

ARKADIUSZ BRUCHWALD, ELŻBIETA DMYTERKO, MARCIN MIONSKOWSKI,
MARZENA NIEMCZYK, JAN ŁUKASZEWICZ

Podstawy planowania składu gatunkowego w lasach górskich na przykładzie Beskidu Niskiego*

Basis of the species composition planning model for mountain forests on the example of Beskid Niski Mts.

ABSTRACT

Bruchwald A., Dmyterko E., Mionskowski M., Niemczyk M., Łukaszewicz J. 2016. Podstawy planowania składu gatunkowego w lasach górskich na przykładzie Beskidu Niskiego. Sylwan 160 (3): 219-229.

The study presents a method of planning species composition of forest stands in mountain areas on the example of Beskid Niski Mts. (south-eastern Poland). The focus was on the species composition of forest stands growing in different conditions, taking into account the type of forest habitat and terrain characteristics: altitude, exposition and slope. The research was based on data stored in the Information System of the State Forests. We used modified growth model for data processing and calculation of site index for the forests older than 60 years. The Beskid Niski Mts. are covered mostly by European beech (33.8%), silver fir (28.3%) and Scots pine (18.9%). Taking into account exclusively the productive capacity of individual forest stands, fir and spruce would be the most desirable species in analysed region. The Beskid Niski Mts. are characterized by a very small diversity of the habitat with domination of mountain fresh deciduous forest (LGśw, 92.1% of the area). We divided analysed region into four altitudinal zones that vary greatly in fraction of afforested area. Beech dominates in all zones and its share increases from the foothills to montane zone (fig. 5). Basing on a digital terrain model, the areal share of 10 landforms was determined for each stand and altitudinal zone (fig. 8). This enabled more detailed planning of species composition. However, it required the adoption of six specific assumptions including the need to maintain a suitable proportion of all tree species growing in the mountains, specifically the main forest tree species: spruce, fir and beech. The 5-stage project (preliminary, historical, current, planning, verification stages) consisting of planning species composition uses, in stage 4, detailed information on landforms. The project assumes that the fragments of forests where trees are expected to grow fast will be earmarked for endangered species. The model sees the need of planting the weaker tree species to be present in the forest ecosystems of the Beskid Niski. The proposed project will enable foresters-practitioners to plan the forest species composition for each of the forest districts in the Beskid Niski quickly. Such a programme might also be an integral part of the growth model of forests useful for forecasting and increasing timber resources.

KEY WORDS

species composition, habitats, landforms, mountain forests

*Praca powstała w ramach tematu „Zasady prowadzenia gospodarki leśnej na terenach zagrożonych przez wiatr” zleconego przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych.

ADDRESSES

Arkadiusz Bruchwald ⁽¹⁾ – e-mail: A.Bruchwald@ibles.waw.pl
 Elżbieta Dmyterko ⁽¹⁾ – e-mail: E.Dmyterko@ibles.waw.pl
 Marcin Mionskowski ⁽¹⁾ – e-mail: M.Mionskowski@ibles.waw.pl
 Jan Łukasiewicz ⁽²⁾ – e-mail: J.Lukasiewicz@ibles.waw.pl
 Marzena Niemczyk ⁽²⁾ – e-mail: M.Niemczyk@ibles.waw.pl

⁽¹⁾ Zakład Zarządzania Zasobami Leśnymi, Instytut Badawczy Leśnictwa; Sękocin Stary,
 ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Raszyn

⁽²⁾ Zakład Hodowli Lasu i Genetyki Drzew Leśnych, Instytut Badawczy Leśnictwa; Sękocin Stary,
 ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Raszyn

Wstęp

Planowanie składu gatunkowego jest jednym z najważniejszych zadań hodowli lasu. Wymaga ono poznania właściwości ekologicznych drzew, w tym powiązanych z siedliskiem, tj. glebą i klimatem. Ważne są również sposoby odnowienia lasu i przygotowania gleby oraz roślinność wcześniej występująca na danym terenie.

Trudności w planowaniu składu gatunkowego wynikają z bardzo długiego cyklu produkcyjnego drzewostanów, często przekraczającego 100 lat. W tym czasie mogą zmieniać się warunki wzrostu drzew, np. może wzrosnąć temperatura powietrza atmosferycznego lub zmniejszyć się ilość opadów atmosferycznych w sezonie wegetacyjnym, mogą też wzrosnąć emisje przemysłowe. Zmiany takie wpłynęły w XX wieku na wielkopowierzchniowe zamieranie drzewostanów jodłowych [Capecki, Tuteja 1974; Leibundgut 1974; Sierpiński 1977; Zawada 1978; Bernadzki 1983], a także na trwający do dziś proces zamierania drzewostanów świerkowych [Szabla 2009; Bruchwald, Dmyterko 2010] i jesionowych [Dmyterko i in. 2005]. Lokalnie stwierdza się również obniżenie vitalności drzewostanów dębowych i olszowych [Dmyterko i in. 2005], a także bukowych.

Planowanie składu gatunkowego lasu jest szczególnie trudne w terenach górskich [Fabijanowski, Jaworski 1996a, b; Poznański, Jaworski 2000; Jaworski 2003a-c]. Wynika to z dużej zmienności cech rzeźby terenu i częstego występowania zjawisk powodujących duże szkody w lasach, np. huraganowych wiatrów, powodzi i osuwisk [Zajączkowski 1991; Bruchwald, Dmyterko 2013]. Planując skład gatunkowy, należy zatem poznać, poza prawidłowościami wzrostu poszczególnych gatunków drzew, ich podatność na działanie czynników szkodotwórczych.

Celem pracy jest zaproponowanie podstaw sposobu planowania składu gatunkowego drzewostanu w terenach górskich. Badania dotyczyły w szczególności kształtowania się składu gatunkowego drzewostanów rosnących w różnych warunkach, uwzględniających typ siedliskowy lasu oraz wysokość nad poziomem morza i formy rzeźby terenu: wąwozy, zagłębienia, doliny i inne.

