

ELŻBIETA DMYTERKO, LESZEK KLUZIŃSKI, ARKADIUSZ BRUCHWALD

Stopień uszkodzenia drzewostanów świerkowych Gór Sowich*

Damage to spruce stands in the Sowie Mountains

ABSTRACT

Dmyterko E., Kluziński L., Bruchwald A. 2014. Stopień uszkodzenia drzewostanów świerkowych Gór Sowich. Sylwan 158 (3): 173-182.

The aim of the research was to assess the degree of damage to spruce trees and stands and to study their growth responses to the changing environmental conditions in the Sowie Mountains (Central Sudety Mts.). To assess the degree of damage to trees, three methods based on crown characteristics were used. The types of growth responses of trees to changing environmental conditions were additionally taken into account in one of the methods. Regardless of the assessment method, spruce stands in the Sowie Mountains demonstrated a high level of damage. The poorest growth conditions were found in the period 1966-1980 when a large number of trees showed negative growth responses, indicating a decrease in radial increment. The period 1996-2010 showed an improvement in the growth conditions of trees because the proportion of trees with negative growth responses decreased, while the proportion of trees with positive growth responses increased. It was also found that the growth conditions for spruce were more favourable in the lower montane forest zone (above 600 m a.s.l.), and less favourable at the foothills (below 600 m a.s.l.), which may be caused by the competition of beech replacing spruce in the lower locations in the mountains.

KEY WORDS

degree of damage, growth response, *Picea abies*, Poland

ADDRESSES

Elżbieta Dmyterko – e-mail: E.Dmyterko@ibles.waw.pl

Leszek Kluziński – e-mail: L.Kluzinski@ibles.waw.pl

Arkadiusz Bruchwald – e-mail: A.Bruchwald@ibles.waw.pl

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

Wstęp

Dominujący w górach południowej Polski świerk należy do najbardziej zagrożonych gatunków drzew [Boratyński i in. 1998; Szabla 2009; Bruchwald, Dmyterko 2010]. Do prawidłowego wzrostu i rozwoju potrzebuje on stosunkowo dużo wody w glebie i wilgoci w powietrzu. Jest natomiast odporny na niską temperaturę powietrza atmosferycznego. Drzewostany świerkowe są często atakowane przez owady, np. kornika drukarza, szczególnie gdy świerczyny są uszkodzone przez wiatr. Świerk podatny jest także na choroby infekcyjne wywoływane głównie przez opieńkę ciemną i hubę korzeni oraz mało odporny na emisje przemysłowe. Zagrożenia te uzasadniają prowadzenie monitoringu drzewostanów świerkowych, zwłaszcza rosnących w górach.

Celem pracy jest ocena stopnia uszkodzenia drzew i drzewostanów świerkowych oraz poznanie ich reakcji przyrostowej na zmieniające się warunki środowiska. Uszkodzenie drzew

* Pracę zrealizowano w ramach tematu „Opracowanie symulacji zagrożeń od czynników abiotycznych ekosystemów leśnych” zleconego przez Dyрекcję Generalną Lasów Państwowych.

i drzewostanów oszacowano za pomocą metod morfologicznych, powszechnie stosowanych w leśnictwie, a także metody morfologiczno-przyrostowej, uwzględniającej cechy korony oraz zmiany zachodzące w przyroście pierśnicy drzewa w dłuższym okresie.

Material i metody

Góry Sowie, położone w Sudetach Środkowych, rozciągają się w kierunku południowo-wschodnim od doliny Bystrzycy, która oddziela je od Gór Wałbrzyskich, do Przełęczy Srebrnej, sąsiadującej również z Górami Bardzkimi. Zgodnie z podziałem przyrodniczo-leśnym Polski opisywany teren należy do Krainy Sudeckiej, Dzielnicy Sudetów Środkowych [Trampler i in. 1990]. Długość osi Gór Sowich dochodzi do około 30 km, szerokość do 8-10 km, a powierzchnia wynosi 270 km² [Kondracki 1994]. Najwyższymi wzniesieniami są Wielka Sowa (1015 m n.p.m.), Mała Sowa (972 m n.p.m.) i Kalenica (964 m n.p.m.). Lasy Gór Sowich zajmują około 16 tys. ha powierzchni. Drzewostany zbudowane są głównie ze świerka, którego powierzchniowy udział wynosi 58,2%, i buka – 23,5%. Mniejszy jest udział modrzewia (5,7%), brzozy (3,4%), jaworu (3,1%), dębu (2,0%), sosny (1,6%) i jesionu (1,0%). W górach tych spotkać można również drzewostany z domieszką olszy (0,6%), jodły (0,2%) i daglezi (0,2%). Przeważającymi typami siedliskowymi lasu są las mieszany górski (55,7%) i las górski (27,9%). Występuje również bór mieszany górski (11,6%) i bór górski (2,2%) oraz siedliska wyżynne: las mieszany wyżynny (1,4%) i las wyżynny (0,7%).

