

Ocena sposobów regeneracji drzewostanu górnoregłowego boru świerkowego *Plagiothecio-Piceetum* i ich wpływu na kształtowanie biotopu głuszca *Tetrao urogallus* w masywie Mostownicy w Gorcach

Assessment of the Norway spruce forest *Plagiothecio-Piceetum* regeneration variants and their influence on the biotope of capercaillie *Tetrao urogallus* in the Mostownica massif (Gorce Mts, Carpathians)

Magdalena Tomaszewicz

Abstract: In the period 1979–1985 the insect *Cephalcia alpina* (Klug 1808) (Hymenoptera: Pamphilidae) strongly destroyed stands of the subalpine spruce forest *Plagiothecio-Piceetum* (*tatricum*) (Szaf., Pawł. et Kulcz. 1923) Br.-Bl., Vlieg. et Siss. 1939 em. J. Mat. 1977, in the Gorce National Park (Western Carpathians). At the beginning of the 90's last century Loch (1992) have started research on the regeneration of these stands located on the NW slope of the Mostownica massif (1251 m a.s.l.), establishing four long-term monitoring plots. The studies presented here were based on one of those plots reaching 60×80 m (0.48 ha), composed of 12 subplots of an area 0.04 ha (20×20 m) each of them and arranged in blocks referring to the three stand regeneration options: '0' – natural succession; not planted, '1' – planted with a density of 100 seedlings per subplot and '2' – planted with a density of 25 seedlings per subplot. The field works were performed in September 2013 and included: a recognition of tree and undergrowth species, a measurement of their breast diameter, height, crown width, length of annual growth, the relation between their crown length and height, life span and number of *Sorbus aucuparia* L. individuals. Changes of these parameters referring to each variant of stand regeneration in the period of 20 years have been analysed. The influence of these stand regeneration methods on the biotope suitable for capercaillie (*Tetrao urogallus*) have been estimated by evaluation of Habitat Suitability Index (HSI) in both winter and spring time. The hypothesis that the presence of capercaillie depends on the direction and rate of changes in the development and regeneration of spruce stands have been tested too.

Keywords: subalpine spruce forest, forest regeneration, nature protection, capercaillie, HSI index.

Poręba Wielka 590/11, 34–735 Niedźwiedź, e-mail: magdalena.tomaszewicz@gmail.com

WSTĘP

Na terenie Gorczańskiego Parku Narodowego (GPN) pierwsze obserwacje zasnui wysokogórskiej [*Cephalcia alpina* (Klug 1808); =*C. falleni* Dalman] miały miejsce zimą 1978 roku w drzewostanach górnoregłowych świerczyn, w masywie Kudłonia, następnym Jaworzyny Kamienickiej i Mostownicy. Lata 1979–

1983 były okresem najintensywniejszych żerów tego foliofaga. Załamanie gradacji nastąpiło w roku 1982, głównie za sprawą letnich, ulewnych deszczy, które spłukały z koron drzew dużą ilość larw zanim te skończyły żerowanie. Duże znaczenie miał też narastający opór środowiska, w którym uczestniczyły pasożytnicze na larwach zasnui muchówki, gąsieniczniki, nicienie, grzyby, wirusy i bakterie (Żurek i in. 1992). Ze

względu na park narodowy, na powierzchni uszkodzonych drzewostanów nie stosowano ochrony środkami chemicznymi. W następnych latach osłabione przez zasnuję świerczyny zostały zaatakowane przez kornika drukarza i owady mu towarzyszące, którym dodatkowo sprzyjały pojawiające się co kilka lat huraganowe wiatry (np. w 1986 r.) i letnie susze.

Wydawać by się mogło, że skutki rozpadu górnoreglowych świerczyn dotkną też związanego z tym środowiskiem głuszca i wyrażą się zmniejszeniem liczebności populacji tego chronionego gatunku. Działanie wszystkich wspomnianych wyżej czynników biotycznych i abiotycznych oraz zmiany postaci lasu doprowadziły jednak do aktywizacji jego gorczańskiej populacji. W silnie zwartym i ciemnym borze górnoreglowym po rozpadzie pojawiły się otwarte i nasłonecznione luki, na powierzchni których roślinność zielna stanowiąca pokarm głuszców (zwłaszcza borówka czarna) odnajdywała dogodne warunki do bujnego wzrostu. Ważnym czynnikiem była też duża ilość, splukiwanych przez letnie ulewy, larw foliofagów będących łatwo dostępnym pokarmem białkowym dla młodych kuraków (Żurek i in. 2014).

Pomimo, że już przed II wojną światową pojawiły się doniesienia o obecności głuszca w Gorcach (Żurek i in. 2014), pierwszą analizę jego stanu liczebnego na terenie GPN przedstawił dopiero Bonczar (1998) w Operacji ochrony fauny Planu Ochrony GPN. Stwierdzono wówczas 50 obserwacji bytowania tego gatunku. Kolejne badania, prowadzone w ramach projektu „Ochrona głuszca i cietrzewia oraz ich biotopów w Karpatach Zachodnich”, zainicjowano w GPN dopiero w 2005 roku, lecz te, realizowane w ramach kolejnych projektów i zadań własnych Parku mają już charakter ciągły. Ich celem jest poznanie stanu liczebnego populacji głuszca bytującej w Gorcach poprzez lokalizację stwierdzeń osobników lub śladów ich obecności oraz monitoring genetyczny. W 2009 roku na terenie Gorców stwierdzono 41 genotypów (Rutkowski 2010, 2012), w okresie zimowym 2009/2010 – 54, natomiast w 2012 roku – 42 (Żurek, Armatus 2013). Obserwacje przeprowadzane przez pracowników GPN w ciągu ostatnich 8 lat pokazują, że głuszc najliczniej bytował w starodrzewiach silnie uszkodzonych przez zasnuję i korniki, z kępowymi fragmentami odnowienia (Żurek, Armatus 2013).

Pomimo wielkiej liczby danych zebranych dotychczas w toku badań nad głuszcem na terenie Gorców, nie wykonywano dokładnych analiz właściwości śro-

dowisk, w których najczęściej ptak bytuje. W roku 2002 prof. Ilse Stroh z Uniwersytetu we Freiburgu opracował HSI (Habitat Suitability Index), który pozwala dokonać takiej oceny, tj. waloryzacji biotopu kuraka. Metoda identyfikuje kluczowe elementy środowiska naturalnego, które są konieczne dla właściwego rozwoju populacji tego gatunku. W trakcie analizy wyników badań możliwe jest też wskazanie czynników istotnie ograniczających bytowanie głuszca oraz wykonanie symulacji zmierzającej do przygotowania propozycji poprawy biotopu w ramach typowych działań ochronnych (Żurek i in. 2012). Problem ten stał się wyzwaniem badawczym, którego rezultaty przedstawiono w prezentowanym artykule.

Celem podjętych przez autora badań było sprawdzenie słuszności hipotezy, czy po 23 latach regeneracji drzewostanu górnoreglowej świerczyny możliwe jest wskazanie, który z trzech wariantów tego procesu, tj. sukcesja naturalna – ‘wariant 0’, sztuczne odnowienie w ilości 2500 szt./ha (400 szt./0,16 ha) – ‘wariant 1’ lub sztuczne odnowienie w ilości 625 szt./ha (100 szt./0,16 ha) – ‘wariant 2’, jest najlepszym sposobem restytucji tej fitocenozy oraz potencjalnie najlepszym dla rozwoju populacji głuszca.

