

BOGDAN BRZEZIECKI, ADAM KORNAŁ

Kształtowanie zróżnicowanej struktury drzewostanów z wykorzystaniem metody *BDq*

Application of the *BDq* method in uneven-aged stands silviculture

ABSTRACT

Brzeziecki B., Kornat A. 2011. Kształtowanie zróżnicowanej struktury drzewostanów z wykorzystaniem metody *BDq*. Sylwan 155 (9): 589-598.

The *BDq* method, a tool of stocking control in uneven-aged stands, with a special reference to the problem of determining diameter structure of cuttings, is introduced. Both theoretical foundations, as well as a practical application of the *BDq* method are presented on the example of conversion of two-storied stands, consisting of silver fir and Scots pine, to stands characterized by a plenter-like structure.

KEY WORDS

BDq method, diameter distribution, stand conversion, stocking control, sustainable yield, uneven-aged silviculture

ADDRESSES

Bogdan Brzeziecki ⁽¹⁾ – e-mail: bogdan_brzeziecki@sggw.pl

Adam Kornat ⁽²⁾ – e-mail: adam.kornat@wp.pl

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

⁽²⁾ Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Lublinie; ul. Czechowska 4; 20-950 Lublin

Wstęp

Jednym z głównych postulatów oraz podstawowych kierunków działań półnaturalnej hodowli lasu jest kształtowanie struktury drzewostanów możliwie jak najbardziej zróżnicowanej pod względem składu gatunkowego, wymiarów, przestrzennego rozmieszczenia oraz innych cech drzew [Bernadzki 2000; O'Hara, Gersonde 2004; Pommerening, Murphy 2004; Brzeziecki 2005, 2008].

W drzewostanach o zróżnicowanej strukturze do zagadnień ważnych, tak z teoretycznego, jak i praktycznego punktu widzenia, należy kwestia regulacji użytkowania, ze szczególnym uwzględnieniem problemu określania struktury grubościowej cięć [Poznański 2000; O'Hara, Gersonde 2004]. Poznański [2000] podjął próbę rozwiązania tego problemu przez opracowanie metody określania grubościowej struktury cięć dla różnych faz rozwoju lasów różnowiekowych o zróżnicowanej strukturze pierśnic, zagospodarowanych rębnią stopniową bądź przerębową (ciągłą). Istotą tej metody jest dążenie do zbliżenia rzeczywistej liczby drzew w stopniach grubości do przyjętego wzorca teoretycznego w postaci krzywej Liocourta-Meyera. Cel ten realizuje się przez przeznaczenie do usunięcia nadwyżki drzew wszędzie tam, gdzie ona występuje, jednak z uwzględnieniem miąższościowego rozmiaru cięć ustalonego według oddzielnych zasad na dane dziesięciolecie [Poznański 2000]. Na podobnych założeniach opiera się także metoda *BDq*, stosowana w różnych krajach (przede wszystkim w Ameryce Północnej) jako metoda regulacji użytkowania w drzewostanach o zróżnicowanej strukturze [Alexander, Edminster 1977; Guldin 1991; Marquis i in. 1992; Baker i in. 1996; Buongiorno i in. 2000; Drozdowski 2002; O'Hara, Gersonde 2004]. Przy pomocy metody *BDq* określa się najpierw pożądaną postać rozkładu liczy-

by drzew w klasach grubości w drzewostanach o zróżnicowanej strukturze. Zgodnie z nazwą metody, zrealizowanie tego celu wymaga znajomości (przyjęcia, określenia) wartości trzech parametrów, tj. pierścniowego pola przekroju drzewostanu (B), pierścni docelowej (D) oraz tzw. ilorazu q , który można otrzymać dzieląc liczbę drzew w niższej klasie grubości przez liczbę drzew w następnej klasie lub odwrotnie (w tej pracy iloraz q obliczany jest pierwszą metodą, stąd jego wartości są większe od 1). Ten ostatni parametr określa kształt krzywej rozkładu pierścni (jej bardziej stromy lub płaski przebieg). Pierścni docelowa oznacza taką graniczną wartość pierścni, przekroczenie której powoduje, że dane drzewo przeznaczane jest do pozyskania. Po skonstruowaniu rozkładu teoretycznego porównuje się go z rozkładem rzeczywistym (empirycznym) i na tej podstawie ustala się, ile drzew należy pozyskać w poszczególnych klasach grubości, aby maksymalnie zbliżyć rozkład empiryczny do rozkładu teoretycznego. Na rosnącą popularność metody BDq wpływa m.in. jej względna prostota oraz duża elastyczność i uniwersalność, pozwalająca na jej zastosowanie w różnych kategoriach drzewostanów, w których celem jest, generalnie ujmując, kształtowanie zróżnicowanej struktury drzewostanu w mniejszej lub większej skali przestrzennej.

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie głównych założeń metody BDq oraz prezentacja przykładowego zastosowania tej metody przy planowaniu przemiany dwupiętrowych drzewostanów jodłowo-sosnowych na drzewostany o strukturze przerębowej.

