastosowanie empiryczne modele stanu i rozwoju lasu. Dla drzewostanów jednowiekowych modelem stanu jest tabela klas wieku, zawierająca informacje o rzeczywistym rozkładzie powierzchni i zapasu drzewostanów według ich wieku, zaś w drzewostanach o strukturze przerębowej modelem stanu stała się tabela klas grubości, odzwierciedlająca rzeczywisty rozkład liczby drzew w stopniach grubości. Rozwój drzewostanów opisywany jest natomiast przez określenie prawdopodobieństwa przemieszczania się odpowiednio: drzewostanów w klasach wieku w lasach jednowiekowych lub drzew w stopniach grubości w drzewostanach wielogeneracyjnych.

Nowe cele w gospodarowaniu lasami pojawiły się w wyniku upowszechnienia ekologicznie zorientowanego paradygmatu zrównoważonego rozwoju. Dla leśnictwa oznaczało to między innymi wprowadzenie do systemu zarządzania nowych funkcji pozaprodukcyjnych, jako niezbędnego warunku wielofunkcyjności.

W nowoczesnym modelu wielofunkcyjnego gospodarstwa leśnego szczególną rolę pełnią lasy o złożonej wiekowej i gatunkowej budowie, znacznie odbiegającej zarówno od modelowego rozkładu normalnego (szablonu klas wieku) jak i rozkładu wykładniczego. Łączą one walory różnorodności biologicznej i utrzymania trwałości całego ekosystemu z możliwością pozyskania części surowca drzewnego, która nie ograniczałaby wielorakich funkcji pozaprodukcyjnych. Specyfika takich lasów wymaga jednak o wiele bardziej złożonych i doskonalszych metod gospodarowania niż w lasach o priorytecie funkcji produkcyjnej. Niewielki udział lasów różnowiekowych sprawił, że brak jest obecnie w Polsce wzorców gospodarowania w tego typu drzewostanach (Banaś 2010).

Celem opracowania jest przedstawienie ogólnych założeń systemu planowania urzędzeniowego dla lasów różnowiekowych, a także zaprezentowanie wyników 34-letniego eksperymentu (1976–2010 r.) w drzewostanach Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Krynicy, prezentującego wyniki wdrożenia naturalnego kierunku hodowli lasu (Chodzicki 1960) i modelu planowania urzędzeniowego opartego na wytycznych systemu.

Model gospodarowania w lasach różnowiekowych

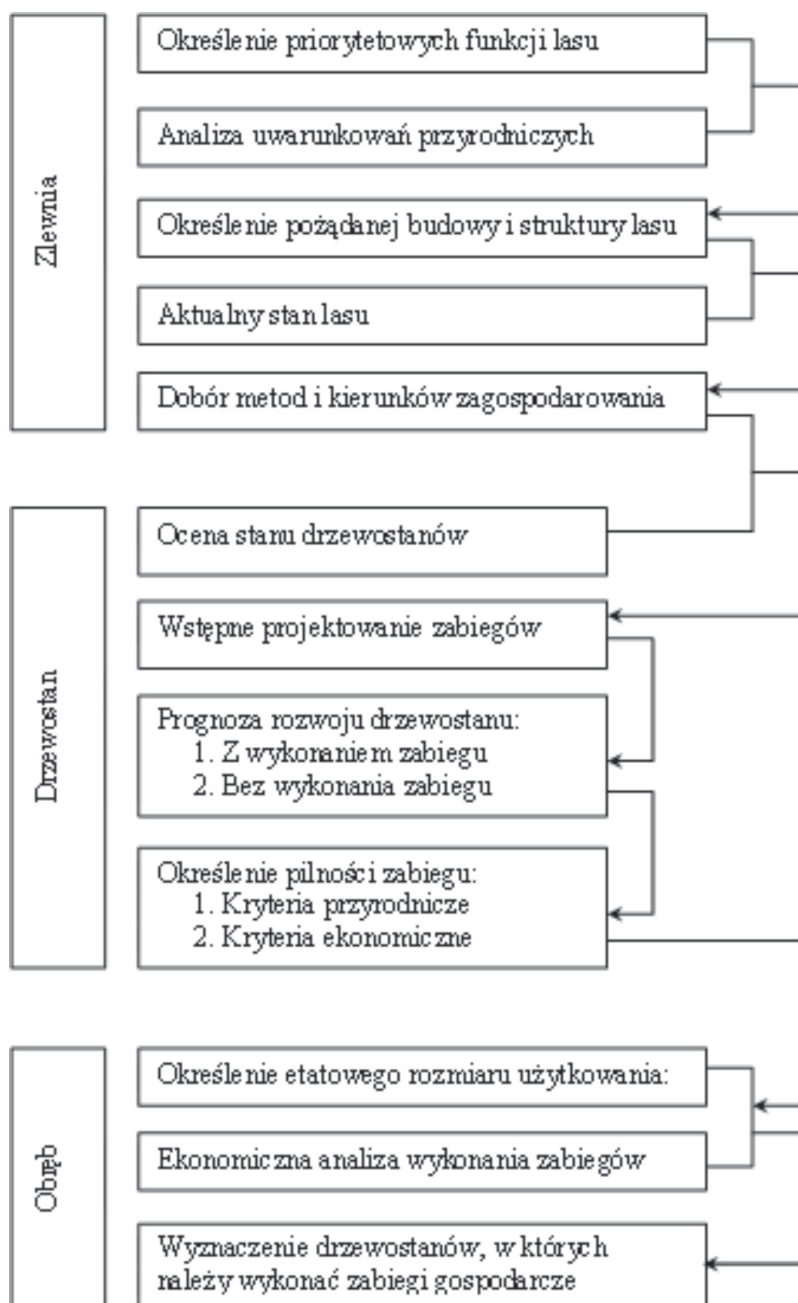
Problematyka lasów różnowiekowych stanowi główny nurt badawczy Katedry Urządzenia Lasu Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. Od początku lat 70. ubiegłego wieku prowadzone są liczne analizy rozwoju drzewostanów wzrastających w odmiennych warunkach przyrodniczych i pełniących różne funkcje (Rutkowski i in. 1972; Przybylska 1993; Banaś 2002). Opierają się one zarówno na wynikach monitoringu drzewostanów gospodarczych z uwzględnieniem wpływu zabiegów hodowlanych (np. LZD Krynica, N-ctwo Nawojowa, „Las Wolski” w Krakowie) jak i naturalnych, objętych różnymi formami ochrony (m.in. Bieszczadzki PN, Gorczański PN, Magurski PN, Ojcowski PN oraz liczne rezerwy przyrody). Szczególną wartość dla budowy prezentowanego modelu zarządzania lasami różnowiekowymi stanowią wyniki eksperymentu rozpoczętego w roku 1976 w wybranych drzewostanach o charakterze gospodarczym w LZD Krynica. Polegał on na wdrożeniu naturalnego kierunku hodowli lasu oraz objęciu drzewostanów zarządzaniem w oparciu o decyzje planistyczne według założeń systemu. Obiekty te stanowią zatem dobry przykład weryfikacji systemu planowania w lasach różnowiekowych.

