

STANISŁAW DROZDOWSKI, TADEUSZ ANDRZEJCZYK, KAMIL BIELAK,  
WŁODZIMIERZ BURACZYK, LESZEK GAWRON

## Planowanie hodowlane z wykorzystaniem metody BDq w drzewostanach świerkowych na siedliskach bagiennych\*

Silvicultural planning in spruce mire forests by the means of the BDq method

### ABSTRACT

Drozdowski S., Andrzejczyk T., Bielak K., Buraczyk W., Gawron L. 2014. Planowanie hodowlane z wykorzystaniem metody BDq w drzewostanach świerkowych na siedliskach bagiennych. Sylwan 158 (10): 733-742.

This paper addresses problems associated with the silvicultural planning in the Norway spruce mire forests (*Sphagno girgensohnii-Piceetum* Polak. 1962) that are characterized by an uneven-aged structure and a high degree of irregularity at small scale. Based on detailed inventory using 30 permanent circular sample plots in two control units located in the Augustów Forest (NE Poland), the BDq method was employed for determining future silvicultural activities of the current forest management cycle. The equilibrium models are based on diameter distributions and have the following parameters, depending on site conditions:  $B=28 \text{ m}^2/\text{ha}$ ;  $q$ -factor=1.32 and  $D=51 \text{ cm}$  in the case of poorer forest site type (*S.-P. typicum*) and 55 cm more fertile one (*S.-P. thelypteridetosum*).

### KEY WORDS

close-to-nature silviculture, equilibrium model, Norway spruce mire forest, silvicultural planning

### ADDRESSES

Stanisław Drozdowski – e-mail: stanislaw\_drozdowski@sggw.pl  
Tadeusz Andrzejczyk, Kamil Bielak, Włodzimierz Buraczyk, Leszek Gawron  
Katedra Hodowli Lasu; SGGW; ul. Nowoursynowska 159; 02-776 Warszawa

### Wstęp

Świerk pospolity (*Picea abies* (L.) H. Karst.) jest jednym z najważniejszych gatunków lasotwórczych w Polsce. Drzewostany, w których jest gatunkiem panującym, zajmują około 6,4% powierzchni lasów [Leśnictwo 2011]. Świerk ma duże znaczenie gospodarcze – nie tylko na pogórzu i w górach, ale także na nizinach, szczególnie w północno-wschodniej Polsce [Sokołowski 2006]. W regionie tym świerk jest składnikiem drzewostanów na większości siedlisk [Andrzejczyk 1993; Andrzejczyk, Szeligowski 2000]. Tworzy tu także unikatowe zbiorowisko leśne w Polsce: borealną świerczynę bagienną (*Sphagno girgensohnii-Piceetum* Polak. 1962), objętą ochroną na podstawie Dyrektywy Siedliskowej w ramach sieci Natura 2000. Zespół ten porasta gleby torfowo-murszowe i torfowe torfowisk przejściowych, najczęściej w nieckach wytopiskowych, tarasach rzecznych i zatorfionych przesmykach między jeziorami. Świerk jest tu trwałym gatunkiem klimaksowym, dobrze się odnawia, tworząc często drzewostany wielogeneracyjne [Sokołowski 1980, 2006; Matuszkiewicz 2001].

Duża zdolność świerka do naturalnego odnawiania się i kształtowania złożonej struktury drzewostanu wskazuje, że świerczyny bagienne mogą być z powodzeniem zagospodarowane

\*Badania sfinansowano ze środków Narodowego Centrum Nauki w ramach grantu NN309 006439.

sposobem bezrębowym, zgodnie z koncepcją CCF (ang. Continuous Cover Forestry), która zakłada utrzymanie ciągłej osłony gleby przez drzewostan [Mason i in. 1999; Pommerening, Murphy 2004]. Cięcia rębne w tak zagospodarowanych drzewostanach mają formę małopowierzchniową. Takie podejście jest szczególnie zalecane w lasach ochronnych, w tym wchodzących w skład sieci Natura 2000 [Bernadzi 2000; Brzeziecki 2008; Rutkowski 2009]. Zagospodarowanie świerkowych drzewostanów na torfach rębniami złożonymi, w tym przerębową, wydaje się optymalne, gdyż pozwala godzić ochronę biocenozy i siedliska z gospodarką leśną. Stosowanie tych rębni wymaga jednak odpowiednich narzędzi w planowaniu hodowlanym [Brzeziecki i in. 2013]. Jednym z nich jest metoda BDq [Baker i in. 1996], która pozwala na regulację użytkowania i utrzymanie złożonej struktury drzewostanu, a także przebudowę drzewostanów w kierunku złożonej struktury.

Celem niniejszej pracy jest analiza budowy wybranych drzewostanów świerkowych występujących na siedliskach bagiennych oraz określenie parametrów modelu stabilizującego ich przerębową strukturę przy wykorzystaniu metody BDq.

## Materiał i metody

Badania zostały zrealizowane w Nadleśnictwie Szczebra (leśnictwa Nowinka i Lipka, pododdz. 9n i 2c) położonym w Krainie Mazursko-Podlaskiej (II) w Mezoregionie Wigier i Rospudy (4) [Zielony, Kliczkowska 2012]. Teren badań znajduje się w zasięgu wpływu klimatu kontynentalno-borealnego. Według Matuszkiewicza [2001] średnia temperatura roczna wynosi 6,2°C, lipca 17,1°C, natomiast stycznia –5,5°C. Okres wegetacyjny trwa 194 dni. Średnia roczna suma opadów wynosi 580 mm (zakres: 352-761 mm), a w okresie od maja do sierpnia 265 mm.