Badania oparto na materiale empirycznym zebranych w 41 drzewostanach świerkowych, w wieku powyżej 50 lat. Wszystkie drzewa były po kulminacji przyrostu pierśnicy. Pobrana próba reprezentuje nadleśnictwa Jugów (14 powierzchni), Wałbrzych (6 powierzchni), Świdnica (17 powierzchni) i Bardo Śląskie (4 powierzchni). Z wytypowanych drzewostanów wybrano z I i II klasy Krafca po 10 drzew próbnych, które stanowią łącznie 410 świerków. Na każdym drzewie próbnym oceniono stopień uszkodzenia, oparty na trzech cechach korony: defoliacji (cecha A), stanie wierzchołka (cecha B) i żywotności drzewa (cecha C) [Dmyterko 1994; Dmyterko, Bruchwald 2007a].

Defoliację oceniono w słonecznej części korony, czyli od najszerzego jej miejsca do wierzchołka drzewa. Pomocny przy tym był atlas uszkodzeń, zawierający zdjęcia koron drzew o różnym, określonym procencie defoliacji [Müller, Stierlin 1990]. Drzewo z ocenioną defoliacją *Def* zaliczano do jednego z czterech stopni defoliacji, odpowiadających stopniom cechy A:

- stopień 0 – $Def \leq 10\%$ – drzewo zdrowe,
- stopień 1 – $10\% < Def \leq 25\%$ – drzewo osłabione,
- stopień 2 – $25\% < Def \leq 60\%$ – drzewo średnio uszkodzone,
- stopień 3 – $60\% < Def \leq 99\%$ – drzewo silnie uszkodzone, obumierające.

Drzew o defoliacji 100%, stanowiących posusz, nie brano pod uwagę.

Ocena stanu wierzchołka drzewa (cecha B) obejmowała przyrost wysokości i jego ugałęzienie. Cechę szacuje się w stopniach, zawartych od 0 do 3, gdzie 0 oznacza niezahamowany przyrost wysokości i ugałęzienie pełne, natomiast 3 – brak przyrostu wysokości i ugałęzienie silnie zredukowane [Dmyterko, Bruchwald 2007a]. W ocenie żywotności drzewa (cecha C) szacowano w środkowej części korony ubytek gałęzi I i wyższych rzędów. Pierwsze kryterium uwzględnia zatem ocenę wielkości luk w koronie, drugie ocenę ugałęzienia pędów I i wyższych rzędów oraz ich przyrostów długości. Cechę C szacuje się w stopniach od 0 – żywotność wysoka, do 3 – żywotność bardzo niska [Dmyterko, Bruchwald 2007a].

Cechy A, B i C pozwalają na określenie wskaźnika uszkodzenia drzewa W wzorem:

$$W = \frac{1}{3} \cdot (A + B + C) \quad [1]$$

Na podstawie wskaźnika W zalicza się drzewo do jednego ze stopni uszkodzenia [Dmyterko i in. 2005; Dmyterko, Bruchwald 2007b]:

- stopień 0 – $W \leq 0,5$ – drzewo zdrowe,
- stopień 1 – $0,5 < W \leq 1,5$ – drzewo osłabione,
- stopień 2 – $1,5 < W \leq 2,5$ – drzewo uszkodzone,
- stopień 3 – $W > 2,5$ – drzewo bardzo silnie uszkodzone (obumierające).

Średnia arytmetyczna wskaźników z drzew próbnych (\hat{W}) stanowi podstawę zaliczenia drzewostanu do stopnia uszkodzenia:

- stopień 0 – $\hat{W} \leq 0,5$ – drzewostan nieuszkodzony,
- stopień 1 – $0,5 < \hat{W} \leq 1,5$ – drzewostan osłabiony,
- stopień 2 – $1,5 < \hat{W} \leq 2,5$ – drzewostan uszkodzony,
- stopień 3 – $\hat{W} > 2,5$ – drzewostan silnie uszkodzony.

Przedstawione metody oceny uszkodzenia drzewostanu nazwano morfologicznymi, ponieważ uwzględniają one wyłącznie cechy morfologiczne korony drzewa.

Z przekroju pierścicowego drzewa próbnego pobrano wywiert dordzeniowy, na którym zmierzono szerokość słoju przyrostu rocznego. Dane te wykorzystano do określenia typu reakcji przyrostowej drzewa na zmiany zachodzące w środowisku, dla trzech ostatnich 15-letnich okresów. Wyróżniono 3 grupy drzew o odmiennych typach reakcji przyrostowej [Bruchwald, Dmyterko 1999]:

- reagujące dodatnio, a więc zwiększeniem przyrostu pierścicy lub przyrostem większym od przyrostu przeciętnego w dwóch następujących po sobie okresach,
- reagujące ujemnie, a zatem zmniejszeniem przyrostu pierścicy lub przyrostem mniejszym od przeciętnego w dwóch następujących po sobie okresach,
- reagujące obojętnie (o braku reakcji), a więc bez zmian rytmiki przyrostu grubości lub o przyroście na poziomie przeciętnym w dwóch następujących po sobie okresach.