Teoretyczne podstawy metody BDq

Jak podkreślają Cancino i von Gadow [2001], a także O'Hara i Gersonde [2004], metoda BDq stanowi rozwinięcie metody Liocourta-Meyera i, podobnie jak ona, opiera się na założeniu, że rozkład grubości drzew w drzewostanach o zróżnicowanej strukturze (wiekowej, grubościowej) można generalnie opisać za pomocą ujemnej krzywej wykładniczej, określanej także mianem krzywej w kształcie odwróconej litery „j”. Jeżeli j -kształtny rozkład liczby drzew w klasach grubości ma charakter „zrównoważony”, tj. gdy stosunek liczebności dwóch sąsiadujących ze sobą klas, czyli tzw. iloraz q , jest stały, to taki rozkład określa się jako „idealny” [Rutkowski 1967; Poznański, Rutkowska 1997; Cancino, von Gadow 2001; O'Hara, Gersonde 2004]. Ogólny wzór przedstawiający „idealny” rozkład pierścni w drzewostanie o zróżnicowanej strukturze jest następujący [Cancino, von Gadow 2001]:

$$N_i = k_0 e^{-k_1 d_i} \quad [1]$$

gdzie:

N_i – liczba drzew w i -tej klasie grubości,

d_i – środek i -tej klasy grubości [cm],

k_0 – współczynnik proporcjonalności,

k_1 – wskaźnik zmniejszania się liczby drzew w kolejnych klasach grubości.

W „idealnym” rozkładzie pierścni stosunek liczby drzew w dwóch sąsiadujących ze sobą klasach, określanej jako iloraz q (wskaźnik zróżnicowania struktury według Poznańskiego i Rutkowskiej [1997]), jest stały:

$$q = N_{i+1} / N_i \quad [2]$$

Podstawiając równanie [1] do równania [2] otrzymuje się:

$$q = k_0 e^{-k_1(d_{i+1}-d_i)} / k_0 e^{-k_1 d_i}$$

tak więc:

$$q = k_0 e^{-k_1 h} \quad [3]$$

gdzie:

h – szerokość klasy grubości [cm].

Z równania [3] wynika, że wartość ilorazu q zależy od szerokości klasy grubości. Jeżeli dla $h=5$ cm $q=1,3$, to dla $h=10$ cm, $q=1,69$ oraz dla $h=15$ cm, $q=2,197$. Dla danej wartości q , korzystając z zależności $N_{i+1}=qN_i$ (na podstawie [2]), można obliczyć liczbę drzew w każdej klasie pierśnic, co można zapisać w postaci:

$$N_i = q^{i-1} N_1 \quad [4]$$

z czego wynika, że cały rozkład zależy od dwóch parametrów: ilorazu q i od liczby drzew w pierwszej, najgrubszej klasie grubości N_1 .

Do wyznaczenia liczby drzew w pierwszej, najgrubszej klasie grubości rozkładu (N_1) potrzebna jest znajomość pierśnicowego pola przekroju drzewostanu (B , [m²/ha]) obliczanego według wzoru:

$$B = k_2 \sum_{i=1}^c N_i d_i^2 \quad [5]$$

gdzie:

c – liczba klas grubości,

$k_2 = \pi/40000$.

Podstawiając równanie [4] do wzoru [5], otrzymuje się:

$$B = k_2 \sum_{i=1}^c N_1 q^{i-1} d_i^2 = N_1 k_2 \sum_{i=1}^c q^{i-1} d_i^2$$

tak więc

$$B = N_1 k_3$$

oraz

$$N_1 = B / k_3 \quad [6]$$

oraz

$$k_3 = k_2 \sum_{i=1}^c q^{i-1} d_i^2 \quad [7]$$

Z równania [6] wynika, że k_3 jest kluczowym parametrem, który razem z pierśnicowym polem przekroju drzewostanu (B) umożliwi obliczenie wartości N_1 oraz, w kolejnym kroku, obliczenie liczby drzew we wszystkich pozostałych klasach grubości. Aby obliczyć k_3 , należy najpierw ustalić takie parametry rozkładu grubości drzewa, jak pierśnica minimalna (D_{min}), pierśnica maksymalna (D_{max}) oraz szerokość klasy grubości (h). Przykład obliczenia wartości parametru k_3 dla różnych wartości współczynnika q , przy $h=4$ cm, $D_{min}=7$ cm i $D_{max}=47$ cm z wykorzystaniem równania [7] przedstawiono w tabeli 1. Podano także liczbę drzew w najgrubszej klasie pierśnic (N_1), obliczoną na podstawie równania [6], przy założeniu, że $B=35$ m²/ha. Na rycinie 1 pokazano, jak zmienia się rozkład liczby drzew w klasach grubości w zależności od wartości współczynnika q , przy stałych wartościach D_{max} (pierśnica docelowa) oraz B .

