

STANISŁAW DROZDOWSKI, KAMIL BIELAK, WŁODZIMIERZ BURACZYK, LESZEK GAWRON, ROBERT JAROS, HENRYK ŻYBURA

Planowanie hodowlane w drzewostanach jodłowych o złożonej strukturze z wykorzystaniem metody BDq w Nadleśnictwie Zagnańsk*

Silvicultural planning in complex structures of silver fir by means of the BDq method in Zagnańsk Forest District

ABSTRACT

Drozdowski S., Bielak K., Buraczyk W., Gawron L., Jaros R., Żybura H. 2014. Planowanie hodowlane w drzewostanach jodłowych o złożonej strukturze z wykorzystaniem metody BDq w Nadleśnictwie Zagnańsk. Sylwan 158 (9): 651-660.

The paper deals with problems concerning silvicultural planning in silver fir stands in Zagnańsk Forest District (central Poland) that are characterized by complex structure. Based on a detailed inventory using 98 permanent circular sample plots in four control units the BDq method was employed for determining the future silvicultural activities of the current forest management cycle. The equilibrium model is based on diameter distributions and has the following parameters: $B=35 \text{ m}^2/\text{ha}$; $D=63 \text{ cm}$ and $q\text{-factor}=1.28$.

KEY WORDS

close-to-nature silviculture, complex stand structure, multifunctional forestry, silver fir, silvicultural planning

ADDRESSES

Stanisław Drozdowski ⁽¹⁾ – e-mail: stanislaw_drozdowski@sggw.pl

Kamil Bielak ⁽¹⁾, Włodzimierz Buraczyk ⁽¹⁾, Leszek Gawron ⁽¹⁾, Robert Jaros ⁽²⁾, Henryk Żybura ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Katedra Hodowli Lasu; SGGW w Warszawie; ul. Nowoursynowska 159; 02-776 Warszawa

⁽²⁾ Nadleśnictwo Zagnańsk; ul. Przemysłowa 10A; 26-050 Zagnańsk

Wstęp

Jodła pospolita (*Abies alba* Mill.) jest bardzo ważnym gatunkiem lasotwórczym, chociaż jej obecny udział jako gatunku panującego według wyników WISL wynosi zaledwie 2,9% powierzchni lasów w Polsce. Dziewiętnastowieczne schematyzowanie gospodarki leśnej i dążenie do szybkiego uzyskania najwyższej produkcji sortymentów drewna świerkowego i sosnowego oraz stosowanie zabiegów hodowlanych sprzecznych z wymaganiami biologicznymi jodły znacznie zmniejszyło udział tego gatunku w europejskich lasach [Bernadzki 2008]. Powszechne stosowanie rębni zupełnych lub częściowych, z krótkim okresem odnowienia, skutkowało wyrównywaniem struktury pionowej jedlin i skracaniem długości ich koron. W konsekwencji doprowadziło to do obniżenia odporności drzewostanów jodłowych na zanieczyszczenia powietrza i przyczyniło się do masowego zamierania tego gatunku w drugiej połowie XX wieku [Dobrowolska 1989; Elling i in. 2009]. Częste zaburzenia występujące w tak powstałych drzewostanach spowodowały, że zaczęto zwracać większą uwagę na strukturalnie zróżnicowane lasy naturalne, szukając w nich wzorców dla lasów zagospodarowanych. Współczesne leśnictwo przywiązuje szczególną wagę do kształto-

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

wania zróżnicowanej struktury drzewostanów, zgodnie z koncepcją półnaturalnej hodowli lasu i leśnictwa ekosystemowego [Baker i in. 1996; Bernadzki 2000; Duchiron 2000; Schütz 2001a; O'Hara, Gersonde 2004; Pommerening, Murphy 2004; Brzeziecki 2008]. W związku z tym w ostatnich latach odchodzi się od stosowania rębni częściowych w drzewostanach jodłowych, zastępując je rębniami stopniowymi lub przerębowymi, w zależności od zróżnicowania wyjściowej budowy pionowej oraz aktualnego i docelowego składu gatunkowego [Schütz 2001b].

Z hodowlanego punktu widzenia kontrola rozwoju drzewostanów o złożonej strukturze, zagospodarowanych różnymi formami rębni stopniowych i przerębowych, z bardzo długim lub nawet nieograniczonym okresem odnowienia, napotyka na problemy i wymaga przyjęcia odpowiednich rozwiązań i narzędzi w planowaniu hodowlanym. Obecnie w praktyce leśnej wykonywanie cięć odnowieniowych i pielęgnacyjnych w tak zagospodarowanych drzewostanach odbywa się w sposób intuicyjny, w dużej mierze w oparciu o wzorce ze zrębowego sposobu zagospodarowania lasu. W konsekwencji prowadzi to niejednokrotnie do powstawania drzewostanów jodłowych charakteryzujących się zwarciem poziomym.