Materiał i metody

Badania oparto na materiale empirycznym zawartym w Systemie Informatycznym Lasów Państwowych (SILP). Z bazy systemu wybrano dane dla drzewostanów położonych w Beskidzie Niskim, z nadleśnictw: Nawojowa, Gorlice, Łosie, Dukła, Komańcza, Lesko i Rymanów. Dla każdego drzewostanu określono podstawowe cechy taksacyjne: powierzchnię, czynnik zadrzewienia lub zagęszczenia, gatunki drzew wchodzące w skład drzewostanu, ich udział powierzchniowy, wiek gatunku, średnią pierśnicę i wysokość. Do przetwarzania danych zastosowano model wzrostu drzewostanu [Bruchwald 2001, 2002]. Zmodyfikowano go o nowe wzory wzrostu wysokości drzew, oparte na funkcji zaproponowanej przez Cieszewskiego [2001], w której kształt krzywej wzrostu

zależy nie tylko od wieku drzew, ale również od tempa wzrostu wysokości [Bruchwald i in. 2015]. Na tej podstawie obliczono bonitację dla drzewostanów starszych niż 60 lat.

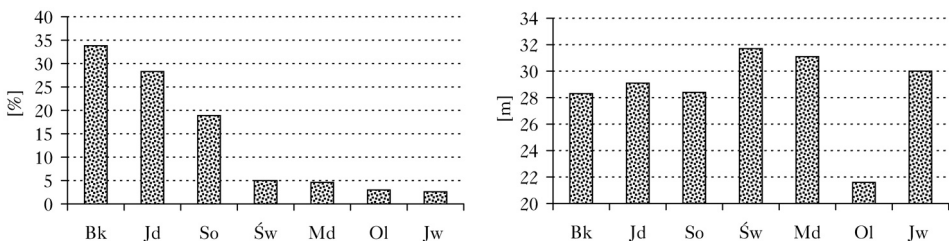
W przetwarzaniu danych wykorzystano także leśne mapy numeryczne nadleśnictw i odpowiadające im numeryczne modele terenu. Na ich podstawie, stosując pakiet programów ArcGis, uzyskano dla każdego drzewostanu średnią wysokość nad poziomem morza. Zastosowano także specjalistyczne oprogramowanie, dzięki któremu określono 10 form rzeźby terenu, zgodnie z klasyfikacją „Landform” (przy średnicy kół 100 i 500 m), oraz wielkość i udział powierzchni tych form w drzewostanie [Weiss 2001; Socha 2010].

Beskid Niski, położony między Kotliną Sądecką i doliną Kamienicy na zachodzie a doliną Osławy na wschodzie [Kondracki 1994], obejmuje w regionalizacji przyrodniczo-leśnej Dzielnicę Beskidu Niskiego, z 2 mezoregionami: Górnej Ropy i Dukielskim [Trampler i in. 1990; Zielony, Kliczkowska 2012]. Przeważają tam szerokie kopulaste pasma, występują też wąskie, ostre grzbiety o wysokości 700-850 m n.p.m., maksymalnie do 1000 m n.p.m. Przełęcz są nisko położone i łatwo dostępne, dominuje krajobraz gór średnich. Według danych SILP z 2015 roku obszar ten pokrywają drzewostany Państwowego Gospodarstwa Leśnego Lasy Państwowe o powierzchni około 81 tys. ha.

Wyniki

Beskid Niski porastają lasy składające się z charakterystycznych dla całego kraju lasotwórczych gatunków drzew (ryc. 1). Największy udział powierzchni dotyczy buka, jodły i sosny, następnie świerka i modrzewia. Najwyższą bonitacją charakteryzują się drzewostany świerkowe i modrzewiowe, które w wieku 100 lat uzyskują wysokość około 31-32 m (ryc. 1). Nieco niższe bonitacje osiągają jaworzyny i jedliny. Ze względu na możliwości produkcyjne poszczególnych drzewostanów najbardziej pożądanym w Beskidzie Niskim są jedliny i świerczyny.

Beskid Niski charakteryzuje się bardzo małym zróżnicowaniem siedlisk. Dominuje LGśw o udziale 92,1%, w małym udziale występują LWYŻśw (3,2%), LGw (2,4%) i LMGśw (1,3%). Na siedlisku LWYŻśw, LMGśw i LGśw przeważa buk, następne w kolejności są jodła i sosna (ryc. 2). Na siedliskach LGw dominują sosna i jodła. Na siedlisku LWYŻśw i LGśw najwyższą bonitację uzyskują drzewostany świerkowe i modrzewiowe, na LMGśw drzewostany modrzewiowe, a na siedlisku LGw bukowe (ryc. 2). Do najwolniej przyrastających gatunków drzew zaliczyć można olszę szarą i czarną oraz grab.



Ryc. 1.

Udział powierzchniowy [%] gatunków (lewo) i średnia bonitacja [m] dominującego gatunku w drzewostanie (prawo) w lasach Beskidu Niskiego

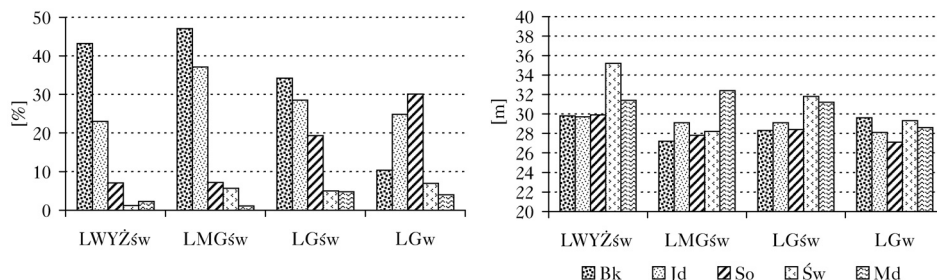
Areal share [%] of tree species (left) and mean site index [m] of the dominant tree species (right) in the Beskid Niski Mts. forests