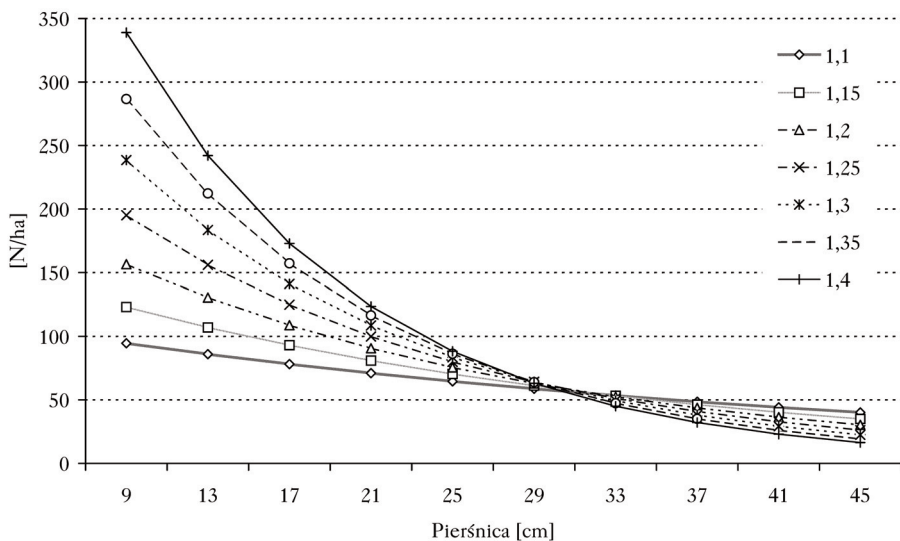
Określenie docelowego (pożądanego) rozkładu pierśnic w drzewostanie zakłada znajomość trzech podstawowych parametrów: B , D_{max} oraz q . W pierwszej kolejności, dla danej wartości q i ustalonego zakresu (wartość minimalna i maksymalna) oraz szerokości klasy grubości, oblicza się wartość parametru k_3 , później liczbę drzew w pierwszej klasie grubości (N_1), a następnie liczbę drzew w pozostałych klasach grubości. Parametry B , D_{max} oraz q można określać

Tabela 1.

Wartości parametru k_3 (równanie [7]) dla różnych wartości współczynnika q oraz liczba drzew w najgrubszej klasie grubości (N_1) (równanie [6]) przy założeniu, że $B=35 \text{ m}^2/\text{ha}$

Values of k_3 parameter (equation [7]) for different values of q -factor and the number of trees in the largest diameter class (N_1) (equation [6]) for $B=35 \text{ m}^2/\text{ha}$

Numer klasy	Środek klasy [cm]	q						
		1,1	1,15	1,2	1,25	1,3	1,35	1,4
10	9	0,015	0,022	0,033	0,047	0,067	0,095	0,131
9	13	0,028	0,041	0,057	0,079	0,108	0,146	0,196
8	17	0,044	0,060	0,081	0,108	0,142	0,185	0,239
7	21	0,061	0,080	0,103	0,132	0,167	0,210	0,261
6	25	0,079	0,099	0,122	0,150	0,182	0,220	0,264
5	29	0,097	0,115	0,137	0,161	0,189	0,219	0,254
4	33	0,114	0,130	0,148	0,167	0,188	0,210	0,235
3	37	0,130	0,142	0,155	0,168	0,182	0,196	0,211
2	41	0,145	0,152	0,158	0,165	0,172	0,178	0,185
1	45	0,159	0,159	0,159	0,159	0,159	0,159	0,159
k_3		0,873	1,000	1,153	1,336	1,556	1,819	2,133
N_1		40	35	30	26	22	19	16



Ryc. 1.

Rozkład liczby drzew w klasach grubości dla różnych wartości współczynnika q przy założeniu, że pierśnica docelowa (D_{max}) wynosi 47 cm oraz pierśnicowe pole przekroju drzewostanu (B) równa się $35 \text{ m}^2/\text{ha}$

Distribution of trees in dbh classes for different values of q -factor under assumption that target diameter (D_{max}) equals to 47 cm and stand basal area (B) amounts to $35 \text{ m}^2/\text{ha}$

w sposób mniej lub bardziej arbitralny, przede wszystkim w zależności od przyjętego celu hodowlanego (wyrażonego np. pożądaną strukturą sortymentową). Punktem wyjścia i pomocą przy określaniu wartości tych parametrów mogą być empiryczne wartości tych parametrów, uzyskane w drzewostanach o modelowej strukturze, przyjętych jako wzorcowe.

Skonstruowany przy pomocy metody BDq drzewostan „modelowy” służy także jako podstawa wyznaczenia struktury grubościowej cięć, w podobny sposób jak krzywa Liocourta-Meyera

w metodzie Poznańskiego [2000]. W pierwszym kroku porównuje się rozkład „idealny” z rozkładem empirycznym w celu stwierdzenia, w których klasach występują „nadwyżki” w stosunku do pożądanej liczby drzew. W drugim kroku w metodzie BDq ustala się, jaka część tych nadwyżek może być pozyskana tak, aby uwzględniając, że w pierwszej kolejności należy usunąć wszystkie drzewa, które przekroczyły wartość pierśnicy docelowej, nie dopuścić po cięciu do obniżenia wartości pierśnicowego pola przekroju drzewostanu poniżej wartości przyjętej dla drzewostanu „modelowego” (B). Tak więc zasadnicza różnica między metodą Poznańskiego [2000] i metodą BDq dotyczy sposobu podejścia do problemu „nadwyżek”.