Celem niniejszego artykułu jest przybliżenie podstaw teoretycznych oraz wskazanie możliwości praktycznego wykorzystania metody BDq jako skutecznego narzędzia wspomagającego planowanie hodowlane w drzewostanach jodłowych o złożonej postaci, tj. dotychczas zagospodarowanych rębnią stopniową gniazdową udoskonaloną i przekształcanych w kierunku drzewostanów o strukturze przerębowej.

Materiał i metody

OBIEKT BADAŃ. Badania zostały zrealizowane na terenie Nadleśnictwa Zagnańsk (Leśny Kompleks Promocyjny „Puszcza Świętokrzyska”), które pod względem regionalizacji przyrodniczo-leśnej położone jest w Krainie Małopolskiej (VI), Mezoregionie Puszczy Świętokrzyskiej (23) [Zielony, Kliczkowska 2012]. Pomiary oraz szczegółowe planowanie hodowlane wykonano w czterech stałych doświadczalnych jednostkach kontrolnych (JK) założonych w Leśnictwie Adamów w następujących wydzieleniach drzewostanowych: 8f, 9c, 12a i 31a (tab. 1). Wszystkie wymienione drzewostany wchodzi w skład sieci NATURA 2000, a pod względem pełnionych funkcji są zaliczone do lasów wodochronnych.

PRACE TERENOWE. Inwentaryzację drzewostanów wykonano metodą matematyczno-statystyczną, wykorzystując do tego celu 98 stałych kołowych powierzchni próbnych rozmieszczonych w regularnej siatce kwadratów o wymiarach 100×100 m (JK 9c, 12a, 31a) oraz 70×70 m (JK 8f). Każdą powierzchnię próbną tworzyło 5 koncentrycznych, współśrodkowych powierzchni, z których pierwsze trzy (5 m², 20 m², 50 m²) służyły do pomiaru drzew o pierśnicy $d < 7$ cm (kolejno: nalot – drzewka o wysokości < 50 cm; podrost niski – drzewka o wysokości ≥ 50 cm i $d < 2$ cm; podrost wysoki – drzewka o $d \geq 2$ cm i < 7 cm), natomiast pozostałe dwa do pomiaru drzew o $d \geq 7$ cm i < 35 cm (200 m²) oraz o $d \geq 35$ cm (500 m²). Na powierzchniach próbnych dla każdego drzewa o $d \geq 7$ cm wykonano pomiar współrzędnych biegunowych oraz pierśnicy, a następnie określono przynależność gatunkową. Dodatkowo, w celu opracowania odpowiednich krzywych wysokości, pomierzono wysokości przynajmniej dwóch drzew z każdego gatunku obecnego na danej powierzchni kołowej. Łącznie pomierzono 1602 drzewa, 655 podrostów wysokich, 1142 podrostów niskich i 1314 nalotów.

PRACE KAMERALNE. Dane pomiarowe z JK posłużyły do obliczenia podstawowych statystyk opisowych odnowień (zagęszczenie) i drzewostanów (zagęszczenie, pole pierśnicowe przekroju, miąższość) oraz opracowania teoretycznego modelu drzewostanu (modelowy rozkład pierśnic) przy

Tabela 1.

Podstawowe cechy taksacyjne oraz historia prac odnowieniowych i pielęgnacyjnych w badanych jednostkach kontrolnych

Main stand parameters and history of regeneration and tending operations in control units

JK	Pow. [ha]	TSL	Skład gatunkowy	1988-1997	1998-2007	2008-2017*
8f	22,89	Lwyżów	3 Jd (90 lat)	TP-1990 24 m ³ /ha	Rb IVd-2003 88 m ³ /h PR 4 m ³ /ha	PR 8 m ³ /ha
			2 Jd (115 lat)			
			2 Jd (75 lat)			
			2 Jd (60 lat)			
9c	16,16	Lwyżów	1 Bk (110 lat)	TP-1988 25 m ³ /ha; CP-1989 8 ha	Rb IVd-2004 23 m ³ /ha	PR 3 m ³ /ha
			3 Jd (115 lat)			
			3 Bk (110 lat)			
			3 Jd (80 lat)			
12a	17,76	Lwyżów	1 Bk (80 lat)	TP-30 m ³ /ha	Rb IVd-2001 50 m ³ /ha; PR 5 m ³ /ha	Rb IVa-2009 24 m ³ /ha; PR 11m ³ /ha
			3 Jd (130 lat)			
			3 Jd (90 lat)			
			2 Jd (70 lat)			
31a	15,01	Lwyżów	1 Jd (60 lat)	TP-30 m ³ /ha	TPP-2006 41 m ³ /ha; PR 4 m ³ /ha	Rb V-2012 37 m ³ /ha; PR 1 m ³ /ha
			3 Jd (120 lat)			
			1 So (120 lat)			
			1 Jd (70 lat)			
			1 Bk (70 lat)			
			1 Jd (55 lat)			
1 Gb (55 lat)						
1 Bk (45 lat)	TP-30 m ³ /ha	TPP-2006 41 m ³ /ha; PR 4 m ³ /ha	Rb V-2012 37 m ³ /ha; PR 1 m ³ /ha			
1 Gb (35 lat)						