Drzewa o reakcji dodatniej oznaczono przez 1, o reakcji ujemnej przez -1 , a o braku reakcji -0 .

Ocenę uszkodzenia drzewa określano również nową metodą [Kluźniński 2013]. Polega ona na korygowaniu wskaźnika uszkodzenia drzewa W typem reakcji przyrostowej, zgodnie ze wzorem:

$$W_{\text{z}} = \frac{5}{6}W + \frac{1}{6}W(1-r^2) + \frac{1}{4}r^2(1-r) \quad [2]$$

gdzie:

- W – wskaźnik uszkodzenia drzewa określony wzorem [1],
- r – typ reakcji przyrostowej (oznaczony: 1, -1 lub 0).

Wskaźnik W_{z} nazwano morfologiczno-przyrostowym wskaźnikiem uszkodzenia drzewa.

Między wskaźnikami uszkodzenia drzewa W i W_{z} zachodzą następujące relacje:

- gdy reakcja przyrostowa jest obojętna, a więc $r=0$, to $W_{\text{z}}=W$;
- gdy reakcja przyrostowa jest dodatnia, a więc $r=1$, wówczas następuje obniżenie wskaźnika W o 0,5, gdy jego wartość wynosi 3, po czym obniżenie to maleje liniowo do 0, gdy $W=0$; wskaźnik W_{z} przyjmuje więc wartości z zakresu od 0 do 2,5;

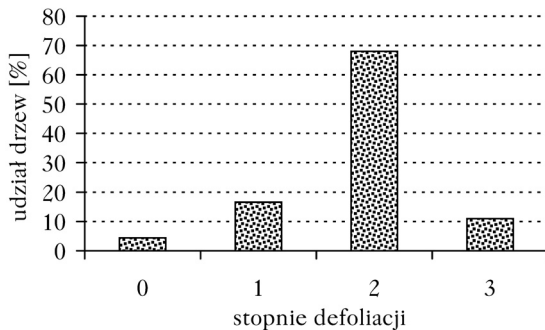
– gdy reakcja przyrostowa jest ujemna, a więc $r=-1$, wówczas następuje podwyższenie wskaźnika W o 0,5, gdy jego wartość wynosi 0, po czym podwyższona wartość maleje liniowo do 0, gdy $W=3$; wskaźnik W_s przyjmuje zatem wartości z zakresu od 0,5 do 3.

Na podstawie wskaźnika W_s zalicza się drzewo do jednego ze stopni uszkodzenia, według zasad przyjętych dla wskaźnika W . Średnia arytmetyczna drzew próbnych określa wskaźnik uszkodzenia drzewostanu \hat{W}_s , który pozwala zaliczyć drzewostan do stopnia uszkodzenia, analogicznie jak według wskaźnika \hat{W} .

Wyniki i dyskusja

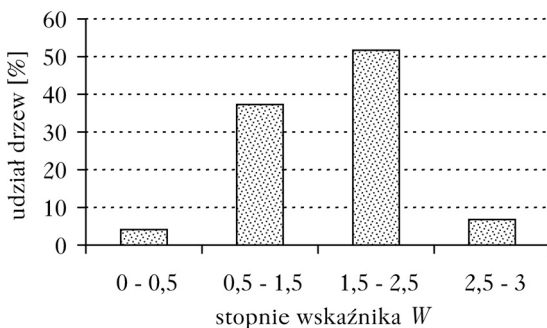
Drzewostany świerkowe Gór Sowich charakteryzują się wysokim stopniem defoliacji (ryc. 1). Dominuje (68%) 2 stopień tej cechy, o zakresie wartości 26-60%, oznaczający grupę drzew średnio uszkodzonych. Niepokojące jest, że dość dużo (11,0%) drzew należy do stopnia 3 – drzew silnie uszkodzonych. Średnia wartość stopnia defoliacji wynosi 1,9, odchylenie standardowe cechy 0,657 i współczynnik zmienności 35,4%. Precyzyjniejszą ocenę uszkodzenia drzew niż za pomocą stopnia defoliacji uzyskuje się, stosując wskaźnik W , gdyż obejmuje on więcej cech morfologicznych korony. Najwięcej (51,7%) drzew wystąpiło w stopniu uszkodzenia 2, oznaczającym drzewa uszkodzone (ryc. 2). Dużo (37,3%) drzew stwierdzono również w stopniu 1 – drzew osłabionych, niewiele natomiast w stopniu 0 – drzew zdrowych i stopniu 3 – drzew obumierających. Średnia wartość wskaźnika uszkodzenia W wynosi 1,6, odchylenie standardowe cechy 0,595, a współczynnik zmienności 36,4%.