Badane drzewostany reprezentowały dwie odmiany borealnej świerczyny bagiennnej: typową (*S.-P. typicum*) na siedlisku BMb i paprociową (*S.-P. thelypteridetosum*) na siedlisku LMb. W każdym z nich założono stałe doświadczalne jednostki kontrolne (JK) (tab. 1). Inwentaryzację drzewostanów wykonano metodą matematyczno-statystyczną na 30 stałych, kołowych powierzchniach próbnych, rozmieszczonych w siatce kwadratów o wymiarach 100×100 (75) m. Powierzchnię próbną tworzyło 5 koncentrycznych, współśrodkowych powierzchni, z których pierwsze trzy (5, 20, 50 m<sup>2</sup>) służyły do pomiaru drzew o pierśnicy  $d < 7$  cm (kolejno: nalot – drzewka o wysokości  $< 50$  cm; podrost niski – drzewka o wysokości  $\geq 50$  cm i  $d < 2$  cm; podrost wysoki – drzewka o  $d \geq 2$  cm i  $< 7$  cm), natomiast pozostałe dwie (200 i 500 m<sup>2</sup>) do pomiaru drzew o pierśnicy  $7 \leq d < 35$  cm i  $d \geq 35$  cm. Na powierzchniach próbnych, dla każdego drzewa o  $d \geq 7$  cm, wykonano pomiar współrzędnych biegunowych oraz pierśnicy. Pomierzono także wysokości 2-3 drzew każdego gatunku, położonych najbliżej środka na wszystkich powierzchniach próbnych.

Tabela 1.

Ogólny opis jednostek kontrolnych  
Main parameters of the control units

	JK 2c	JK 9n
Powierzchnia [ha]	12,17	9,13
Gleba	torfowa z torfu przejściowego;	torfowa z torfu niskiego;
Siedliskowy typ lasu	BMb	LMb
Pokrywa	mszysta	mszysto-czernicowa
Runo leśne	torfowce, widłak jałowcowaty, borówka czarna, siódmaczek leśny	zachyłnik błotny, borówka czarna, malina, gajnik lśniący
Skład gatunkowy drzewostanu	6 Św (130 lat); 1 So (130 lat); 1 Brz (70 lat); 1 Lp (55 lat); 1 Św (60 lat)	4 Św (140 lat); 2 So (140 lat); 4 Św (90 lat); pjd. Ol, Brz, Św (30 lat)
Bonitacja świerka	II	II

Dane pomiarowe posłużyły do obliczenia podstawowych statystyk opisowych drzewostanów JK oraz do sparametryzowania modelu równowagi drzewostanu metodą BDq [Baker i in. 1996; Drozdowski 2002, 2006; Brzeziecki, Kornat 2011]. Metoda BDq oparta jest na optymalnym poziomie pola przekroju pierśnicowego drzewostanu ( $B$ ), będącego odzwierciedleniem zapasu, docelowej pierśnicy ( $D$ ) i ilorazie  $q$ , który wyraża stosunek liczby drzew w sąsiednich klasach pierśnicy.

Wartości parametrów modelu  $B$ ,  $D$  i  $q$  badanych drzewostanów dobrano na podstawie danych empirycznych uzyskanych w JK. Zaprojektowane pierwsze cięcie przerębowe ma na celu regulację struktury drzewostanu. Przyjęto założenie, że w cięciu tym będą pozyskane drzewa grubsze od pierśnicy docelowej i nadmiar drzew cieńszych w poszczególnych klasach grubości w stosunku do liczebności wynikającej z rozkładu modelowego, o ile w następnej klasie nie wystąpi ich deficyt. W tym celu określono krzywą pomocniczą rozkładu drzew, o identycznych parametrach  $D$  i  $q$ , przy której osiągnięty zostanie w drzewostanie założony poziom parametru  $B$  [Cancio, von Gadow 2002]. Krzywa ta wskazuje pożądaną liczebność drzew w klasach grubości sąsiadujących z klasami deficytowymi. W obliczeniach nie uwzględniono pozyskiwania w najcieńszej klasie grubości, ze względu na potencjalne szkody, jakie wystąpią w wyniku ścinki i zrywki drzew.

## Wyniki

Jednostkę kontrolną 2c (BMb) tworzył drzewostan z panującym świerkiem (73% udziału miąższościowego), z domieszką sosny (21%) i sporadycznym udziałem brzozy, olszy i dębu (tab. 2). W nalotach, podrostach niskich i wysokich dominował świerk (82-86%) z domieszką brzozy i jarzębu (tab. 3). W strukturze odnowień naloty stanowiły 75%, podrosty niskie 20%, a podrosty wysokie 5% wszystkich odnowień. Drzewostan miał bardzo zróżnicowaną budowę, o czym świadczy jednoramienny rozkład pierśnic, typowy dla drzewostanów o strukturze przerębowej (ryc. 1). Jego iloraz  $q$  wynosi 1,36. Świerk występował we wszystkich stopniach pierśnicy w zakresie od 7 do 63 cm, przy stopniowo zmniejszającej się liczebności drzew. Taki charakter rozkładu świadczy o różnowiekowości świerka i istnieniu warunków do jego ciągłego odnawiania się. Sosna grupowała się tylko w stopniach o średnich i dużych wartościach pierśnic. Pozostałe gatunki (brzoza, olsza, dąb) znalazły się w dolnym zakresie rozkładu pierśnic. Ogólna zasobność badanego drzewostanu wynosiła 347,7 m<sup>3</sup>/ha, a pole przekroju pierśnicowego 31,65 m<sup>2</sup>/ha. Są to wartości stosunkowo duże, zwłaszcza gdy uwzględni się złożoną strukturę drzewostanu i dość małą żyzność siedliska. Wyrównane pole przekroju pierśnicowego na powierzchniach próbnych

Tabela 2.