CP – czyszczenia późne; TP – trzebież późna; Rb – rębnia; PR – użytki przygodne; * stan na 30.09.2012 rok, wskazania gospodarce na lata 2008-2017 – dalsze prowadzenie cięć rębnych (pozyskanie od 15-30% zapasu) oraz czyszczenia późne

CP – respacings; TP – late thinning; Rb – regeneration cuttings; PR – salvage cuttings; * as for 30.09.2012, recommendations according to management plans for 2008-2017 – successive regeneration cuttings with the intensity of 15-30% of growing stock and respacings

wykorzystaniu metody BDq [Baker i in. 1996; Drozdowski 2002, 2006; Brzeziecki, Kornat 2011; Brzeziecki i in. 2013]. Uzyskane wyniki pozwoliły na ocenę aktualnego stanu poszczególnych drzewostanów występujących w JK oraz stanowiły podstawę planowania hodowlanego na najbliższe 10 lat.

Wyniki

Zagęszczenie drzew wynosiło średnio około 700 szt./ha, a w poszczególnych JK wahało się od 589 do 879 szt./ha (tab. 2). Pierścnicowe pole przekroju drzewostanu plasowało się w przedziale od 25,2 do 29,7 m²/ha (średnio 26,6 m²/ha), natomiast miąższość grubizny w korze od 250 do 270 m³/ha.

Na inwentaryzowanych powierzchniach wystąpiło liczne odnowienie w różnych fazach rozwojowych (tab. 3). Zagęszczenie nalotów wahało się od około 19 tys. szt./ha w przypadku JK 9c, aż do 45 tys. szt./ha w JK 12a. Najniższą liczbą, zarówno podrostów niskich, jak i wysokich, odznaczała się JK 31a – odpowiednio 1967 i 640 szt./ha. W składzie gatunkowym odnowień, obok dominującej jodły (szczególnie w najbardziej stabilnej fazie odnowień, tj. podrostach wysokich) występował również buk, jawor, grab, jarząb i świerk. Tylko w nielicznych przypadkach na powierzchniach próbnych nie stwierdzono obecności wysokich podrostów jodłowych (średnio na 13% powierzchni kołowych).

Na rycinie 1 przedstawiono rozkłady miąższości w klasycznym ujęciu Biolleya oraz skonfrontowano je z rozkładem modelowym, tj. takim, w którym w kolejnych klasach zawarty jest 20, 30 i 50% zasobności drzewostanu (w tym przypadku przyjęto 350 m³/ha). Na uwagę zasługuje niższa całkowita miąższość drzewostanów wchodzących w skład badanych JK, przejawiająca się szczególnie dużym niedoborem w najgrubszej klasie pierśnic (nawet do około 80% pożądanej zasobności w przypadku JK 8f). Z kolei w środkowej klasie grubości zanotowano nadwyżkę miąższości drzew (średnio na poziomie 120% zasobności modelowej). W przypadku drzew w najcieńszej klasie grubości Biolleya miąższość drzew była zróżnicowana. W JK 8f i 12a była ona bardzo zbliżona do wartości modelowej, natomiast w pozostałych zaznaczył się niedostatek miąższości drzew.

Porównując empiryczne rozkłady grubości z modelem BDq (przyjęte wartości modelowe $B=35$ m²/ha, $D=63$ cm i $q=1,28$), można zauważyć znaczne odstępstwa rozkładu empirycznego od modelowego (ryc. 2). Najczęściej brakuje drzew w klasach grubości 17, 21 i 25 cm, a występuje duży nadmiar drzew w najcieńszej klasie grubości 9 cm (za wyjątkiem JK 31a). Planowanie

Tabela 2.

Średnie (\pm przedział ufności dla $p=0,95$) zagęszczenie (N), pierśnicowe pole przekroju (B) i miąższość grubizny brutto (V)

Mean (\pm confidence intervals at $p=0.95$) density (N), basal area (B) and merchantable volume under bark (V)

JK	n	N [szt./ha]	B [m ² /ha]	V [m ³ /ha]
8f	50	674 \pm 69	26,0 \pm 2,3	269,9 \pm 26,6
9c	16	879 \pm 244	25,4 \pm 4,8	261,6 \pm 56,9
12a	17	688 \pm 177	25,2 \pm 5,3	258,3 \pm 56,9
31a	15	589 \pm 114	29,7 \pm 6,8	249,8 \pm 83,4

Tabela 3.

