

## Sposoby wykorzystania odnowień brzozy brodawkowatej *Betula pendula* Roth do przebudowy na obszarach po rozpadzie drzewostanów świerka pospolitego *Picea abies* (L.) H. Karst. w Beskidzie Śląskim

Ways to use silver birch *Betula pendula* Roth regeneration in sites considered for stand conversion due to decline of Norway spruce *Picea abies* (L.) H. Karst. in the Silesian Beskid Mountains

Sławomir Ambroży<sup>1\*</sup>, Tadeusz Zachara<sup>2</sup>, Mariusz Kapsa<sup>1</sup>, Elżbieta Chomicz-Zegar<sup>1</sup>, Ruslan Vytseha<sup>3</sup>

Instytut Badawczy Leśnictwa, <sup>1</sup>Zakład Lasów Górskich, ul. Fredry 39, 30-605 Kraków; <sup>2</sup>Zakład Hodowli Lasu i Genetyki Drzew Leśnych, Sękocin Stary, ul. Braci leśnej 3, 05-090 Raszyn; <sup>3</sup>Ukrainian National Forestry University, Forest Inventory Department, Lviv

Tel. +48 12 2528208, e-mail: S.Ambrozy@ibles.waw.pl

**Abstract.** One of the tree species appearing after a decline of Norway spruce *Picea abies* (L.) H. Karst. in the Silesian Beskid Mountains is Silver Birch *Betula pendula* Roth. Therefore our study was aimed at evaluating this birch regeneration and the dynamics of changes resulting from experimental cutting. Measurements and inventories of trees were conducted on research plots located in a ten-year old birch regeneration site with either no cutting, partial cutting (50%) or clear cutting (100%) of birch. We observed an introduction of biocenotic species (rowan, willow, aspen) as well as the target species (spruce, fir, beech) under the birch canopy. Fir and beech were also planted, because of their slow natural regeneration. The clear cut treatment caused a great number of sprouts growing from birch stumps, reaching a height of about 2 m over 3 years, resulting in competition with the regeneration of other species. Partial cutting did not cause such a drastic amount of sprouting. Furthermore, we found that only the spruce height increment is significantly less under a birch canopy compared to open space. The obtained results indicate a necessity to adjust the density and species composition of regenerating tree species under a birch canopy, avoiding complete removal of the first generation birch cover and the need to moderately thin out birch.

**Keywords:** decline in forest area, conversion, natural regeneration, Silesian Beskid Mts., Silver Birch

### 1. Wstęp

Wskutek trwającego od kilkudziesięciu lat wielkoobszarowego rozpadu świerczyn w Beskidach doszło do powstania rozległych, otwartych przestrzeni. Oferują one warunki odmienne od wnętrza lasu, dodatkowo zróżnicowane poprzez konfigurację terenu, zmienność przestrzenną siedlisk, czy górski klimat o parametrach zależnych od ekspozycji stoków i wysokości nad poziomem morza. Generalnie warunki inicjowania i rozwoju odnowień są ekstremalnie trudne (Szabla 2004; Ambroży 2010; Bruchwald, Dmyterko 2010), pomimo to w lasach beskidzkich można zaobserwować silne tendencje do naturalnej regeneracji leśnych obszarów pokłeskowych, wspomaganej działalnością gospodarczą leśników. Pożądane jest każde odnowienie, które po zniszczonych drzewostanach chroni glebę przed erozją i zabezpiecza przed ekspansją gatunków roślin utrudniających inicjowanie odnowień gatunków lasotwórczych. Odnowienia takie wymagają

metod hodowlanych umożliwiających uzyskanie w przyszłości drzewostanów odpowiadających potrzebom ochronnym i produkcyjnym (Ambroży 2010; Ambroży, Kosibowicz 2012).

Odnowienia brzożowe na powierzchniach pokłeskowych są jedną z wielu kategorii odnowień tam występujących. Znaczne ich zróżnicowanie na takich powierzchniach opisywali m.in.: Drobyshev (2001), Jonášowá i Prach (2004), Jonášowá i Matějková (2007), Heurich (2009), Kulla i in. (2009), Ambroży i Kosibowicz (2012), Bednařík i in. (2014) czy Martiník i in. (2014). Różnią się one głównie pod względem sposobu powstania, zaawansowania rozwoju i składu gatunkowego. Wielu autorów podkreślało pozytywną rolę odnowień, pojawiających się spontanicznie na różnych siedliskach (brzoza brodawkowata *Betula pendula* Roth, jarzab pospolity *Sorbus aucuparia* L., świerk pospolity *Picea abies* (L.) H. Karst.), w etapowym dochodzeniu do właściwego składu gatunkowego (Hawryś, Batko 1994; Ceitel 1994; Ce-

Wpłynęło: 6.02.2017 r., zrecenzowano: 22.02.2017 r., zaakceptowano: 20.06.2017 r.

itel, Iszkuło 2000; Ambroży 2010; Löff et al. 2010; Ambroży, Kosibowicz 2012; Matl 2015).

Brzoza wkraczająca na wylesienia charakteryzuje się, zwłaszcza w młodym wieku, znacznym tempem przyrostu grubości i wysokości. Jest ono z reguły zdecydowanie wyższe od tempa przyrostu grubości i wysokości większości gatunków, którym przyszło z brzożami współegzystować (Ceitel, Iszkuło 2000; Zhukovskaya, Ulanova 2006; Ambroży 2010). Wymieniona cecha gatunku jest jednym z głównych czynników decydujących o przydatności zbiorowisk brzozy do zagospodarowania terenów pokłeskowych, zwłaszcza w kontekście wprowadzania pod ich osłoną gatunków docelowych (Ambroży 2010).

Kolonizacja przez zbiorowiska brzożowe części obszarów dotkniętych klęską w Beskidzie Śląskim stwarza zatem szansę szybkiego przekształcenia ich składu gatunkowego na odpowiedni do wymagań siedliskowych. Aby było to możliwe, podjęto badania mające na celu określenie wpływu zastosowanych zabiegów hodowlanych na występowanie i wzrost odnowień naturalnych brzozy i innych gatunków drzew w wybranych obiektach. Pozwoli to na opracowanie metod hodowlanych dotyczących odnowień brzożowych na powierzchniach pokłeskowych, dostosowanych do aktualnego stanu tych odnowień.

## 2. Materiał i metody

### 2.1. Opis doświadczenia

Badaniami objęto odnowienia brzozy brodawkowatej na powierzchniach powstałych po rozpadzie świerczyn w Beskidzie Śląskim. Na terenie badań zwarte, zajmujące znaczne powierzchnie odnowienia tego gatunku występują w niższych i średnich położeniach strefy regla dolnego, do wysokości około 850–900 m n.p.m. W wyższych położeniach odnowienia brzozy mają charakter rozproszonych grup i pojedynczych drzew.

Do badań wybrano trzy obiekty w strefie zwartych odnowień brzożowych o średnim wieku 10 (9–11) lat. Lokalizację obiektów przedstawia tabela 1.

Odnowienia występujące w obrębie obiektów badawczych poddano eksperymentalnym cięciom. W obiekcie nr 1 wyznaczono pięć pasów o szerokości około 30 m każdy, biegnących wzdłuż warstwic. Na dwóch pasach wycięto wszystkie brzozy, na jednym – około 50% z ogólnej liczby brzoż, a dwa pasy pozostawiono bez cięć. W obiekcie nr 2 wyznaczono także pięć pasów biegnących wzdłuż warstwic, o szerokości analogicznej jak w poprzednim obiekcie. Na trzech z nich całkowicie usunięto odnowienia brzożowe, a dwa pozostawiono bez jakichkolwiek zabiegów. W trzecim obiekcie znajdowały się trzy pasy o szerokości około 30 m, biegnące prostopadle do warstwic. Na jednym pasie wycięto wszystkie brzozy, na następnym wycięto około 50% z ogólnej liczby brzoż, a trzeci, ostatni, pozostawiono bez cięć. Prace na obiekcie 1 rozpoczęto przed sezonem wegetacyjnym 2013 r., a na obiektach nr 2 i 3 w analogicznym okresie roku 2014.