Bk – *Fagus sylvatica*, Jd – *Abies alba*, So – *Pinus sylvestris*, Św – *Picea abies*, Md – *Larix decidua*, Ol – *Alnus glutinosa*, Jw – *Acer pseudoplatanus*

Beskid Niski podzielono na cztery strefy położenia terenu nad poziomem morza (tab.). Powierzchnia lasów w tych strefach jest bardzo zróżnicowana, ponieważ jej udział waha się od 0,3% dla regla dolnego wyższego do 73,4% dla pogórza wyższego. Buk opanował wszystkie strefy wysokościowe Beskidu Niskiego, a jego udział wzrasta od 32% na pogórzu niższym do 76% w reglu dolnym wyższym (ryc. 3). Konkuruje on z jodłą na pogórzu, gdzie jej udział wynosi około 30%. W reglu dolnym niższym udział jodły wynosi 21%, a w reglu dolnym wyższym tylko 5%. W Beskidzie Niskim dość wysoki jest udział sosny, wynoszący na pogórzu 21%. Obniża się on w reglu dolnym niższym do 9%, a w reglu dolnym wyższym sosna nie występuje. Świerk rośnie we wszystkich strefach wysokości, dość duży jego udział (17%) stwierdzono w reglu dolnym wyższym. W obszarze badań udział modrzewia wynosi tylko około 5%, a gatunek ten nie występuje w reglu dolnym wyższym.

Ze wzrostem wysokości nad poziomem morza bonitacja buka maleje z około 29 do 26 m (ryc. 3). Dla jodły, sosny i modrzewia takiej zależności nie stwierdzono. W reglu dolnym wyższym znacznie niższą bonitację niż w niższych strefach wysokości mają oprócz buka również świerk i jawor.

Bardzo zmienny jest udział typów siedliskowych lasu w poszczególnych strefach wysokości (tab.). Na pogórzu niższym przeważa LGśw, który dominuje również na pogórzu wyższym i w reglu dolnym niższym. W reglu dolnym wyższym dominuje LMGśw.



Ryc. 2.

Udział powierzchniowy [%] (lewo) i średnia bonitacja [m] gatunku (prawo) na poszczególnych typach siedliskowych lasu

Areal share [%] (left) and mean site index [m] (right) of the tree species in different types of forest habitat oznaczenia jak na rycinie 1 i w tabeli; denotes as in figure 1 and table

Tabela.

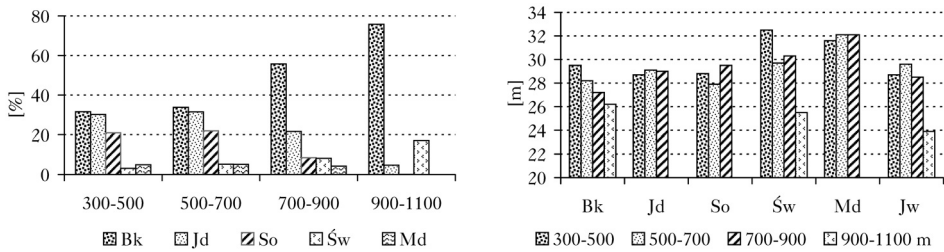
Udział powierzchni leśnej w powierzchni ogółem (A [%]) oraz udział [%] wybranych typów siedliskowych lasu w powierzchni stref wysokości nad poziomem morza

Share of forest area in the total zone area (A [%]) as well as share [%] of selected habitats in the area of individual altitudinal zones

Strefa Zone	[m n.p.m.] [m a.s.l.]	A	LWYŻśw	LMGśw	LGśw	LGw
Pogórze niższe Lower foothill	300-500	15,9	20	1	69	6
Pogórze wyższe Upper foothill	500-700	73,4		1	97	2
Regiel dolny niższy Lower montane zone	700-900	10,3		6	94	
Regiel dolny wyższy Upper montane zone	900-1100	0,3		77	23	

LWYŻśw – fresh deciduous upland forest, LMGśw – fresh mixed mountain forest, LGśw – fresh deciduous mountain forest, LGw – moist deciduous mountain forest

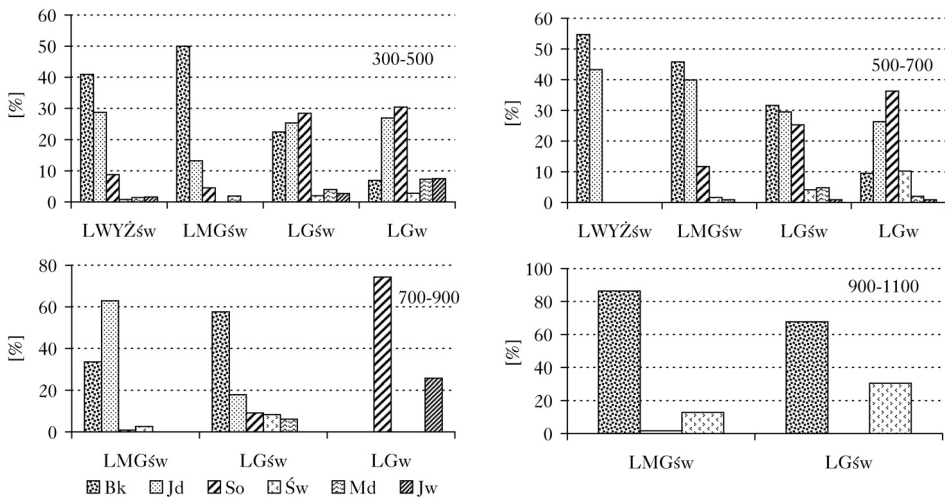
Skład gatunkowy lasu powiązany jest z typem siedliskowym i strefami wysokości. W strefie pogórza niższego (300-500 m) występuje 11 typów siedliskowych lasu, z których największy udział (około 69%) ma LGśw. Na tym siedlisku największy obszar zajmuje sosna, a następnie jodła oraz buk (ryc. 4). Na siedlisku LGw również przeważają sosna i jodła, a udział pozostałych gatunków drzew, w tym buka, kształtuje się poniżej 10%. Na siedlisku LWYŻśw i LMGśw dominuje buk, a kolejne miejsce zajmuje jodła. W strefie pogórza wyższego (500-700 m) występuje 7 typów siedliskowych lasu, z których największym udziałem (około 97%) charakteryzuje się LGśw, z dominacją buka, jodły i sosny (ryc. 4). Siedliska LWYŻśw i LMGśw opanowane są przez buk i jodłę, natomiast siedlisko LGw przez sosnę i jodłę. W strefie regla dolnego niższego (700-900 m) występują 4 typy siedliskowe lasu, a największy udział (około 94%) dotyczy LGśw, gdzie dominuje buk. Udział jodły wynosi tam poniżej 20%, a sosny, świerka i modrzewia poniżej 10% (ryc. 4). Na siedlisku LMGśw występują głównie jodła i buk, a na siedlisku LGw sosna i olsza. W Beskidzie Niskim lasy regla dolnego wyższego (900-1100 m) zajmują tylko 273 ha. Występują tam 2 typy siedliskowe: LMGśw z dużym udziałem buka oraz LGśw z dominującym bukciem i stosunkowo wysokim udziałem świerka (ryc. 4).