Koncepcja zarządzania lasami różnowiekowymi opiera się na kilku założeniach metodycznych, tj.:

- Za las różnowiekowy przyjmuje się taki, w którym nie wyróżnia się odrębnych klas wieku (Meyer i in. 1961).
- Rolę wieku, jako cechy taksacyjnej pełni faza rozwojowa.
- Przejście do określonej fazy rozwoju następuje, gdy w drzewostanie znajduje się określony udział drzew o pierśnicy powyżej danej wartości granicznej.

Decyzje planistyczne podejmowane są etapowo na kilku płaszczyznach planowania leśnego, tj.: obrębu, zlewni oraz drzewostanu. Obejmują one wskazania o różnym stopniu uogólnienia i opierają się na informacjach o różnym zakresie szczegółowości.

W pierwszym etapie podejmowane są decyzje odnośnie lasu w granicach całej zlewni (Ryc. 1). Obejmują one wyznaczenie nadrzędnego celu prowadzenia gospodarki leśnej, a więc na wyraźnym określeniu priorytetowych funkcji jakie las powinien pełnić w danym regionie. Informacje niezbędne do formułowania decyzji na tym etapie pochodzą od społeczeństwa, a częściowo zawarte są w sformalizowanych zapisach właściwych planów zagospodarowania przestrzennego (Przybylska i Zięba 2008). Ważnym elementem procesu decyzyjnego jest diagnoza warunków przyrodniczych kształtujących rozwój lasu w granicach zlewni. W tym celu przeprowadzone winny zostać szczegółowe analizy siedliskowych typów lasu na tle rejonizacji przyrodniczo-leśnej (Banaś 2010).



Ryc. 1. Schemat urzędniowego procesu decyzyjnego w lasach różnowiekowych (Banaś 2010).

Fig. 1. Scheme of management decision process in uneven-aged forest (Banaś 2010).

Dla wyznaczonej priorytetowej funkcji lasu oraz istniejących warunków siedliskowych określana jest pożądana (modelowa) postać drzewostanów, w szczególności budowa oraz struktura gatunkowa. Przy doborze gatunków należy kierować się zasadą maksymalnego dla danego siedliska zróżnicowania składu gatunkowego (zasada rozproszonego ryzyka) (Bernadzki 1998). Należy tutaj uwzględnić również problemy związane z przewidywaną zmianą kategorii użytkowania gruntów i to zarówno w kontekście planowanych zalesień jak i projektowanych wylesień, np. ze względu na realizację inwestycji o zasięgu regionalnym (budowa dróg, nartostrad, obiektów turystycznych, itp.). Dla obszaru zlewni rozpatrywana jest także trwałość lasu w kontekście przyrodniczym (pożądaną udział drzewostanów w poszczególnych fazach rozwojowych).

W dalszej kolejności modelowa postać lasu porównywana jest ze stanem rzeczywistym. Różnice pomiędzy stanem optymalnym a rzeczywistym powinny być analizowane w kontekście całej zlewni. Dopuszcza się bowiem, występowanie niewielkiego udziału drzewostanów o składzie gatunkowym (czy strukturze pierśnic) odbiegającym od optymalnego. Kończącą decyzją podejmowaną dla zlewni jest dobór odpowiednich sposobów i metod zagospodarowania lasu. Metody te powinny zapewnić osiągnięcie i utrzymanie lasu o takiej budowie i strukturze, aby w sposób optymalny pełnił wyznaczone funkcje.

Decyzje podejmowane w drugim etapie dotyczą planowania zabiegów gospodarczych w poszczególnych drzewostanach. Uzyskane w trakcie okresowej inwentaryzacji informacje pozwalają określić między innymi: fazę rozwojową drzewostanu, skład gatunkowy, wskaźniki zasobności i zagęszczenia drzew oraz stan odnowienia podkopowego. W oparciu o te informacje aktualny stan każdego drzewostanu porównywany jest z parametrami drzewostanu modelowego (Przybylska 1998) – o optymalnej zasobności oraz strukturze i zagęszczeniu drzew możliwych do osiągnięcia w danych warunkach siedliskowych. Odpowiednio do fazy rozwoju i aktualnego stanu dla każdego drzewostanu projektowane są wstępnie rodzaj i intensywność zabiegów gospodarczych.