Na każdym z 13 pasów założono jedną powierzchnię badawczą. Wszystkie powierzchnie miały kształt kwadratu o boku 20 m, o trwale ustabilizowanych narożnikach. W ramach każdej powierzchni wyznaczono podpowierzchnie do inwentaryzacji poszczególnych faz rozwojowych odnowień (ryc. 1).

### 2.1. Pomiary i opracowanie danych

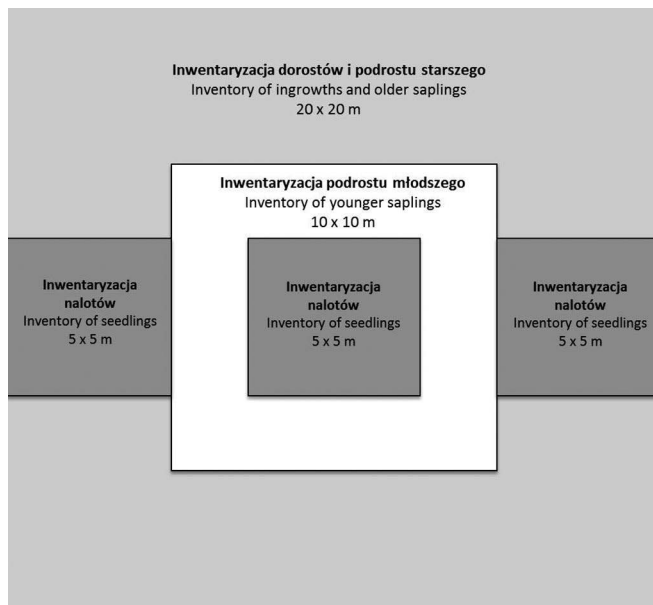
Na założonych powierzchniach wykonano pomiary i obserwacje według jednolitej metodyki. W celu określenia zmian zachodzących w odnowieniach występujących na powierzchniach badawczych pomiary te wykonano w dwóch cyklach. Terminem pierwszego pomiaru na powierzchniach zlokalizowanych w obrębie obiektu 1 była wiosna (kwiecień, maj) 2013 r., a na powierzchniach zlokalizowanych w obrębie obiektów nr 2 i 3 analogiczny okres roku 2014. Terminem

**Tabela 1. Lokalizacja obiektów badawczych**

Table 1. Location of research objects

Nr obiektu Object number	Lokalizacja Location	Zakres wysokości n.p.m. Altitude range a.s.l. [m]	Wystawa Exposition	Siedliskowy typ lasu Forest Site Type*
1	Nadleśnictwo / Forest District: Węgierska Górka Leśnictwo / Forest Subdistrict: Sikorzane Oddział / Forest Compartment: 193 a	730–780	NE	LMGśw
2	Nadleśnictwo / Forest District: Węgierska Górka Leśnictwo / Forest Subdistrict: Skrzyczne Oddział / Forest Compartment: 41 a	860–900	N	LMGśw
3	Nadleśnictwo / Forest District: Wisła Leśnictwo / Forest Subdistrict: Czarne Oddział / Forest Compartment: 8 d	740–760	SW	LMGśw

\*LMGśw / fresh mountain mixed broadleaved forest



**Rycina 1. Schemat rozmieszczenia podpowierzchni na powierzchni badawczej**

Figure 1. Scheme of subplots location on research plot

drugiego pomiaru na powierzchniach zlokalizowanych w obrębie wszystkich trzech obiektów był okres po zakończeniu sezonu wegetacyjnego w 2015 r. (wrzesień, październik).

Prace na powierzchniach badawczych obejmowały:

- Inwentaryzację według gatunków drzew wszystkich ich faz rozwojowych: nalotów (nasadzeń i samosiewów do wysokości 0,5 m), młodszymi podrostów (nasadzeń i samosiewów o wysokości od 0,5 do 1,3 m), starszych podrostów (nasadzeń i samosiewów od 1,3 m wysokości do pierśnicy 7,0 cm), dorosłych (drzew o pierśnicy większej od 7,0 cm). Inwentaryzacja starszych podrostów oraz drzew tworzących dorosty (jeżeli występowały) dokonywana była na całym areale powierzchni (400 m<sup>2</sup>). Inwentaryzacja młodszych podrostów miała miejsce na podpowierzchni o wielkości 100 m<sup>2</sup>, natomiast inwentaryzacja nalotów obejmowała areal 75 m<sup>2</sup>.

- Pomiar pierśnic według gatunków drzew, które przekroczyły wysokość 1,3 m (starszy podrost, dorost) w jednostkowych klasach grubości.

- Pomiar wysokości drzew wszystkich gatunków reprezentowanych na danej powierzchni według faz rozwojowych odnowień. Dla każdego z gatunków występujących w danej fazie wysokość została zmierzona na 20 egzemplarzach. W przypadku niższej liczebności gatunku w fazie rozwojowej pomiarowi podlegały wszystkie osobniki.

- Pomiar przyrostu wysokości trzydziestu świerków w trzech ostatnich latach.

W trakcie pomiarów wiosennych nie uwzględniano rozpoczętego, bieżącego przyrostu wysokości drzew.

Wyniki uzyskane z inwentaryzacji i pomiarów terenowych zostały przedstawione dla poszczególnych obiektów i wariantów doświadczenia. Analizowane cechy odnowień (skład gatunkowy, zagęszczenie, średnia wysokość, średni przyrost wysokości) zostały przedstawione dla wszystkich wariantów

doświadczenia tylko w drugim terminie badań, ze względu na konieczność redukcji zakresu pracy. Przy obliczeniu średniej wysokości wszystkich odnowień określonego gatunku drzewa zastosowano wagę, którą jest liczba drzew w poszczególnych klasach rozwojowych.

Ocena wpływu natężenia cięć na przyrosty wysokości odnowień świerkowych została oparta na teście Kruskala-Walisa z pakietu statystycznego Statistica 10, przy założonym poziomie istotności  $\alpha=0,05$ .

### 3. Wyniki

#### 3.1. Struktura odnowień z udziałem brzozy brodawkowatej

W okresie trzech lat od wykonania zabiegu usunięcia wszystkich brzozy (wariant 1) w pierwszym obiekcie rozwój odrosli z pniaków spowodował, że gatunek ten nadal ma najwyższy udział w składzie gatunkowym nalotów i podrostów (tab. 2). Odrosła nie osiągnęła jednak rozmiarów pozwalających na zaliczenie ich do dorostu. Dorost tworzą świerki o największych rozmiarach. W okresie dwóch lat od wykonania zabiegu usunięcia wszystkich brzozy w analogicznym wariantcie doświadczenia w obiekcie drugim, w składzie gatunkowym odnowień dominuje świerk, a odrosła brzoza ma największy udział w fazie młodszego podrostu. W obiekcie trzecim, po dwóch latach od wykonania zabiegu, odrosła brzoza zdominowała liczebnie inne gatunki w fazie starszego podrostu.

W wariantcie drugim, gdzie usunięto około 50% liczby brzozy (obiekty 1 i 3), gatunek ten dominuje w warstwie dorostu. W nalotach i podrostach udział odrosli brzozy jest niższy od udziału gatunków najliczniejszych w odnowieniach (świerk, jodła).

We wszystkich obiektach, w wariantcie trzecim, gdzie nie wykonywano cięć, odnowieniom brzozowym, budującym najwyższe warstwy, towarzyszą inne gatunki. Większość z nich wkracza wyłącznie spontanicznie pomiędzy brzozy i pod ich okap, a jedynie przeważająca liczba odnowień jodły pospolitej *Abies alba* Mill. i buka zwyczajnego *Fagus sylvatica* L. jest odnawiana sztucznie. Znaczną liczebność w nalotach i podrostach wykazuje świerk. Jest to gatunek najbardziej ekspansywny w badanych odnowieniach. Jest w stanie tworzyć zwarte, przegęszczone odnowienia, przewyższające udziałem brzozy w fazie starszych podrostów. Licznie reprezentowane są takie gatunki biocenotyczne, jak jarząb i wierzba iwa *Salix caprea* L. Mniejszy jest udział odnowień topoli osiki *Populus tremula* L., a rozproszony i nieznaczny – takich gatunków, jak modrzew europejski *Larix decidua* Mill. i sosna zwyczajna *Pinus sylvestris* L.