Ryc. 3.

Udział powierzchniowy [%] (lewo) i średnia bonitacja [m] gatunku (prawo) w powiązaniu z położeniem drzewostanu n.p.m.

Areal share [%] (left) and mean site index [m] (right) of the tree species in relation to the altitude oznaczenia jak na rycinie 1 i w tabeli; denotes as in figure 1 and table



Ryc. 4.

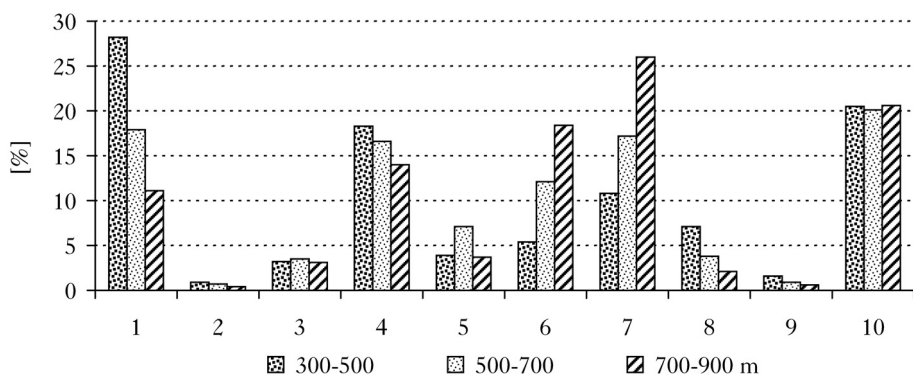
Udział powierzchniowy [%] gatunków drzew na poszczególnych typach siedliskowych lasu w strefach wysokości n.p.m.

Areal share [%] of tree species on the forest habitat type in the altitudinal zones

Dysponując leśną mapą numeryczną nadleśnictwa i numerycznym modelem terenu, obliczono dla każdego drzewostanu, a następnie łącznie dla poszczególnych stref wysokości nad poziomem morza udział powierzchni poszczególnych form rzeźby terenu (ryc. 5). Umożliwiło to bardziej szczegółowe projektowanie składu gatunkowego drzewostanu w Beskidzie Niskim, co wymagało jednak przyjęcia określonych zasad: (1) podstawowe gatunki lasotwórcze (jodła, buk i świerk) mogą występować we wszystkich strefach wysokości, (2) jodła, wykazująca w ostatnich latach ekspansję i charakteryzująca się wysoką jakością i produktywnością, powinna w dużym udziale występować na pogórzach, w nieco mniejszym udziale w reglu dolnym niższym i jeszcze mniejszym w reglu dolnym wyższym, (3) udział buka, ze względu na jego dużą ekspansję w zasiedlaniu terenu i wygrywanie konkurencji z innymi gatunkami drzew, a także stosunkowo niską jakością i produktywnością, powinien być ograniczany, zwłaszcza na pogórzach, (4) świerk, wykazujący ostatnio regres i charakteryzujący się podobnie jak jodła wysoką jakością i produktywnością, należy nadal utrzymać, stwarzając mu dogodne warunki wzrostu, zwłaszcza w reglu dolnym, (5) stosunkowo wysoki udział sosny w obiekcie badań, wynikający głównie z zalesień gruntów porolnych w przeszłości, powinien maleć w kolejnych dziesięcioleciach kosztem innych gatunków drzew, zwłaszcza jodły, (6) na żyznych siedliskach pogórzach pożądany jest udział dębu i jesionu, a we wszystkich strefach wysokości modrzewia i jaworu oraz (7) na siedliskach wilgotnych może występować olsza, zwłaszcza w niższych partiach gór, oraz jarzab w partiach wyższych, jako gatunek biocenotyczny.

Przyjmując wymienione zalecenia, można projektować skład gatunkowy dla dużego obszaru, jakim jest Beskid Niski. Należy przy tym uwzględnić typ siedliskowy lasu, wysokość drzewostanu nad poziomem morza, właściwości ekologiczne gatunków drzew oraz ich przydatność gospodarczą. Należy także brać pod uwagę formy rzeźby terenu (ryc. 5) [Weiss 2001; Socha 2010]:

Forma 1 – wąwozy i głęboko wcięte (V-kształtne) doliny. Korzystne warunki wilgotnościowe uzasadniają preferowanie jodły, świerka i modrzewia, w mniejszym udziale jaworu, a w niższych strefach wysokości dębu i jesionu.



Ryc. 5.

Udział powierzchniowy [%] form rzeźby terenu w strefach wysokości n.p.m.