Przykładowe zastosowanie

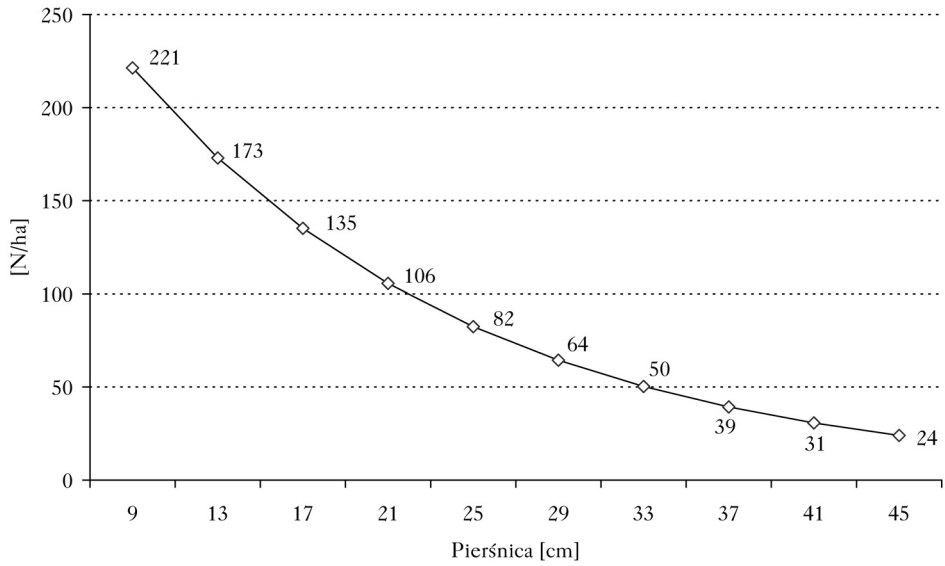
KONSTRUKCJA DRZEWOSTANU MODELOWEGO. Ilustracją zasad wykorzystania metody BDq w praktyce leśnej może być jej zastosowanie w celu planowania przemiany dwupiętrowych drzewostanów jodłowo-sosnowych w drzewostany o budowie przerębowej [Kornat 2011]. Przedstawiony niżej drzewostan położony jest na terenie Nadleśnictwa Józefów (Leśnictwo Rybnica, Uroczysko Niemoczka, oddział 238h). W pierwszej kolejności, korzystając z metody BDq , skonstruowano drzewostan „modelowy”, będący długofalowym celem procesu przemiany. W tym celu, w charakterze pierwszego przybliżenia, przyjęto następujące wartości kluczowych parametrów tego drzewostanu:

$$B = 35 \text{ m}^2; D_{max} = 47 \text{ cm}; q = 1,28$$

Wartości parametrów B oraz D_{max} określono w dużym stopniu arbitralnie, w pewnym sensie orientacyjnie (ze względu na brak szerszych podstaw empirycznych). Natomiast wartość parametru q przyjęto na podstawie danych literaturowych. Jest to uśredniona wartość, jaką podają m.in. Poznański i Jaworski [2000] dla idealnych krzywych rozkładu pierśnic w lasach o budowie przerębowej (według Biolleya, Leibundguta, Liocourta, Koestlera i Meyera) oraz dla zbadanych przez Poznańskiego [2000] lasów o budowie przerębowej, występujących w południowej Polsce (m.in. w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym w Krynicy).