W dalszej kolejności przeprowadzane są symulacje rozwoju drzewostanu w ciągu 10-letniego okresu gospodarczego. Pierwszy wariant obejmuje prognozę rozwoju drzewostanu po wykonaniu danego zabiegu gospodarczego. W wariantcie drugim prognozowany jest rozwój tego samego drzewostanu bez realizacji zabiegu. Wymiernym efektem przebiegu tych procesów jest przemieszczanie się drzew w stopniach grubości i kształtowanie struktury pierśnic drzewostanu. Można w tym celu wykorzystać opracowane w Katedrze Urządzania Lasu UR w Krakowie matematyczne modele rozwoju drzewostanów różnowiekowych. Określają one prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzeń ubywania oraz przeżywania i przemieszczania się drzew w stopniach grubości, w zależności od wybranych czynników kształtujących rozwój drzewostanu (Banaś 2007). Prognozowany w obu wariantach stan drzewostanu na koniec okresu porównywany jest

z odpowiadającym w cyklu rozwojowym drzewostanem modelowym. W oparciu o wyniki porównania określana jest celowość przeprowadzenia danego zabiegu gospodarczego, zarówno ze względu na kryteria przyrodnicze jak i ekonomiczne. Ze względów przyrodniczych, jeżeli wykonanie zabiegu wpłynie niekorzystnie na rozwój drzewostanu, pilność tego zabiegu otrzymuje wartość „-1”. W sytuacji gdy planowany zabieg nie wpłynie istotnie na prognozowany rozwój drzewostanu, pilność zabiegu otrzymuje wartość „0”, natomiast gdy planowany zabieg wpłynie korzystnie na rozwój drzewostanu pilność jego wykonania otrzymuje wartość „+1”. Z kolei, ze względów ekonomicznych, rozpatrywana jest relacja pomiędzy przychodami z wykonania danego zabiegu, a kosztami jego realizacji. Jeżeli koszty wykonania planowanej czynności znacznie przekraczają uzyskane z tego tytułu przychody pilność zabiegu za względów ekonomicznych otrzymuje wartość „-1”. Analogicznie, gdy koszty zbliżone są do przewidywanych przychodów, nadawana jest wartość „0”, natomiast, gdy przewidywane przychody są wyższe od kosztów pilność zabiegu otrzymuje wartość „+1” (Banaś 2010).

W trzecim etapie podejmowane są decyzje dla całego obrębu i dotyczą czynników ekonomicznych, tj. analizy oraz zbilansowania dochodów i kosztów związanych z pełnieniem przez las określonych priorytetowych funkcji oraz prowadzonej gospodarki. Etatowy rozmiar użytkowania na dziesięcioletni okres określany jest jako suma miąższości drzew planowanych do pozyskania w trakcie wykonywania zabiegów w drzewostanach, które ze względu na kryteria przyrodnicze mają przypisaną pilność wykonania „0” oraz „+1”. W oparciu o szczegółową analizę kryteriów przyrodniczych, w połączeniu z kryteriami ekonomicznymi wyznaczane są drzewostany, w których należy wykonać zabiegi gospodarcze.

Materiał i metodyka badań

Do prezentacji wyników eksperymentu wybrano jednostkę kontrolną 176, należącą do kompleksu badawczego „Powroźnik” w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym Krynica. W roku 1976 wdrożone zostały w niej – naturalny kierunek hodowli lasu oraz model planowania gospodarczego opartego na wytycznych systemu planowania w lasach różnowiekowych. Do oceny efektów gospodarowania wykorzystano metodę stałych powierzchni próbnych, rozmieszczonych w węzłach siatki kwadratów o boku 100 m, w ramach statystyczno-matematycznego systemu inwentaryzacji i kontroli lasu (Poznański i in. 1980).

Jednostka kontrolna 176 składa się z trzech jednostek ewidencyjnych, obejmujących drzewostany znajdujące się w różnych fazach rozwoju: optymalnej (6,70 ha), terminalnej (20,17 ha) i przedplonowej (4,67 ha). W 1976 roku założono w nich powierzchnie próbne o zróżnicowanej wielkości, stosownie do fazy

rozwoju ($O_1 - 0,04$ ha, $T_1 - 0,05$ ha i $P - 0,025$ ha) oraz w liczbie wynikającej z regularnego rozmieszczenia powierzchni próbnych (w siatce kwadratów 100×100 m) w całym kompleksie badawczym „Powroźnik” ($O_1 - 6$ szt., $T_1 - 21$ szt., $P - 4$ szt.). Na każdej powierzchni okresowo, według jednolitej metodyki (Rutkowski 1989) mierzono między innymi: pierśnice drzew i część wysokości oraz rejestrowano: ubytki, dorost, posusz. W rozdziale „Wyniki badań” zamieszczono analizę rozwoju zasobów drzewnych w jednostce kontrolnej 176, na podstawie pomiarów na kontrolnych powierzchniach próbnych przeprowadzonych w latach: 1976, 2000, 2005 i 2010. Obliczenia wykonano zgodnie z metodyką podaną przez Rutkowskiego (1989). Podczas obliczenia miąższości drzew korzystano z tych samych krzywych miąższości, które sporządzono na podstawie pierśnic i wysokości drzew pomierzonych podczas kolejnych inwentaryzacji (Banaś i Zięba 2001, 2002). Na podstawie uzyskanych wyników oceniono: skład gatunkowy, liczbę drzew i ich rozkład w stopniach grubości, zasobność, rozmiar posuszu, zmiany miąższości i zagęszczenia, okresowy przyrost miąższości, intensywność procesów dorastania i ubywania drzew (Przybylska i in. 2006).

Wyniki badań

Pierwszy etap planowania dotyczył całego obiektu Powroźnik, wyodrębnionego wyraźnie w krajobrazie poprzez grzbiety górskie i tworzącego zlewnię potoku Stupne. Drzewostanom całej zlewni nadano status lasów wodochronnych. Przyjęto, że nadrzędnym celem gospodarowania jest doprowadzenie i utrzymanie takiej budowy i struktury (gatunkowej oraz wiekowej) drzewostanów, aby w sposób optymalny pełniły funkcje wodochronne. Sprzyjają temu bardzo korzystne warunki przyrodnicze w obiekcie Powroźnik: dominują żyzne gleby brunatne, miejscami oglejone, oraz siedliskowy typ lasu (las górski – LG). Uwzględniając wiodące wodochronne funkcje lasu oraz wyniki analiz warunków przyrodniczych przyjęto, iż celem planowania hodowlanego będą różnowiekowe drzewostany bukowo-jodłowe z domieszką jaworu, jesionu, świerka i wiązu. Drugi etap obejmował natomiast planowanie szczegółowych decyzji dla poszczególnych drzewostanów. W pracy przedstawiono przykładowo wyniki dla jednostki kontrolnej 176. Spośród wielu uzyskanych w toku eksperymentu informacji wybrano i przedstawiono w tabelach (Tab. 1, 2) i na rycinach (Ryc. 1–3) te, które dotyczą oceny stanu oraz dynamiki rozwoju zasobów drzewnych w kolejnych okresach pomiarowych.