Areal share [%] of the landforms in the altitudinal zones

1 – wąwozy i głęboko wcięte (V-kształtne) doliny, 2 – zagłębienia na stokach, płytkie doliny, 3 – zagłębienia na wzniesieniach, 4 – doliny U-kształtne, 5 – równiny, 6 – otwarte stoki, 7 – płaskie szczyty, 8 – lokalne grzbiety, wzniesienia w dolinach, 9 – grzbiety na stokach, małe wzniesienia na równinach, 10 – szczyty i wysokie grzbiety

1 – gorges and deep V-shaped valleys, 2 – depressions on the slopes, shallow valleys, 3 – depressions on the hills, 4 – U-shaped valleys, 5 – plains, 6 – open slopes 7 – flat peaks, 8 – local ridges, hills in the valleys, 9 – ridges on the slopes, small hills on the plains, 10 – peaks and high ridges

- Forma 2 – zagłębienia na stokach, płytkie doliny. Korzystne warunki wzrostu znajdują tam jodła, świerk i jawor.
- Forma 3 – zagłębienia na wzniesieniach. Tworzą się w nich naturalne, niekiedy okresowe zbiorniki wodne i powierzchnie takie nie powinny być zalesiane.
- Forma 4 – doliny U-kształtne. Zajmować je powinny: jodła, świerk, modrzew i jawor, w małym udziale buk, a w niższych strefach gór – dąb i jesion.
- Forma 5 – równiny. Wprowadzać się tam powinno buk i jodłę, a w małym udziale świerk i modrzew.
- Forma 6 – otwarte stoki. Ze względu na zagrożenie przez wiatr są to odpowiednie tereny dla buka, a w dolnych strefach dla dębu i jesionu.
- Forma 7 – płaskie szczyty. Są one podobnie jak otwarte stoki odpowiednie dla buka, a w dolnych strefach dla dębu i jesionu.
- Forma 8 – lokalne grzbiety, wzniesienia w dolinach. Tereny odpowiednie dla buka.
- Forma 9 – grzbiety na stokach, małe wzniesienia na równinach. Tereny odpowiednie dla buka.
- Forma 10 – szczyty i wysokie grzbiety. Tereny odpowiednie dla buka.

Propozycja projektowania składu gatunkowego drzewostanu w lasach górskich składa się z 5 etapów. W etapie 1 (wstępnym) definiuje się obiekt podlegający analizie, np. mezoregion. Ustala się nadleśnictwa lub ich części (leśnictwa), a tym samym drzewostany wchodzące w skład obiektu. Etap 2 (historyczny) polega na analizie w czasie procesów przyrodniczych zachodzących w lasach obiektu, przy uwzględnieniu m.in. historii powstawania drzewostanów, stopnia ich uszkodzenia, reakcji przyrostowej, bonitacji czy jakości. W czasie etapu 3 (bieżącego, rozpoznawczego) określa się dla każdego drzewostanu powierzchniowy udział poszczególnych gatunków drzew, z uwzględnieniem typu siedliskowego lasu oraz poziomu położenia drzewostanów nad poziomem morza. Biorąc pod uwagę wymagania ekologiczne gatunków drzew, a także ich znaczenie gospodarcze (jakość i produktywność), ustala się główne potencjalne lasotwórcze i domieszkowe gatunki drzew na poszczególnych siedliskach i poziomach wysokości. W etapie 4 (planowania) oblicza się powierzchnię fragmentów drzewostanu stanowiących wyróżnione formy rzeźby terenu. Na ich podstawie określa się miejsca sprzyjające i niesprzyjające wzrostowi poszczególnych gatunków drzew, a więc dostatecznie uwilgotnione bądź suche, otwarte i osłonięte od wiatru. Uwzględniając kryteria analizowane we wcześniejszych etapach, planuje się pożądany skład gatunkowy każdego drzewostanu obiektu. W etapie 5 następuje weryfikacja zaprojektowanego w etapie 4 teoretycznego składu gatunkowego drzewostanu, który jest możliwy do zrealizowania przy stosowaniu zrębowego systemu zagospodarowania lasu lub po całkowitym zniszczeniu drzewostanu przez czynniki szkodotwórcze. Główne lasotwórcze gatunki drzew polskich gór (świerk, jodła i buk) odnawiają się w sposób naturalny, a powstałe naloty są wykorzystywane do kształtowania przyszłego drzewostanu. O tym, jak dużą powierzchnię drzewostanu zajmie młode pokolenie drzew, decydują m.in. lata nasienne i zagęszczenie drzew drzewostanu lub jego fragmentu. Możliwość wykorzystania lat nasiennych w celu powstania następnej generacji drzewostanu jest mniejsza dla gatunku będącego w regresie, obecnie świerka, a w przeszłości jodły. Zachodzi zatem potrzeba popierania zagrożonych gatunków drzew, aby zachowały się w ekosystemach leśnych Beskidu Niskiego. Można tego dokonać cięciami odsłaniającymi, gdy w odpowiednim czasie pojawi się nalot z gatunkiem drzewa będącego w regresie, a także przeprowadzając w młodniku zabiegi pielęgnacyjne popierające taki gatunek drzewa. Mimo to wyhodowane młode pokolenie drzew może różnić się znacznie składem gatunkowym od planowanego.

Dyskusja

W Beskidzie Niskim lasy spełniają szereg podstawowych funkcji w ochronie środowiska. W planowaniu ochronnym na tym obszarze leśnym bierze się pod uwagę takie formy terenu jak: niecki źródłowe, doliny erozyjne, koryta rzek, tarasy zalewowe i stoki o nachyleniu $>20^\circ$ [Ćwik 2009]. Podział form terenów górskich wykorzystano w zróżnicowaniu sposobów ich zagospodarowania w Sudetach Zachodnich w czasie odnawiania powierzchni wylesionych po klęsce ekologicznej [Gorzelał 1995; Kosiński 1995; Mikułowski 2004]. Gorzelał [1995] podzielił Sudety na cztery obszary o odmiennej ekspozycji względem stron świata i różnych warunkach wzrostu odnowień. Przedstawiony w artykule podział form rzeźby terenu wydaje się dobrze charakteryzować orografię Beskidu Niskiego i pozwala dla 10 form rzeźby terenu dobrać odpowiedni skład gatunkowy drzewostanów.