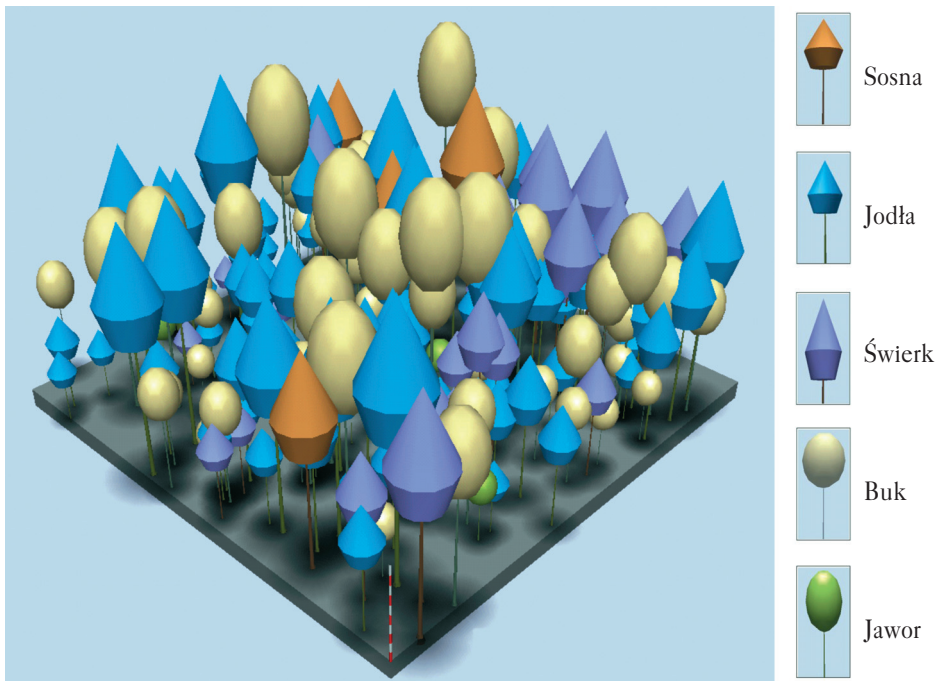
Na podstawie założonych wartości parametrów B , D_{max} oraz q obliczono, korzystając z równań przedstawionych w poprzednim rozdziale, liczbę drzew w klasach pierśnic rozkładu teoretycznego (ryc. 2). Skonstruowany w ten sposób rozkład „idealny” spełnił rolę modelu, obrazującego pożądany stan drzewostanu po wykonaniu cięć o charakterze przekształceniowym oraz, szerzej, pożądany stan drzewostanu po zakończeniu procesu przemiany. Graficzną wizualizację struktury tego modelowego drzewostanu, sporządzoną przy pomocy programu BWINPro-S 6.3 [Döbbeler i in. 2006], przedstawiono na rycinie 3. Założono, że drzewostan modelowy składa się z sosny, jodły, świerka, jaworu i buka.

CIĘCIE METODĄ BDq . Po skonstruowaniu drzewostanu „modelowego”, wykorzystano go do zdefiniowania cięcia w analizowanym drzewostanie rzeczywistym. Celem tego cięcia było maksymalne zbliżenie empirycznej krzywej rozkładu pierśnic do krzywej modelowej. Idealny rozkład liczby drzew, odpowiadający drzewostanowi „modelowemu”, porównano z rzeczywistym rozkładem pierśnic w drzewostanie. W przypadku, gdy rzeczywista liczba drzew w danej klasie grubości była większa od teoretycznej, różnica stanowiła tę część drzew, które należałoby usunąć. Ponieważ jednak zdarzało się i tak, że w pewnych stopniach grubości rzeczywista liczba drzew była mniejsza od liczby teoretycznej, to, dla kompensacji tych braków, zostawiano część drzew w tych klasach, w których występował nadmiar drzew. To, jaką część tych drzew należało pozostawić, wynikało z przyjętej wielkości pierśnicowego pola przekroju (B). Inaczej mówiąc,



Ryc. 2.

„Modelowy” rozkład liczby drzew dla założonych wartości parametrów modelu *BDq*
 'Model' diameter distribution of trees for given values of *BDq* method



Ryc. 3.

Wizualizacja struktury drzewostanu „modelowego” o założonych parametrach modelu *BDq*
 Visualization of a structure of a 'model' stand described by parameters of *BDq* method

po cięciu, w pewnych klasach grubości (w tych, w których występował nadmiar drzew w stosunku do wartości modelowych) pozostawiano taką liczbę drzew, aby pierścnicowe pole przekroju drzewostanu po cięciu było maksymalnie zbliżone do założonej wielkości modelowej (B). Osiągnięcie tego celu wymagało z reguły przeprowadzenia kilku kolejnych iteracji, w ramach których dla tych samych wartości D_{max} i q oraz hipotetycznych, większych wartości pola przekroju pierścnicowego (B'), obliczano nowe (hipotetyczne) idealne rozkłady pierśnic (za każdym razem zwiększając o pewną wartość parametr B). Ten rozkład, który zapewniał, że pierścnicowe pole przekroju drzewostanu po cięciu nie będzie mniejsze od założonej wielkości modelowej, był wykorzystywany do wyznaczenia liczby drzew w poszczególnych klasach grubości po zabiegu, a tym samym w celu określenia, jaką część drzew (i z których klas grubości) należało usunąć.