Średnie zagęszczenie (N) oraz miąższość grubizny brutto (V) w jednostkach kontrolnych  
Mean density (N) and merchantable volume under bark (V) in the control units

Gatunek	JK 2c				JK 9n			
	N [szt./ha]	V [m <sup>3</sup> /ha]	N [%]	V [%]	N [szt./ha]	V [m <sup>3</sup> /ha]	N [%]	V [%]
Brz	66	13,2	8,4	3,8	62	18,9	11,4	6,2
Db	8	1,5	1,0	0,4	12	0,2	2,2	0,1
Lp	–	–	–	–	3	0,1	0,6	0,0
Ol	40	8,1	5,1	2,4	13	2,6	2,4	0,8
So	45	72,4	5,8	20,8	66	82,4	12,1	26,8
Sw	625	252,5	79,7	72,6	388	203,2	71,3	66,1
Razem	784	347,7	100,0	100,0	544	307,4	100,0	100,0

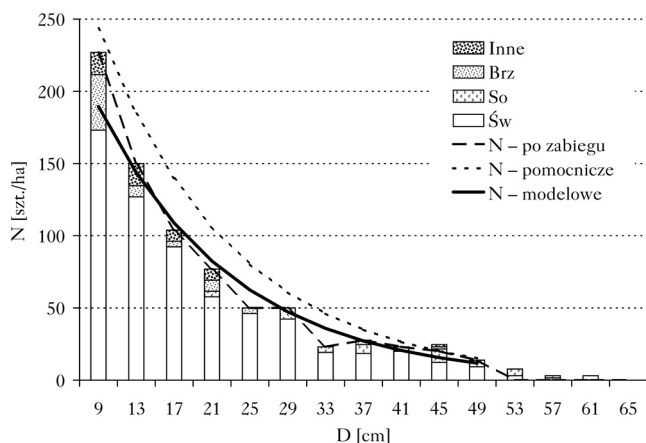
(27,3-37,3 m<sup>2</sup>/ha; współczynnik zmienności 10,6%; tab. 4) świadczy o małym zróżnicowaniu przestrzennym zapasu badanego drzewostanu. Jest to jedna z ważnych cech lasu przerębowego [Jaworski 2011].

Planowanie hodowlane wykonano przy założonych parametrach:  $B=28$  m<sup>2</sup>/ha,  $D=51$  cm i  $q=1,32$ . Porównując rozkład rzeczywisty grubości drzew z rozkładem modelowym, można zauważyć dużą zgodność obu rozkładów (ryc. 1). Nieznaczne odstępstwa wystąpiły w klasach grubości 25 i 33 cm, gdzie było mniej drzew niż wskazywał to model teoretyczny, natomiast w klasach 9 i 45 cm drzew było więcej. Aby zrekompensować braki w klasach grubości 25 i 33 cm, a tym samym uzyskać modelową wartość parametru  $B$ , wykorzystano pomocniczy model o wartościach:  $B=36$  m<sup>2</sup>/ha,  $D=51$  cm i  $q=1,32$ . Do pozyskania wytypowano drzewa, które przekroczyły wartość pierśnicy docelowej (8 szt./ha z klasy grubości 53 cm oraz po 3 szt./ha z klas 57 i 61 cm)

Tabela 3.

Zagęszczenie [szt./ha] oraz skład gatunkowy odnowień w jednostkach kontrolnych  
Density [N/ha] and tree species composition of natural regeneration in control units

Faza rozwojowa	JK 2c		JK 9n	
	N [szt./ha]	Skład gatunkowy [%]	N [szt./ha]	Skład gatunkowy [%]
Nalot	16308	Św 82; Jrz 8; So 5; Brz 4; Db 1	23412	Św 77; Brz 16; Jrz 4; So 2; Db1
Podrost niski	4308	Św 83; Brz7; Jrz7 So1; Db1; Wb1	7912	Św 62; Brz 21; Jrz 16; Db 1
Podrost wysoki	1077	Św 86; Brz 6; Jrz 4; Ol 4	871	Św 72; Brz 16; Jrz 11; Ol 1



Ryc. 1.

Wyznaczenie cięcia metodą BDq w jednostce kontrolnej 2c  
Determining cutting parameters by means of the BDq method in the control unit 2c

Tabela 4.

Zmienność pierśnicowego pola przekroju [m<sup>2</sup>/ha] na kołowych powierzchniach próbnych w JK 2c i 9n  
Variability of basal area [m<sup>2</sup>/ha] in control units JK 2c and 9n

Gatunek	JK 2c				JK 9n			
	średnia	min.	maks.	V [%]	średnia	min.	maks.	V [%]
Brz	1,36	0,00	3,05	94,40	1,97	0,00	15,52	198,50
Db	0,18	0,00	2,32	–	0,06	0,00	1,03	–
Lp	–	–	–	–	0,03	0,00	0,47	–
Ol	0,84	0,00	5,38	231,09	0,28	0,00	4,47	385,30
So	5,76	0,00	29,92	139,29	6,99	0,00	26,67	126,31
Sw	23,52	4,58	32,34	32,22	18,04	0,59	41,97	53,90
Razem	31,65	27,29	37,26	10,59	27,37	1,47	47,89	45,31

oraz nadmiar drzew w stosunku do krzywej pomocniczej występujący w klasie grubości 45 cm (5 szt./ha). Ogólny rozmiar pozyskania wyniósł 56,9 m<sup>3</sup>/ha, co stanowiło 16,4% ogólnej zasobności drzewostanu, a pole przekroju pierśnicowego zmniejszyło się z 31,65 do 27,99 m<sup>2</sup>/ha.