W Polsce głównymi kryteriami planowania składu gatunkowego drzewostanu są zasięgi poszczególnych gatunków drzew i typ siedliskowy lasu [Zasady... 2012]. Zasięgi dotyczą ważnych lasotwórczych gatunków drzew: sosny, jodły, świerka, buka i dębu szypułkowego, jednak w najnowszych badaniach zmodyfikowano przyjęte wcześniej ustalenia [Łukaszewicz i in. 2015]. Dla gatunków drzew opracowano strefy zróżnicowanych warunków wzrostu, sugerując możliwość wprowadzania wymienionych gatunków drzew, z pewnymi ograniczeniami, na terenie całego kraju.

Zarówno zasięg drzew, jak i typ siedliskowy lasu nie są kryteriami wystarczającymi w planowaniu składu gatunkowego drzewostanu, zwłaszcza w górach. Jako kryteria uzupełniające można przyjąć sposób odnowienia drzewostanu (naturalny czy sztuczny), kategorię ochronności drzewostanu (ochrona ścisła lub częściowa), gospodarczą przydatność gatunku drzewa (produkcyjność, jakość, możliwość zbytu surowca drzewnego), a dla gór również cechy rzeźby terenu. Bardzo ważnym problemem, który należy uwzględnić w planowaniu składu gatunkowego drzewostanu, są procesy zachodzące w lasach, zwłaszcza ekspansja, a także ubywanie niektórych gatunków drzew.

Motta i Haudemand [2000], przedstawiając aspekty planowania hodowlanego w alpejskiej Dolinie Aosty (Włochy), oprócz kryteriów związanych z położeniem drzewostanu (pozycja GPS, typ lasu, nachylenie, powierzchnia, struktura oraz minimalna i maksymalna wysokość n.p.m.) wyodrębnili także 16 kryteriów przypisanych do jednej z czterech kategorii: historii drzewostanu (pochodzenie drzewostanu, wykonywane w przeszłości zabiegi hodowlane itp.), struktury drzewostanu, gatunku panującego (wysokość, pierśnica, długość korony, system korzeniowy, żywotność, uszkodzenia, choroby) oraz naturalnego odnowienia (jakość, ilość, konkurencja z chwastami i roślinnością zielną, wpływ zwierzyny kopytnej). Na podstawie opisanych kryteriów stwierdzili, że tylko $1/3$ badanej powierzchni leśnej jest zadowalająco stabilna. Jako środki mające na celu poprawę stabilności lasów zaproponowali przebudowę jednogatunkowych drzewostanów świerkowych poprzez zwiększenie i utrzymywanie obecności modrzewia oraz stopniowe tworzenie struktury wielowarstwowej (w okresie 20-50 lat).

Głównymi lasotwórczymi gatunkami drzew polskich gór są świerk, jodła i buk. W lasach Beskidu Niskiego ważną rolę odgrywa również sztucznie wprowadzona sosna. Najważniejsze procesy zachodzące w tych lasach to: 1) ubywanie świerka, 2) ekspansja buka i konkurującej z nim jodły oraz 3) ubywanie sosny zastępowanej najczęściej przez jodłę. Ważnymi gatunkami gór są również modrzew, jawor i jesion. Ich wysokie wymagania świetlne sprawiają, że utrzymanie tych gatunków jest możliwe przy interwencji człowieka.

Poszczególne gatunki drzew charakteryzują się różnymi właściwościami ekologicznymi. Zarówno buk, jak i jodła oraz świerk mają wysokie wymagania siedliskowe. Odpowiednie dla tych gatunków są siedliska lasowe, a w górach LGśw. Gatunki te mają również wysokie wymagania wilgotnościowe, dotyczy to zwłaszcza świerka, a w następnej kolejności jodły i buka. Tworzenie się odnowień naturalnych i dość długi okres ich wzrostu, szczególnie buka i jodły, wynika z wysokiej cienoznośności tych gatunków. Przechodzenie nalotu do wyższych warstw drzewostanu wymaga interwencji człowieka w postaci właściwych zabiegów pielęgnacyjnych [Bruchwald i in. 2015]. Dla poszczególnych gatunków drzew bardzo zróżnicowany jest współczynnik ryzyka uszkodzenia drzewostanu przez wiatr: najwyższy dotyczy świerka, a najniższy – buka [Bruchwald, Dmyterko 2013].

Problemem bardzo ważnym dla lasów górskich jest utrzymanie w składzie gatunkowym wszystkich gatunków drzew w odpowiednim udziale [Jaworski, Kołodziej 2004; Jaworski, Podlaski 2007; Bartkowicz i in. 2008; Jaworski, Jakubowska 2011; Jaworski, Pach 2013, 2014]. Największe trudności dotyczą utrzymania świerka, który od kilkunastu lat przeżywa regres. Należy dla niego wybierać miejsca o najlepszych warunkach wzrostu, zwłaszcza spełniające jego wymagania wilgotnościowe. Na terenach o dużym udziale buka powinno się ograniczać jego ekspansję. Odpowiednimi formami terenu dla tego gatunku drzewa są grzbiety gór i otwarte zbocza, co wynika z dużej odporności buka na wiejące wiatry. Dla jodły należy rezerwować miejsca osłonięte od wiatru na pogórzach i w reglu dolnym niższym, a w wyższych partiach gór wzdłuż potoków, również czynnych okresowo, najczęściej na wystawie wschodniej.

Ważne jest także utrzymanie w składzie gatunkowym domieszek, zwłaszcza modrzewia, jaworu i jesionu, a na pogórzach również dębu. Wprowadzanie sosny, a także brzozy zaleca się przy zalesianiu gruntów porolnych, traktując takie drzewostany jako przedplon. Autorzy proponują w Beskidzie Niskim wprowadzanie w niedużym udziale daglezi. Jej udział, zwłaszcza w zmieszaniu z bukiem, mógłby wzbogacić skład gatunkowy tamtejszych lasów oraz zwiększyć ich produktywność.