Średnia wartość stopnia defoliacji była podstawą zaliczenia każdego z 41 drzewostanów świerkowych do stopnia uszkodzenia drzewostanu. Najwięcej (85,4%) drzewostanów wystąpiło w stopniu 2 – średnio uszkodzonych (ryc. 3). Znaczący udział (12,2%) drzewostanów stwierdzono w stopniu 1, a mały (2,4%) w stopniu 0. Nie wystąpiły drzewostany stopnia 3 – silnie



Ryc. 1.

Udział drzew w stopniach defoliacji
Share of trees in defoliation classes
0 – 0-10%; 1 – 11-25%; 2 – 26-60%; 3 – 61-99%



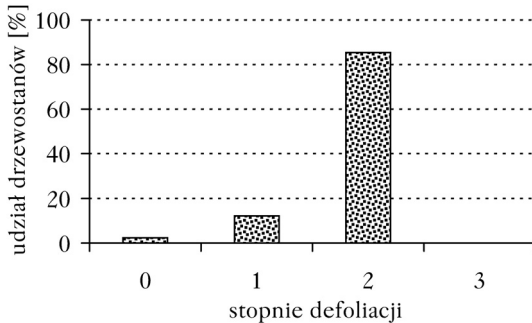
Ryc. 2.

Udział drzew w stopniach wskaźnika uszkodzenia W
Share of trees in classes of damage index W

uszkodzone. Drzewostany zaliczono do stopnia uszkodzenia na podstawie średniej wartości wskaźnika W . Dominuje (58,5%) udział drzewostanów w stopniu 2, oznaczającym drzewostany uszkodzone, dość wysoki udział (39,0%) dotyczy stopnia 1 – drzewostanów osłabionych (ryc. 4). Bardzo mało (2,4%) jest drzewostanów nieuszkodzonych (stopień 0). Nie stwierdzono natomiast drzewostanów silnie uszkodzonych i obumierających (stopień 3).

Załóżmy, że w ciągu całego okresu życia drzew nie wystąpiły czynniki istotnie zakłócające ich wzrost. W takim przypadku powstaje struktura typów reakcji przyrostowej charakteryzująca się niskim udziałem drzew zarówno o reakcji dodatniej, jak i ujemnej oraz wysokim udziałem drzew o reakcji obojętnej. Dmyterko [2006] dla drzewostanów olszowych, rosnących w niezakłóconym środowisku, otrzymała po 10% udziału drzew o reakcji dodatniej i ujemnej oraz 80% o reakcji obojętnej. Ten mały udział drzew o reakcji dodatniej i ujemnej może wynikać ze zmian zachodzących w wyniku konkurencji między drzewami. Strukturę typów reakcji przyrostowej dla drzewostanów rosnących w niezakłóconych warunkach wzrostu przyjęto za modelową. Modelowa struktura typów reakcji przyrostowej może zostać zakłócona wpływem określonego czynnika. Jeżeli jest to czynnik hamujący wzrost drzew, np. emisje przemysłowe, to powiększa się udział drzew z reakcją ujemną, maleje natomiast z reakcją dodatnią i obojętną. Konsekwencją takich zmian jest nasilenie się procesu śmiertelności drzew. Gdy czynnik oddziałujący negatywnie na wzrost po pewnym okresie ustąpi, wówczas rozpoczyna się długo trwający proces powrotu do modelowej struktury typów reakcji przyrostowej. Drzewa o ujemnej reakcji przyrostowej będą „przechodziły” do grupy drzew o reakcji dodatniej, te zaś po pewnym okresie do grupy drzew o reakcji obojętnej.

Reakcję przyrostową drzewa określono dla 3 okresów 15-letnich: okres 1 – 1966-1980, okres 2 – 1981-1995, okres 3 – 1996-2010. Pierwszy okres przyrostowy charakteryzuje się bardzo niskim (3,9%) udziałem świerków o dodatniej reakcji przyrostowej i stosunkowo wysokim (38,3%) udziałem drzew o reakcji ujemnej (ryc. 5a). Średnia arytmetyczna typów reakcji przy-



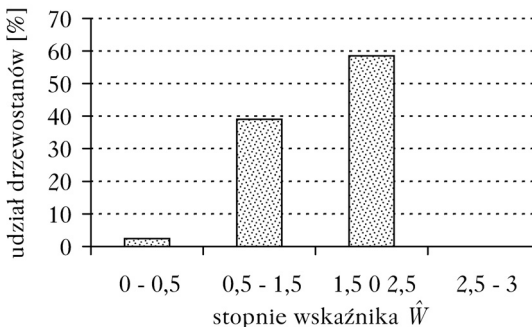
Ryc. 3.