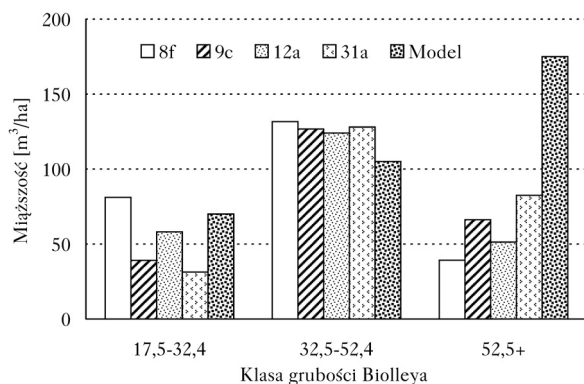
Zagęszczenie [szt./ha] wszystkich odnowień oraz jodłowych (wartości w nawiasach)

Density [N/ha] of total and silver fir (in brackets) regeneration

JK	n	Nalot	Podrost niski	Podrost wysoki
8f	5	24200 (10720)	7440 (2930)	1588 (1312)
9c	2	19375 (12750)	5625 (906)	1850 (1513)
12a	2	45059 (30235)	4676 (1206)	847 (576)
31a	3	22800 (10800)	1967 (1600)	640 (547)

n – liczba powierzchni próbnych, na których nie stwierdzono obecności wysokich podrostów jodłowych

n – number of sample plots without 'tall' silver fir saplings



Ryc. 1.

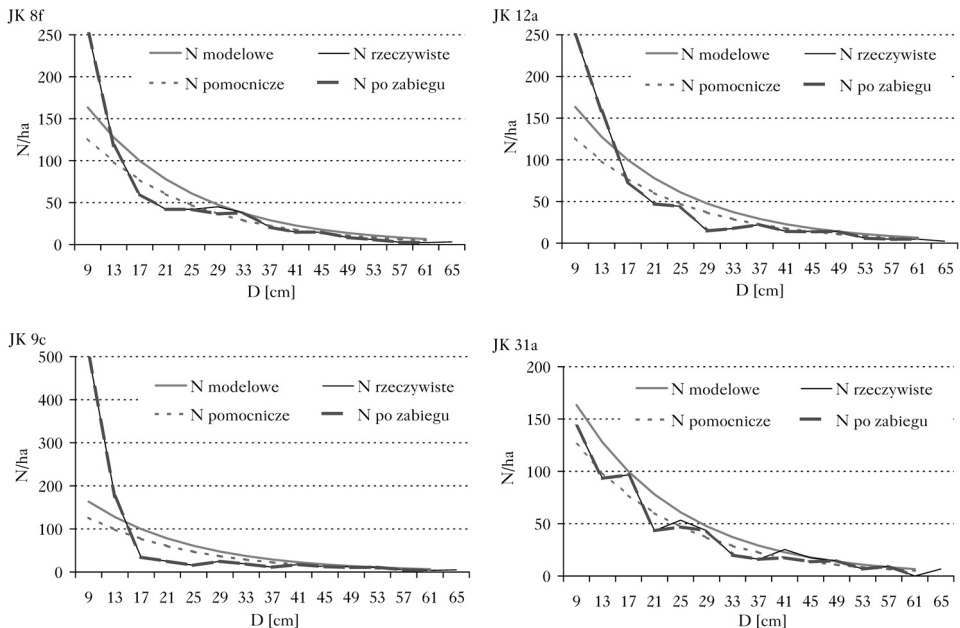
Struktura miąższości drzew w jednostkach kontrolnych według klas grubości Biolleya

Structure of the growing stock in control units according to Biolley's rules

hodowlane wykonano przy założeniach, że nie będą pozyskiwane drzewa w danej klasie grubości, jeśli w następnej jest ich brak w stosunku do krzywej modelowej oraz drzewa w najcieńszej klasie grubości, głównie ze względu na potencjalne straty, jakie mogą powstać w wyniku procesu użytkowania. W związku z tym, że aktualnie pole pierśnicowego przekroju we wszystkich badanych JK jest dużo niższe w porównaniu z docelowym, tj. $B=35 \text{ m}^2/\text{ha}$, przy określeniu liczby drzew do pozyskania oparto się na rozkładzie pomocniczym i polu pierśnicowego przekroju zbliżonym do przeciętnego, tj. $B=27 \text{ m}^2/\text{ha}$ (ryc. 2). Pozostałe parametry krzywej pomocniczej pozostawiono na tym samym poziomie jak w przypadku rozkładu modelowego, tj. $D=63 \text{ cm}$ i $q=1,28$. W JK 8f zaplanowano do pozyskania na najbliższy obieg cięć 12 drzew/ha, w tym drzewa, które osiągnęły dojrzałość techniczną, tj. przekroczyły pierśnicę docelową (3 szt./ha), oraz nadmiar drzew z klasy grubości 29 cm (9 szt./ha) (ryc. 2a). W JK 9c były to głównie drzewa, które osiągnęły pierśnicę docelową (5 szt./ha) oraz drzewa z klasy grubości 49 cm (2 szt./ha) (ryc. 2b). Dla JK 12a zaplanowano wyłącznie pozyskiwanie drzew, które osiągnęły pierśnicę docelową (3 szt./ha; ryc. 2c), natomiast w JK 31a zaplanowano pozyskanie drzew, które przekroczyły pierśnicę docelową (7 szt./ha) oraz drzew z klas grubości 25 (6 szt./ha), 41 (8 szt./ha) i 45 cm (4 szt./ha), łącznie 25 szt./ha (ryc. 2d). W JK 12a, 9c i 8f zaplanowane pozyskanie stanowi zaledwie 1-2% liczby wszystkich drzew, natomiast w JK 31a udział ten jest wyższy i wynosi około 8%.