Przedstawione w niniejszej pracy oraz innych opracowaniach [Jaworski i in. 2007; Jaworski, Pach 2010, 2014; Bruchwald i in. 2015] wyniki badań nad wzrostem grubości i wysokości różnych gatunków drzew w lasach górskich, nad strukturą drzewostanów, ich stanem zdrowotnym i stopniem uszkodzenia pozwoliły na zaproponowanie podstaw planowania składu gatunkowego drzewostanu. Wyróżnia się w nim 5 etapów postępowania, począwszy od zdefiniowania obiektu badań, poprzez analizę stanu obiektu i procesów w nim zachodzących, do opracowania projektu składu gatunkowego i jego weryfikacji. W projekcie przyjęto m.in. założenie o konieczności utrzymania w odpowiedniej proporcji udziału powierzchni wszystkich ważnych dla gór lasotwórczych gatunków drzew, w tym potrzebę ograniczania ekspansji buka, a popierania będącego w regresie świerka.

Wnioski

- ✦ Zalecenia dotyczące planowania składu gatunkowego kolejnej generacji lasu zawarte w Zasadach hodowli lasu oparte są na zasięgach drzew i typach siedliskowych lasu. Kryteria te, zwłaszcza dla gór, nie są wystarczające, gdyż wzrost drzew powiązany jest m.in. z cechami orograficznymi terenu, zwłaszcza wysokością nad poziomem morza. Zachodzi więc potrzeba opracowania nowego sposobu planowania składu gatunkowego, uwzględniającego różne aspekty jego funkcjonowania.
- ✦ Podstawowym założeniem przyjętym przy tworzeniu planu składu gatunkowego jest konieczność utrzymania w odpowiedniej proporcji wszystkich rosnących w górach gatunków drzew, a przede wszystkim najważniejszych gatunków lasotwórczych: świerka, jodły i buka.

- ✚ Składający się z 5 etapów projekt budowy planu składu gatunkowego wykorzystuje w etapie 4 szczegółowe informacje dotyczące form rzeźby terenu. Według projektu fragmenty drzewostanów sprzyjające szybkiemu wzrostowi drzew rezerwuje się dla gatunków zagrożonych.
- ✚ Projekt planu składu gatunkowego dla przyszłej generacji drzewostanu stanowić może wytyczne, które nie zawsze można zrealizować w praktyce, nawet po przeprowadzeniu weryfikacji projektu (etap 5). Wynika to z dużej zmienności właściwości ekologicznych gatunków drzew, w tym częstości obradzania nasion, długości okresu wzrostu młodego pokolenia pod okapem drzewostanu czy reagowania szybszym wzrostem po przerzedzeniu drzewostanu.
- ✚ Zachodzi potrzeba podjęcia dalszych prac nad projektem planu składu gatunkowego drzewostanu. Mogą one doprowadzić do powstania modelu i następnie programu komputerowego umożliwiającego szybkie tworzenie planu składu gatunkowego dla każdego nadleśnictwa. Program taki mógłby również stanowić integralną część modelu wzrostu drzewostanu służącego do kształtowania i prognozowania rozwoju zasobów drzewnych.

Literatura

- Bartkowiec L., Jaworski A., Pach M. 2008. Przymuszczone mechanizmy zmian udziału jaworu i buka w bieszczadzkich drzewostanach o charakterze pierwotnym. *Rocz. Bieszczadz.* 16: 33-46.
- Bernadzi E. 1983. Zamieranie jodły w granicach naturalnego zasięgu. W: Białobok S. [red.]. *Jodła pospolita *Abies alba* Mill.* PWN, Warszawa – Poznań. 483-501.
- Bruchwald A. 2001. Möglichkeiten der Anwendung von Wuchsmodellen in der Praxis der Forsteinrichtung. *Beiträge für Fortwirtschaft und Landschaftsökologie* 3: 118-122.
- Bruchwald A. 2002. Warunki stosowania metod modelowania matematycznego przy sporządzaniu planu urządzenia lasu. W: *Urządzanie lasu wielofunkcyjnego – opinie – poglądy – propozycje.* Fundacja „Rozwój SGGW”. 177-188.
- Bruchwald A., Dmyterko E. 2010. Lasy Beskidu Śląskiego i Żywieckiego – zagrożenia, nadzieja. Inst. Bad. Leśn., Sękocin Stary.
- Bruchwald A., Dmyterko E. 2013. Model ryzyka uszkodzenia drzewostanu przez wiatr z uwzględnieniem cech rzeźby terenu. W: Okla K. [red.]. *Geomatyka w Lasach Państwowych. Część II. Poradnik Praktyczny.* CILP, Warszawa. 268-288.
- Bruchwald A., Dmyterko E., Niemczyk M., Łukaszewicz J. 2015. Tempo wzrostu wysokości i pierśnicy jodły pospolitej (*Abies alba* MILL.) w Beskidzie Niskim. *Sylvan* 159 (10): 804-812.
- Capecki Z., Tuteja W. 1974. Usychanie jodły w lasach południowej Polski. *Sylvan* 118 (12): 1-16.
- Cieszewski C. J. 2001. Three methods of deriving advanced dynamic site equation demonstrated on inland Douglas-fir site curves. *Can. J. For. Res.* 1: 7-23.
- Ćwik A. 2010. Funkcje ochronne środowiska na przykładzie zachodniej części Beskidu Niskiego – perspektywa planistyczna. *Rocz. Bieszczadz.* 17: 389-398.
- Dmyterko E., Tomusiak R., Wojtan R., Bruchwald A. 2005. Analiza porównawcza stopnia uszkodzenia jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior* L.) i olszy czarnej (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), rosnących w zmieszaniu lub bliskim sąsiedztwie. *Sylvan* 149 (2): 3-11.
- Fabijanowski J., Jaworski A. 1996a. Kierunki postępowania hodowlanego w lasach karpackich wobec zmieniających się warunków środowiska. *Sylvan* 140 (4): 5-28.
- Fabijanowski J., Jaworski A. 1996b. Kierunki postępowania hodowlanego w lasach karpackich wobec zmieniających się warunków środowiska. *Sylvan* 140 (8): 75-98.
- Gorzelać A. 1995. Zmiany w ekosystemie leśnym i metody zagospodarowania lasów w Sudetach Zachodnich – podsumowanie wyników badań i wnioski. *Pr. Inst. Bad. Leśn.* B 25 (2): 399-428.
- Jaworski A. 2003a. Główne zadania hodowli lasu w terenach górskich i zasady ich realizacji. *Sylvan* 147 (2): 3-19.
- Jaworski A. 2003b. Zmiany tendencji wzrostowych głównych lasotwórczych gatunków drzew w Europie i obszarach górskich Polski oraz ich przyczyny. Część I. Zmiany tendencji wzrostowych. *Sylvan* 147 (6): 99-106.
- Jaworski A. 2003c. Zmiany tendencji wzrostowych głównych lasotwórczych gatunków drzew w Europie i obszarach górskich Polski oraz ich przyczyny. Część II. Przymuszczone przyczyny zmian tendencji wzrostowych. *Sylvan* 147 (7): 69-74.
- Jaworski A., Jakubowska D. 2011. Dynamika zmian budowy, struktury i składu gatunkowego drzewostanów o charakterze pierwotnym na wybranych powierzchniach w Pienińskim Parku Narodowym. *Leśn. Pr. Bad.* 72 (4): 339-356.
- Jaworski A., Kołodziej Z. 2004. Beech (*Fagus sylvatica* L.) forests of a selection structure in the Bieszczady Mountains (southeastern Poland). *J. For. Sci.* 50 (7): 301-312.
- Jaworski A., Kołodziej Z., Łapka M. 2007. Mortality, recruitment, and increment of trees in the *Fagus-Abies-Picea* stands of a primeval character in the lower mountain zone. *Dendrobiology* 57: 15-26.