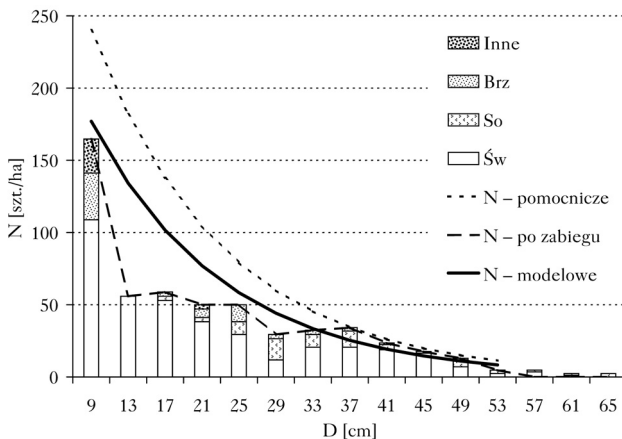
Jednostkę kontrolną 9n (LMb) tworzył drzewostan sosnowo-świerkowy (o udziale miąższościowym odpowiednio 27 i 66%), z domieszką brzozy (6,2%) i sporadycznie występującymi olszą, dębem i lipą (tab. 2). We wszystkich fazach odnowień (naloty, podrosty niskie i wysokie) dominował świerk (62-77%) z domieszką brzozy i jarzębu. Sosna wystąpiła tylko w nalotach, dąb w nalotach i podrostach niskich, a olsza tylko w podrostach wysokich (tab. 3). W strukturze odnowień dominowały naloty (73%) i podrosty niskie (24%).

Rozkład grubości drzew charakteryzował się dużą rozpiętością (od 7 do 67 cm) i zróżnicowaniem, lecz odbiegał od rozkładu modelowego dla drzewostanów przerębowych o zrównoważonej strukturze o ilorazie  $q=1,28$ . Świerk występował w całym zakresie grubości drzew, sosna w klasach średnich i dużych, a brzoza i inne gatunki w klasach średnich i małych (ryc. 2). Średnia zasobność drzewostanu wynosiła 307,4 m<sup>3</sup>/ha, a pole przekroju pierśnicowego 27,4 m<sup>2</sup>/ha. Są to wartości niższe niż w JK2c, mimo iż siedlisko było żyzniejsze. Wynika to stąd, że drzewostan ten był bardziej zróżnicowany przestrzennie – pole przekroju pierśnicowego wahało się od 1,47 do 47,89 m<sup>2</sup>/ha, a jego współczynnik zmienności wynosił 45,3% (tab. 4).

Planowanie hodowlane wykonano przy założonych parametrach:  $B=28$  m<sup>2</sup>/ha,  $D=55$  cm i  $q=1,32$ . Porównując rozkład rzeczywisty grubości drzew z rozkładem modelowym, można zauważyć znaczne braki drzew w klasach grubości 13-21 cm i nieco mniejsze w klasach 9,25 i 29 cm, natomiast w klasach 37-45 cm był pewien nadmiar drzew. Aby uzyskać właściwą wartość parametru  $B$ , wykorzystano pomocniczy model o wartościach:  $B=38$  m<sup>2</sup>/ha,  $D=55$  cm i  $q=1,32$ . Do pozyskania wytypowano jedynie drzewa, które przekroczyły wartość pierśnicy docelowej (po 5 szt./ha z klas grubości 57 i 61 cm). Stanowiły one 11,6% ogólnej zasobności drzewostanu (35,7 m<sup>3</sup>/ha); pole przekroju pierśnicowego zmniejszyło się z 27,37 do 25,05 m<sup>2</sup>/ha.

## Dyskusja

Świerczyna bagienna ze względu na unikatowy charakter biocenozy i warunków glebowo-siedliskowych, a także często ze względu na pełnienie funkcji ochronnych (położenie w otulinie jezior, w dolinach rzek) wymaga takiego zagospodarowania, które nie spowoduje istotnych zmian w środowisku abiotycznym i strukturze biocenozy. Rębnie zupełne lub częściowe i typy drzewostanów: sosnowy, sosnowo-brzozowy, sosnowo-świerkowy, sosnowo-olszowy lub olszowy przewidziane



Ryc. 2.

Wyznaczenie cięcia metodą BDq w jednostce kontrolnej 9n

Determining cutting parameters by means of the BDq method in the control unit 9n

w Zasadach hodowli lasu [2003, 2012] dla BMb i LMb, w przypadku świerczyn bagiennych stają się nieaktualne. Alternatywą są tu rębnie stopniowe z długim okresem odnowienia i rębnie przerębowe, nawiązujące ściśle do rozwoju drzewostanów naturalnych pozostających w fazie równowagi [Schütz 2001].