Dyskusja

Projektowanie i realizacja rębni w warunkach drzewostanowych, w których występują liczne naturalne odnowienia jodłowe, powinno sprowadzać się do wyboru jednej z form rębni złożonych. Jodła jest przykładem gatunku, który wymaga do swojego rozwoju długiego okresu odnowienia, wzrostu w warunkach osłony przed nadmierną insolacją, przymrozkami i mrozami, a takie wa-



Ryc. 2.

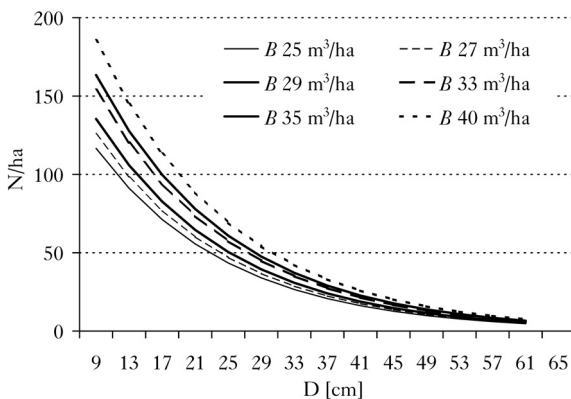
Wyznaczenie cięcia metodą BDq w poszczególnych jednostkach kontrolnych
Determining cutting parameters by means of the BDq method in control units

runki mogą zapewnić rębnie stopniowe (gniazdowa lub gniazdowa udoskonalona) i przerębowe [Poznański, Jaworski 2000; Schütz 2001a; Jaworski 2011a]. Jodła dobrze rozwija się w zróżnicowanych strukturalnie drzewostanach, w których może wytwarzać i zachowywać przez cały okres swojego życia długą koronę. Kształtowanie zróżnicowanej struktury drzewostanów jodlowych, z wykorzystaniem rębni stopniowych, jest dobrym rozwiązaniem praktycznym na etapie przebudowy struktury drzewostanów jednogeneracyjnych na wielogeneracyjne. Jednak najlepsze warunki dla rozwoju jodły tworzą drzewostany o budowie przerębowej, w których występuje względna równowaga pomiędzy procesami odnawiania, wzrostu i ubywania (użytkowania) drzew [Schütz 2001b]. Jeżeli występują zakłócenia w rozwoju przerębowych jedlin, sterując konkurencją (zapasem i liczbą drzew), można doprowadzić do ponownej równowagi wymienionych procesów w wyniku metodycznie zaplanowanych i wykonanych zabiegów hodowlanych regulujących strukturę rozkładu pierśnic.

Podstawowe dane potrzebne do wykonania planowania hodowlanego w lesie o złożonej postaci dotyczą drzew, które przekroczyły wartość progową pomiaru pierśnicy. W oryginalnej metodzie Gurnaуда-Biolleya wartość ta wynosiła 17,5 cm, a pomiar wykonywano dla wszystkich drzew w drzewostanie grubszych niż założony próg pomiaru [Zabielski 1976]. Obecnie wykonuje się pomiar drzew o pierśnicy ≥ 7 cm, według założeń metody matematyczno-statystycznej, polegającej na pomiarze drzewostanu tylko na powierzchniach próbnych, które rozmieszczone są regularnie w całej jednostce kontrolnej [Poznański, Jaworski 2000]. Inwentaryzacja dostarcza informacji nie tylko o drzewostanie, ale również o liczbie i strukturze gatunkowej różnych faz rozwojowych odnowień (nalotów, podrostów niskich i wysokich). Zebranie szczegółowych danych o lesie w trakcie prac inwentaryzacyjnych pozwala lepiej poznać zależności konkurencyjne panujące w drzewostanie oraz możliwości odnawiania i awansu różnych gatunków. Informacje te ułatwiają planowanie hodowlane i wskazują, jakie procesy należy wspierać (odnawianie drzew, wzrost i awansowanie do wyższych klas grubości) [Schütz 2001a; O'Hara, Gersonde 2004; Drozdowski 2006].