W zakresie analizowanych obiektów i wariantów, w większości przypadków najbardziej licznym gatunkiem nalotów jest świerk (tab. 3). Porównywalną liczebność osiągają najniższe podsadzenia jodłowe, natomiast bukowe są mniej liczne. Najniższe odrosła brzoza konkurują liczebnie z pozostałymi nalotami w wariantcie z przeprowadzonymi

**Tabela 2. Udział procentowy gatunków drzew w fazach rozwojowych, w obiektach 1–3 i wariantach doświadczenia: 1 – wycięte 100% brzoź, 2 – wycięte 50% brzoź, 3 – brak cięć**

Table 2. Percentage of tree species in development phases, in objects 1 – 3 and variants of experiment: 1 – 100% birch cut out, 2 – 50% birch cut out, 3 – no cuts

Obiekt/ Wariant Object/ Variant	Nalot Seedlings	Młodszy podrost Younger saplings	Starszy podrost Older saplings	Dorost Ingrowths
1/1	23 <b>brzoza</b> / birch; 18 <b>wierzba</b> / willow; 16 <b>buk</b> / beech; 15 <b>świerk</b> / spruce; 14 <b>jarząb</b> / rowan; 14 <b>jodła</b> / fir	40 <b>brzoza</b> / birch; 27 <b>świerk</b> / spruce; 17 <b>buk</b> / beech; 5 <b>wierzba</b> / willow; 4 <b>jarząb</b> / rowan; 3 <b>jodła</b> / fir; 3 <b>osika</b> / aspen; 1 <b>modrzew</b> / larch	54 <b>brzoza</b> / birch; 42 <b>świerk</b> / spruce; 3 <b>buk</b> / beech; 1 <b>modrzew</b> / larch	100 <b>świerk</b> / spruce
2/1	38 <b>świerk</b> / spruce; 35 <b>brzoza</b> / birch; 12 <b>osika</b> / aspen; 9 <b>buk</b> / beech; 4 <b>wierzba</b> / willow; 1 <b>jodła</b> / fir; 1 <b>czereśnia</b> / cherry; 1 <b>jawor</b> / sycamore	56 <b>świerk</b> / spruce; 20 <b>brzoza</b> / birch; 17 <b>buk</b> / beech; 3 <b>osika</b> / aspen; 3 <b>wierzba</b> / willow; 1 <b>jarząb</b> / rowan, <b>sosna</b> / pine	90 <b>świerk</b> / spruce; 7 <b>buk</b> / beech; 2 <b>brzoza</b> / birch; 1 <b>wierzba</b> / willow, <b>modrzew</b> / larch, <b>jarząb</b> / rowan, <b>osika</b> / aspen, <b>sosna</b> / pine	-
3/1	45 <b>jodła</b> / fir; 41 <b>świerk</b> / spruce; 7 <b>brzoza</b> / birch; 7 <b>buk</b> / beech	48 <b>świerk</b> / spruce; 27 <b>brzoza</b> / birch; 14 <b>jodła</b> / fir; 9 <b>jarząb</b> / rowan; 1 <b>buk</b> / beech; 1 <b>osika</b> / aspen	61 <b>brzoza</b> / birch; 38 <b>świerk</b> / spruce; 1 <b>jarząb</b> / rowan, <b>buk</b> / beech, <b>osika</b> / aspen	100 <b>świerk</b> / spruce
1/2	62 <b>jodła</b> / fir; 38 <b>świerk</b> / spruce	68 <b>świerk</b> / spruce; 20 <b>brzoza</b> / birch; 7 <b>jodła</b> / fir; 5 <b>buk</b> / beech	48 <b>świerk</b> / spruce; 45 <b>brzoza</b> / birch; 7 <b>buk</b> / beech	100 <b>brzoza</b> / birch
3/2	47 <b>jodła</b> / fir; 40 <b>świerk</b> / spruce; 13 <b>jarząb</b> / rowan	67 <b>świerk</b> / spruce; 22 <b>jodła</b> / fir; 8 <b>brzoza</b> / birch; 3 <b>jarząb</b> / rowan	59 <b>świerk</b> / spruce; 39 <b>brzoza</b> / birch; 1 <b>jarząb</b> / rowan; 1 <b>jodła</b> / fir, <b>osika</b> / aspen	100 <b>brzoza</b> / birch
1/3	35 <b>świerk</b> / spruce; 28 <b>jodła</b> / fir; 26 <b>jarząb</b> / rowan; 5 <b>osika</b> / aspen; 4 <b>buk</b> / beech; 2 <b>sosna</b> / pine	43 <b>świerk</b> / spruce; 42 <b>jarząb</b> / rowan; 10 <b>buk</b> / beech; 4 <b>brzoza</b> / birch; 1 <b>wierzba</b> / willow	81 <b>brzoza</b> / birch; 14 <b>świerk</b> / spruce; 3 <b>buk</b> / beech; 1 <b>jarząb</b> / rowan; 1 <b>modrzew</b> / larch, <b>jodła</b> / fir, <b>osika</b> / aspen	100 <b>brzoza</b> / birch
2/3	57 <b>świerk</b> / spruce; 18 <b>buk</b> / beech; 17 <b>wierzba</b> / willow; 6 <b>osika</b> / aspen; 2 <b>brzoza</b> / birch	71 <b>świerk</b> / spruce; 24 <b>buk</b> / beech; 2 <b>jarząb</b> / rowan; 1 <b>wierzba</b> / willow; 1 <b>osika</b> / aspen; 1 <b>brzoza</b> / birch	86 <b>świerk</b> / spruce; 7 <b>brzoza</b> / birch; 4 <b>buk</b> / beech; 2 <b>wierzba</b> / willow, 1 <b>modrzew</b> / larch, <b>jodła</b> / fir, <b>sosna</b> / pine	100 <b>brzoza</b> / birch
3/3	44 <b>jodła</b> / fir; 44 <b>świerk</b> / spruce; 12 <b>jarząb</b> / rowan	46 <b>świerk</b> / spruce; 25 <b>jodła</b> / fir; 10 <b>osika</b> / aspen; 7 <b>jarząb</b> / rowan; 5 <b>brzoza</b> / birch; 3 <b>modrzew</b> / larch; 2 <b>buk</b> / beech; 2 <b>wierzba</b> / willow	65 <b>brzoza</b> / birch; 29 <b>świerk</b> / spruce; 2 <b>osika</b> / aspen; 1 <b>buk</b> / beech; 1 <b>jarząb</b> / rowan; 1 <b>modrzew</b> / larch; 1 <b>jodła</b> / fir, <b>wierzba</b> / willow	100 <b>brzoza</b> / birch

cięciami zupełnymi. Lokalnie liczne są naloty gatunków biocentrycznych: jarzębu, wierzby, osiki.

Ekspansywne odnowienia świerkowe są także bardzo liczne w fazie młodszego podrostu (tab. 4). Ich średnia licz-

ba na 1 ha osiąga 5850 sztuk (obiekt 2, wariant 3). Świerk konkuruje z innymi gatunkami docelowymi (jodłą, bukiem), które są mniej liczne. Młodsze podrosty brzozy są najliczniejsze w wariantcie z wykonanymi cięciami zupełnymi,

znacznie przewyższając w obiekcie pierwszym liczbę młodszych podrostów świerka. W wariacie z cięciami zupełnymi w pozostałych dwóch obiektach, w opisywanej fazie rozwoju odnowień, świerki nadal dominują liczebnie nad odroślami brzozy. Podobnie jest w przypadku cięć częściowych i braku cięć. W zakresie analizowanych obiektów i wariantów, w fazie młodszych podrostów, podobnie jak w nalotach, lokalnie liczne są gatunki biocenotyczne.

W obiekcie pierwszym i trzecim (wariant 1), w fazie starszego podrostu, odrosła brzoza osiąga większą liczebność od odnowień świerkowych (tab. 5). Jedynie w obiekcie drugim, gdzie liczebność przegęszczonych starszych podrostów

świerkowych sięga 10 858 szt./ha, wzajemne relacje liczebności tych gatunków są odwrotne. W zakresie analizowanych obiektów i wariantów, w opisywanej fazie rozwojowej, widoczna jest znacznie większa niż w pozostałych fazach rozwoju odnowień dysproporcja pomiędzy dużą liczebnością świerków a małą liczebnością buków i jodeł. Również gatunki biocenotyczne są o wiele mniej licznie reprezentowane.