Rozwój stabilnych, wielogeneracyjnych lasów naturalnych, niepodlegających wielkopowierzchniowym zaburzeniom, odbywa się w wyniku jednostkowego lub grupowego zamierania najstarszych drzew oraz jednocześnie zachodzących procesów odnawiania i wzrostu [Oliver, Larson 1996]. W wyniku zamierania drzew tworzą się luki w drzewostanie, które zostają wypełnione przez drzewa rosnące dotychczas w jego niższych warstwach, a gdy ich brak – przez nowe pokolenie drzew. Taki rozwój drzewostanu jest określany mianem rozwoju lukowego lub „gapowego” (od angielskiego terminu gap – luka). Złożona budowa i występowanie wielu generacji drzew w małej skali przestrzennej sprawiają, że las charakteryzuje się względną równowagą między procesami odnawiania, wzrostu i ubywania drzew, określaną mianem fazy równowagi drzewostanu [Meyer 1999] albo punktem równowagi [Schütz 1981]. Z przeglądowego artykułu Kuuluvainena i Aakala [2011] wynika, że rozwój lasów świerkowych w warunkach borealnych odbywa się najczęściej w lukach, a w dalszej kolejności ma charakter płatowy i wielkopowierzchniowy.

Na utrzymanie stanu równowagi i trwale złożonej budowy drzewostanu w lasach zagospodarowanych pozwala rębnia przerębowe, która stwarza warunki do ciągłego odnawiania się i wzrostu drzew [Schütz 2001; Jaworski 2011]. O złożoności budowy badanych drzewostanów i stanie równowagi świadczy rozkład grubości drzew zbliżony do modelowego rozkładu w lasach przerębowych (ryc. 1 i 2). Ich struktura w pełni potwierdza możliwość przerębowego zagospodarowania. Świerk ma tu bardzo dobre warunki do odnawiania się, o czym świadczą jego liczne naloty i podrosty. Na wilgotnych, umiarkowanie żyznych glebach torfowych (torfy przejściowe, siedlisko BMb i LMb), położonych w zagłębieniach i obniżeniach terenowych, świerk znajduje swoje optimum do odnawiania się i długoletniego utrzymywania się w fazie nalotów oraz podrostów [Obmiński 1977]. Korzysta tu z podwyższonej wilgotności gleby i powietrza oraz niższej temperatury powietrza w stosunku do innych położen topograficznych [Matuszkiewicz, Barcik 1995]. Czynniki te ograniczają konkurencję innych gatunków drzew.

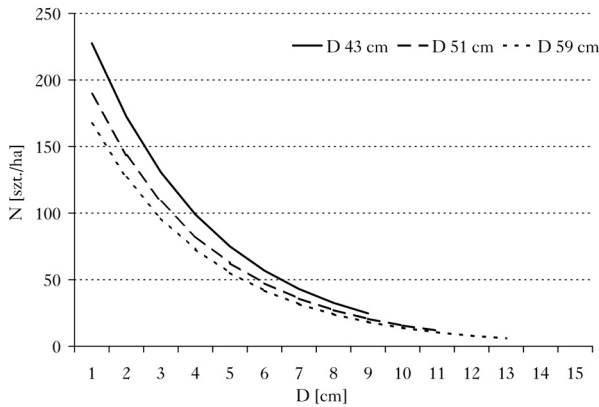
Istotnym elementem rębni przerębowej jest określenie parametrów stanu równowagi drzewostanu, a także rozmiaru użytkowania. W niniejszej pracy do tego celu wykorzystano metodę BDq [Baker i in. 1996]. Wartość parametru  $B$  w modelu zależy od składu gatunkowego drzewostanu (mniejsza dla gatunków światłoządnych, większa dla gatunków cienioznośnych) i siedliska (gleby i klimatu) [Baker i in. 1996]. W południowej Finlandii w przerębowych drzewostanach sosnowo-świerkowych na dość żyznych siedliskach jego wartość przyjmuje się na poziomie 17-20 m<sup>2</sup>/ha [Lähde i in. 1999], podczas gdy w wysokoprodukcyjnych górskich drzewostanach jodłowo-świerkowych w Szwajcarii nawet na poziomie 37 m<sup>2</sup>/ha [Schütz, Pommerening 2013]. W niniejszej pracy przyjęta wartość parametru  $B$  (28 m<sup>2</sup>/ha) była zbliżona do wartości rzeczywistych uzyskanych w badanych jednostkach kontrolnych. Przy tym poziomie w drzewostanie miał miejsce proces odnowienia, a jego budowa pionowa była zróżnicowana. Wartość ta może więc określać stan równowagi drzewostanu. Niestety, dla lasów świerkowych północno-wschodniej Polski, szczególnie bagiennych, brakuje danych porównawczych. W bardziej rozbudowanych wersjach modelu parametr  $B$  można zróżnicować ze względu na żyzność siedliska, przyjmując np. dla BMb wartość 28 m<sup>2</sup>/ha, a dla LMb 30-32 m<sup>2</sup>/ha. Wprawdzie wartość  $B$  w JK na siedlisku LMb była mniejsza niż na siedlisku BMb, ale maksymalne wartości tej cechy na powierzchniach próbnych wskazują na większe potencjalne możliwości produkcyjne niż w BMb.