Udział drzewostanów w stopniach defoliacji

Share of stands in defoliation classes

oznaczenia stopni jak na rycinie 1;

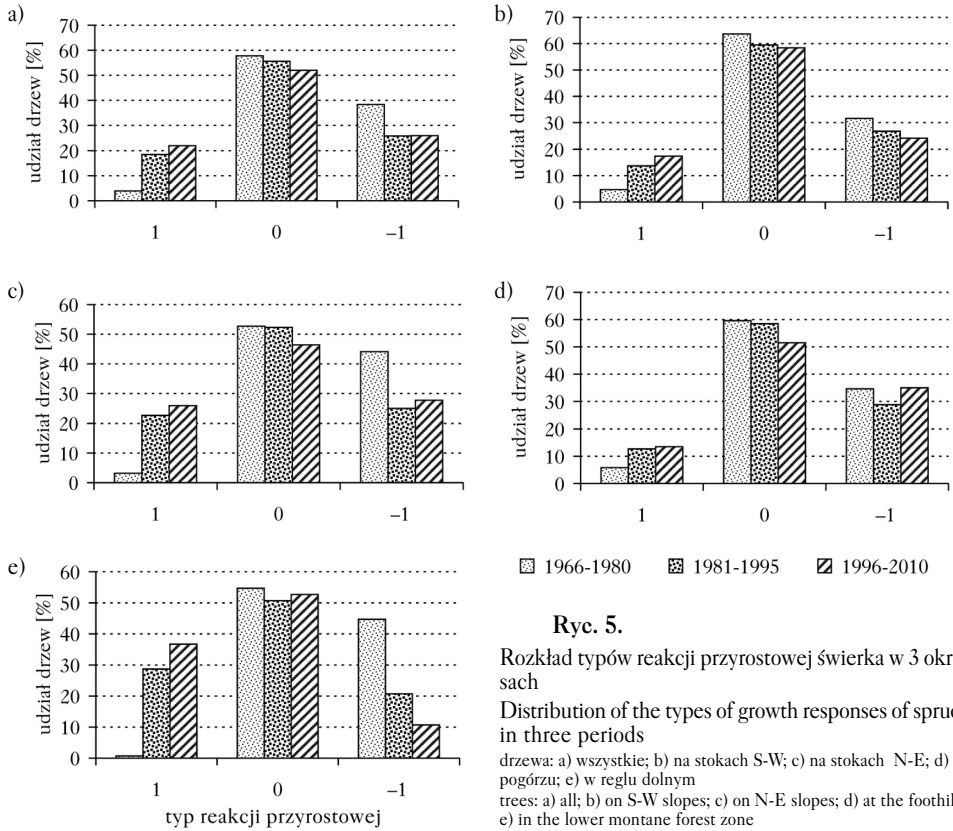
denotes as in figure 1



Ryc. 4.

Udział drzewostanów w stopniach wskaźnika uszkodzenia W

Share of stands in classes of damage index W



Ryc. 5.

Rozkład typów reakcji przyrostowej świerka w 3 okresach

Distribution of the types of growth responses of spruce in three periods

drzewa: a) wszystkie; b) na stokach S-W; c) na stokach N-E; d) na pogórze; e) w reglu dolnym
trees: a) all; b) on S-W slopes; c) on N-E slopes; d) at the foothills; e) in the lower montane forest zone

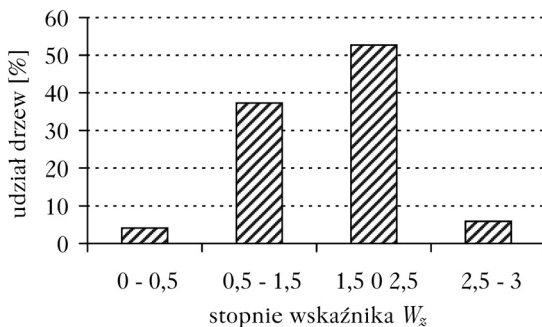
rostowej wynosi $-0,34$. Struktura typów reakcji przyrostowej różni się znacznie od modelowej i wynika z niej, że drzewostany świerkowe są w początkowej fazie rozpadu. Prawdopodobną przyczyną bardzo wolnego przyrostu grubości wielu drzew były emisje, pochodzące zwłaszcza z przemysłowego okręgu Wałbrzycha. W drugim okresie (1981-1995) nastąpiła korzystniejsza zmiana struktury typów reakcji przyrostowej świerków. Wzrósł udział (18,5%) drzew z dodatnią reakcją przyrostową, zmalał udział (25,9%) z reakcją ujemną, średnia arytmetyczna wzrosła do $-0,07$. Wynika to prawdopodobnie ze zmniejszenia wpływu emisji przemysłowych na las. Rozkład typów reakcji przyrostowej różni się jednak w dalszym ciągu od modelowej. Zbyt dużo drzew wykazuje reakcję ujemną, a także dodatnią. Struktura typów reakcji przyrostowej w trzecim okresie (1996-2010) jest zbliżona do stwierdzonej w okresie drugim. Nieznacznie wzrósł udział (22,0%) drzew z dodatnią reakcją przyrostową, nie zmienił się istotnie udział (26,0%) z reakcją ujemną, średnia arytmetyczna wzrosła do $-0,02$. Rozkład typów reakcji przyrostowej różni się od modelowej, ponieważ zbyt dużo drzew wykazuje zarówno reakcję ujemną, jak i dodatnią.