W analizowanych obiektach i wariantach nieliczne drzewa osiągały parametry fazy dorostów, rozpoczynając budowę najwyższej warstwy drzew (tab. 6). W wariacie z wyciętymi wszystkimi brzozami, w obiektach 1 i 3, są to pojedyncze świerki. Dorost świerkowy nie występował w analogicznym

**Tabela 3. Średnia liczebność nalotów według gatunków w przeliczeniu na 1 ha, w obiektach 1–3 i wariantach doświadczenia: 1 – wycięte 100% brzozy, 2 – wycięte 50% brzozy, 3 – brak cięć**

Table 3. Average number of seedlings by species per hectare, in objects 1–3 and variants of experiment: 1 – 100% birch cut out, 2 – 50% birch cut out, 3 – no cuts

Obiekt/ Wariant Object/ Variant	Brzoza Birch	Świerk Spruce	Buk Beech	Jodła Fir	Wierzba Willow	Jarząb Rowan	Osika Aspen	Sosna Pine	Czereśnia Cherry	Jawor Sycamore
1/1	767	483	533	467	600	467	-	-	-	-
2/1	2266	2488	622	89	222	-	755	-	44	44
3/1	267	1466	267	1600	-	-	-	-	-	-
1/2	-	1066	-	1733	-	-	-	-	-	-
3/2	-	800	-	933	-	267	-	-	-	-
1/3	-	1266	133	1000	-	933	200	67	-	-
2/3	67	2066	667	-	600	-	200	-	-	-
3/3	-	1066	-	1066	-	267	-	-	-	-

**Tabela 4. Średnia liczebność młodszych podrostów według gatunków w przeliczeniu na 1 ha, w obiektach 1–3 i wariantach doświadczenia: 1 – wycięte 100% brzozy, 2 – wycięte 50% brzozy, 3 – brak cięć**

Table 4. Average number of younger saplings by species per hectare, in objects 1–3 and variants of experiment: 1 – 100% birch cut out, 2 – 50% birch cut out, 3 – no cuts

Obiekt/ Wariant Object/ Variant	Brzoza Birch	Świerk Spruce	Buk Beech	Jodła Fir	Wierzba Willow	Jarząb Rowan	Osika Aspen	Modrzew Larch	Sosna Pine
1/1	2050	1350	850	150	250	200	150	50	-
2/1	2100	5800	1800	-	267	67	333	-	33
3/1	2300	4200	100	1200	-	800	100	-	-
1/2	800	2800	200	300	-	-	-	-	-
3/2	500	4300	-	1400	-	200	-	-	-
1/3	350	3750	900	-	50	3650	-	-	-
2/3	50	5850	1950	-	100	300	100	-	-
3/3	300	2700	100	1500	100	400	600	200	-

**Tabela 5. Średnia liczebność starszych podrostów według gatunków w przeliczeniu na 1 ha, w obiektach 1–3 i wariantach doświadczenia 1 – wycięte 100% brzoź, 2 – wycięte 50% brzoź, 3 – brak cięć**

Table 5. Average number of older saplings by species per hectare, in objects 1–3 and variants of experiment: 1 – 100% birch cut out, 2 – 50% birch cut out, 3 – no cuts

Obiekt/ Wariant Object/ Variant	Brzoza Birch	Świerk Spruce	Buk Beech	Jodła Fir	Wierzba Willow	Jarząb Rowan	Osika Aspen	Modrzew Larch	Sosna Pine
1/1	5 200	4 025	350	-	-	-	-	75	-
2/1	208	10 858	808	-	58	8	17	17	17
3/1	8 550	5 300	75	-	-	150	25	-	-
1/2	3 400	3 600	525	-	-	-	-	25	-
3/2	3 325	5 100	-	75	-	100	25	-	-
1/3	7 713	1 388	300	25	-	75	13	50	-
2/3	1 050	12 150	625	25	200	-	-	38	13
3/3	4 550	2 000	100	50	25	100	150	50	-

**Tabela 6. Średnia liczebność dorostów według gatunków w przeliczeniu na 1 ha, w obiektach 1–3 i wariantach doświadczenia: 1 – wycięte 100% brzoź, 2 – wycięte 50% brzoź, 3 – brak cięć**

Table 6. Average number of ingrowths by species per hectare, in objects 1–3 and variants of experiment: 1 – 100% birch cut out, 2 – 50% birch cut out, 3 – no cuts

Obiekt/Wariant Object/Variant	Brzoza Birch	Świerk Spruce
1/1	-	100
2/1	-	-
3/1	-	50
1/2	750	-
3/2	350	-
1/3	475	-
2/3	300	-
3/3	325	-

wariancie drugiego obiektu, gdzie drzewa w przegęszczonych odnowieniach nie osiągnęły takich rozmiarów. W przypadku pozostałych analizowanych wariantów dorost tworzyły brzozy, również niezbyt liczne w tej fazie rozwojowej

Po okresie dwóch, a nawet trzech lat od wykonania cięć w wariantach pierwszym doświadczenia, średnie pierśnice odrosli brzożowych były mniejsze od średnich pierśnic tych gatunków docelowych, które przekroczyły już wysokość 1,3 m (tab. 7). Odnowienia pozostałych gatunków również charakteryzowały się niewielkimi pierśnicami.

W wariantach drugim i trzecim, gdzie brzozy były wycinane częściowo lub nie wykonywano cięć, pierśnica drzew tego

gatunku dochodziła do 13,5 cm. Pozostałe gatunki charakteryzowały się o wiele mniejszymi pierśnicami, maksymalnie do 6,5 cm.

Na powierzchniach z całkowicie usuniętą brzożą (wariant 1), po 2–3 latach odrosła brzożowe zaczynają konkurować wysokością z odnowieniami innych gatunków (tab. 8). Intensywny wzrost odrosli powoduje, że ich średnia wysokość przewyższa niekiedy (obiekt 3) średnią wysokość odnowień świerkowych. Odrosła brzożowe osiągały najmniejszą wysokość tam, gdzie przegęszczone odnowienia świerkowe utrudniały ich wzrost (obiekt 2). We wszystkich obiektach świerk górował nad innymi gatunkami towarzyszącymi brzożom.

W wariantach drugim i trzecim, gdzie brzozy były wycinane częściowo lub nie wykonywano cięć, najwyższe brzozy osiągały wysokość około 9 m, zdecydowanie górując nad pozostałymi gatunkami drzew. Również w tych wariantach doświadczenia większość świerków była wyższa od pozostałych gatunków towarzyszących brzożom. Wyjątkiem były pojedyncze egzemplarze modrzewia i osiki.

### 3.2. Dynamika liczebności brzozy w następstwie wykonania cięć

Następstwem prowadzenia cięć w odnowieniach brzożowych na powierzchniach doświadczalnych było powstawanie odrosli brzozy z pniaków. Dynamikę liczebności odnowień brzożowych nieprzekraczających pierśnicy 2 cm (a zatem również odrosli powstających z pniaków) wyrażono poprzez porównanie wyników ich inwentaryzacji na początku i końcu okresu badań.