Docelowa pierśnica u świerka jest przyjmowana w bardzo szerokim przedziale wartości, zależnie od warunków siedliskowych, sposobu zagospodarowania lasu i potencjalnych zagrożeń. Według Beinhofera [2007] (który w wyliczeniach uwzględnił ryzyko deprecjacji drewna, zapotrzebowanie na drewno świerkowe i jego cenę na rynku drzewnym) optymalna pierśnica docelowa powinna wynosić od 40 do 45 cm. Według Knokego [1997] w drzewostanach o strukturze przerębowej wartość ta powinna wynosić nieco więcej, tj. od 53 do 55 cm. Z kolei w Turynгии dla drzewostanów świerkowych II klasy bonitacji i lepszej docelowa pierśnica mieści się w przedziale od 50 do 60 cm, natomiast dla niższych bonitacji od 40 do 50 cm [Thüringer... 2001]. W niniejszej pracy, ze względu na różne warunki troficzne, dla siedliska uboższego (B Mb) przyjęto  $D=51$  cm, a dla siedliska żyzniejszego (L Mb)  $D=55$  cm. Jednakże biorąc pod uwagę strukturę jakości użytków, które zostaną pozyskane w obecnym obiegu cięć, oraz dużą podatność starszych świerków na porażenie przez hubę korzeniową [Rymer-Dudzińska 1986], można przypuszczać, że pierśnica docelowa w następnych obiegach cięć zostanie obniżona, np. do wartości 47 cm dla obu siedlisk. Wariant taki jest uzasadniony nie tylko względami gospodarczymi, ale i przyrodniczymi. Utrzymywanie grubych drzew w przypadku świerka wiąże się z dużym ryzykiem obniżenia stabilności drzewostanu, gdyż są one w dużym stopniu porażone przez patogeny korzeniowe. W przypadku wystąpienia niekorzystnych zjawisk pogodowych (np. silne wiatry, długotrwałe susze) takie drzewa mogą stać się pierwszym ogniwem w chorobie łańcuchowej lasu. Ponadto w analizowanych drzewostanach występują także brzozy i olsze o pierśnicy powyżej 45 cm, których dalsze utrzymywanie ze względów ekonomicznych jest bezzasadne. Ustalenie wartości  $D$  wcale nie oznacza, że wszystkie drzewa, które ją przekroczą, muszą być pozyskane. Część z nich może pozostać do naturalnej śmierci jako tzw. drzewa ekologiczne, będąc elementem strukturalnym lasu.

Wartość trzeciego parametru, ilorazu  $q=1,32$ , przyjęto jako średnią z dwóch jednostek kontrolnych. Iloraz  $q$  w drzewostanach przerębowych najczęściej przyjmuje wartości z przedziału 1,3-2 [Trimble 1970; Leak, Filip 1977].

Parametry metody BDq przyjęte w niniejszej pracy są wartościami przybliżonymi, wymagającymi weryfikacji i uściślenia. Będzie to możliwe po uzyskaniu wyników z kolejnych inwentaryzacji drzewostanu na stałych powierzchniach próbnych. Pierwsze zaplanowane cięcia przerębowe miało na celu regulację struktury drzewostanów w jednostkach kontrolnych. Rozmiar użytkowania był niemal wyłącznie pochodną liczby drzew, które osiągnęły wielkość docelowej pierśnicy. Na siedlisku B Mb zaplanowano pozyskanie 16%, a na L Mb 12% wyjściowego zapasu drzewostanu. Nasilenie cięć w każdym przypadku nie przekracza ogólnie przyjętego za maksymalny poziomu pozyskania wynoszącego 20% zapasu [Paluch 2006]. Jeśli przy pierwszym cięciu pierśnica docelowa zostałaby obniżona do 47 cm, to pozyskanie tylko drzew grubszych od 47 cm skutkowałoby nasileniem cięć na poziomie 23,1% (B Mb) i 25,2% (L Mb). Tak silny zabieg jest obciążony ryzykiem, gdyż mógłby doprowadzić do dużych uszkodzeń wśród pozostających drzew i obniżyć stabilność drzewostanu, a dodatkowo zmienić warunki środowiskowe wnętrza lasu. W związku z tym w pierwszej kolejności należy uzyskać wyższe wartości parametru  $B$  w wyniku procesów odnawiania i wzrostu drzew (w kolejnych obiegach cięć), a następnie sukcesywnie obniżać wartość pierśnicy docelowej. Warto bowiem zauważyć i podkreślić, że w metodzie BDq, przy stałych wartościach  $B$  i  $q$ , jeśli obniży się wartość pierśnicy docelowej  $D$ , to krzywa rozkładu pierśnic podniesie się, czyli zwiększy się liczba drzew w poszczególnych klasach grubości (ryc. 3).

W kontekście planowania hodowlanego rodzi się pytanie o stabilność mechaniczną przerębowych drzewostanów świerkowych w regionie o wysokim ryzyku powstania szkód [Bruchwald,



Ryc. 3.

Rozkład pierśnic drzew dla  $B=28 \text{ m}^2/\text{ha}$  i  $q=1,32$  oraz różnych wartości pierśnicy docelowej

Diameter distributions for different values of target diameter ( $D$ ) and constant values of basal area ( $B=28 \text{ m}^2/\text{ha}$ ) and  $q$ -factor (1.32)

Dmyterko 2012a]. Gatunek ten należy jak wiadomo do drzew bardzo podatnych na szkody od wiatru [Zajączkowski 1991; Bruchwald, Dmyterko 2012b]. Wielu autorów podkreśla, że budowa lasów przerębowych zapewnia ich względnie wyższą trwałość [Paluch 2006; Jaworski 2011; Drössler i in. 2013]. Drzewa rosnące bez zwarcia poziomego charakteryzują się długimi koronami, nisko położonym środkiem ciężkości, większą zbieżnością pni [Assmann 1968], a to zapewnia im względnie większą odporność na szkody od wiatru. Z kolei świerki rosnące w silnym zwarciu bardzo konkurują ze sobą, a w konsekwencji skracają korony, przez co stają się słabsze fizjologicznie i są łatwiej atakowane przez szkodniki owadzie, a także są bardziej podatne na szkody od wiatru [Bruchwald, Dmyterko 2011].