Powierzchnie badawcze podzielono na dwie grupy: grupa pierwsza – drzewostany rosnące na stokach południowo-zachodnich, a druga – na stokach północno-wschodnich. Do pierwszej grupy zaliczono wszystkie powierzchnie założone w nadleśnictwach Jugów i Wałbrzych (190 drzew), natomiast do drugiej powierzchni założone w nadleśnictwach Świdnica i Bardo Śląskie (220 drzew). Świerki rosnące na stokach południowo-zachodnich charakteryzują się strukturą typów reakcji przyrostowej, w której z okresu na okres udział drzew z dodatnią reakcją przyrostową wzrasta,

a udział drzew z reakcją ujemną maleje (ryc. 5b). Poprawa warunków wzrostu dla świerka jest więc systematyczna. Rozkład typów reakcji przyrostowej różni się od modelowej, ponieważ zbyt dużo drzew wykazuje reakcję ujemną, a zbyt mało obojętną. Średnia arytmetyczna typów reakcji przyrostowej, wynosząca dla pierwszego okresu (1966-1980) $-0,27$, wzrosła do $-0,07$ dla okresu trzeciego (1996-2010). Drzewa rosnące na stokach północno-wschodnich charakteryzują się strukturą typów reakcji przyrostowej, w której z okresu na okres udział drzew z dodatnią reakcją przyrostową wzrasta, a udział drzew z reakcją ujemną maleje, po czym utrzymuje się na tym samym poziomie w okresie trzecim (ryc. 5c). Rozkład typów reakcji przyrostowej na stokach północno-wschodnich nie różni się istotnie od rozkładu na stokach południowo-zachodnich. Średnia arytmetyczna typów reakcji przyrostowej w ostatnim okresie wynosi dla drzew rosnących na stokach północno-wschodnich $-0,02$, natomiast dla drzew ze stoków południowo-zachodnich $-0,07$ – nie są to różnice duże.

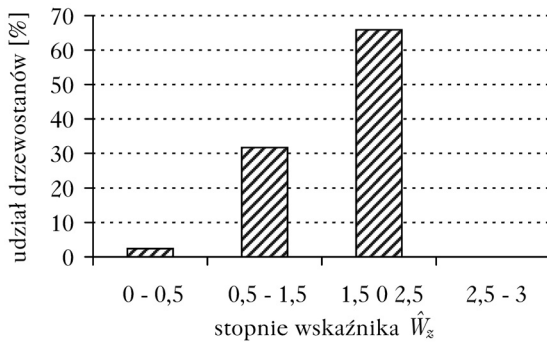
Powierzchnie badawcze podzielono na dwie grupy, biorąc także jako kryterium wysokość położenia drzewostanu nad poziomem morza. Do pierwszej grupy zaliczono powierzchnie założone na pogórzach, a więc do wysokości 600 m n.p.m. (260 świerków), a do drugiej grupy powierzchnie założone w reglu dolnym, powyżej wysokości 600 m n.p.m. (150 świerków). W pierwszym okresie (1966-1980) zarówno na pogórzach, jak i w reglu dolnym, udział drzew o dodatniej reakcji przyrostowej był bardzo mały, natomiast o reakcji ujemnej duży, zwłaszcza w reglu dolnym (ryc. 5d i 5e). Z okresu na okres udział drzew o dodatniej reakcji przyrostowej wzrastał, wyraźniej jednak w reglu dolnym. Udział drzew o ujemnej reakcji przyrostowej nie zmieniał się istotnie na pogórzach, wyraźne obniżenie tego udziału nastąpiło natomiast w reglu dolnym. Warunki wzrostu świerka na pogórzach są więc obecnie znacznie gorsze niż w reglu dolnym. Jedną z przyczyn tego procesu jest prawdopodobnie konkurencja buka, w wyniku której świerk wypierany jest z pogórz.