Jednym ze sposobów prowadzenia drzewostanów jodlowych o złożonej postaci jest metoda BDq, która jest rozwinięciem idei „metody kontroli zapasu” Gurnaуда i „prawa Liocourta” [Baker i in. 1996; Drozdowski 2002, 2006; Brzezicki, Kornat 2011; Brzezicki i in. 2013]. Główne dane potrzebne do wykonania planowania hodowlanego z wykorzystaniem metody BDq to informacje o drzewach, które przekroczyły przyjęty próg pomiaru pierśnicy. Dane uzyskane z inwentaryzacji określają obecną (rzeczywistą) wielkość parametru B . Wartość tego parametru jest ważna dla zachowania wysokiej produktywności drzewostanu oraz stabilności procesów odnawiania, wzrostu i ubywania drzew (pozyskania). Zbyt wysoka wartość B utrudnia odnawianie i osłabia awans drzew do wyższych klas wielkości. Z kolei zbyt niska wartość B stymuluje procesy odnawiania drzew (mniejsza konkurencja w drzewostanie) i obniża produktywność drzewostanu [Baker i in. 1996]. Optymalna wielkość B jest zawarta w przedziale dwóch nieprzekraczalnych wielkości (minimalnej i maksymalnej B) w trakcie obiegu cięć. Jeśli zostanie utrzymane zbyt wysokie B (powyżej maksymalnej wartości), to zahamujemy procesy odnawiania naturalnego i drzewostan zacznie tworzyć zwarcie poziome przez wystąpienie zbyt dużej liczby drzew grubych o zbliżonej wysokości. W przeciwnym przypadku – gdy B przyjmuje wartości poniżej minimalnego progu (kiedy jest za mało drzew grubych), intensywny proces odnawiania powoduje wyrównywanie się struktury drzewostanu wśród drzew cieńszych. W praktyce dla każdego drzewostanu – krok po kroku – dochodzi się do wartości optymalnych (dolnego progu wartości B – po wykonanych cięciach przerębowych oraz górnego progu B – tuż przed planowanym pozyskaniem) w określonych warunkach siedliskowo-drzewostanowych. Można także wzorować się na podobnych drzewostanach (składzie gatunkowym, siedlisku), w których opty-

malna lub zbliżona do optymalnej wartość B już występuje i jest ukształtowana struktura przerębowa. Z doświadczeń Biolleya wynika, że optymalna miąższość drzewostanu (odpowiednik parametru B w metodzie BDq) powinna wynosić około 350-400 m³/ha [Zabielski 1976]. Schütz i Pommerening [2013] dla dwóch przykładowych szwajcarskich drzewostanów jodłowo-świerkowych odznaczających się strukturą przerębową podają, że stan równowagi może być osiągnięty przy $B=37$ m²/ha, co odpowiada zasobności powyżej 400 m³/ha. W przypadku badanych jednostek kontrolnych w Leśnictwie Adamów miąższość drzewostanów była znacznie niższa – 250-270 m³/ha. To powoduje, że drzewostany te charakteryzują się intensywnym procesem odnawiania oraz mogą wytwarzać zwarcie poziome wśród cieńszych drzew. Dlatego też wskazania gospodarze zawarte w obecnym planie urządzenia lasu dla badanych JK wskazują na konieczność wykonania cięć pielęgnacyjnych, charakterystycznych dla młodszych klas wieku (CP). Taki stan wynika z historii zagospodarowania tych drzewostanów, prowadzonych rębiami stopniowymi lub nawet „nieregularną” rębnią częściową z długim okresem odnowienia. Odzwierciedla to opis takacyjny drzewostanów występujących w JK (tab. 1), w którym wyodrębniono kolejne generacje drzew i określono ich udział w drzewostanie. Utrzymywanie miąższości drzewostanu o wielkości około 250 m³/ha w jedlinach sprzyja intensywnemu procesowi odnowienia. Planowane pozyskanie z takich drzewostanów rzędu 20-30% zapasu tylko zwiększa intensywność tego procesu (tab. 1), a tym samym doprowadza do wyrównywania się struktury poziomej. Z analizy przedstawionych JK wynika, że w prawie każdym przypadku występuje brak drzew grubych w najwyższej klasie Biolleya oraz brak drzew w niektórych cieńszych klasach grubości, odzwierciedlający „falowe” odnawianie jodły (ryc. 1 i 2). Dlatego w prezentowanych JK należy zwrócić szczególną uwagę na regulowanie struktury grubości drzew o średniej wielkości, które tworzą silne zwarcie poziome. W płatach o silnym zwarcu poziomym drzewa stagnują w przyroście grubości, wysmuklają się i redukują korony [Jaworski 2011b]. Regulacja struktury grubości drzew – pomimo niższego zapasu niż modelowy – polepsza warunki wzrostu drzew, a w kilku kolejnych obiegach cięć – wraz ze wzrostem zasobności drzewostanu – ustabilizuje procesy odnawiania i wzrostu drzew. W tym celu wykorzystuje się krzywe rozkładu pierśnic z rodziny krzywych różniących się B przy zachowanych pozostałych modelowych wartościach parametrów metody BDq, tj. D i q . Przy różnych wartościach B i pozostałych parametrach stałych parametr ten wpływa na liczbę drzew w poszczególnych klasach grubości, nie zmieniając przy tym ogólnego kształtu krzywej rozkładu pierśnic (ryc. 3). Wynika stąd, że średnia wartość pierśnicy i udział pola pierśnicowego przekroju drzewostanu przypadającego na poszczególne klasy pierśnic są niezależne od wielkości parametru B [Baker i in. 1996]. Wykorzystanie parametru B o wartości niższej od modelowej



Ryc. 3.