Powstawanie odrosli brzozy z pniaków uzależnione jest od nasilenia cięć (ryc. 2). We wszystkich obiektach w wariantach, gdzie usunięto wszystkie brzozy, w przeciągu 2–3 lat liczba

**Tabela 7. Zakres i przeciętne pierśnice (cm) gatunków drzew, w obiektach 1–3 i wariantach doświadczenia: 1 – wycięte 100% brzoź, 2 – wycięte 50% brzoź, 3 – brak cięć**

Table 7. Range and average bhd (cm) of tree species, in objects 1–3 and variants of experiment: 1 – 100% birch cut out, 2 – 50% birch cut out, 3 – no cuts

Obiekt/ Wariant Object/ Variant	Brzoza Birch	Świerk Spruce	Buk Beech	Jodła Fir	Wierzba Willow	Jarząb Rowan	Osika Aspen	Modrzew Larch	Sosna Pine
1/1	0,8 (0,5–4,5)	2,6 (0,5–9,5)	1,1 (0,5–3,5)	-	-	-	-	0,8 (0,5–1,5)	-
2/1	0,9 (0,5–3,5)	1,7 (0,5–5,5)	1,0 (0,5–5,5)	-	0,8 (0,5–2,5)	0,5 (0,5–0,5)	0,5 (0,5–0,5)	2,5 (0,5–3,5)	0,5 (0,5–0,5)
3/1	0,7 (0,5–1,5)	2,2 (0,5–8,5)	2,8 (0,5–5,5)	-	-	0,8 (0,5–1,5)	1,5 (1,5–1,5)	-	-
1/2	4,9 (0,5–13,5)	1,4 (0,5–4,5)	1,4 (0,5–3,5)	-	-	-	-	6,5 (6,5–6,5)	-
3/2	4,0 (0,5–10,5)	1,5 (0,5–5,5)	-	0,8 (0,5–1,5)	-	0,8 (0,5–1,5)	0,5 (0,5–0,5)	-	-
1/3	3,1 (0,5–13,5)	1,1 (0,5–3,5)	0,9 (0,5–3,5)	1,0 (0,5–1,5)	-	0,8 (0,5–2,5)	5,5 (5,5–5,5)	2,0 (1,5–2,5)	-
2/3	5,1 (0,5–10,5)	1,7 (0,5–6,5)	1,0 (0,5–4,5)	1,5 (0,5–2,5)	0,7 (0,5–2,5)	-	-	2,2 (1,5–3,5)	1,5 (1,5–1,5)
3/3	3,0 (0,5–11,5)	1,3 (0,5–4,5)	0,5 (0,5–0,5)	1,5 (1,5–1,5)	0,5 (0,5–0,5)	1,5 (0,5–3,5)	1,3 (0,5–1,5)	2,5 (0,5–4,5)	-

analizowanych odnowień sięgała nawet kilkunastu tysięcy na jednym hektarze, podczas gdy początkowo ich liczba nie przekraczała 300 szt./ha.

Usunięcie połowy początkowej liczby brzoź (wariant 2) nie powodowało tak gwałtownej reakcji. W wariantcie tym, w obiekcie pierwszym zanotowano wprawdzie niemal trzykrotny wzrost liczebności w porównaniu ze stanem początkowym, lecz w odniesieniu do wariantu z cięciami zupełnymi był to nadal wzrost stosunkowo niewielki. Cięcia częściowe wykonane w obiekcie trzecim nie spowodowały wzrostu liczebności analizowanych odnowień.

W przypadku braku cięć (wariant 3) zmiany liczebności najmłodszych faz rozwojowych były niewielkie i wynikały z zamierania najsłabszych, zaciemnionych odnowień brzożowych, względnie osiagania wyższych parametrów grubości przez odnowienia (zmniejszenie liczebności – obiekt 1 i 2). Sporadycznie odnotowano pojawianie się nowych siewek brzoży (nieznaczne zwiększenie liczebności – obiekt 3). Nie odnotowano powstawania odrosli.

### 3.3. Przyrost wysokości odnowień świerkowych

Dla odnowień rozwijających się pod okapem innych gatunków ważną kwestią jest wpływ ocienienia górnego na przyrost wysokości. Porównano trzyletni przyrost wysoko-

ści świerków na działkach badawczych w obiekcie nr 1, różniących się nasileniem cięć w warstwie brzoź górujących nad świerkami. Największy przyrost nastąpił na powierzchni z całkowicie usuniętą przedplonową brzożą, a najmniejszy tam, gdzie cięć nie wykonano (ryc. 3). Na podstawie testu Kruskala-Wallisa ( $p=0,0006$ ) stwierdzono, że istotne różnice w przyroście świerków występowały pomiędzy powierzchnią całkowicie pozbawioną brzoź, a powierzchnią, na której nie wykonano cięć. Nie stwierdzono istotnej różnicy w przyroście wysokości świerków, wzrastających na powierzchni z pozostawioną połową liczby brzoź, w porównaniu z analogicznym przyrostem w pozostałych dwóch wariantach.

W obiekcie 2 (ryc. 4) porównano jedynie dwuletni przyrost wysokości odnowień świerka w wariantach skrajnych: na powierzchni całkowicie pozbawionej brzoży oraz na powierzchni, na której nie wykonano żadnych cięć (wariant pośredni z wycięciem 50% brzoź na tej powierzchni nie występował). Wyniki były odmienne od uzyskanych w poprzednio omawianym pierwszym obiekcie. Przyrost wysokości świerka w wariantcie z całkowicie usuniętą brzożą był zdecydowanie niższy w porównaniu z przyrostem jaki miał miejsce w warunkach braku cięć. Test Kruskala-Wallisa ( $p=0,0276$ ) potwierdził istotność różnic między obydwoma wariantami.

**Tabela 8. Zakres i przeciętne wysokości (m) gatunków drzew, w obiektach 1–3 i wariantach doświadczenia: 1 – wycięte 100% brzoź, 2 – wycięte 50% brzoź, 3 – brak cięć**

Table 8. Range and average height (m) of tree species, in objects 1–3 and variants of experiment: 1 – 100% birch cut out, 2 – 50% birch cut out, 3 – no cuts

Obiekt/ Wariant Object/ Variant	Brzoza Birch	Świerk Spruce	Buk Beech	Jodła Fir	Wierzba Willow	Jarząb Rowan	Osika Aspen	Modrzew Larch	Sosna Pine	Czereśnia Cherry	Jawor Sycamore
1/1	1,72 (0,32–2,22)	2,24 (0,27–6,41)	0,90 (0,26–1,94)	0,40 (0,35–0,56)	0,48 (0,39–0,69)	0,71 (0,28–0,79)	0,90 (0,90–0,90)	2,33 (1,09–3,15)	-	-	-
2/1	0,63 (0,28–1,88)	1,61 (0,34–2,26)	1,15 (0,30–2,20)	0,30 (0,30–0,30)	0,74 (0,28–1,54)	0,88 (0,79–1,60)	0,43 (0,25–1,54)	2,76 (2,76–2,76)	0,98 (0,75–1,42)	0,48 (0,48–0,48)	0,21 (0,21–0,21)
3/1	1,94 (0,44–2,26)	1,67 (0,39–6,80)	0,88 (0,35–3,10)	0,49 (0,40–0,62)	-	1,00 (0,83–1,89)	1,00 (0,57–2,72)	-	-	-	-
1/2	5,39 (0,87–9,08)	1,53 (0,31–2,37)	1,93 (0,81–2,36)	0,36 (0,32–0,57)	-	-	-	6,51 (6,51–6,51)	-	-	-
3/2	4,30 (0,91–8,49)	1,81 (0,32–2,69)	-	0,63 (0,36–1,70)	-	0,69 (0,13–1,81)	1,71 (1,71–1,71)	-	-	-	-
1/3	5,08 (0,72–9,08)	1,03 (0,33–1,95)	1,03 (0,42–0,81)	0,32 (0,29–1,91)	0,56 (0,56–0,56)	0,70 (0,35–1,88)	0,82 (0,35–8,31)	3,02 (3,02–3,02)	0,27 (0,27–0,27)	-	-
2/3	4,37 (0,10–6,37)	2,12 (0,32–2,94)	0,96 (0,34–2,04)	1,96 (1,96–1,96)	0,62 (0,13–1,94)	0,76 (0,76–0,76)	0,50 (0,39–0,71)	3,93 (3,93–3,93)	1,97 (1,97–1,97)	-	-
3/3	4,55 (0,69–8,05)	1,39 (0,38–2,60)	1,15 (0,60–1,69)	0,59 (0,35–1,82)	0,83 (0,52–2,05)	0,92 (0,41–2,10)	1,02 (0,79–1,91)	1,46 (0,77–4,23)	-	-	-

W obiekcie 3 porównano dwuletnie przyrosty wysokości odnowień naturalnych świerka przy zastosowaniu takich samych wariantów cięć, jakie występowały w obiekcie 1. Wyniki były odmienne od uzyskanych w poprzednio omawianym pierwszym obiekcie. Największy przyrost miał miejsce w warunkach braku cięć, a najmniejszy – na powierzchni całkowicie pozbawionej brzoź. Różnice między średnimi były jednak w tym wypadku minimalne przy bardzo dużej zmienności badanej cechy (ryc. 5). Test Kruskala-Wallis (p=0,9454) nie wykazał istotności różnic w przyroście pomiędzy poszczególnymi wariantami.