TEREN I METODYKA BADAŃ

W pracy wykorzystano powierzchnie badawcze założone w 1990 roku na terenie Gorczańskiego Parku Narodowego przez dr inż. J. Locha na NW zboczach Mostownicy, w przedziale wysokości 1180–1230 m n.p.m., w oddziale 35a. Powierzchnie te pierwotnie reprezentowały cztery różne przypadki regeneracji górnoreglowej świerczyny dotkniętej gradacją zasnuji wysokogórskiej i kornika drukarza:

1. M-I – pozostawiony martwy drzewostan, gdzie nie prowadzono wcześniej żadnych zabiegów ochrony lasu;
2. M-II – zrąb pozasnujowy z wprowadzonym odnowieniem sztucznym;
3. M-III – pozostawiony martwy drzewostan z wprowadzonym odnowieniem sztucznym;
4. M-IV – drzewostan uszkodzony w około 50% przez zasnuję, w którym nie wykonywano żadnych zabiegów.

Każda z powierzchni o wymiarach 60×80 m (0,48 ha) składała się z 12 podstawowych poletek (pól) badawczych (np. M-I-1, M-I-2, ..., M-I-12), każde o wymiarach 20×20 m (0,04 ha) (Loch 1992).

W niniejszej pracy wykorzystano 12 poletek badawczych powierzchni M-I. Na każdym z nich w 1990 dokonano inwentaryzacji martwego drzewostanu stanowiącego pozostałość po gradacji zasnuu wysokogórskiej oraz odnowienia naturalnego, a także określono dokładne położenie każdego drzewa, zmierzono jego wysokość oraz pierśnicę. Każde z 12 poletek zostało losowo (metoda bloków losowanych) zakwalifikowane do jednego z trzech wariantów, występujących w czterech powtórzeniach:

- wariant '0' – obejmował poletka, gdzie nie wykonywano żadnych zabiegów, a odnowienie następowało w drodze sukcesji naturalnej;
- wariant '1' – obejmował poletka, na których wprowadzono odnowienie sztuczne świerka w ilości 100 sztuk na 0,04 ha, w więźbie 2×2 metry;
- wariant '2' – obejmował poletka, na których wprowadzono odnowienie sztuczne świerka w ilości 25 sztuk na 0,04 ha, sadząc go bez regularnej więźby przy leżących lub stojących martwych drzewach, na wywyższeniach terenu i próchniejących pniach (Loch – inf. ustna).

W roku 1991 wykonano sadzenie w wylosowanych poletkach wg zakładanego zagęszczenia. W latach 1992–1993 miał miejsce zabieg wykaszania chwastów wokół sadzonek (Loch 1992).

W roku 2013 oraz 2014 w ramach prezentowanej pracy określono dla każdego z drzew rosnących na poszczególnych poletkach: gatunek, wysokość, pierśnicę, średnicę korony, relację długości strzały do długości korony, jakość odnowienia podrostu, żywotność osobników będących w fazie tyczkowi-ny i starszych, liczbę pędów odrosłowych jarzębiny, stan zdrowotny poszczególnych osobników.

Wysokość drzew osiagających powyżej 5 m mierzona była wysokościomierzem firmy Vertex z dokładnością do 0,5 m. Pozostałe drzewa ($h < 5$ m) mierzono za pomocą 5-metrowej tyczki z dokładnością do 0,1 m. Pierśnicę mierzono średnicomierzem na wysokości 1,3 m, w dwóch kierunkach, z dokładnością do 0,1 cm. Średnicę korony mierzono w jej najszerszym miejscu 5-metrową tyczką, z dokładnością do 0,1 m. Relacja długości strzały do długości korony (L/H) określana była w skali 0–1, gdzie 0 oznacza brak korony, 1 – koronę sięgającą do nasady pnia drzewa. Żywotność podrostu i młodszych klas wieku określano w skali 1–3, gdzie 1 oznaczało słabą żywotność, 2 – normalną, 3 – najlepszą. Ży-

wotność osobników będących w fazie tyczkowi-ny i starszych określano w pięciostopniowej skali Knapp'a (Dzwonko 2007), gdzie poszczególne stopnie skali oznaczają:

1. drzewa wyjątkowo bujne;
2. drzewa wyraźnie bardziej żywotne niż normalnie;
3. drzewa o normalnej żywotności;
4. drzewa słabo wegetujące, wyraźnie mniej żywotne niż normalnie;
5. drzewa bardzo słabo wegetujące.

Liczba pędów odrosłowych została określona tylko dla jarzębiny. Uwagi do stanu zdrowotnego drzew odnoszą się do niektórych drzew i dotyczą ewentualnego wyrastania kilku osobników z jednego pnia oraz określenia rodzaju złomu (złamanego drzewa) powstałego na skutek działania czynników abiotycznych. Podzielone one zostały na trzy kategorie, w zależności od wysokości złamania:

1. złom wysoki (górną część korony),
2. złom średni (środkową część korony),
3. złom niski (dolną część korony i poniżej).

Dla każdego z 12 poletek określono również współczynnik HSI (Habitat Suitability Index) (Storch 2002) na podstawie oceny kilku elementów biotopu głuszcza:

1. topografii (w tym: wysokości nad poziomem morza, orografii, nachylenia stoku),
2. cech drzewostanu (w tym: klasy wieku, zwarcia, obecności luk, udziału gatunku głównego, obecności jodły lub sosny),
3. cech podrostu/podszytu (w tym: składu gatunkowego, rozmieszczenia, wysokości, pokrycia powierzchni, ilości warstw budujących podrost/podszyt),
4. roślinności runa leśnego (w tym: wysokości, całkowitego pokrycia dna lasu, pokrycia przez borówkę czarną (*Vaccinium myrtillus* L.), pokrycia przez rośliny zielne),
5. śladów bytowania głuszcza.

Podczas prac kameralnych, w oparciu o dane z roku 2013 dokonano porównania między sobą skutków eksperymentalnych metod regeneracji drzewostanu, tj. reprezentowanych na 4 poletkach każdy z wariantów '0', '1', '2', w zakresie:

- a) zagęszczenia drzew [szt./ha],
- b) liczby drzew [szt.],
- c) składu gatunkowego,
- d) struktury rozkładu pierśnic dla wariantu i dla poszczególnych gatunków z rozdzieleniem

na fazy rozwojowe drzewostanu wg Jaworskiego (2004), obejmujące: podrost (zakres pierśnic 0–2 cm); tyczkowina (zakres pierśnic 2–6 cm); żerdziowina (zakres pierśnic 7–16 cm); drągowina (zakres pierśnic 17–20 cm); drzewostan cienki (zakres pierśnic 21–35 cm); drzewostan gruby (zakres pierśnic 36–50 cm),

- e) żywotności w poszczególnych wariantach oraz poszczególnych gatunków dla drzew będących w fazie tyczkowiny i starszych (powyżej 4 m wys.) oraz dla odnowienia w fazie podrostu (do 4 m wys.),
- f) ilość drzew uszkodzonych – złomów,
- g) relacji L/H dla poszczególnych gatunków,
- h) współczynnika smukłości wyrażonego stosunkiem H/D dla świerków powyżej 4 m wys.

Dokonano również porównania ze sobą danych z lat 1990 i 2013, aby określić zmiany, jakie zaszły w tym okresie w trzech wariantach regeneracji i w każdym z 12 poletek badawczych, dotyczące zagęszczenia drzew i składów gatunkowych oraz struktury rozkładu pierśnic na poletkach M-I-2, M-I-7 i M-I-10.

Ostatnią fazą prac kameralnych było określenie indeksu HSI (Habitat Suitability Index). Dla 12 poletek badawczych na podstawie oryginalnych arkuszy HSI PTOPI wyznaczono wskaźnik zimowego, letniego oraz rocznego biotopu głuszcza, w podziale na pięć klas (Tab. 1).