Tabela 1. Wyniki okresowej oceny składu gatunkowego drzewostanów w jednostce kontrolnej 176 w kompleksie badawczym „Powroźnik” LZD Krynica w latach 1976–2010. FR – fazy rozwoju.

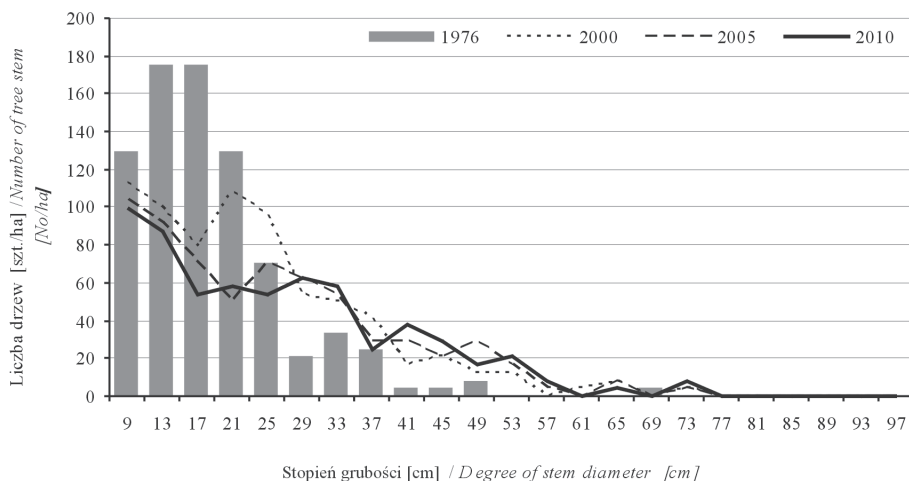
Table 1. Results of periodical evaluation of tree stands species composition in control unit 176 in research complex „Powroźnik”, Forest Experimental Station Krynica in 1976–2010. FR – developmental phases.

FR	Gatunek <i>Species</i>	Skład gatunkowy według liczby drzew [%] <i>Species composition according to number of trees</i>			
		1976	2000	2005	2010
Optymalna / <i>Optimal</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	2.14	12.14	15.48	17.33
	<i>Abies alba</i>	85.03	82.66	78.71	78.67
	<i>Acer pseudoplatanus</i>	4.28	0.58	0.65	0.00
	<i>Larix decidua</i>	3.21	2.89	2.58	2.67
	<i>Alnus incana</i>	0.53	1.16	0.65	0.67
	<i>Picea abies</i>	0.53	0.58	1.29	0.67
	<i>Salix sp.</i>	2.67	0.00	0.65	0.00
	<i>Populus tremula</i>	1.60	0.00	0.00	0.00
Terminalna / <i>Terminal</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	4.03	14.44	18.74	19.22
	<i>Salix caprea</i>	2.34	0.46	0.14	0.00
	<i>Abies alba</i>	79.83	61.70	62.66	66.18
	<i>Fraxinus excelsior</i>	1.06	13.53	9.51	7.66
	<i>Acer pseudoplatanus</i>	3.40	4.41	3.92	3.47
	<i>Alnus incana</i>	0.00	0.76	0.42	0.43
	<i>Populus tremula</i>	0.00	0.15	0.14	0.14
	<i>Picea abies</i>	8.92	4.56	4.06	2.60
<i>Salix sp.</i>	0.42	0.00	0.42	0.29	
Przedplonowa / <i>Forecrop</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	32.43	21.05	14.47	12.68
	<i>Fagus sylvatica</i>	4.50	19.74	22.37	23.94
	<i>Betula pendula</i>	2.70	0.00	0.00	0.00
	<i>Salix caprea</i>	4.50	0.00	0.00	0.00
	<i>Abies alba</i>	23.42	30.26	35.53	39.44
	<i>Larix decidua</i>	11.71	11.84	10.53	11.27
	<i>Alnus incana</i>	6.31	2.63	2.63	1.41
	<i>Picea abies</i>	14.41	14.47	14.47	11.27

Tabela 2. Wyniki okresowej oceny stanu drzewostanów i dynamiki procesów lasotwórczych w jednostce kontrolnej 176 w kompleksie badawczym „Powroźnik” LZD Krynica w latach 1976–2010. FR – fazy rozwoju.

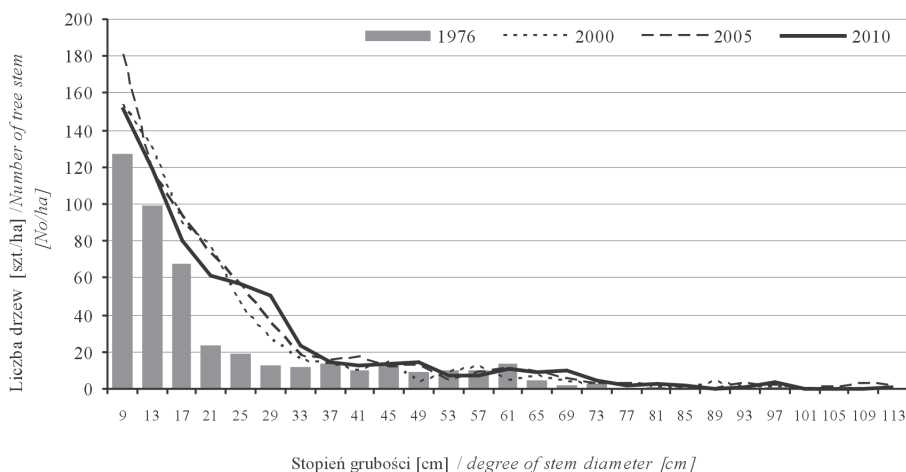
Table 2. Results of periodical evaluation of tree stands and dynamics of forest processes in control unit 176 in research complex „Powroźnik”, Forest Experimental Station Krynica in 1976–2010. FR – developmental phases.