## Wnioski

- ✦ Badane drzewostany świerkowe rosnące na siedliskach bagiennych charakteryzują się budową zbliżoną do drzewostanów przerębowych.
- ✦ Analizowane drzewostany, reprezentujące chroniony Dyrektywą Siedliskową zespół borealnej świerczyny bagiennej, kwalifikują się do zagospodarowania przerębowego, które w optymalny sposób łączy cele związane z ochroną przyrody oraz gospodarki leśnej.
- ✦ Wyłączenie z użytkowania drzewostanów świerkowych na siedliskach bagiennych w obecnie powstających planach urządzenia lasu dla nadleśnictw Puszczy Augustowskiej jest nieuzasadnione.
- ✦ Model drzewostanu optymalny i pomocniczy, o parametrach wyznaczonych metodą BDq, umożliwia utrzymanie drzewostanu w stanie równowagi poprzez zachowanie właściwych relacji między procesami odnawiania, wzrostu i ubywania (pozyskania) drzew.
- ✦ Zaprojektowane pierwsze cięcia przerębowe w jednostkach kontrolnych, zgodnie z przyjętymi parametrami:  $B=28 \text{ m}^2/\text{ha}$ ;  $D=51 \text{ cm}$  (BMb) i  $55 \text{ cm}$  (LMb) oraz  $q=1,32$ , mają na celu regulację struktury drzewostanów (doprowadzenie do wzrostu liczby drzew w cieńszych klasach grubości) oraz pozyskanie drzew dojrzałych technicznie, tj. takich, które przekroczyły wartość pierśnicy docelowej.
- ✦ Niezbędne są dalsze pomiary kontrolne na stałych powierzchniach próbnych w celu określenia przyrostu drzewostanu i weryfikacji przyjętych parametrów modelu.

## Literatura

- Andrzejczyk T. 1993. Występowanie świerka w Puszczy Augustowskiej. Prace IBL 761: 3-14.
- Andrzejczyk T., Szeliński H. 2000. Lasotwórcza rola świerka pospolitego (*Picea abies* L. Karst.) w Puszczy Knyszyńskiej i Puszczy Białowieskiej. Sylwan 144 (2): 5-18.