WYNIKI I DISKUSJA

Oceniając zagęszczenie drzew w roku 2013, najmniejsze stwierdzono w wariantach '0' reprezentującym proces regeneracji boru górnoreglowego w drodze sukcesji naturalnej (2063 szt./ha). Największe zagęszczenie zanotowano w wariantach '1' (3294 szt./ha), a w wariantach '2' było już mniejsze (2481 szt./ha), co korespondowało wyraźnie z wykonanymi

w roku 1991 nasadzeniami (Tab. 2). Analizując różnice między średnim zagęszczeniem na poletkach badawczych, wynik jest podobny; wariant '0' wypadł najslabiej – o 16 szt./ha mniej (83 szt./ha) względem wariantu '2' (99 szt./ha; różnica 19%). Największą wartość tego parametru stwierdza się w wariantach '1' (132 szt./ha; różnica 59% względem wariantu '0') (Tab. 2). Nasadzenia z 1991 na poletkach wariantu '2', w zagęszczeniu 25 szt./0,04 ha, nie zwiększyły znacząco zagęszczenia drzew w tym sposobie regeneracji boru w końcowej fazie badań, w roku 2013.

Najbardziej różnorodnie pod względem ilości domieszek i ich udziału są warianty '0' i '2'. Wprowadzone nasadzenia na powierzchniach wariantu '1' spowodowały zubożenie gatunkowe, a wśród gatunków głównych przeważający jest udział świerka nad jarzębiną. Odwrotną sytuację zaobserwowano w wariantach '0' oraz '2'.

Struktura rozkładu pierśnic wariantu '0' nawiązuje najbardziej do naturalnej postaci różnowiekowego (kilkugeneracyjnego) boru świerkowego o budowie wielopiętrowej, grupowo-kępowej. Na wszystkich poletkach badawczych w tym wariantach dominują naturalnie utworzone biogrupy świerków lub jarzębiny złożone z osobników w różnym wieku i różnej wysokości. Struktura rozkładu pierśnic na poletkach wariantu '1' odpowiada strukturze rozkładu typowej dla fazy żerdziowiny, co jest skutkiem wprowadzenia 23 lata temu gęstych nasadzeń świerkowych (100 szt./0,04 ha). Drzewostan ma przy tym budowę dwupiętrową, z drugim, gniazdowo rozmieszczonym młodszym piętrem naturalnym, tworzonym przez podrosty świerka i jarzębiny. Struktura rozkładu pierśnic w wariantach '2' jest podobna do tej, charakteryzującej wariant '0' z tą różnicą, że w tym pierwszym przypadku większy udział ma faza żerdziowiny (skutek nasadzeń), a w wariantach '0' – faza podrostu (Ryc. 1.). Kolejną różnicą jest również fakt, iż w drodze suk-

Tabela 1. Wartość współczynnika HSI w ocenie biotopu głuszcza (Storch 2002).

Table 1. Estimation of capercaillie biotop based on HSI index value (according to Storch 2002).

Klasa HSI / Class of HSI	Wartość wskaźnika HSI / The value of HSI	Ocena biotopu głuszcza / Capercaillie habitat rating
1	>0,8–1,0	biotop bardzo dobry / biotope very good
2	>0,6–0,8	biotop dobry / good habitat
3	>0,4–0,6	biotop dostateczny / sufficient habitat
4	>0,2–0,4	biotop słaby / biotope weak
5	0–0,2	biotop niedostateczny / insufficient habitat

Tabela 2. Liczba drzew w roku 2013 na poszczególnych poletkach badawczych odpowiadających trzem sposobom regeneracji górno-regulowego boru świerkowego: '0' – wariant naturalny, '1' – wariant sztucznego odtworzenia drzewostanu (zagęszczenie 2500 szt./ha), '2' – wariant pośredni poprzez wsparcie sukcesji naturalnej niewielkim dosadzeniem (zagęszczenie 625 szt./ha).

Table 2. The number of trees in 2013 on individual research subplots corresponding to the three ways of subalpine spruce forest regeneration: '0' – variant of natural succession; not planted stand, '1' – variant of planted stand (density 2500 ind./ha), '2' – variant of natural succession supported by planting (density 625 ind./ha).

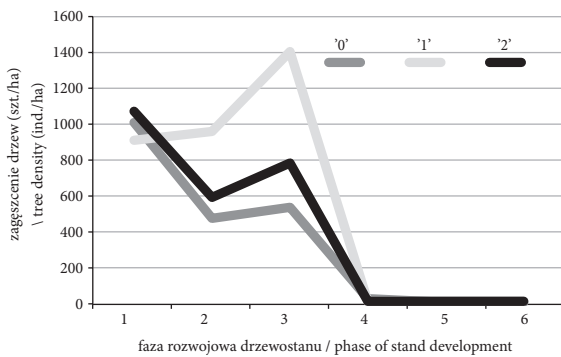
'0'							
Poletko badawcze (0,04 ha) / Research subplot (0.04 ha)	M-I-1	M-I-5	M-I-6	M-I-10	Średnia / Mean	Zagęszczenie drzew w wariancie (szt./0,16 ha) / The density of trees in the variant (ind. / 0.16 ha)	Zagęszczenie drzew w wariancie (szt./ha) / The density of trees in the variant (ind./ha)
Liczba drzew / The number of trees	113	84	48	85	83	330	2063
'1'							
Poletko badawcze (0,04 ha) / Research subplot (0.04 ha)	M-I-2	M-I-4	M-I-8	M-I-11	Średnia / Mean	Zagęszczenie drzew w wariancie (szt./0,16 ha) / The density of trees in the variant (ind. / 0.16 ha)	Zagęszczenie drzew w wariancie (szt./ha) / The density of trees in the variant (ind./ha)
Liczba drzew / The number of trees	137	114	135	141	132	527	3294
'2'							
Poletko badawcze (0,04 ha) / Research subplot (0.04 ha)	M-I-3	M-I-7	M-I-9	M-I-12	Średnia / Mean	Zagęszczenie drzew w wariancie (szt./0,16 ha) / The density of trees in the variant (ind. / 0.16 ha)	Zagęszczenie drzew w wariancie (szt./ha) / The density of trees in the variant (ind./ha)
Liczba drzew / The number of trees	90	82	111	114	99	397	2481

cesji naturalnej (wariant '0') biogrupy drzew powstały naturalnie, podczas gdy w wariancie '2' zostały utworzone sztucznie. Aby osiągnąć taki rezultat, nie wykonywano nasadzeń w określonej więźbie, lecz np.: wokół pniaków lub martwych drzew. Po latach doszło do zwarcia rosnących obok siebie osobników w formie funkcjonalnych biogrup. Na taki sposób naturalizowania borów świerkowych zwracał uwagę Myczkowski (1964) i Małek i in. (2010).

Analizując żywotność poszczególnych gatunków w fazie tyczkowiny i starszych należy zastanowić się, czy mają sens porównania jakości gatunków głównych i domieszkowych między sobą. Oczywistym jest, że domieszki, które stanowią bardzo mały procent ogólnej liczby osobników, będą miały znikomy wpływ na żywotność ogólną. Są to drzewa, których jakość osiąga przeciętne wartości. Drzewa będące w fazie tyczkowiny i starsze rosnące w wariancie '0' cechowały się najlepszą żywotnością. Spośród wszystkich wariantów regeneracji drzewostanu rośnie tam najwięcej drzew będących w I lub II klasie żywotności, a także najmniej drzew w klasach najniższych – IV i V. Najgorszą żywotność stwierdzono w wariancie '1', co może wynikać zarówno z jakości materiału sadzeniowego, jego cech genetycznych oraz ze stopnia zwarcia,

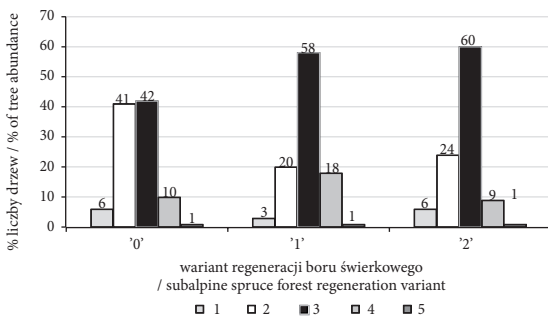
które ograniczało niektórym osobnikom dostęp do światła i hamowało ich wzrost. Oceniając żywotność gatunku głównego – świerka – stwierdzono, iż drzewa rosnące na poletkach wariantu '0' odznaczają się najlepszą jakością spośród wszystkich analizowanych sposobów regeneracji. W wariancie '1' żywotność jarzębiny przewyższa świerka, pomimo dużo wyższej ilości osobników tego gatunku. W wariancie '2' podobnie jak w przypadku wariantu '1' najlepszą żywotność spośród wszystkich gatunków tego wariantu osiągnęła jarzębina. Świerki, które nie pochodzą z nasadzenia, tylko z obsiewu naturalnego, są lepszej żywotności i lepiej roją na przyszłość (Ryc. 2.).