FR	Cecha drzewostanu <i>Tree stand feature</i>	j.m.	Rok wykonania inwentaryzacji <i>Year of inventory</i>			
			1976	2000	2005	2010
Optymalna / <i>Optimal</i>	Zasobność <i>Mean volume</i>	m ³ /ha	227	504	541	558
	Liczba drzew <i>Number of tree stem</i>	szt./ha	779	721	646	625
	Przyrost miąższości <i>Annual volume increment</i>	m ³ /ha/rok	10.93	17.96	14.23	
	Dorost / <i>Ingrowth</i>	szt./ha/rok	8.68	29.17	2.50	
		m ³ /ha/rok	2.18	11.01	0.28	
	Ubytek / <i>Outgrowth</i>	szt./ha/rok	2.43	3.33	6.67	
		m ³ /ha/rok	0.48	1.91	7.43	
	Posusz / <i>Deadwood stem</i>	szt./ha	58.33	16.67	33.33	
m ³ /ha		11.50	9.54	37.17		
Terminalna / <i>Terminal</i>	Zasobność <i>Mean volume</i>	m ³ /ha	267	437	511	588
	Liczba drzew <i>Number of tree stem</i>	szt./ha	449	627	681	659
	Przyrost miąższości <i>Annual volume increment</i>	m ³ /ha/rok	7.87	15.63	13.80	
	Dorost / <i>Ingrowth</i>	szt./ha/rok	6.31	8.19	5.33	
		m ³ /ha/rok	5.07	3.41	0.42	
	Ubytek / <i>Outgrowth</i>	szt./ha/rok	0.28	2.29	8.00	
		m ³ /ha/rok	0.29	0.10	0.64	
	Posusz / <i>Deadwood stem</i>	szt./ha/rok	6.67	11.43	40.00	
m ³ /ha/rok		6.97	0.49	3.22		
Przedplonowa / <i>Forecrop</i>	Zasobność <i>Mean volume</i>	m ³ /ha	276	485	492	530
	Liczba drzew <i>Number of tree stem</i>	szt./ha	1110	760	760	710
	Przyrost miąższości <i>Annual volume increment</i>	m ³ /ha/rok	10.29	16.00	16.34	
	Dorost / <i>Ingrowth</i>	szt./ha/rok	22.08	32.00	16.00	
		m ³ /ha/rok	2.25	12.66	5.74	
	Ubytek / <i>Outgrowth</i>	szt./ha/rok	3.75	8.00	4.00	
		m ³ /ha/rok	0.60	0.84	0.56	
	Posusz / <i>Deadwood stem</i>	szt./ha/rok	90.00	40.00	20.00	
m ³ /ha/rok		14.50	4.20	2.80		



Ryc. 2. Struktura rozkładu drzew w stopniach grubości w drzewostanie w fazie optymalnej (O_1) w jednostce kontrolnej 176 w kompleksie badawczym „Powroźnik” LZD Krynica w latach 1976–2010.

Fig. 2. Structure of distribution of trees in degree of stem diameter in optimal phase (O_1) in control unit 176 in research complex „Powroźnik”, Forest Experimental Station Krynica in 1976–2010.



Ryc. 3. Struktura rozkładu drzew w stopniach grubości w drzewostanie w fazie terminalnej (T_1) w jednostce kontrolnej 176 w kompleksie badawczym „Powroźnik” LZD Krynica w latach 1976–2010.

Fig. 3. Structure of distribution of trees in degree of stem diameter in terminal phase (T_1) in control unit 176 in research complex „Powroźnik”, Forest Experimental Station Krynica in 1976–2010.

W roku 1976 drzewostan w fazie optymalnej (176 O₁) stanowiła jedlina (Jd – 85%) z pojedynczą domieszką jaworu, modrzewia, wierzby, buka i osiki. Odnaczał się on niewielką zasobnością (227 m³/ha) oraz stosunkowo wysoką liczbą drzew (779 szt./ha). W składzie dominowały drzewa niewielkich wymiarów o czym świadczy niska przeciętna pierśnica ($d_{1,3}=18,7$ cm).

Jako pożądaný kierunek rozwoju w drzewostanie wskazano stopniowy wzrost zasobności i akumulację zapasu. Stwierdzono, że zapewnią je naturalne procesy rozwojowe, stąd w latach 1976–2005 nie zaplanowano zabiegów gospodarczych (trzebieży). W roku 2005 wyniki inwentaryzacji wykazały, iż drzewostan osiągnął już wysoką zasobność (541 m³/ha) i stopniowo przechodzi do fazy terminalnej. Uznano więc, iż należy zapewnić warunki do pojawienia się intensywniejszego odnowienia naturalnego (które w 2005 r. występowało tylko na 5% pow. – Tab. 3) oraz dążyć do większego zróżnicowania rozkładu pierśnic (Ryc. 2). W tym celu wykonano cięcia pielęgnacyjne w wymiarze 25 m³/ha.

Tabela 3. Wyniki okresowej oceny odnowienia podokapowego w jednostce kontrolnej 176 w kompleksie badawczym „Powroźnik” LZD Krynica w latach 1976–2010.

Table 3. Results of periodical evaluation of under canopy regeneration in control unit 176 in research complex „Powroźnik”, Forest Experimental Station Krynica in 1976–2010.