Rzeczywisty rozkład drzew w drzewostanie przed cięciem wykazywał braki drzew w stosunku do rozkładu teoretycznego w stopniach 21, 25 oraz 29 cm (ryc. 4). Z tego względu w pozostałych klasach (9-17, ≥ 33 cm) część drzew należało pozostawić, tak aby po wykonaniu cięcia pierścnicowe pole przekroju drzewostanu nie spadło poniżej założonej wielkości 35 m². Aby określić, ile drzew powinno w tych klasach pozostać, skonstruowano kolejno kilka rozkładów hipotetycznych, za każdym razem zwiększając o pewną wartość pierścnicowe pole przekroju drzewostanu. Na tej podstawie ustalono rozkład, który zapewniał w połączeniu z rozkładem empirycznym dla klas, w których występuje niedobór drzew w stosunku do rozkładu modelowego, zachowanie pożądanej wielkości pierścnicowego pola przekroju drzewostanu po cięciu. W przedstawionym przykładzie był to rozkład odpowiadający $B=48$ m². Uzyskany rozkład (tzw. rezydualny), będący połączeniem rozkładu empirycznego przed cięciem oraz rozkładu hipotetycznego (pomocniczego), jest podstawą do określenia, ile drzew należy usunąć z poszczególnych klas grubości (tab. 2). Przy pomocy odpowiednich wzorów można też łatwo obliczyć grubościową strukturę cięć w ujęciu miąższościowym.

Tabela 2.

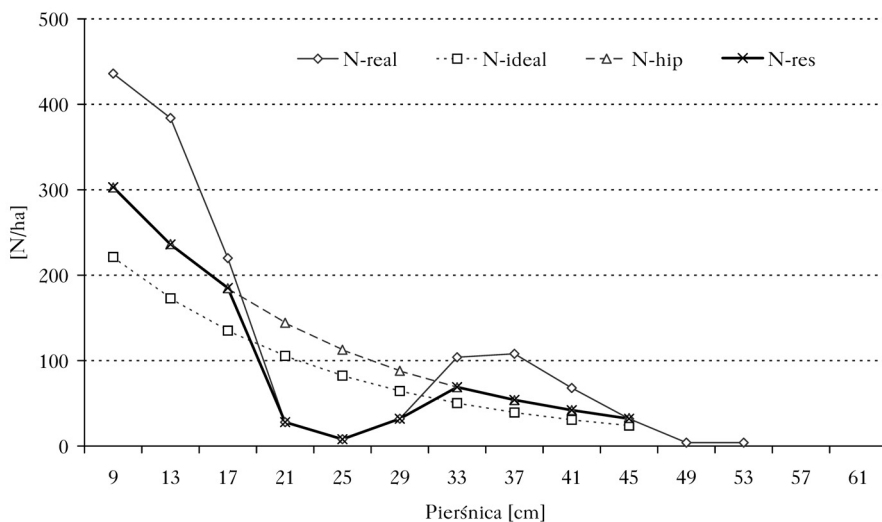
Przykład wyznaczenia grubościowej struktury cięć metodą BDq

Example of determining the diameter structure of cuttings by the BDq method

Środek klasy grubości [cm]	N_{rz} [szt./ha]	N_{teo} [szt./ha]	$N_{rz}-N_{teo}$ [szt./ha]	N_{poz} [szt./ha/10 lat]
9	436	221	215	133
13	384	173	211	148
17	220	135	85	35
21	28	106	-78	0
25	8	82	-74	0
29	32	64	-32	0
33	104	50	54	35
37	108	39	69	54
41	68	31	37	26
45	32	24	8	0
49	4	0	4	4
53	4	0	4	4
57	0	0	0	0
61	0	0	0	0
Razem	1428	926	-	439

N_{rz} – rzeczywista liczba drzew w drzewostanie poddanym procesowi przemiany; N_{teo} – teoretyczna liczba drzew; N_{poz} – liczba drzew przeznaczonych do pozyskania

N_{rz} – real number of trees in a stand subjected to conversion; N_{teo} – theoretical number of trees; N_{poz} – number of trees designed for removal



Ryc. 4.

Ilustracja wyznaczania cięcia metodą *BDq*

Illustration of cuttings planned by means of the *BDq* method

N-real – rozkład grubości drzew w drzewostanie przed zabiegiem; N-ideal – rozkład idealny (modelowy); N-hip – rozkład hipotetyczny (pomocniczy) ($B=48 \text{ m}^3$); N-res – rozkład grubości drzew po wykonaniu cięcia metodą *BDq*

N-real – empirical diameter distribution before cuttings; N-ideal – ideal (model) distribution; N-hip – hypothetical (auxiliary) distribution ($B=48 \text{ m}^3$); N-res – residual distribution, after cuttings performed by means of the *BDq* method

Dyskusja

Przedstawiona w tej pracy metoda określania grubościowej struktury cięć w drzewostanach o różnicowanej strukturze (metoda *BDq*) nawiązuje do metody przedstawionej przez Poznańskiego [2000]. Jednocześnie, oba sposoby różnią się w kilku istotnych szczegółach. Po pierwsze, w metodzie Poznańskiego [2000] drzewostan „modelowy” (referencyjny) wyznacza się metodą Liocourta-Meyera. Rozkład ten charakteryzuje się tym, że suma odchyleń rzeczywistej liczby drzew od wartości teoretycznej w poszczególnych klasach grubości równa się zero. Dla danego rozkładu empirycznego istnieje więc tylko jeden, unikalny rozkład teoretyczny. Ogranicza to możliwość przyjęcia innej postaci drzewostanu modelowego, która, z jakichś względów, mogłaby być bardziej pożądana. Pod tym względem metoda *BDq* jest bardziej elastyczna, ponieważ przez odpowiedni dobór trzech parametrów (B , D_{max} i q) można zdefiniować taką postać drzewostanu docelowego, jaką uważa się za najbardziej korzystną z punktu widzenia przyjętych celów hodowlanych.