Do oceny uszkodzenia drzew zastosowano również obliczony wzorem [2] wskaźnik W_z . W całym materiale badawczym dominuje (52,7%) stopień 2 tej cechy, oznaczający grupę drzew uszkodzonych (ryc. 6), duży jest również udział drzew stopnia 1, średnio uszkodzonych. Niepokojące jest, że dość dużo (5,9%) drzew należy do stopnia 3 – drzew silnie uszkodzonych. Średnia wartość współczynnika W_z wynosi 1,6, odchylenie standardowe cechy 0,587, a współczynnik zmienności 35,9%. Ocenę stopnia uszkodzenia drzewostanów świerkowych przeprowadzono na podstawie wskaźnika \bar{W}_z . Najwięcej (65,9%) drzewostanów stwierdzono w stopniu 2, oznaczającym drzewostany uszkodzone (ryc. 7). Znaczący (31,7%) jest udział drzewostanów w stopniu 1 (osłabione), a mały (2,4%) w stopniu 0 (nieuszkodzone). Nie wystąpiły drzewostany stopnia 3 – silnie uszkodzone i obumierające.



Ryc. 6.

Udział drzew w stopniach wskaźnika uszkodzenia W_z
Share of trees in classes of damage index W_z



Ryc. 7.

Udział drzewostanów w stopniach wskaźnika uszkodzenia \hat{W}_s
Share of stands in classes of damage index \hat{W}_s

Podsumowanie

Lasy Gór Sowich charakteryzują się wysokim udziałem drzewostanów świerkowych. Do oceny stopnia uszkodzenia drzew zastosowano 3 metody oparte na cechach: defoliacji, morfologicznym wskaźniku uszkodzenia W i morfologiczno-przyrostowym wskaźniku uszkodzenia \hat{W}_s . Wyniki uzyskane każdym z tych sposobów różnią się tylko w szczegółach. Większość ocenionych drzew charakteryzuje się stopniem uszkodzenia 2. Najwyższy udział drzew w tym stopniu uzyskano, stosując metodę opartą na defoliacji. Udział drzew w stopniu 2, przy zastosowaniu wskaźników uszkodzenia W i \hat{W}_s , jest zbliżony. Dość wysokim udziałem drzew charakteryzuje się stopień uszkodzenia 1, a najwyższe wartości otrzymano, stosując wskaźniki uszkodzenia W i \hat{W}_s . Stosunkowo mały udział drzew dotyczy stopni uszkodzenia 0 i 3, bez względu na sposób przeprowadzania oceny. Dla każdego świerka określono typ reakcji przyrostowej na zmieniające się warunki środowiska. Pierwszy okres przyrostowy – 1966-1980 – charakteryzuje się bardzo niskim udziałem świerków o dodatniej reakcji przyrostowej i wysokim udziałem drzew o reakcji ujemnej, co świadczy o niekorzystnych warunkach wzrostu. W drugim okresie – 1981-1995 – wzrósł udział drzew z dodatnią reakcją przyrostową, zmalał z reakcją ujemną, co oznacza poprawę warunków wzrostu świerka. W trzecim okresie – 1996-2010 – stwierdzono niewielki wzrost udziału drzew z dodatnią reakcją przyrostową i utrzymanie się na tym samym poziomie udziału drzew z ujemną reakcją. Warunki wzrostu w trzecim okresie nie uległy większym zmianom i nie są one zbyt korzystne dla świerka, ponieważ zbyt duży jest udział drzew z reakcją ujemną. Nie stwierdzono związku między udziałem poszczególnych typów reakcji przyrostowej drzew i wystawą stoku, na którym założono powierzchnię. Stwierdzono natomiast związek między udziałem typów reakcji przyrostowej drzew i wysokością położenia drzewostanu nad poziomem morza. Lepsze warunki wzrostu świerka występują w reglu dolnym, gorsze natomiast na pogórzach. Może to wynikać z konkurencji buka, który wypiera świerk z pogórz.

Literatura

- Boratyński A., Konca B., Zientarski J. 1998. Rozmiary prognozy zamierania świerczyn górskich w Polsce. W: Boratyński A., Bugała W. [red.]. Biologia świerka pospolitego. Polska Akademia Nauk, Instytut Dendrologii. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań. 508-528.
- Bruchwald A., Dmyterko E. 1999. Reakcja przyrostowa dębu w powiązaniu ze stopniem uszkodzenia korony. Sylwan 143 (2): 47-58.
- Bruchwald A., Dmyterko E. 2007. Reakcja przyrostowa świerka w powiązaniu ze stopniem uszkodzenia korony. Sylwan 151 (11): 22-34.
- Bruchwald A., Dmyterko E. 2010. Lasy Beskidu Śląskiego i Żywieckiego – zagrożenia, nadzieja. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary.