Fazy rozwoju <i>Developmental phases</i>	Rok <i>Year</i>	Odnowienie podokapowe <i>Under canopy regeneration</i>	
		Skład gatunkowy [wg % zajmowanej powierzchni] <i>Species composition</i> (% of area covered)	Pokrycie powierzchni [%] <i>Coverage (%)</i>
Optymalna <i>Optimal</i>	1976	6Jd 4Bk pjd Św Js	30
	2000	6Jd 4Bk pjd Jw	8
	2005	5Jd 5Bk	5
	2010	5Jd 5Bk pjd Jw	7
Terminalna <i>Terminal</i>	1976	5Jd 3Bk 1Św 1Js pjd Jw	32
	2000	6Jd 3Bk 1Jw	12
	2005	7Jd 2Bk 1Św pjd Jw	5
	2010	6Jd 3Bk 1Jw. pjd Św	10
Przedplonowa <i>Forecrop</i>	1976	5Jd 3Bk 2Św pjd Jw	25
	2000	5Bk 4Jd 1Św pjd Jw	50
	2005	5 Jd 5Bk pjd Jw. Św	45
	2010	78Jd 2Bk pjd Jw. Św	40

Naturalne procesy lasotwórcze w drzewostanie przebiegały intensywnie. Zwraca uwagę szczególnie wysoki bieżący przyrost miąższości, który kształtował się od 11 m³/ha/rok do nawet 18 m³/ha/ rok. Równie wysoką intensywnością, szczególnie na początku okresu badawczego, charakteryzował się proces dorastania, który kształtował się od 9 do 29 szt./ha rok. Ubywanie było natomiast

mniej intensywne, wynosiło od 2 do 7 szt./ha/rok i związane było z procesem naturalnego wydzielania się drzew oraz z wykonanymi w okresie 2005–2010 cięciami.

W ciągu 34 letniego okresu badań (w roku 2010) w drzewostanie w fazie optymalnej zmieniły się relacje liczebnościowe i miąższościowe między gatunkami. W składzie szczególnie wyraźny jest wzrost udziału buka (o 15%) oraz nieznaczny spadek liczebności jodły (o 6%). Ponadto w drzewostanie nie stwierdzono jaworu, wierzby i osiki. W wyniku oddziaływania procesów lasotwórczych znacznie wzrosła średnia zasobność ($558 \text{ m}^3/\text{ha}$), a także spadła średnia liczba drzew na 1 ha (o 19,8%). Wyższa była również przeciętna pierśnica ($d_{1,3}=26,1 \text{ cm}$).

Nieco inaczej kształtował się rozwój drzewostanu w fazie terminalnej (176 T₁). W roku 1976, według klasyfikacji kategorii składu gatunkowego, była to jedlina (Jd 79,8%) ze znacznym udziałem świerka (9,0%) i pojedynczą domieszką buka, jaworu, iwy i jesionu. Charakteryzowała się niewielką średnią liczbą drzew na 1 ha (449 szt./ha) oraz niską średnią zasobnością ($267 \text{ m}^3/\text{ha}$). Stosunkowo mała była również przeciętna pierśnica ($d_{1,3}=22 \text{ cm}$), a zaledwie 10% drzew posiadało pierśnicę powyżej 50 cm. Na etapie planowania, z uwagi na priorytet funkcji wodochronnych, jako modelowy przyjęto drzewostan trwale różnowiekowy o strukturze przerębowej. Pożądany kierunek rozwoju drzewostanu winien więc sprzyjać wzrostowi miąższości, szczególnie w wyższych stopniach grubości oraz osiągnięciu struktury przerębowej. Przy dużym udziale odnowienia podokapowego, (ponad 30% powierzchni, Tab. 3), uznano że taki rozwój mogą zapewnić naturalne procesy, stąd też zrezygnowano z planowania cięć rębnych w drzewostanach fazy terminalnej.

W okresie badawczym procesy lasotwórcze przebiegały ze zróżnicowaną intensywnością. Na przykład proces przyrastania kształtował się na poziomie od 7,9 do $15,6 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{rok}$, co stanowiło odpowiednio od 2,7 do 3,6% zasobności na początku okresu. Z kolei intensywność dorastania wynosiła od 5 do 8 szt./ha/rok. Proces ubywania drzew przebiegał natomiast z niewielką intensywnością, a nasilił się dopiero po okresie intensywnego dorostu (8 szt./ha/rok). Związany on był z naturalnym procesem wydzielania się drzew oraz zabiegami gospodarczymi usuwania znacznej liczby posuszu (6,8% ogólnej liczby drzew w drzewostanie).

W rezultacie oddziaływania procesów lasotwórczych w drzewostanie w fazie terminalnej w okresie badawczym wzrosły zarówno średnia liczba drzew na 1 ha (659 szt./ha) jak i średnia zasobność ($588 \text{ m}^3/\text{ha}$). Nieznacznie zmienił się również skład gatunkowy, tj. zmniejszył się udział jodły (o 14%) i świerka (o 6,0%) natomiast wzrósł udział buka (o 15%) i jesionu (o 7%). W roku 2010 struktura rozkładu drzew w stopniach grubości spełniała już warunki zgodności z teoretycznym rozkładem Liocourta-Mayera (Ryc. 3).

Drzewostan w fazie przedplonowej (176 P) w roku 1976 był już częściowo przebudowany i określony został jako sośnina wielogatunkowa (So 32,4%).

W jej składzie znaczny udział posiadały: jodła (23,4%) świerk (14,0%), modrzew (12,0%) i olcha (6,3%). Pojedynczo występowały ponadto buk, iwa i brzoza. Średnia liczba drzew na 1 ha była stosunkowo wysoka i wynosiła 1110 szt./ha, natomiast średnia zasobność kształtowała się na poziomie 276 m³/ha. Przeciętna pierśnica drzew była niewielka ($d_{1,3}=16,6$ cm). Odnowienie podokapowe występowało na 25% powierzchni.