#### 4. Dyskusja

Dotychczasowe, niewystarczające rozpoznanie problemu dynamicznie rozwijających się odnowień brzożowych na powierzchniach pokłeskowych w Beskidzie Śląskim (Ambroży 2010; Ambroży, Kosibowicz 2012) skłoniło autorów do przedstawienia uzyskanych wyników, pomimo mankamentów przeprowadzonego doświadczenia terenowego. Główną jego wadą była zbyt niska liczba powierzchni reprezentujących wariant drugi, z cięciami częściowymi. Wynikało to zarówno z uwarunkowań terenowych w górach, jak i znacznej pracochłonności wykonywanych zabiegów i pomiarów. Jednakże za prezentacją wyników przemawia również to, że

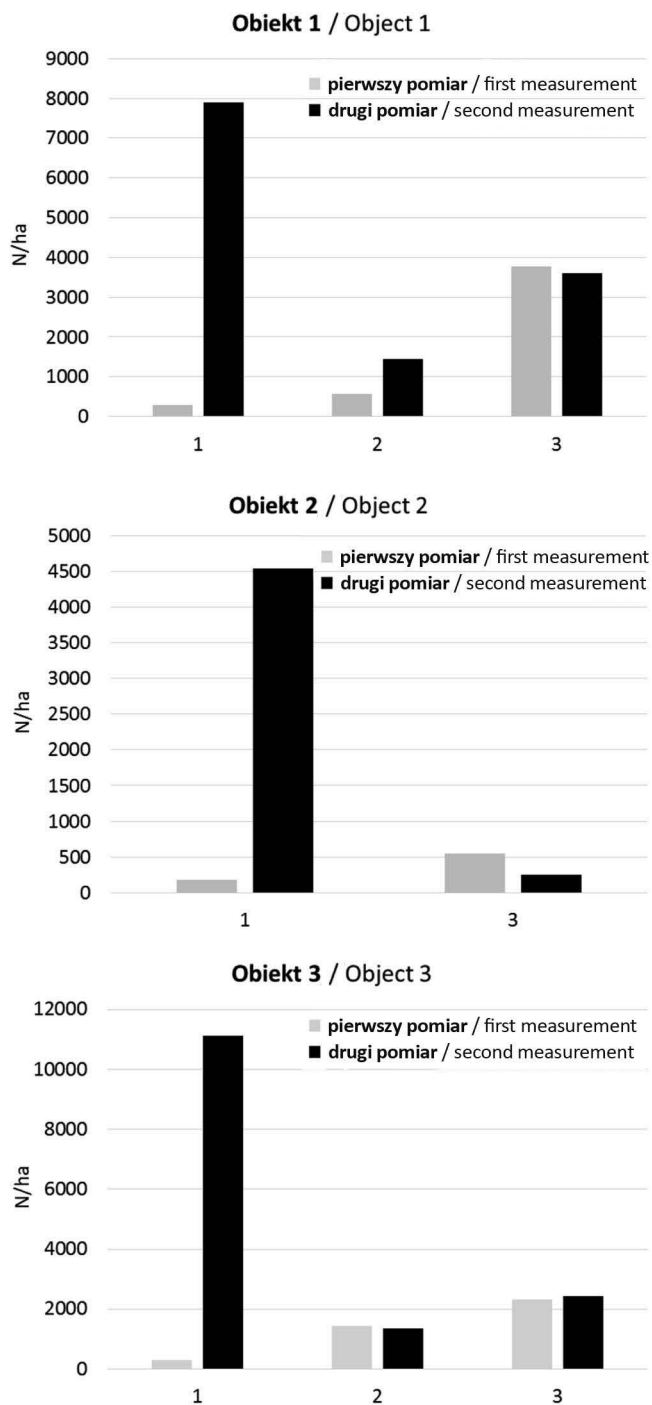
mogą być one przydatne do opracowania metod realizacji nadrzędnego celu działań gospodarczych na terenach pokłeskowych. Jest nim uzyskanie w przyszłości drzewostanów o znacznie większej stabilności i odporności na stres w porównaniu ze świerczynami, które uległy rozpadowi, przede wszystkim poprzez kształtowanie ich odpowiedniego składu gatunkowego, budowy i struktury przestrzennej (Matička 2000; Šach et al. 2000; Vacek, Balcar 2000; Szabla 2004; Kantor 2004).

Przeprowadzone badania potwierdziły stwierdzone wcześniej na tym terenie szybkie wkraczanie innych gatunków drzew, w tym gatunków o znaczeniu biocenotycznym, jak i gatunków docelowych, pod okap brzozy (Ambroży 2010). Na badanym obszarze pod okapem brzozy liczne są takie gatunki biocenotyczne, jak: jarzębina, wierzba iwa, osika. Są one chętnie zgryzane przez zwierzynę (Motta 2003; Kulla et al. 2009) i z tego względu mogą pełnić rolę buforującą w stosunku do gatunków docelowych. Fakt ten należy uwzględnić przy wykonywaniu zabiegów pielęgnacyjnych.

Przeprowadzone badania w pełni potwierdziły wysokie tempo przyrostu wysokości brzoź, zarówno pochodzących z samosiewu, jak i powstałych z odrosli po wykonanych cięciach. Jest ono z reguły, zwłaszcza w młodym wieku, zdecydowanie wyższe od tempa przyrostu wysokości większości gatunków, którym przyszło z brzożami współgzyzować (Bra-



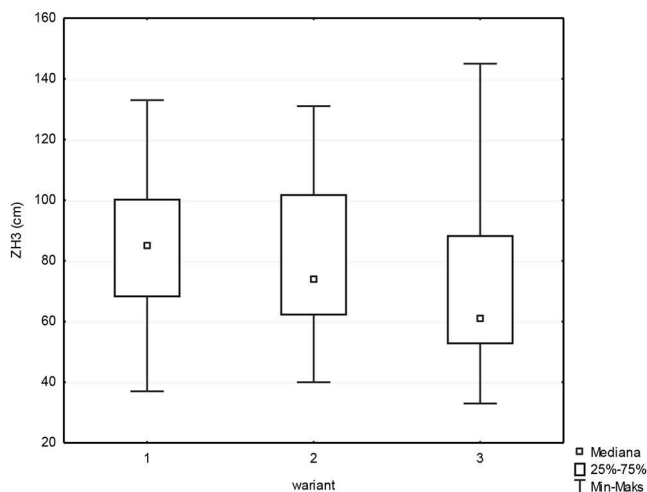
athe 1988; Karlsson et al. 1997; Ceitel 1994; Ceitel, Iszkuło 2000; Zhukovskaya, Ulanova 2006; Ambroży 2010). W przypadku pierwszego pokolenia naturalnego odnowienia brzozy



**Rycina 2. Zmiany liczebności odnowień brzozowych nieosiągających wysokości pierśnicy i o pierśnicy poniżej 2 cm (obiekt nr 1 – inwentaryzacja powtórzona po trzech latach; obiekty nr 2 i 3 – inwentaryzacja powtórzona po dwóch latach): 1 – wycięte 100% brzóz, 2 – wycięte 50% brzóz, 3 – brak cięć**

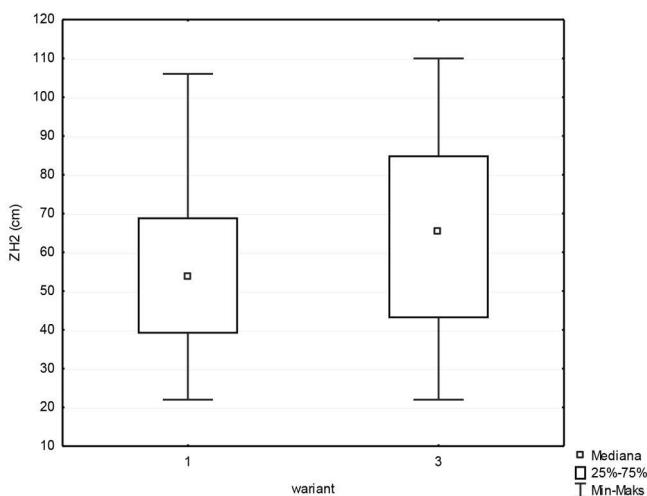
Figure 2. Changes in the number of birch regeneration not reaching bhd heights and with bhd less than 2 cm (object 1 – inventory repeated after three years, objects 2 and 3 – inventory repeated after two years): 1 – 100% birch cut out, 2 – 50% birch cut out, 3 – no cuts

powstałego z samosiewu jest to zjawisko pozytywne, ponieważ pozwala na pełnienie przez nią roli osłony dla podokapowych odnowień innych gatunków. Natomiast bardzo liczne i szybko rosnące odrośla z pniaków powstałe po silnych cięciach powodują znaczne wypełnienie zajmowanej przestrzeni, stanowiąc konkurencję dla innych gatunków i zagłuszając je. Powoduje to konieczność częstego wkraczania (nie rzadziej niż co dwa lata) z cięciami pielęgnacyjnymi, polegającymi na usuwaniu odrośli. Umiarkowane cięcia (do 50% liczby brzóz) nie wywołują tak silnej ekspansji odrośli brzozy.