- Jaworski A., Pach M. 2010. Budowa, dynamika, struktura i możliwości produkcyjne borów górnoregłowych na Pilsku. *Acta Agr. Silv., Ser. Silv.* 48: 3-31.
- Jaworski A., Pach M. 2013. Zmiany udziału buka, jodły i świerka w dolnoregłowych drzewostanach naturalnych w rezerwacie Dolina Łopusznej (Gorczański Park Narodowy). *Sylvan* 157 (3): 213-222.
- Jaworski A., Pach M. 2014. Stan wielogatunkowego lasu naturalnego (*Abies*, *Fagus*, *Picea*) regla dolnego w rezerwacie Oszarn na tle stanu monokultur świerkowych w Beskidzie Żywieckim i Beskidzie Śląskim. *Leśn. Pr. Bad.* 75 (1): 13-23.
- Jaworski A., Podlaski R. 2007. Structure and dynamics of selected stands of primeval character in the Pieniny National Park. *Dendrobiology* 58: 25-41.
- Kondracki J. 1994. *Geografia regionalna Polski*. PWN, Warszawa.
- Kosiński K. 1995. Ocena wpływu rzeźby terenu i podłoża geologicznego na odnowienia w warunkach zamierania lasów w Sudetach. *Pr. Inst. Bad. Leśn.* B 25 (1): 73-85.
- Leibundgut H. 1974. Zum Problem des Tannensterben. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 125 (7): 476.
- Łukaszewicz J., Bieniek J., Borys M., Dobrowolska D., Garbień-Pieniążkiewicz D., Jakubowski G., Konecka A., Kopyrk W., Krajewski S., Mionskowski M., Nowakowska J., Olszowska G., Pawlak B., Paluch R., Sulowska M., Tereba A., Wrzesiński P., Zajączkowski G., Zajączkowski P., Bernadzki E., Cieśla A., Kliczkowska A., Kloss M., Lorenc H., Tarasiuk S., Modrzyński J., Tobolski K., Zajączkowski J. 2015. Weryfikacja istniejących zasięgów występowania głównych lasotwórczych gatunków drzew na podstawie nowych badań. Synteza wytyczne dla praktyki leśnej. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary. http://tbr.zilp.lasy.gov.pl/pls/apex/f?p=102:3:5246886369976::NO::P3_TEMAT:3483
- Mikułowski M. 2004. Przebudowa drzewostanów pokłęskowych w Sudetach – postępowanie hodowlane. *Post. Tech. Leś.* 89: 33-40.
- Motta R., Haudemand J. C. 2000. Protective forests and silvicultural stability: An example of planning in the Aosta Valley. *Mountain Research and Development* 20 (2): 180-187.
- Poznański R., Jaworski J. 2000. Nowoczesne metody gospodarowania w lasach górskich. CILP, Warszawa.
- Sierpiński K. 1977. Przyczyny zamierania jodły w Górach Świętokrzyskich. *Sylvan* 121 (11): 29-39.
- Socha J. 2010. Metoda modelowania potencjalnych zdolności produkcyjnych świerka w górach. *Zeszyty Naukowe UR w Krakowie* 461.
- Szabla K. 2009. Aktualny stan drzewostanów świerkowych w Beskidach i ich geneza. W: Starzyk J. [red.], *Problem zamierania drzewostanów świerkowych w Beskidzie Śląskim i Żywieckim*. Oficyna Wydawniczo-Drukarska Secesja, Kraków. 13-43.
- Trampler T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska A. 1990. Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych. PWRiL, Warszawa.
- Weiss A. D. 2001. Topographic position and landforms analysis. ESRI User Conference, San Diego (CA), poster. http://www.jennessent.com/downloads/tpi-poster-tnc_18x22.pdf
- Zajączkowski J. 1991. Odporność lasu na szkodliwe działanie wiatru i śniegu. Wyd. Świat, Warszawa.
- Zasady hodowli lasu. 2012. Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe. CILP, Warszawa.
- Zawada J. 1978. Przyrostowe objawy regresji jodły. *Sylvan* 122 (12): 7-16.
- Zielony R., Kliczkowska A. 2012. Regionalizacja przyrodniczo-leśna Polski 2010. CILP, Warszawa.