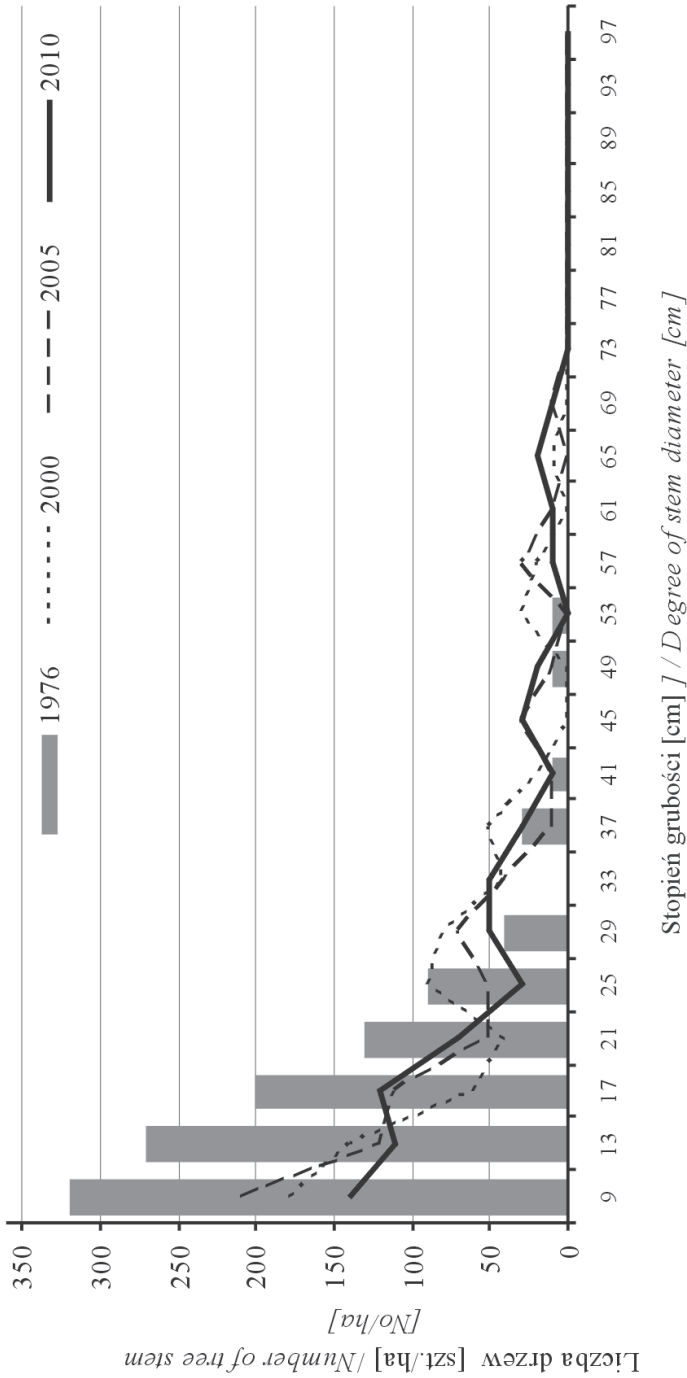
Ponieważ drzewostan położony jest w strefie przygrzbietowej, narażonej na silne wiatry, uznano, iż wiodącą rolę w drzewostanie winien pełnić buk, który jest bardziej odporny niż jodła. Jako pożądany kierunek rozwoju drzewostanu wskazano więc stopniowy wzrost udziału buka w składzie gatunkowym. W tym celu wykonano posadzenia sztuczne bukiem na 30% powierzchni.

Okresowe pomiary na powierzchniach próbnych wskazały na bardzo dynamiczne przebiegające procesy lasotwórcze. Przyrastanie kształtowało się na poziomie od 10,3 do 16,3 m³/ha/rok, co stanowiło odpowiednio od 3,3 do 3,7% zasobności na początku okresu. Bardzo intensywnie zachodził również proces dorastania. Średnio do piętra drzewostanu dorastało od 16 do 32 szt./ha/rok (2–4% liczby drzew na początku okresu). Z wyraźnie mniejszą intensywnością (4–8 szt./ha/rok), zachodził natomiast proces ubywania, który głównie związany był z naturalnym procesem wydzielania się drzew, a także usuwaniem w ramach przebudowy gatunków przedplonowych. Potwierdza to znaczna liczba suchych drzew o niewielkich wymiarach (posuszu), które stanowiły od 2,6 do 8,1% liczby drzew na początku okresu kontrolnego (Ryc. 4).

W rezultacie oddziaływania procesów lasotwórczych średnia liczba drzew na 1 ha zmalała o 36,0% (710 szt./ha), natomiast średnia zasobność wzrosła do 530 m³/ha, tj. o 92%. Wyższa była również przeciętna pierśnica ($d_{1,3}=24,0$ cm). Wyraźnie zmienił się ponadto skład gatunkowy. Zmniejszył się udział gatunków przedplonowych: sosny (o około 20%) i olchy (o 5%), wzrósł natomiast udział gatunków docelowych takich jak buk (o około 20%) i jodła (o 15%). Ponadto nie stwierdzono już gatunków o charakterze przejściowym, np. iwy i brzozy. W 2010 roku drzewostan miał skład gatunkowy spełniający kryteria jedliny wielogatunkowej.

Podsumowanie

Prowadzenie gospodarki leśnej w lasach różnowiekowych wymaga synergii zadań ochrony naturalnej postaci i rozwoju lasów, z długookresowymi celami społecznymi i gospodarczymi. Doskonalenie rozwiązań w tym zakresie wymaga zastosowania nowych systemów zarządzania ekosystemami leśnymi, wspomaganymi na przykład modelowymi symulacjami, umożliwiającymi wybór właściwych scenariuszy rozwoju lasów. Gospodarka leśna winna natomiast być traktowana jako aktywna forma działań gospodarczych, podążających za naturalnymi procesami rozwoju lasu.