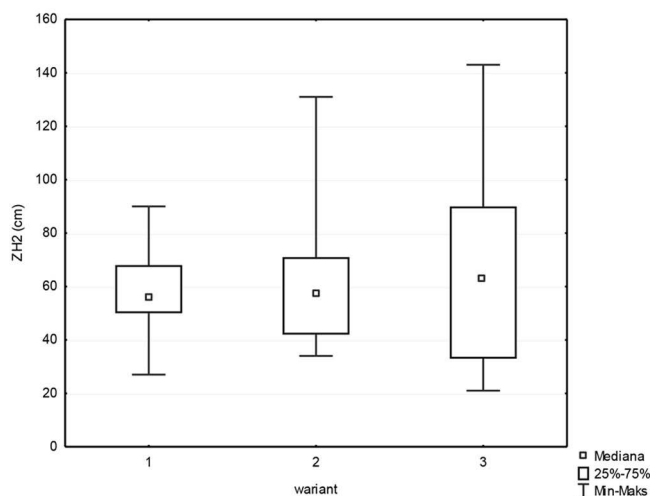
**Rycina 3. Trzyletni przyrost wysokości świerka w zależności od ilości pozostawionego przedplonu brzozy w obiekcie 1: 1 – wycięte wszystkie brzozy, 2 – wycięta połowa liczby brzóz, 3 – brak cięć**

Figure 3. Three-year spruce height increment, depending on the quantity of left birch forecrop in object 1: 1 – 100% birch cut out, 2 – 50% birch cut out, 3 – no cuts



**Rycina 4. Dwuletni przyrost wysokości świerka w zależności od ilości pozostawionego przedplonu brzozy w obiekcie 2: 1 – wycięte wszystkie brzozy, 3 – brak cięć**

Figure 4. Two-year spruce height increment, depending on the quantity of left birch forecrop in object 2: 1 – 100% birch cut out, 3 – no cuts



**Rycina 5. Dwuletni przyrost wysokości świerka w zależności od ilości pozostawionego przedplonu brzozy w obiekcie 3: 1 – wycięta wszystkie brzozy, 2 – wycięta połowa liczby brzóz, 3 – brak cięć**

Figure 5. Two-year spruce height increment, depending on the quantity of left birch forecrop in object 3: 1 – 100% birch cut out, 2 – 50% birch cut out, 3 – no cuts

Za prowadzeniem umiarkowanych cięć, zwiększających żywotność pozostałych brzóz, przemawia również potrzeba kształtowania ich odporności na szkody powodowane przez okiślenie i szadź. W badanych odnowieniach, osiągających maksymalnie ok. 9 m wysokości, nie zaobserwowano dotychczas szkód wywołanych przez czynniki atmosferyczne, o czym wspominają inni autorzy (Łukaszewicz et al. 2010; Martinik, Mauer 2012). Ostatni z wymienionych stwierdzili, że na bogatych siedliskach brzozy z naturalnego odnowienia uszkodzane były przez śnieg najbardziej intensywnie w najwyższych dla tych drzewostanów klasach wysokości (8–15 m). Dominowały uszkodzenia polegające na wygięciu się drzew, które dotyczyły 67–95% ogólnej ich liczby. Złamania zaobserwowano na mniej niż 4% drzew. Wyniki przytoczonych badań wskazują, że na powierzchniach pokłeskowych w Beskidzie Śląskim, w miarę rozwoju odnowień brzozowych, można się spodziewać pojawienia się podobnych uszkodzeń.

Przeprowadzone badania nie wskazywały jednoznacznie na wpływ zacielenia na dwuletni przyrost wysokości świerków. W przypadku obiektu trzeciego różnice w dwuletnim przyroście nie były istotne, a w obiekcie drugim były odmienne od oczekiwanych – przyrost świerków był istotnie większy pod okapem. Wskazuje to na prawdopodobną dominację innego niż zacielenie czynnika mającego wpływ na przyrost wysokości. W tym przypadku może to być znaczne przegęszczenie odnowień świerkowych w porównaniu z odnowieniami w pozostałych obiektach. Znaczna konkurencja wewnątrzgatunkowa na otwartej przestrzeni powoduje silny wzrost nielicznych osobników i ograniczenie przyrostu pozostałych, których jest zdecydowana większość. Wskazuje na to niska wartość średniego dwuletniego

przyrostu wysokości w zarejestrowanym zakresie wartości. Natomiast świerki pod osłoną brzóz rosną w nieco mniejszym przegęszczeniu, co nie powoduje tak silnej konkurencji, a ich przyrosty na wysokość są bardziej wyrównane. Świadczy o tym wartość średniego dwuletniego przyrostu wysokości ułożona mniej więcej w połowie zarejestrowanego zakresu wartości. W efekcie może to powodować istotne różnice przyrostu wysokości przegęszczonych odnowień świerkowych.

Z kolei trzyletni przyrost wysokości świerków w obiekcie pierwszym był istotnie większy na otwartej przestrzeni niż pod okapem brzóz. Špulák i in. (2014) wykazali, że dopiero bardzo wysokie zwarcie okapu tego gatunku może w pewnym stopniu zmniejszać przyrost wysokości świerków. Jego ograniczenie na bogatym siedlisku nie musi być zjawiskiem niekorzystnym, ponieważ znaczne przyrosty zwiększają podatność drzew tego gatunku na szkody mechaniczne (Spiecker 2000). Świerk ma większe wymagania świetlne w porównaniu z takimi gatunkami docelowymi jak jodła czy buk (Jaworski 2011), zatem ryzyko ograniczenia przyrostu wysokości tych gatunków pod okapem brzóz jest mniejsze, a wyniki innych badań i obserwacje praktyków uzasadniają wykorzystywanie osłony (Ceitel, Iszkuło 2000; Ambroży 2010; Matl 2015). Korzystny wpływ osłony brzóz na przyrost odnowień świerkowych, w porównaniu np. z osłoną starszych świerków dostrzegli także Laiho i in. (2014). Znaczny przyrost wysokości świerków pod okapem brzóz powoduje wystąpienie szkód w postaci zamierania biczowanych wierzchołków. W trakcie prowadzenia badań zjawisko to obserwowane było sporadycznie na pojedynczych, najwyższych odnowieniach świerkowych. Jest to przesłanka do stosowania umiarkowanych cięć w górującej warstwie brzóz, w pierwszej kolejności w obrębie najlepiej rozwiniętych odnowień podokapowych.

## 5. Wnioski

1. Gatunki biocenotyczne, które mogą stanowić bazę pokarmową dla zwierzyny, licznie towarzyszą brzozie na powierzchniach pokłeskowych w Beskidzie Śląskim. Mogą one pełnić rolę buforującą w stosunku do gatunków docelowych. Ich udział należy uwzględnić w trakcie zabiegów pielęgnacyjnych, mających między innymi na celu regulację składu gatunkowego.

2. Znaczna ekspansywność odnowień świerka powoduje konieczność stałej kontroli liczebności tego gatunku podczas zabiegów pielęgnacyjnych, zarówno w aspekcie wzajemnych relacji z innymi gatunkami docelowymi (popieranie jodły i buka), jak i ze względu na potrzebę poprawy struktury przegęszczonych odnowień świerkowych.