Nie ma też potrzeby zakładania, że wartość ilorazu q jest taka sama w całym zakresie zmienności grubości drzew. Można np. przyjąć inną wartość dla klas cieńszych, a inną dla klas grubszych. Liczbowe wartości parametru q można np. określić na drodze empirycznej na podstawie tzw. „dynamicznych krzywych równowagi”, których parametry szacowane są metodą wykorzystującą dane o przyroście drzew, opisaną przez Kweczlich i Miścickiego [2006].

Pomiędzy metodą Poznańskiego [2000] i metodą *BDq* istnieją też różnice w zakresie sposobu podejścia do usuwania drzew „nadwyżkowych”. Sposób opisany przez Poznańskiego [2000] wymaga znajomości bieżącego przyrostu miąższości. Parametr ten, razem z zagęszczeniem i miąższością drzewostanu na końcu okresu kontrolnego, jest wykorzystywany najpierw do określenia całkowitej liczby drzew do usunięcia. Przyjmuje się przy tym założenie, że miąższość drzew

przeznaczonych do usunięcia będzie stanowił określoną frakcję przyrostu (0,6), tak aby na koniec okresu nastąpiła akumulacja miąższości w wielkości 0,4 bieżącego przyrostu miąższości. W drugiej kolejności ustala się liczbę drzew, jaką należy usunąć z poszczególnych klas grubości. W przykładzie opisanym przez Poznańskiego [2000] liczba drzew usuwanych z klas „nadwyżkowych” jest większa niż różnica między rozkładem teoretycznym i rzeczywistym, co jest wynikiem, jak się wydaje, wykorzystywania dwóch różnych rozkładów teoretycznych (charakteryzujących się m.in. różną sumaryczną liczbą drzew). W metodzie *BDq* zakłada się usuwanie, w pierwszej kolejności, drzew, które przekroczyły pierśnicę docelową. Jeżeli w wyniku usunięcia tych drzew pierśnicowe pole przekroju drzewostanu spadnie poniżej wartości przyjętej jako „modelowa”, to żadne dodatkowe drzewa nie są już usuwane. Jeżeli jednak po usunięciu tych drzew zredukowana wartość pierśnicowego pola przekroju drzewostanu w dalszym ciągu przekracza wartość „modelową”, to można przystąpić do usuwania nadmiaru drzew w niższych klasach grubości, jednak tylko do momentu, w którym następuje zrównanie pierśnicowego pola przekroju drzewostanu z wartością „modelową”. Ponieważ sytuacja polegająca na tym, że w pewnych klasach grubości rzeczywista liczba drzew jest mniejsza niż wartość teoretyczna, występuje dosyć często, to z reguły tylko część drzew „nadwyżkowych” będzie podlegała usunięciu. Ta część, która pozostanie, będzie rekompensować braki występujące w innych klasach grubości. W ten sposób osiąga się też maksymalne zbliżenie postaci rozkładu rzeczywistego do rozkładu wzorcowego.

Dużą zaletą metody *BDq* jest, jak się wydaje, brak konieczności wyróżniania różnych stadiów rozwojowych drzewostanu i stosowania dla nich odrębnych zasad postępowania. Niezależnie od tego, jak się kształtuje aktualny rozkład pierśnic w drzewostanie, przyjmuje się jeden model docelowy i na podstawie odchyień rozkładu empirycznego względem teoretycznego ustala się parametry cięcia.

Podsumowanie

Wydaje się, że metoda *BDq* może znaleźć szerokie zastosowanie przy kształtowaniu zróżnicowanej struktury drzewostanów, przy pomocy różnych rębni (przede wszystkim stopniowej i przerebowej) i różnych gatunków drzew. Pozwala na to elastyczny charakter tej metody, dzięki czemu można dowolnie kształtować, w różnej skali przestrzennej, wielkość zapasu i jego strukturę, a tym samym wpływać na kierunek rozwoju drzewostanu. Na podstawie wyników obliczeń metodą *BDq* bezpośredni wykonawca cięcia otrzymuje orientacyjne wskazania odnośnie tego, w jakim zakresie grubości należy przede wszystkim wyznaczać drzewa do pozyskania oraz ile tych drzew (w przeliczeniu na jednostkę powierzchni) należy pozyskać. Decyzja o tym, które drzewa konkretnie należy pozyskać, podejmowana jest na gruncie, po analizie sytuacji w danym płacie lasu, z uwzględnieniem ogólnych zasad postępowania przy przemianie drzewostanów. To, czy i w jakim zakresie metoda *BDq* znajdzie zastosowanie w naszej praktyce leśnej, zależy głównie od tego, czy zmienią się metody inwentaryzacji i regulacji użytkowania w drzewostanach przeznaczonych do zagospodarowania rębniami złożonymi (stopniowymi i przerebowymi). Obecnie znaczna część tych drzewostanów, zwłaszcza zagospodarowanych rębniami stopniowymi, urządzana jest nadal metodami, które zostały wprost „zapożyczone” ze zrębowego sposobu zagospodarowania lasu.