Ryc. 4. Struktura rozkładu drzew w stopniach grubości w drzewostanie w fazie przedplonowej (P) w jednostce kontrolnej 176 w kompleksie badawczym „Powroźnik” LZD Krynica w latach 1976–2010.
Fig. 4. Structure of distribution of trees in degree of stem diameter in forecrop phase (P) in control unit 176 in research complex „Powroźnik”, Forest Experimental Station Krynica in 1976–2010.

W niniejszej pracy przedstawiono system planowania urządzeniowego dla lasów różnowiekowych. Istotą opracowanego systemu jest podporządkowanie decyzji planistycznych przebiegowi naturalnych procesów lasotwórczych, tj.: odnawiania, przeżywania i ubywania drzew. Nadrzędnym celem gospodarowania jest uzyskanie takiej postaci lasu, aby w sposób optymalny spełniał funkcje priorytetowe wyznaczone dla danego obszaru. Decyzja o celowości realizacji określonego zabiegu gospodarczego powinna wynikać zarówno z potrzeb przyrodniczych jak i analizy ekonomicznej.

Praktycznym uzupełnieniem opisu teoretycznych podstaw systemu są wyniki 34-letniego eksperymentu (1976–2010) realizowanego w jednostce kontrolnej 176 w LZD Krynica. Prezentują one efekty gospodarowania w drzewostanach różnowiekowych objętych zabiegami hodowlanymi według wytycznych systemu. Zaprezentowane w pracy wyniki dają podstawy do pozytywnej oceny systemu i potwierdzają ogólną tezę, iż prowadzenie gospodarki w lasach różnowiekowych może łączyć zarówno korzyści ekologiczne (np. wzrost zgodności składu gatunkowego drzewostanu z siedliskiem) jak i gospodarcze (zwiększenie produktywności drzewostanów).

Literatura

- Banaś J. 2002. Dynamika zmian struktury pierśnic w stadiach rozwojowych różnowiekowego lasu jodłowego. *Sylwan* 146 (9): 81–91.
- Banaś J. 2007. Modele ubywania i przeżywania drzew w różnowiekowych lasach górskich i ich zastosowanie. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rozprawy* 317.
- Banaś J. 2010. System planowania urządzeniowego w lasach różnowiekowych. *Sylwan* 7: 456–462.
- Banaś J., Zięba S. 2001. Procesy rozwoju lasu różnowiekowego. *Roczniki AR w Poznaniu*, 11–15.
- Banaś J., Zięba S. 2002. Przestrzenna i czasowa zmienność procesów rozwoju różnowiekowych lasów jodłowych w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym w Krynicy. *Sylwan* 11: 89–101.
- Bernadzki E. 1998. Zasady trwałej gospodarki leśnej a hodowla lasu. W: *Trwały i zrównoważony rozwój lasów. Opinie, poglądy, propozycje*. Red. K. Rykowski, Wyd. Naukowe ASKON, Warszawa, ss.: 13–27.
- Chodziecki E. 1960. Udoskonalone rębnie jako środek do zwiększenia produkcji drewna w leśnictwie zgodny z postulatami sił wytwórczych przyrody, *Sylwan* 9.
- Meyer H. A., Recknagel A. R., Stevenson D. D., Bartoo R. A. 1961. *Forest Management*. The Ronald Press Company. USA.
- Polityka Leśna Państwa 1997. Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa http://www.mrr.gov.pl/rozwoj_regionalny/poziom_krajowy/polska_polityka_przestrzenna/zespól_realizacyjny_KPZK/Documents/4b2eff58b59e4d7bbf1ab537c38b75b8polityka_lezna_1998.pdf

- Poznański R., Rutkowski B., Żuchowski J. 1980. Rozkład pierśnicowej struktury różnowiekowych jedlin w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym w Krynicy. *Acta Agr. et Silv.*, Ser. Silv. 19: 95–113.
- Przybylska K. 1993. Poznawcze i praktyczne znaczenie autokorelacji miąższości drzew na kontrolnych powierzchniach próbnych. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rozprawy* 175.
- Przybylska K. 1998. Znaczenie „normy” w regulacji użytkowania lasu W: *Użytkowanie lasu i problemy regulacji użytkowania lasów w Polsce*. Red. P. Paschalis. Kom. Nauk Leśnych PAN, Warszawa.
- Przybylska K., Banaś J., Zięba S., Zygmunt R., Żuchowski J. 2006. *Inwentaryzacja lasu. Przewodnik do ćwiczeń terenowych z urzędzenia lasu*. KUL, Kraków.
- Przybylska K., Zięba S. 2008. Siedliskowe uwarunkowania prac urzędzeniowych i decyzji planistycznych. W: *Leśne obszary funkcjonalne*. Stud. i Mat. CEPL Rogów 3 (19): 194–204.
- Rutkowski B. 1989. *Urządzenie lasu. Część I*. AR Kraków.
- Rutkowski B., Poznański R., Przybylska K. 1972. Wstępne wyniki zastosowania statystyczno-matematycznego kontrolnego sposobu inwentaryzacji i kontroli w rezerwacie Turbacz im. Wł. Orkana w Gorcach. *Zesz. Nauk. WSR w Krakowie, Leśnictwo* 7: 45–65.

Summary

A system of forest management planning for uneven-aged forest is presented. The main principle of system is subordination of planner's decisions to the course of natural processes in the forest, such as regeneration, survival and depletion of trees. Primary goal of management is to reach such a form of forest which in optimal way will fulfill priority functions designated for a given area. Decision on purposefulness of implementation of specified management procedure should result both from natural conditions and economic analysis. Practical supplement to description of theoretical basis of system are results of 34-year long experiment (1976–2010) in control unit 176 at Forest Experimental Station Krynica. They present effects of management in uneven-aged stands included into silviculture procedures according to the guidelines of system. The results of experiment confirm general argument that management in uneven-aged forest may combine ecological benefits (e.g. increase of compatibility of species composition with site conditions) with economic profits (increase of productivity of tree stands).