Rodzina krzywych opisująca rozkład pierśnic drzew dla stałych wartości $D=63$ cm i $q=1,28$ oraz różnych wartości pola pierśnicowego przekroju drzewostanu B

Set of curves describing the diameter distributions for different values of basal area (B), under the assumption that target diameter (D) and q -factor are constant, and amount to 63 cm and 1.28, respectively

miało na celu przyspieszenie regulacji struktury drzewostanu, tak aby najpierw uzyskać właściwy kształt struktury (rozkład drzew w klasach grubości), a dopiero w następnych obiegach cięć sukcesywnie dochodzić do założonego modelowego $B=35 \text{ m}^2/\text{ha}$.

Określenie wielkości pierśnicy docelowej (D) wykonuje się na podstawie doświadczeń gospodarza terenu oraz analiz rynkowych cen surowca drzewnego. Na wielkość pierśnicy docelowej mają wpływ wady drewna nabyte wraz z wiekiem, np. większe ryzyko wystąpienia zgnilizny w starszym wieku [Paluch 2006a, b], czyli wzrost prawdopodobieństwa deprecjacji drewna wraz ze wzrostem grubości drzewa. Również rynkowe zapotrzebowanie na określone sortymenty drewna jest ważnym czynnikiem, który należy wziąć pod uwagę przy ustalaniu wielkości D . W niniejszych badaniach przyjęto $D=63 \text{ cm}$, ponieważ po przekroczeniu tej wielkości zwiększał się znacząco udział drzew wykazujących zgniliznę części odziomkowej. Wartość tę ustalono na podstawie dostępnych wieloletnich danych o strukturze sortymentów pozyskiwanych w Nadleśnictwie Zagnańsk i doświadczenia leśniczego pracującego w Leśnictwie Adamów. Ustalenie wartości D wcale nie oznacza, że wszystkie drzewa, które ją przekroczą, muszą być pozyskane. W leśnictwie wielofunkcyjnym stare, duże drzewa są ważnym elementem strukturalnym lasu, więc niektóre z nich (1-3 szt./ha) należy pozostawić w JK do naturalnej śmierci. Według Brzezieckiego [2011] drzewa martwe (stojące czy leżące) powinny być stałym składnikiem wszystkich drzewostanów o zróżnicowanej strukturze, kształtowanych z nadrzędnym celem pogodzenia różnych funkcji lasu, w możliwie jak najmniejszej skali przestrzennej.

Iloraz Liocourta (q) jest obliczany na podstawie rozkładu pierśnic w drzewostanach, które wykazują stabilną strukturę przerębową. Mogą to być zarówno dane z inwentaryzowanej jednostki, jak też z innych obiektów występujących w podobnych warunkach siedliskowych. Wartość parametru q określa liczbę drzew poszczególnych klas grubości w jednostce kontrolnej, w wyniku czego jest on wykorzystywany do osiągnięcia celu gospodarczego, jakim jest struktura użytków w ujęciu wymiarowym z JK. Małe wartości q (1,1-1,3) zwiększają udział użytków wielkowymiarowych, natomiast wartości duże ($q>2$) zwiększają udział użytków średniowymiarowych w gospodarstwie przerębowym. W niniejszej pracy przyjęto wartości tego parametru na podstawie danych literaturowych [Poznański 2000; Poznański, Jaworski 2000], opisujących idealne rozkłady pierśnic lasów przerębowych z dominującą jodłą w południowej Polsce.

Drzewostany charakteryzujące się trwale zróżnicowaną budową pionową, zbliżone do modelu lasu przerębowego, z punktu widzenia racjonalizacji biologicznej można oceniać jako model niemal idealny [Schütz 2001a]. Podstawową zaletą tego modelu jest to, że charakteryzuje się on wysoką zdolnością do samoregulacji, czego przejawem jest ciągłość procesów odnowieniowych oraz zjawisko „samowychowania”, zachodzące dzięki temu, że rozwój każdego drzewa w długim okresie czasu odbywa się pod wpływem drzew starszych i większych.

Wnioski

- ✦ W drzewostanach jodłowych o złożonej budowie należy regulować strukturę rozkładu pierśnic tak, aby doprowadzić do równowagi pomiędzy procesami odnawiania, wzrostu i ubywania drzew (pozyskania).
- ✦ Model drzewostanu (optymalny i pomocniczy) o parametrach określonych metodą BDq (w tym przypadku odpowiednio: $B=35$ i $27 \text{ m}^2/\text{ha}$, $D=63 \text{ cm}$ i $q=1,28$) umożliwia kształtowanie požądanej struktury grubości drzew w jednostkach kontrolnych i ułatwia wybór drzew do pozyskania.
- ✦ Sukcesywna regulacja struktury drzewostanu, jeszcze przed osiągnięciem optymalnego pola pierśnicowego przekroju, przeciwdziała skracaniu koron i osłabieniu wzrostu jodeł występujących w zwartych płatach o wyrównanej wysokości.