Literatura

Alexander R. R., Edminster C. B. 1977. Regulation and control of cut under uneven-aged management. USDA Forest Service. Research Paper RM-182.

- 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. Półnaturalna hodowla lasu. Biblioteczka leśniczego 129. SITLiPD. DGLP. Wyd. Świat. Warszawa.
- Brzeziecki B. 2005. Struktura drzewostanu i jej znaczenie ekologiczno-hodowlane. Biblioteczka leśniczego. Zeszyt 224. SITLiD. DGLP. Wydawnictwo Świat. Warszawa.
- Brzeziecki B. 2008. Podejście ekosystemowe i półnaturalna hodowla lasu (w kontekście zasady wielofunkcyjności lasu). Studia i Materiały CEPL (19): 41-54.
- Buongiorno J., Kolbe A., Vasievich M. 2000. Economic and ecological effects of diameter-limit and BDq management regimes: simulation results northern hardwoods. *Silva Fennica* 34 (3): 223-235.
- Cancino J., von Gadow K. 2001. Development and limitations of stem number guide curves for uneven-aged forests. Poster presented at IUFRO 4.00/8.00/1.00 Conference. Continuous Cover Forestry: Assessment, Analysis, Scenarios. Göttingen.
- Döbbeler H., Albert M., Schmidt M., Nagel J., Schröder J. 2006. BWINPro. Programm zur Bestandesanalyse und Prognose. Version 6.3. TU Dresden. Tharandt.
- Drozdowski S. 2002. Macierzowy model rozwoju drzewostanu. Maszynopis. Praca doktorska w Katedrze Hodowli Lasu. SGGW. Warszawa.
- Guldin J. M. 1991. Uneven-aged BDq regulation of Sierra Nevada mixed conifers. *West. J. Appl. For.* 6 (2): 27-32.
- Kornat A. 2011. Komputerowe wspomaganie planowania przebudowy drzewostanów na przykładzie Uroczyska Niemocza w Nadleśnictwie Józefów. Maszynopis. Praca doktorska w Katedrze Hodowli Lasu SGGW.
- Kweczlich I., Miścicki S. 2006. Określenie przy pomocy krzywej równowagi pożądanej struktury liczby drzew w lesie różnowiekowym. *Sylvan* 150 (3): 17-30.
- Marquis D. A., Ernst R. L., Stout S. L. 1992. Prescribing silvicultural treatments in hardwoods stands of the Alleghensis (revised). US Forest Service General Technical Report NE-96.
- O'Hara K., Gersonde R. F. 2004. Stocking control concepts in uneven-aged silviculture. *Forestry* 77 (2): 131-143.
- 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 określania grubościowej struktury cięć w lasach różnowiekowych. *Sylvan* 144 (11): 23-32.
- Poznański R., Jaworski A. 2005. Nowoczesne metody gospodarowania w lasach górskich. CILP. Warszawa.
- Poznański R., Rutkowska L. 1997. Wskaźniki różnicowania struktury rozkładu pierśnic. *Sylvan* 141 (12): 5-13.
- Rutkowski B. 1967. Rozkład pierśnic według krzywej Liocourta-Meyera. *Zesz. Nauk. WSR w Krakowie* 38, 3.

SUMMARY

Application of the *BDq* method in uneven-aged stands silviculture

Paper presents the *BDq* method – a tool of stocking control in uneven-aged stands, managed by complex silvicultural systems. Theoretical foundations of the *BDq* method, with a special reference to the problem of determining number of trees in particular classes of the 'model' distribution, on the basis of three parameters, i.e. stand basal area (*B*), target diameter (*D*) and *q*-factor, determining the shape of the distribution curve (steeper or flatter), are discussed. For given *B* and *D* values, the shape of the 'model' distribution, depends on the value of *q*. Practical application of the *BDq* method is shown on the example of conversion of two-storied stands, consisting of silver fir and Scots pine into stands distinguished by a plenter-like structure. As a first step, the *BDq* method is used to construct a 'model' stand on the basis of given values of *B*, *D* and *q* parameters (partially adopted from literature, partially determined arbitrary). In another step, the parameters of cutting are determined. The major goal of cutting is to obtain a residual distribution as close to the theoretical one as possible. Both distributions are compared and, subsequently, from all classes, in which a number of trees exceeds the theoretical number, some trees are removed. It is done in such a way that the basal area of the residual stand is not smaller than the basal area of the 'model' stand. Leaving some trees in 'surplus' classes compensates deficiencies occurring in other areas. Potential advantages of the *BDq* method as a flexible and universal tool of stocking control in forest stands distinguished by a diversified stand structure are also pointed out.