Badając żywotność wszystkich osobników fazy podrostu okazało się, iż osiągają one najwyższe wskaźniki także w procesie sukcesji naturalnej (wariant '0'); największy procentowy udział osobników zakwalifikowanych do klasy pierwszej oraz najmniejszy przynależny do klasy trzeciej). W wariantach '1' oraz '2' jakość tego odnowienia nie jest tak dobra, jak w przypadku wariantu '0' (Ryc. 3.), co może wynikać z faktu, iż zacienione odnowienie naturalne rozwijające się pod zbyt zwartym okapem sztucznego świerkowego drzewostanu jest słabe i nie rozwija się prawidłowo. Młodym drzewkom



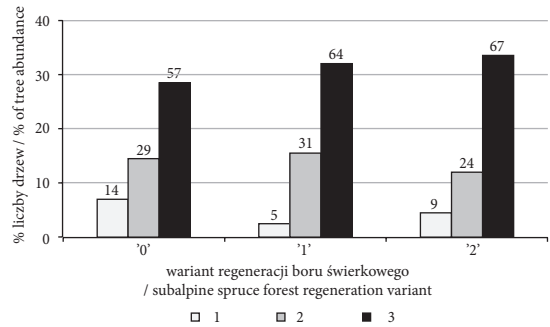
Ryc. 1. Zagęszczenie drzew w kolejnych fazach rozwojowych drzewostanu w analizowanych wariantach regeneracji górnoreglowego boru świerkowego. Fazy rozwojowe drzewostanu: 1 – podrost (pierśnica 0–2 cm); 2 – tyczkownia (pierśnica 2–6 cm); 3 – żerdziownia (pierśnica 7–16 cm); 4 – drągownia (pierśnica 17–20 cm); 5 – drzewostan cienki (pierśnica 21–35 cm); 6 – drzewostan gruby (pierśnica 36–50 cm); objaśnienia dla '0', '1' i '2' jak w Tabeli 2.

Fig. 1. The density of trees in the successive stand development stages in the analyzed subalpine spruce forest regeneration variants. The stand development stages: 1 – undergrowth (breast diam. 0–2 cm); 2 – forest of breast diam. 2–6 cm; 3 – forest of breast diam. 7–16 cm; 4 – forest of breast diam. 17–20 cm; 5 – thin stand (breast diam. 21–35 cm); 6 – mature stand (breast diam. 36–50 cm); explanations for '0', '1' and '2' as for the Table 2.



Ryc. 2. Udział procentowy liczby drzew w fazie tyczkowni i starszych w podziale na klasy żywotności w analizowanych wariantach regeneracji górnoreglowego boru świerkowego. Klasy żywotności: 1 – drzewa wyjątkowo bujne; 2 – drzewa wyraźnie bardziej żywotne niż normalnie; 3 – drzewa o normalnej żywotności; 4 – drzewa słabo wegetujące, wyraźnie mniej żywotne niż normalnie; 5 – drzewa bardzo słabo wegetujące; objaśnienia dla '0', '1' i '2' jak w Tabeli 2.

Fig. 2. The percentage of tree abundance in older development stages of the young stand (more than c. 25 years old) in relation to their vitality classes and analyzed variants of subalpine spruce forest regeneration. Vitality classes: 1 – very lush trees; 2 – trees clearly more vital than normally; 3 – trees of normal vitality; 4 – trees of much less vitality than normally; 5 – trees of very poor vitality; explanations for '0', '1' and '2' as for the Table 2.



Ryc. 3. Procentowe zagęszczenie drzew w fazie podrostu w podziale na klasy żywotności w analizowanych wariantach regeneracji górnoreglowego boru świerkowego. Klasy żywotności: 1 – słaba żywotność, 2 – normalna żywotność, 3 – najlepsza żywotność; objaśnienia dla '0', '1' i '2' jak w Tabeli 2.

Fig. 3. The percentage tree density in the undergrowth phase of stand development in relation to their vitality classes and analyzed variants of subalpine spruce forest regeneration. Vitality classes: 1 – poor vitality, 2 – normal vitality, 3 – the best vitality; explanations for '0', '1' and '2' as for the Table 2.

trudno jest się przebić do warstw wyższych drzewostanu zajmowanych już przez starsze osobniki. W wariantcie '0' cieniznośny w młodych latach świerk znajduje idealne warunki do rozwoju pod okapem dojrzałych już, ale nie tak bardzo zwartych świerków i jarzębin. Biorąc pod uwagę prezentowane wyniki widać wyraźnie, że stosowany sposób regeneracji boru górnoreglowego wpływa jednoznacznie na żywotność i przyszłość budujących go gatunków i całego zbiorowiska. Idealne warunki do rozwoju dla młodego pokolenia świerkowego stwarza drugie piętro jarzębinowo-świerkowe.

Liczba złomów w wariantcie '0' stanowiła jedynie 4% wszystkich drzew rosnących na poletkach reprezentujących naturalny sposób regeneracji, w wariantcie '2' udział złomów wyniósł 7%, natomiast w wariantcie '1' stanowił aż 17%, czyli prawie 1/5 drzewostanu odnowionego przede wszystkim sztucznie. Przyczyną tak znacznej liczby uszkodzonych drzew w wariantcie '1' jest wysoki stopień zwarcia drzewostanu, w którym dominuje świerk; uszkodzenia drzew tego gatunku stanowiły ponad 90% wszystkich przypadków złomów (Ryc. 4.). Świerk cechuje się dużą podatnością na wszelkiego rodzaju uszkodzenia od wiatru, okiści, szadzi, itp. Mała ilość uszkodzeń jarzębiny potwierdza tezę o znacznej odporności tego gatunku na działania czynników abiotycznych (Jaworski 1994).

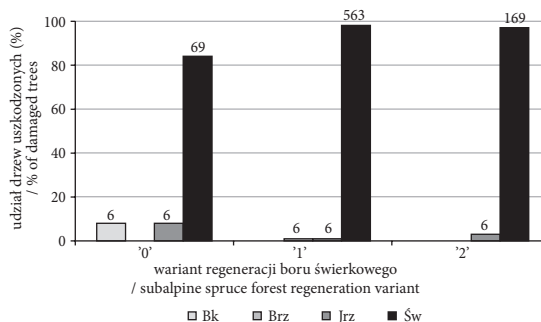
Struktura relacji L/H u świerka w wariantcie '0' wskazuje, iż nie rośnie on w zwartym drzewostanie, w którym dolne gałęzie zostałyby ocienione

przez sąsiadujące z nim osobniki i w konsekwencji obumarły, stąd 87% osobników tego gatunku osiąga wartości L/H na poziomie 0,9 lub 1,0. Jarzębina jako drzewo liściaste cechuje inna budowa – rzadko formuje długie korony. W przypadku wariantu '1' u świerka widać wpływ nadmiernego zwarcia drzewostanu; wiele drzew ma skrócone korony (39% osobników o wartościach L/H <0,9). W wariantach '2' zaznacza się podobieństwo do regeneracji opartej na sukcesji naturalnej, jednak wskaźnik L/H <0,9% dotyczył i tutaj aż 27% wszystkich drzew. Nie ulega wątpliwości, że świerki z pełniejszymi, dłuższymi koronami są drzewami stabilniejszymi, bardziej żywotnymi od pozostałych.