- ✦ Nadmierne pozyskiwanie drzew, projektowane w planach urządzenia lasu bez pomocy właściwych metod regulacji, sprzyja deregulacji struktury drzewostanów jodłowych i intensyfikacji procesu odnawiania, a tym samym wzrostowi kosztów hodowlanych związanych z pielęgnacją drzewostanu, np. z koniecznością wykonania czyszczeń późnych.

Literatura

- 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.
- Bernadzki E. 2000. Cięcia odnowieniowe. PWRiL, Warszawa.
- Bernadzki E. 2008. Jodła pospolita. Ekologia – zagrożenia – hodowla. PWRiL, Warszawa.
- Brzeziecki B. 2008. Podejście ekosystemowe i półnaturalna hodowla lasu (w kontekście zasady wielofunkcyjności lasu). Studia i Materiały 19: 41-54.
- Brzeziecki B. 2011. Lasy naturalne jako źródło informacji dla półnaturalnej hodowli lasu. W: Paluch R. [red.]. Półnaturalna hodowla lasu – przeszłość, teraźniejszość i przyszłość. IBL, Sękocin Stary. 21-40.
- Brzeziecki B., Kornat A. 2011. Kształtowanie zróżnicowanej struktury drzewostanów z wykorzystaniem metody BDq. Sylwan 155 (9): 589-598.
- Brzeziecki B., Drozdowski S., Bielik K., Buraczyk W., Gawron L. 2013. Kształtowanie zróżnicowanej struktury drzewostanów w warunkach nizinnych. Sylwan 157 (8): 597-606.
- Dobrowolska D. 1989. Zamieranie jodły... wciąż nie wyjaśnione zjawisko. Sylwan 133 (6): 59-67.
- Drozdowski S. 2002. Macierzowy model rozwoju drzewostanu. Praca doktorska. KHL SGGW.
- Drozdowski S. 2006. Wykorzystanie macierzowego modelu do prognozowania rozwoju drzewostanów o złożonej postaci. Sylwan 150 (2): 3-13.
- Duchiron S.-M. 2000. Strukturierte Mischwälder. Eine Herausforderung für den Waldbau unserer Zeit. Parey, Berlin.
- Elling W., Dietmar Ch., Pfaffelmoser K., Rötzer T. 2009. Dendroecological assessment of the complex causes of decline and recovery of the growth of silver fir (*Abies alba* Mill.) in Southern Germany of the growth of silver fir (*Abies alba* Mill.) in Southern Germany. For. Ecol. and Manag. 257: 1175-1187.
- Jaworski A. 2011a. Hodowla lasu. Charakterystyka hodowlana drzew i krzewów leśnych. PWRiL, Warszawa.
- Jaworski A. 2011b. Hodowla lasu. Sposoby zagospodarowania, odnawianie lasu, przebudowa i przemiana drzewostanów. PWRiL, Warszawa.
- O'Hara K., Gersonde R. F. 2004. Stocking control concepts in uneven-aged silviculture. Forestry 77 (2): 131-143.
- Paluch J. 2006a. Rębnia przerębowa jako nowoczesna metoda biologicznej racjonalizacji. Sylwan 150 (10): 20-29.
- Paluch J. 2006b. Przyrost wartości drzewa jako kryterium regulacji cięć w rėbniach złożonych. Sylwan 150 (12): 54-63.
- 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.
- Poznański R. 2000. Metoda określenia grubościowej struktury cięć w lasach różnowiekowych. Sylwan 144 (11): 23-32.
- Poznański R., Jaworski A. 2000. Nowoczesne metody gospodarowania w lasach górskich. CILP, Warszawa.
- Schütz J.-Ph. 2001a. Der Plenterwald und weitere Formen strukturierter und gemischter Wälder. Parey, Berlin.
- Schütz J.-Ph. 2001b. Opportunities and strategies of transforming regular forests to irregular forests. For. Ecol. and Manag. 151: 87-94.
- 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.
- Zabielski B. 1976. Urządzenie lasu. PWRiL, Warszawa.
- Zielony R., Kliczkowska A. 2012. Regionalizacja przyrodniczo-leśna polski 2010. CILP, Warszawa.

SUMMARY

Silvicultural planning in complex structures of silver fir by means of the BDq method in Zagnańsk Forest District

Complex forest structures are currently being discussed a lot in the context of close-to-nature silviculture and climate change. In the paper, an approach that takes advantage of the BDq method as a silvicultural decision support system, was introduced. Four control units, located in Zagnańsk Forest District (central Poland) were measured in 2011. The corresponding stands are managed by means of an improved irregular shelterwood system. We elaborated a detailed

silvicultural plan using the BDq equilibrium model. From the data we derived the following parameters: $B=35$ m²/ha; $D=63$ cm and q -factor=1.28. The control units were characterized by a comparatively low growing stock (250-270 m³/ha) and, as a consequence, an intensive regeneration process had already taken place. Therefore, within the current forest management cycle cuttings were proposed on the basis of the following parameters, $B=27$ m²/ha; $D=63$ cm and $q=1.28$. However, the target basal area of 35 m²/ha will be achieved through appropriate silvicultural operations in future successive interventions.