- Assmann E. 1968. Nauka o produktywności lasu. PWRiL, Warszawa.
- Baker J. B., Cain M. D., Guldin J. M., Murphy P. A., Shelton M. G. 1996. Uneven-aged silviculture for the loblolly and shortleaf pine forest types. USDA For. Serv., Gen. Tech. Rep. SO-118. 65.
- Beinhofer B. 2007. Zum Einfluss von Risiko auf den optimalen Zieldurchmesser der Fichte. Forstarchiv 78: 117-124.
- Bernadski E. 2000. Cięcia odnowieniowe. PWRiL, Warszawa.
- Bruchwald A., Dmyterko E. 2011. Zastosowanie modeli ryzyka uszkodzenia drzewostanu przez wiatr do oceny zagrożenia lasów nadleśnictwa. Sylwan 155 (7): 459-471.
- Bruchwald A., Dmyterko E. 2012a. Ryzyko powstania szkód w drzewostanach poszczególnych nadleśnictw Polski. Sylwan 156 (1): 19-27.
- Bruchwald A., Dmyterko E. 2012b. Zagrożenie lasu przez wiatr na przykładzie nadleśnictwa Puszczy Białowieskiej. Sylwan 156 (10): 750-764.
- Brzeziecki B. 2008. Podejście ekosystemowe i półnaturalna hodowla lasu (w kontekście zasady wielofunkcyjności lasu). Studia i Materiały CEPL (19): 41-54.
- Brzeziecki B., Drozdowski S., Bielak K., Buraczyk W., Gawron L. 2013. Kształtowanie zróżnicowanej struktury drzewostanów w warunkach nizinnych. Sylwan 157 (8): 597-606.
- Brzeziecki B., Kornat A. 2011. Kształtowanie zróżnicowanej struktury drzewostanów z wykorzystaniem metody BDq. Sylwan 155 (9): 589-598.
- Cancino J., Gadow K. 2002. Stem number guide curves for uneven-aged forests development and limitations. W: Gadow K., Nagel J., Saborowski J. [red.]. Continuous Cover Forestry. Assessment, Analysis, Scenarios. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 163-174.
- Drozdowski S. 2002. Macierzowy model rozwoju drzewostanu. Praca doktorska. Manuskrypt KHL SGGW.
- Drozdowski S. 2006. Wykorzystanie macierzowego modelu do prognozowania rozwoju drzewostanów o złożonej postaci. Sylwan 150 (2): 3-13.
- Drössler L., Nilsson U., Lundqvist L. 2013. Simulated transformation of even-aged Norway spruce stands to multi-layered forests: an experiment to explore the potential of tree size. Forestry: 1-10 doi:10.1093/forestry/cpt037.
- Jaworski A. 2011. Charakterystyka hodowlana drzew i krzewów leśnych. PWRiL, Warszawa.
- Knoke T. 1997. Ökonomische Aspekte der Holzproduktion in ungleichaltrigen Wäldern: einführende Untersuchungen zur Forstbetriebsplanung im Kreuzberger Gemeindewald. Forstw. Cbl. 116: 178-196.
- Kuuluvainen T., Aakala T. 2011. Natural forest dynamics in boreal Fennoscandia: a review and classification. Silva Fennica 45 (5): 823-841.
- Lähde E., Laiho O., Norokorpi Y. 1999. Diversity-oriented silviculture in the Boreal Zone of Europe. For. Ecol. Manage. 118: 223-243.
- Leak W. B., Filip S. M. 1977. Thirty-eight years of group selection in New England northern hardwoods. J. For. 75: 641-643.
- Leśnictwo. 2011. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Mason B., Kerr G., Simpson J. 1999. Forestry Commission Information Note 29. Forestry Commission, Edinburgh.
- Matuszkiewicz J. M. 2001. Zespoły leśne Polski. PWN, Warszawa. 357.
- Matuszkiewicz W., Bareik U. L. 1995. Temperatury minimalne w przygruntowej warstwie powietrza zbiorowisk leśnych Białowieskiego Parku Narodowego. Phytocoenosis Vol. 7 (N.S.), Archivum Geobotanicum 5: 25-48.
- Meyer P. 1999. Bestimmung der Waldentwicklungsphasen und der Texturdiversität in Naturwälder. Allg. Forst u. Jagdztg. Jg. 170 H. 10/11: 203-211.
- Obmiński Z. 1977. Ogólny zarys ekologii. W: Białobok S. [red.]. Świerk polspolity. PWN, Warszawa.
- Oliver Ch. D., Larson B. C. 1996. Forest stand dynamics. Wiley, New York. 544.
- Paluch J. 2006. Rębnia przerębowa jako nowoczesna metoda biologicznej racjonalizacji. Sylwan 150 (10): 20-29.
- Pommerening A., Murphy S. T. 2004. A review of the history, definitions and methods of continuous cover forestry with special attention to afforestation and restocking. Forestry 77 (1): 27-44.
- Rutkowski P. 2009. Natura 2000 w leśnictwie. Ministerstwo Środowiska.
- Rymer-Dudzińska T. 1986. Udział świerków opianowanych przez hubę korzeniową (*Heterobasidion annosum* [Fr.] Bref.) w miąższości i przyroście miąższości drzewostanów mieszanych Puszczy Knyszyńskiej i Puszczy Augustowskiej. Fol. For. Pol. ser. A, 28: 67-81.
- Schütz J. Ph. 1981. Que peut apporter le jardinage a notre sylviculture? Schweiz. Z. Forstwes. Jd. 132, Nr 4.
- Schütz J. Ph. 2001. Der Plenterwald und weitere Formen strukturierter und gemischter Wälder. Parey, Berlin.
- Schütz J. Ph., Pommerening A. 2013. Can Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) FRANCO) sustainably grow in complex forest structures? For. Ecol. and Manag. 303: 175-183.
- Sokołowski A. W. 1980. Zbiorowiska leśne północno-wschodniej Polski. Monogr. Bot. 60: 1-205.
- Sokołowski A. W. 2006. Lasy północno-wschodniej Polski. CILP, Warszawa. 359.
- Thüringer Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. 2001. Waldbau, Informationen für den Waldeigentümer. <https://www.thueringen.de/de/publikationen/pic/pubdownload/760.pdf>
- Trimble G. R. Jr. 1970. 20 years of intensive uneven-aged management. Effect on growth, yield, and species composition in two hardwood stands in west Virginia. USDA, For. Serv., Res. Pap., NE-154: 1-12.

- Zajączkowski J. 1991. Odporność lasu na szkodliwe działanie wiatru i śniegu. Wyd. Świat, Warszawa.  
Zasady hodowli lasu. 2003. DGLP, Warszawa.  
Zasady hodowli lasu. 2012. DGLP, Warszawa.  
Zielony R., Kliczkowska A. 2012. Regionalizacja przyrodniczo-leśna Polski 2010. CILP, Warszawa.

## SUMMARY

### Silvicultural planning in spruce mire forests by the means of the BDq method

The controversial discussion regarding whether or not unique habitats that belong to Natura 2000 network should be managed by foresters is still open. This paper attempts to demonstrate that deliberate silvicultural operations can be the best way of wildlife conservation for very unique and valuable habitats type, the Norway spruce mire forest (*Sphagno girgensohnii-Piceetum* Polak. 1962). To this end, data collected on 30 permanent circular sample plots in two control units located in the Augustów Forest (NE Poland) in 2011, were used. Taking into account, that spruce has successfully regenerated since a long time and its seedlings (>16,000/ha) and saplings (>5000/ha) develop well in the semi-shady conditions of subjected stands, the selection (plenter) system as the most appropriate one under such conditions, were employed. We elaborated a detailed silvicultural plan using the BDq equilibrium model. From the data we derived the following parameters, depending on site conditions:  $B=28 \text{ m}^2/\text{ha}$ ;  $q\text{-factor}=1.32$  and  $D=51 \text{ cm}$  in the case of poorer forest site type (*S.-P. typicum*) and 55 cm more fertile one (*S.-P. thelypteridetosum*). The yield of harvested trees amount to  $57 \text{ m}^3/\text{ha}$  (16.4% of standing volume) and  $36 \text{ m}^3/\text{ha}$  (11.6%), respectively. However, further investigations will need to be performed within next 5-10 years in order to deliver more precise information on periodic annual increment and quality of harvested trees. Then, the parameters ( $B$ ,  $D$  and  $q$ ) should be reviewed and improved for optimal preserving the present uneven-age structure and irregularity at small scale of subjected spruce mire forests.