Współczynnik wyrażony stosunkiem H/D (wysokość/pierśnica) informuje o kształcie pnia, ale przede wszystkim jest ważnym wskaźnikiem stabilności, wyrażającym odporność drzew na okiść i wiatr. U drzew rosnących w gęstych drzewostanach wartość H/D jest większa, ponieważ przyrost grubości jest relatywnie mniejszy od przyrostu wysokości. Mniejszą wartość wskaźnika osiągają drzewa wolnostojące i okrajkowe ze względu na zmniejszony przyrost wysokości na rzecz przyrostu grubości. Znajomość współczynnika smukłości pozwala na kształtowanie odpowiednio stabilnej struktury drzewostanu, m.in.: poprzez zabiegi hodowlane polegające głównie na powiększeniu przestrzeni wzrostu drzew. Im jest ona większa, tym smukłość strzały osiąga mniejsze wartości. W przypadku świerka jest to istotny fakt pozwalający na kształtowanie przyszłościowo odpornych na wiatr, śnieg i okiść drzewostanów górnoeregłowych (Jaworski 2004) w obszarze ochrony czynnej i w lasach gospodarczych. W badaniach przyjęto za Jaworskim (2004) następującą skalę wartości:

1. H/D >100 – drzewa bardzo niestabilne;
2. H/D 80–100 – drzewa niestabilne;
3. H/D <80 – drzewa stabilne;
4. H/D <45 – drzewa rosnące pojedynczo (w odosobnieniu).

Analiza współczynnika smukłości świerków dla trzech sposobów regeneracji borów górnoeregłowych wskazuje, iż sukcesja naturalna (wariant '0') ma największe możliwości zniwelowania w przyszłości negatywnego oddziaływania czynników abiotycznych, takich jak wiatr i śnieg (Ryc. 5.). W przypadku drzewostanów odnawianych sztucznie decydujące znaczenie o odporności na działanie tych czynników może mieć jakość i pochodzenie sa-



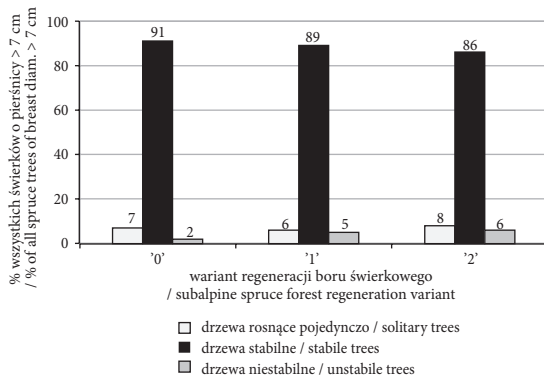
Ryc. 4. Udział procentowy uszkodzonych drzew poszczególnych gatunków lasotwórczych w analizowanych wariantach regeneracji boru górnoeregłowego w stosunku do ogólnej liczby drzew; *nad słupkami podane odpowiadające wartościom procentowym wartości liczbowe (szt./ha). Gatunki drzew: Bk – buk, Brz – brzoza, Jrz – jarząb, Św – świerk; objaśnienia dla '0', '1' i '2' jak w Tabeli 2.

Fig. 4. The percentage of damaged trees of each forest-forming species in the analyzed variants of subalpine spruce forest regeneration; * above the bars numbers of individuals per hectare are given. Tree species: Bk – beech, Brz – birch, Jrz – rowan, Św – Norway spruce; explanations for '0', '1' and '2' as for the Table 2.

dzonek oraz więźba nasadzeń. Nadmierne zwarcie uprawy nie pozwala na rozwinięcie się u wszystkich osobników długich, wykształconych koron. Pokazuje to dobitnie wartość współczynnika smukłości dla wariantu '1', gdzie sadzenie wykonano w więźbie 2x2 m. W wariantach '2' nasadzenia nie miały określonej więźby; wprowadzane wokół pniaków lub obumarłych drzew stojących, utworzyły z czasem zaczątki zagęszczonych rot. Innym czynnikiem, który mógł mieć wpływ na taki wynik była również słaba jakość sadzonek. Duża ilość drzew stabilnych w wariantach '0' wynika najprawdopodobniej z właściwego przebiegu procesu sukcesji naturalnej oraz dobrej jakości naturalnego odnowienia.

Porównanie zagęszczenia drzew w latach 1990 i 2013 wskazuje, iż największy wzrost liczby drzew nastąpił na poletkach regenerujących całkowicie w sposób naturalny (wariant '0'). Mimo prowadzonych w wariantach '1' licznych nasadzeń, liczba rosnących tam drzew uległa po 23 latach redukcji (Tab. 3).

Porównania zachodzących zmian w ciągu 23 lat pokazują, że sztuczne nasadzenia znacznie ingerują w procesy odnowieniowe górnoeregłowego boru świerkowego. Powstałe w krótkim czasie zbyt duże zwarcie uprawy w przypadku wariantu '1' nie pozwoliło na rozwinięcie się odnowienia naturalnego dobrej jakości, a doprowadziło do największej procentowej redukcji liczby drzew. W wariantach '2' mniejsza ilość nasadzeń spowodowała mniejsze zwarcie upra-



Ryc. 5. Współczynnik smukłości w badanych wariantach regeneracji boru górnoregłowego. Drzewa rosące o odosobnieniu (wskaźnik H/D<45); drzewa stabilne (wskaźnik H/D<80); drzewa niestabilne (wskaźnik H/D 80–100); objaśnienia dla '0', '1' i '2' jak w Tabeli 2.

Fig. 5. Slenderness factor in studied subalpine spruce forest regeneration variants. Solitary trees (index H/D<45); stabile trees (index H/D<80); unstable trees (index H/D 80–100); explanations for '0', '1' and '2' as for the Table 2.

wy, a tym samym mniejszą konkurencję międzysobniczą niż w wariantach '1', co bezpośrednio wpłynęło na pojawienie się tam odnowienia naturalnego.

W okresie 23 lat, w wariantach '0' i '2' przede wszystkim główne gatunki lasotwórcze zwiększyły swoją liczebność, przy czym ilość jarzębiny na poletkach bazujących tylko na sukcesji naturalnej wzrosła o ok. 70%. Taki progres jarzębiny może wynikać z roli, jaką pełni ten gatunek w regeneracji borów górnoregłowych, tworząc formę zastępczą dla zbiorowiska i jednocześnie będąc gatunkiem przedplonowym dla świerka (Jaworski 1994).

W każdym z trzech wariantów występowało kilka powtarzających się zależności. Gatunki pionierskie, tj.: topola osika (*Populus tremula*), brzoza brodawkowata (*Betula pendula*) i wierzba iwa (*Salix caprea*), które pojawiły się zaraz po rozpadzie drzewostanu boru górnoregłowego, w ciągu 23 lat zmniejszyły swój

udział (nawet do 0%) na rzecz gatunków charakterystycznych dla zbiorowiska; buk oraz jodła jako stałe domieszki boru w Gorcach zwiększyły nieznacznie swój udział, a gatunki główne – świerk oraz jarzębina – notowały największe wzrosty liczbowe. W wariantach '0' oraz '2' udział jarzębiny przeważał nad świerkiem, a w wariantach '1' te relacje były odwrotne, pomimo, że odnotowano tu w tym okresie redukcję liczebności świerka, na co wpływ mogło mieć zbyt duże zwarcie założonych w 1991 roku upraw.