3. Wycinanie wszystkich brzóz na dużych powierzchniach skutkuje gwałtownym rozwojem odrośli z pniaków, co zagraża zwłaszcza młodym odnowieniom innych gatunków i powoduje konieczność usuwania odrośli w odstępach czasowych nieprzekraczających dwóch lat.

4. W celu ograniczenia rozwoju odrośli z pniaków, cięcia w odnowieniach brzozowych należy wykonywać w sposób umiarkowany, a liczba wycinanych brzoź na powierzchni z wykonywanym zabiegiem nie powinna przekraczać 50% stanu początkowego. Cięcia należy wykonywać w pierwszej kolejności w miejscach występowania najlepiej rozwiniętych odnowień podokapowych gatunków docelowych, aby uniknąć szkód spowodowanych biczowaniem wierzchołków.

5. Wieloletnie przyrosty wysokości świerków pod okapem brzozy mogą być istotnie mniejsze od przyrostów na otwartej przestrzeni. W warunkach bogatych siedlisk świerki rosące pod okapem mogą być w przyszłości bardziej odporne na szkody powodowane przez czynniki atmosferyczne.

## Konflikt interesów

Autorzy deklarują brak potencjalnych konfliktów.

## Źródło finansowania

Badania zrealizowano w ramach tematu 500401 finansowanego przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych w latach 2013–2016.

## Literatura

- Ambroży S. 2010. Annual dynamics of natural regeneration of silver birch *Betula pendula* Roth on a research plot located in the area of forest decline in the Silesian Beskid Mountains. *Folia Forestalia Polonica, series A – Forestry* 52(2): 76–82.
- Ambroży S., Kosibowicz M. 2012. Damage to regeneration in the area after large-scale decline of Norway spruce *Picea abies* (L.) H. Karst. stands in the mountains. *Folia Forestalia Polonica, series A – Forestry* 54(1): 3–14.
- Bednařík J., Čada V., Matějka K. 2014. Forest succession after a major anthropogenic disturbance: a case study of the Jewish Forest in the Bohemian Forest, Czech Republic. *Journal of Forest Science* 60(8): 336–348.
- Braathe P. 1988. Development of regeneration with different mixtures of conifers and broadleaves - II. *Research Paper, Norwegian Forest Research Institute* 8: 1–50.
- Bruchwald A., Dmyterko E. 2010. Lasy Beskidu Śląskiego i Żywieckiego – zagrożenia, nadzieja. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary, 77 s. ISBN 978-83-87647-95-7.
- Ceitel J. 1994. Naturalne formy regeneracji lasu w wylesionych obszarach Gór Izerskich. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, Seria B* 21(2): 257–271.
- Ceitel J., Iszkuło G. 2000. Zastępcze zbiorowiska brzozy (*Betula pendula* Roth.) w strefie zamierania lasu w Górach Izerskich. *Sylvan* 144(9): 33–43.
- Drobyshev I. V. 2001. Effect of natural disturbances on the abundance of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) regeneration in nemoral forests of the southern boreal zone. *Forest Ecology and Management* 140: 151–161. DOI: 10.1016/S0378-1127(00)00324-8.
- Hawryś Z., Batko B. 1994. Wzrost świerka pospolitego i modrzewia europejskiego w uprawach i młodnikach w Górach Izerskich. *Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, Seria B* 21(2): 273–281.
- Heurich M. 2009. Progress of forest regeneration after a large-scale *Ips typographus* outbreak in the subalpine *Picea abies* forests of the Bavarian Forest National Park. Vimperk. *Silva Gabreta* 15(1): 49–66.
- Jaworski A. 2011. Hodowla lasu. Tom III. Charakterystyka hodowlana drzew i krzewów leśnych. PWRiL, Warszawa, 5–556. ISBN 978-83-09-01076-0.
- Jonášová M., Matějková I. 2007. Natural regeneration and vegetation changes in wet spruce forests after natural and artificial disturbances. *Canadian Journal of Forest Research* 37: 1907–1914. DOI 10.1139/X07-062.
- Jonášová M., Prach K. 2004. Central-European mountain spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) forests: regeneration of tree species after a bark beetle outbreak. *Ecological Engineering* 23: 15–27. DOI 10.1016/j.ecoleng.2004.06.010.
- Kantor P. 2004. Postavení alochtonního smrku ve smíšených porostech pahorkatin. Problematika pěstování lesa v oblastech postihovaných odumíráním smrku v nižších polohách severní Moravy a Slezska. Sborník referátů, ČLS, 12–28.
- Karlsson A., Albrektson A., Sonesson J. 1997. Site index and productivity of artificially regenerated *Betula pendula* and *Betula pubescens* stands on former farmland in southern and central Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12(3): 256–263. DOI.org/10.1080/02827589709355408
- Kulla L., Merganič J., Marušák R. 2009. Analysis of natural regeneration in declining spruce forests on the Slovak part of the Beskydy Mts. *Beskydy* 2(1): 51–62.
- Laiho O., Pukkala T., Lähde E. 2014. Height increment of understory Norway spruces under different tree canopies. *Forest Ecosystems* 1: 4. DOI 10.1186/2197-5620-1-4.
- Löf M., Bergquist J., Brunet J., Karlsson M., Welanders N.T. 2010. Conversion of Norway spruce stands to broadleaved woodland – regeneration systems, fencing and performance of planted seedlings. *Ecological Bulletins* 53: 165–173.
- Łukaszewicz J., Krajewski S., Kopyrk W. 2010. Hodowla lasu w drzewostanach brzozowych na gruntach porolnych. *Notatnik Naukowy Instytutu Badawczego Leśnictwa* 3(90): 1–4.
- Martiník A., Dobrovolný L., Hurt V. 2014. Comparison of different forest regeneration methods after windthrow. *Journal of Forest Science* 60(5): 190–197.
- Martiník A., Mauer O. 2012. Snow damage to birch stands in Northern Moravia. *Journal of Forest Science* 58(4): 181–192.
- Matička J. 2000. Stav lesních porostů v Orlických horách ve správě Lesů České republiky, s. p. Lesnické hospodaření v imisní oblasti Orlických hor. Sborník referátů z celostátního semináře. Opčno 31.8.-1.9.2000., VÚLHM, 101–105.
- Matl M. 2015. Pod osloną brzozy. *Trybuna Leśnika* 9: 8–9.
- Motta R. 2003. Ungulate impact on rowan (*Sorbus aucuparia* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) height structure in mountain forests in the eastern Italian Alps. *Forest Ecology and Management* 181: 139–150. DOI 10.1016/S0378-1127(03)00128-2.
- Spiecker H. 2000. General remarks to susceptibility of forest to storm. *Dossier de l'environnement de l'INRA* 20: 217–221.
- Szabla K. 2004. Problematyka obumierania świerka na Górnym Śląsku. Problematyka pěstování lesa v oblastech postihovaných odumíráním smrku v nižších polohách severní Moravy a Slezska. Sborník referátů, ČLS, 55–65.
- Šach F., Černohus V., Podrázský V. 2000. Druhová diverzita a zdravotní stav restaurovaných smrkových kultur. Lesnické

- hospodaření v imisní oblasti Orlických hor. Sbornik referátů z celostátního semináře. Opočno 31.8.-1.9.2000., VÚLHM, 81–86.
- Špulák O., Souček J., Leugner J. 2014. Structure and potential production of successional forest stands dominated by pioneer species. *Beiträge zur Jahrestagung 2014*: 155–159.
- Vacek S., Balcar V. 2000. Možnosti obnovy a stabilizace lesních ekosystémů Orlických hor. Lesnické hospodaření v imisní oblasti Orlických hor. Sbornik referátů z celostátního semináře. Opočno 31.8.-1.9.2000., VÚLHM, 117–132.
- Zhukovskaya O., Ulanova N. 2006. Influence of brushing frequency on birch population structure after felling. *Ecoscience* 13(2): 219–225. DOI.org/10.2980/i1195-6860-13-2-219.1

### **Wkład autorów**

S.A. – koncepcja artykułu, prace terenowe, opracowanie wyników, napisanie pracy; T.Z. – prace terenowe, analiza statystyczna, opracowanie wyników; M.K., E.Ch-Z., R.V. – prace terenowe.