Indeks HSI określony dla okresu letniego przybiera najwyższe wartości na poletkach reprezentujących reprezentujących sukcesję naturalną i umiarkowanie „sztuczną” ingerencją (odpowiednio warianty '0' oraz '2') i kwalifikuje te biotopy jako dobre dla rozwoju populacji głuszca. Mimo, że różnice punktowe indeksu między wariantem '1', a pozostałymi nie są duże, to kryterium oceny kwalifikuje go już do klasy biotopu dostatecznego dla występowania tego ptaka. HSI_{lat} dla wariantu '0' osiągnęło dobre wyniki, ze względu na bardzo dobrą wartość wskaźników nachylenia, procentu pokrycia powierzchni przez borówkę, wieku i zwarcia drzewostanu oraz obecności w nim luk. Wartość dobrą osiągnął wskaźnik pokrycia przez podrost i podszyt - SI_{podr}, najgorszą – SI_{roślinności}. O obniżeniu wartości HSI_{lat} dla wariantu '2' zadecydowały przede wszystkim wskaźniki SI_{sukcesji} oraz SI_{roślinności}. Ten pierwszy osiągnął niską ocenę ze względu na młody, zwarty drzewostan w II klasie wieku. Zbyt wysoka roślinność, podobnie jak w przypadku wariantu '0', spowodowała znaczne obniżenie SI_{roślinności}. Ocena dostateczna HSI_{lat} dla wariantu '1' wynika z niskiej wartości wskaźnika wieku i zwarcia drzewostanu oraz z braku luk. Lepiej niż w poprzednich wariantach regeneracji boru wypadł z kolei wskaźnik roślinności, której rozwój hamował naturalnie młody i zwarty drzewostan.

Tabela 3. Zmiany zagęszczenia drzew w analizowanych wariantach regeneracji boru górnoregłowego w roku 1990 i 2013 (szt./0,16 ha). * sztuczne nasadzenia wykonane w roku 1991.

Table 3. Changes in the tree density for the analyzed variants of subalpine spruce forest regeneration in 1990 and 2013 (ind./0.16 ha). * planting made in 1991.

Wariant / Variant	'0'		'1'		'2'	
	N/0,16 ha	N/ha	N/0,16 ha	N/ha	N/0,16 ha	N/ha
Liczba drzew w 1990 r. / Number of trees in 1990	128	800	134 + 400*	3338	184 + 100*	1775
Liczba drzew w 2013 r. / Number of trees in 2013	330	2063	527	3294	397	2481
Różnica / Difference	202	1263	-7	-44	113	706

Zimowy indeks HSI osiągnął najlepszą wartość dla wariantu '0', choć jedynie dostateczną. Tak niski wynik jest rezultatem przede wszystkim niskiej wartości wskaźnika zwarcia dla okresu zimowego, który wynosi tylko 0,5. Różnice między wartością wskaźników zwarcia zimowego i letniego wynikają z tego, iż obliczany jest on za pomocą innych algorytmów. Na gorszy o jedną klasę index HSIzima oceniono sposób regeneracji boru z umiarkowanie zagęszczonymi nasadzeniami (wariant '2'). Najślabiej wypada ponownie wariant '1' oszacowany jako biotop niedostateczny (klasa 5), co oznacza, że nie sprzyja on bytowaniu głąszców w zimie (Tab. 4). Zdecydowały o tym niskie wskaźniki wieku oraz zwarcia zimowego (0,4).

Podsumowując, należy stwierdzić, iż żaden z analizowanych sposobów regeneracji nie osiąga dobrych lub bardzo dobrych wartości przydatności środowiska dla głąszca przez cały rok. Najlepszymi parametrami jakości HSIrok cechują się te postacie

boru górnoregłowego, które reprezentują warianty '0' oraz '2', choć zaledwie mieszczą się one w klasie biotopów dostatecznych. Poletka badawcze wariantu '1' oceniono jako biotop słaby, niesprzyjający rozwojowi populacji tego zagrożonego gatunku ptaka (Tab. 4).

Każde poletko badawcze, w każdym z wariantów regeneracji boru osiąga najwyższą wartość wskaźnika pokrycia powierzchni przez borówkę czarną. Wysoko plasują się również oceny dla podrostu i podszycia. Na stałym, również wysokim poziomie osiągającym wartości 0,8–1 szacuje się też wskaźnik składu gatunkowego drzewostanu; na wszystkich powierzchniach dominujący jest świerk. Wartość 1 dla tego wskaźnika otrzymały poletka, na których znalazła się jodła. Wysoko plasuje się także współczynnik ekspozycji i nachylenia stoku; teren o nachyleniu ok. 20° stanowi optymalny biotop dla głąszca. Najczęściej obniżającymi wartości indeksu HSI są zbyt duże zwarcie

Tabela 4. Ocena jakości biotopu głąszca dla analizowanych wariantów regeneracji górnoregłowego boru świerkowego *Plagiothecio-Piceetum* metodą HSI; objaśnienia dla '0', '1' i '2' jak w Tabeli 2.

Table 4. Grouse habitat quality rating for the analyzed variants of subalpine spruce forest regeneration by using of HSI index; explanations for '0', '1' and '2' as for the Table 2.

Numer powierzchni podstawowej / No. of basal plot	HSI lato / HSI index summer	Klasa lato / Class for summer	HSI zima / HSI index winter	Klasa zima / Class for winter	HSI rok / HSI index year	Klasa rok / Class for year
'0'						
M-I-1	0,70	2	0,72	2	0,71	2
M-I-5	0,65	2	0,00	5	0,00	5
M-I-6	0,60	2	0,36	4	0,46	3
M-I-10	0,60	2	0,72	2	0,66	2
Średnia dla wariantu '0' / Mean value for variant '0'	0,64	2	0,45	3	0,46	3
'1'						
M-I-2	0,74	2	0,14	5	0,33	4
M-I-4	0,74	2	0,14	5	0,33	4
M-I-8	0,59	3	0,13	5	0,28	4
M-I-11	0,51	3	0,13	5	0,26	4
Średnia dla wariantu '1' / Mean value for variant '1'	0,65	3	0,14	5	0,30	4
'2'						
M-I-3	0,70	2	0,36	4	0,50	3
M-I-7	0,60	2	0,40	3	0,49	3
M-I-9	0,70	2	0,40	3	0,53	3
M-I-12	0,56	3	0,32	4	0,42	3
Średnia dla wariantu '2' / Mean value for variant '2'	0,64	2	0,37	4	0,49	3

i wysokość roślinności (borówki) oraz zbyt młody drzewostan (II klasa wieku).

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Najlepsze wyniki regeneracji drzewostanu górnoreglowej świerczyny w Gorcach osiąga metoda sukcesji naturalnej (wariant '0').
2. Wprowadzenie sztucznych nasadzeń, które mają wspomagać naturalną regenerację świerczyny górnoreglowej, nie zawsze jest korzystne. Nasadzenia w ilości 2500 szt./ha (wariant '1') nie gwarantują stabilnych, zdrowych, przyszłościowych górnoreglowych świerczyn. Są zbyt gęste, powodując wiele nieprawidłowości w kształtowaniu się struktury przestrzennej i wiekowej przyszłego drzewostanu oraz obniżają jakość lub zupełnie hamują rozwój odnowienia naturalnego. Wyrosłe w ten sposób drzewa mają nieprawidłowo wykształcone korony i są znacząco uszkodzane od czynników abiotycznych; drzewostan wcześniej osiąga jednopiętrową budowę.
3. Nasadzenia w mniejszym zagęszczeniu, w ilości 625 szt./ha (wariant '2') nie wywołują tak niekorzystnych zmian w strukturze przestrzennej i budowie przyszłego boru świerkowego, jak w przypadku wariantu '1'. Ten sposób regeneracji osiąga wskaźniki zbliżone do modelu naturalnego. Występuje tu więcej gatunków domieszkowych niż w świerczynie odnowionej sztucznie (wariant '1'), a jarzębina tworzy jedną z form regeneracyjnych boru górnoreglowego. Mniejsze zwarcie nasadzeń pozwala na rozwinięcie się odnowienia naturalnego lepszej jakości, korony drzew są dłuższe i stabilniejsze.
4. Rola jarzębin w odbudowie borów górnoreglowych jest bardzo istotna. Gatunek ten pełni rolę osłonową dla cieniznośnego świerka tworząc naturalne, przedplonowe zarośla jarzębinowe, będące pierwszą, regeneracyjną formą górnoreglowej świerczyny (wariant '0'). Jarzębina dominuje w fazach podrostu, tyczkowiny i żerdziowiny, później obumiera, przegrywając konkurencję z dynamicznie rosnącym świerkiem.
5. Wyniki prezentowanych badań potwierdzają tezę Locha (1992), iż w warunkach parku narodowego powinno realizować się naturalny kierunek hodowli lasu. Proces sukcesji naturalnej zapewnia rozwój drzewostanu, który cechuje się dobrą zdrowotnością, długimi i dobrze wykształconymi koronami oraz dobrą jakością podrostu.
6. Analiza sposobów regeneracji boru z wykorzystaniem sztucznych nasadzeń pokazała i potwierdziła, iż w tego typu działaniach hodowlanych materiał sadzeniowy powinien charakteryzować się odpornością na przemarzanie i konkurencję ze strony wysokich chwastów (patrz także Loch 1992). Sprostać tym wymaganiom mogą tylko mocne, zdrowe, szkółkowane i zahartowane, wieloletnie sadzonki wyhodowane z nasion miejscowego pochodzenia (Jewuła 1990 – za Lochem 1992). Sadzenie powinno być przeprowadzane etapami, zgodnie z przebiegiem procesów sukcesyjnych, rozpoczynając od miejsc wywyższonych przy pniakach lub przy kępach istniejącego samosiewu (Stanowski 1984 – za Lochem 1992). Sadzonki powinny się wprowadzać w luźnej więźbie, aby umożliwić wykształcenie zbieżystych strzał z długą, dobrze rozbudowaną koroną. Biorąc pod uwagę powyższe zalecenia, nasadzenia przeprowadzone w 1991 w masywie Mostownicy uważać należy za nieprawidłowe. Wykonano je używając sadzonek pochodzących z terenu Tatrzańskiego Parku Narodowego, niezbyt dobrej jakości, często pożółkłych. W rezultacie, być może właśnie dlatego jakość odnowienia sztucznego jest dużo słabsza niż naturalnego. Sadzenie w miejscach wywyższonych przy pniakach lub przy kępach istniejącego samosiewu wspomogło jednak naturalny przebieg sukcesji w tworzeniu biogrup co ilustruje sposób regeneracji przedstawiony w wariantie '2'.
7. Badania z wykorzystaniem indeksu HSI przeprowadzone w paśmie Mostownicy dowodzą, iż żaden z trzech sposobów regeneracji drzewostanu boru świerkowego nie zapewnia dobrego lub bardzo dobrego biotopu dla całorocznego występowania głuszca. Każdy z analizowanych wariantów regeneracji był pod względem niektórych cząstkowych wskaźników dla tego gatunku nieodpowiedni, co powodowało znaczne obniżenie wartości ogólnego indeksu przydatności środowiska. Zaznaczyć przy tym należy, iż ocena na podstawie indeksu HSI, ma w przypadku tych badań charakter prognostyczny – drzewostan porastający dany obszar znajduje się dopiero w fazie wzrostu. Najstarsze drzewa osiągnęły drugą klasę wieku (ok. 25 lat), co

metodycznie znacznie obniża wartość poszczególnych wskaźników. Wariant '1' zapewnia najgorsze z możliwych warunki środowiskowe dla głuszca. Najlepszym dla niego okazał się wariant '2' oraz '0'; oprócz wskaźnika sukcesji, reszta wartości osiągnęła wysokie bądź najwyższe z możliwych.

8. Dzięki zabiegom hodowlanym można zmieniać biotop głuszca, czyniąc go bardziej dla tego ptaka korzystnym. W sposobie reprezentowanym przez wariant '1' należałoby rozluźnić zwarcie do stanu poniżej 55% pokrycia (zwarcie przerywane lub luźne). Nasadzenia w zagęszczeniu 2500 szt./ha nawet pomimo dużej selekcji naturalnej, dokonanej w ciągu 22 lat w warunkach gorczańskich, prowadzą do powstania zbyt zwartego drzewostanu, niesprzyjającego bytowaniu głuszca (niskie wartości indeksu HSI). Ważne jest również tworzenie odpowiedniej wielkości luk w drzewostanie.
9. Głównym czynnikiem obniżającym wartość indeksu HSI dla głuszca na powierzchniach wariantu '0' oraz '2' jest zbyt wybujała roślinność, głównie borówka czarna, która rozrosła się dzięki małemu zwarciu drzewostanu. Optymalna dla głuszca wysokość runa leśnego to 20–30 cm; zbyt wysokie runo ogranicza również wzrost siewek świerka. Czynnikiem niekorzystnym dla tego gatunku jest także zbyt duże (powyżej 25%) pokrycie powierzchni przez podszyt i podrost. Najlepiej ocenionym wskaźnikiem we wszystkich wariantach jest z kolei wysokie pokrycie płatów regenerujących się górnoreglowych borów świerkowych przez borówkę. Nawet na powierzchniach wariantu '1', odpowiadającego sztucznej metodzie odtworzenia zbiorowiska, mimo dużego zwarcia, osiąga wartość maksymalną. Bardzo dobrą ocenę tego wskaźnika osiągają już jednak płaty z 40% pokryciem gruntu przez te roślinę.

PODZIĘKOWANIA

Podziękowania dla pracowników Gorczańskiego Parku Narodowego: dla dr inż. Jana Locha – za okazaną pomoc podczas realizacji prac terenowych, mgr Zbigniewa Żurka – za pomoc w kwestiach merytorycznych, dr hab. inż. Pawła Czarnoty – za pomoc przy powstawaniu artykułu.

PIŚMIENNICTWO

- Bonczar Z. 1998. Kuraki leśne. Ochrona kręgowców lądowych GPN oraz ich nisz ekologicznych. [W:] Plan Ochrony GPN. Operat ochrony fauny. Manuskrypt, Biblioteka Gorczańskiego Parku Narodowego, Poręba Wielka.
- Dzwonko Z. 2007. Przewodnik do badań fitosocjologicznych. Wydawnictwo Sorus & Instytut Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego, Poznań – Kraków.
- Jaworski A. 1994. Charakterystyka hodowlana drzew leśnych. Wydawnictwo Gutenberg, Kraków.
- Jaworski A. 2004. Podstawy przyrostowe i ekologiczne odnawiania oraz pielęgnacji drzewostanów. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa.
- Loch J. 1992. Regeneracja drzewostanu górnoreglowego boru świerkowego *Piceetum tatricum subnormale* zniszczonego przez zasnujną wysokogórską *Cephalcia falleni* Dalm. w Gorczańskim Parku Narodowym. Parki Narodowe i Rezerwaty Przyrody 11,4: 39–50.
- Małek S., Barszcz J., Buława K., Koźuch E., Armanowicz M. 2010. Ocena doświadczalnych upraw świerkowych zakładanych sposobem rot na powierzchniach po rozpadzie drzewostanów w Beskidzie Śląskim. Sylwan 154,6: 388–396.
- Myczkowski S. 1964. Struktura i ekologia zespołu świerka *Picetum tatricum* u górnej granicy zasięgu w Tatrzańskim Parku Narodowym w dolinach Rybiego Potoku, Roztoki, Waksmundzkiej i Pańszczycy. Ochrona Przyrody 28: 83–110.
- Plan Ochrony Gorczańskiego Parku Narodowego. 1998. Elaborat (opisanie ogólne) oraz zbiór operatów. Maszynopisy i materiały kartograficzne. Manuskrypt, Biblioteka Gorczańskiego Parku Narodowego, Poręba Wielka.
- Storch I. 2002. On spatial resolution in habitat models: can small-scale forest structure explain Capercaillie numbers? Conservation. Ecology 6,1: 6. [Online available] URL: <http://www.consecol.org/vol6/iss1/art6>.
- Żurek Z., Armatys P., Adamczyk M. 2012. Ocena jakości biotopu głuszca *Tetrao urogallus* metodą HSI (Habitat Suitability Index) w rezerwacie przyrody „Mogielić” i jego otulinie w Beskidzie Wyspowym. Opracowanie wykonane w ramach prac przygotowawczych do realizacji projektu planu ochrony dla rezerwatu „Mogielić” realizowanego na zlecenie Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska w Krakowie przez firmę DROGMOST LUBELSKI Sp. z o.o w Lublinie. Manuskrypt w archiwum RDOŚ w Krakowie, Kraków.
- Żurek Z., Armatys P. 2013. Występowanie głuszca *Tetrao urogallus* L. w Gorcach; koncepcja ochrony. [W:]

Opracowanie projektu planu ochrony Gorczańskiego Parku Narodowego i planu zadań ochronnych dla obszaru Natura 2000 PLH 120018 Ostoja Gorczańska. Operat fauny. Maszynopis, Biblioteka Gorczańskiego Parku Narodowego, Poręba Wielka.

Żurek Z., Kurzeja M. 1992. Obserwacje gradacji zasnuw wysokościowej *Cephalcia falleni* Dalman (Pamphiliidae, Hymenoptera) w Gorczańskim Parku Narodowym. Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody 11,4: 73–80.

Żurek Z., Armatys P., Tomaszewicz J. 2014. Gorczańskie głuszcze. Łowicz Tarnowski. Kwartalnik Przyrodniczo-Łowiecki: 14,1: 19–22.

SUMMARY

Three ways of the Norway spruce stands regeneration have been compared using monitoring plots established in the area of the Gorce National Park in 1990 in those parts of the subalpine spruce forest *Plagiothecio-Piceetum* where the *Cephalcia alpina* (Klug 1808) (Hymenoptera: Pamphiliidae) outbreak had happened. Variant '0', representing the natural forest succession, achieved the best results. Variant '1' representing the way of a strong artificial support for the stand regeneration by planting in the amount of 2500 ind./ha (400 ind./0.16 ha) does not guarantee a stable, healthy, forward-looking future subalpine spruce forest. In this way of stand regeneration the trees are in a poor quality; they have no, properly developed crowns and have much more stem damages than in other regeneration options. Variant '2' referring to the method of a poor artificial support for the natural forest regeneration by planting in the amount of 625 ind./ha (100 ind./0.16 ha) showed similar results as in the case of variant '0'.

For estimation of capercaillie habitat conditions HSI indexes related to its summer, winter and annual biotopes has been calculated according to Storch (2012) and Żurek et al. (2012) (Table 1).

Assessing the tree density in 2013, the lowest value was found in the variant '0' (2063 ind./ha), the highest tree density was recorded in subplots of variant '1' (3294 ind./ha), while in those subplots of variant '2' the density reached 2481 ind./ha. Results clearly corresponded with forest activities (planting) made in 1991 (Tab. 2). Similarly, the mean value of tree density for these three variants had similar distribution (Tab. 2).

A breast height distribution structure in subplots of variant '0' referred to the most natural form of a multi-level spruce forests composed of spruce biogroups which are many times complemented by multi-aged rowans (*Sorbus aucuparia*). In the case of variant '1' regenerating stand is two-layered and its natural lower floor composed of younger spruces and rowans is distributed in stand gaps. Results for the subplots of variant '2' were similar to those observed in the variant of natural succession ('0') but in the breast height structure the class of 7–16 cm diam., as an effect of planting, was dominated (Fig. 1).

The best vitality of trees was observed in subplots of variant '0' representing the natural course of the forest regeneration. The worst vitality was found in planted trees of variant '1', perhaps due to their poor quality in the time of planting, their genetic characteristics and their huge density, which inhibited their growth. Norway spruce which is a fundamental forest-forming species in the subalpine spruce forest was found to be growing in best vitality on subplots of variant '0' too. In the most artificial variant '1' as well as in the variant '2' the vitality of rowan *Sorbus aucuparia* was better than the planted spruces. Regarding only quality of Norway spruce trees, better vitality and better prognosis for the future stand showed those individuals which were not planted (Fig. 2).

The vitality estimated for all individuals forming undergrowth phase was the best also for the natural succession variant (variant '0'); the largest percentage of individuals classified to the first vitality class and the smallest referring to the third class. In the variants '1' and '2' the quality of renewals is not as good as in the case of variant '0' (Fig. 3), most probably due to a dense canopy of the higher planted spruce stand.

On subplots of variant '0' only 4% of trees were damaged by wind or snow. More trees (7%) were damaged by the same abiotic factors in subplots representing variant '2' while in the planted forest of variant '1' this percentage reached up to 17% (almost 1/5 of all trees in that stand). In this case more than 90% of all damages referred do Norway spruce (Fig. 4). A small amount of damaged rowan trees confirms a high resistance of this species to abiotic factors (Jaworski 1994).

Analysis of the slenderness ratio for the three upper mountain spruce forest regeneration way

also showed the natural succession method of variant '0' was the best for the fight against the abiotic factors (Fig. 5). A large number of stable trees in this variant results probably due to the correct course of the natural succession process and the good quality of natural young forest generation.

A comparison of tree density in the years 1990 and 2013 shows that the highest increase in the number of trees were in subplots of natural succession course (variant '0'). Although numerous plantings in the subplots of variant '1' made at the beginning of the experiment in 1991, the number of trees currently growing there distinctly decreased (Tab. 3).

Concluding, 23-years old experiment showed the natural succession process is the best for the regeneration of subalpine spruce forests in the Gorce Mts. A small planting does not significantly change the course of natural forest regeneration and rowan plays a major role in the regeneration process of the subalpine spruce forests (see also Loch 1992). The regeneration process based on natural succession should be widely implemented to use in the montane national parks.

HSI index (Storch 2002) was estimated for the plots representing the three spruce forest regeneration options to know conditions for the development of capercaillie population in the Gorce Mts (Table 4). In the result, any one of those variants was good or very good as a biotope for this bird species protected in Poland. Such low final index value resulted above all from the early stage of forest development in each of analysed regeneration variants; the oldest trees where in the

second class of age (approx. 25 years). Variant '1' for many reasons provide the worst environmental conditions for the species. Better biotope for capercaillie represented variants '2' and '0' since except the index of HSI succession, other partial HSI indexes reached the high or highest possible values. The unfavorable habitat for the bird present in too dense young forest plantations, which represents the variant '1', could be improved by the reduction of the tree canopy below 55%. Planting of 2500 ind./ha (400 ind./0.16 ha) resulted in a very high density of trees, and thus the large short circuit, which had a negative impact on the assessment of the general HSI index for the capercaillie biotope. It is also important for the bird to create an appropriate sized gaps in the restored spruce forest. The main environmental factor influencing the low value of the HSI index for variants '0' and '2' was a vegetation index, evaluated on the basis of height of plants. In those cases, where trees are distributed in a low density the blueberry *Vaccinium myrtillus* achieved significantly big size, whereas the optimum height of the ground flora to capercaillie is 20–30 cm. Another factor decreasing the HSI index for the regeneration course by natural forest succession (variant '0') was too high cover degree (above 25%) by undergrowth and saplings. The top-ranked partial HSI index in all variants was the large surface cover by blueberries. Even plots of variant '1', despite a high spruce density reached the maximum value of 1. This may result from the fact that only 40% of blueberry coverage is enough to obtain the best value.