- Dmyterko E. 1994. Metodyka określania stopnia uszkodzenia drzewostanów sosnowych przez imisję przemysłowe. Prace. Inst. Bad. Leś., Ser. A, 782: 127-155.
- Dmyterko E. 2006. Cechy korony jako podstawa metody określania uszkodzenia drzewostanów olszy czarnej [*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.]. Rozprawy i monografie. Inst. Bad. Leś. 5.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2007a. Kryteria określania uszkodzeń świerka. Sylwan 151 (6): 12-23.
- Dmyterko E., Bruchwald A. 2007b. Drzewostanowa metoda określania uszkodzenia świerka. Sylwan 151 (6): 24-33.
- Dmyterko E., Kluziński L., Bruchwald A. 2005. Stan zdrowotny drzewostanów sosnowych (*Pinus sylvestris* L.) Nadleśnictwa Olkusz. Sylwan 149 (7): 3-13.
- Kluziński L. 2013. Metoda określania uszkodzenia drzewostanów sosnowych na podstawie cech korony i przyrostu pierścieni drzewa. Praca doktorska wykonana w Zakładzie Zarządzania Zasobami Leśnymi Instytutu Badawczego Leśnictwa (maszynopis).
- Kondracki J. 1994. Geografia Polski. Mezoregiony fizycznogeograficzne. PWN, Warszawa.
- Korzybski D., Mionskowski M., Dmyterko E., Bruchwald A. 2013. Kształtowanie się reakcji przyrostowej i stan koron świerka, jodły i modrzewia w Sudetach. Sylwan 157 (2): 104-112.
- Müller E., Stierlin H. R. 1990. Sanasilva Kronenbilder mit Nadel- und Blattverlustprozenten. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf.
- Szabla K. 2009. Aktualny stan drzewostanów świerkowych w Beskidach i ich geneza. W: Starzyk J. [red.]. Problem zamierania drzewostanów świerkowych w Beskidzie Śląskim i Żywieckim. Oficyna Wydawniczo-Drukarska Secesja, Kraków. 13-43.

SUMMARY

Damage to spruce stands in the Sowie Mountains

The aim of the research was to assess the degree of damage to spruce trees and stands and to study their growth responses to the changing environmental conditions in the Sowie Mountains located in the Central Sudetes. Forests of the Sowie Mountains are composed mostly of two species: spruce with the areal share 58.2% and beech – 23.5%. The dominating types of forest habitat are mountain mixed broadleaved forests (55.7%) and mountain broadleaved forests (27.9%). The studies were based on the empirical material collected from 41 spruce stands aged 50-plus. 10 sample trees in Kraft's class I and II were selected from each stand, totalling 410 spruces. The assessment of the degree of damage to each sample tree was based on three crown characteristics: defoliation (feature A), top-crown condition (feature B) and tree vitality (feature C). Increment cores were collected from the dbh cross-section of sample trees to measure the annual radial growth. The assessment results were used to determine the type of tree-growth response to the changes ongoing in the environment in three 15-year periods. Three groups of trees showing different growth responses were distinguished: trees with positive response (an increase in dbh growth), with negative response (a decrease in dbh growth) and neutral, with no growth response.

The assessment of damage to trees was done by two morphological methods: the method which took into consideration exclusively the defoliation feature (A) and the damage index W method involving features A, B and C (model 1), as well as by the new method based on the adjustment of damage index W with the type of growth response, leading to the obtaining of damage index $W_{\hat{z}}$ (model 2) called the morphological-growth damage index. Spruce stands in the Sowie Mountains are characterized by a high level of damage regardless of the assessment method. By classifying damage on a four-point scale for each of the indices ranging from 0 (undamaged trees/stands) to 3 (severely damaged trees/stands), most of the trees and stands were found to be within damage class 2. For the defoliation index, the stands were classified as moderately damaged, while for indices \hat{W} and $\hat{W}_{\hat{z}}$ – as damaged. The growth response of trees was determined for three 15-year periods: period I (1966-1980), period II (1981-1995) and period

III (1996-2010) (Fig. 2, 4, 7). Period I features a very low proportion (3.9%) of spruce trees with positive growth responses and a relatively high proportion (38.3%) of trees with negative growth responses. A very high proportion of trees showing negative growth responses during this period might be due to industrial emissions especially from the Wałbrzych region. Period II saw a significant improvement in the structure of growth responses of spruce. The proportion of trees with positive growth responses increased (18.5%), while the proportion of trees with negative growth responses decreased (25.9%). In period III, the type structure of growth responses was similar to the type structure of period I. No relationship was found between the percentage share of different types of growth responses and the slope of the forest stand where the study area was established. However, a relationship was found between the percentage share of the types of growth responses and the location of the forest stand above sea level. The growth conditions of spruce are better in the lower montane zone (above 600 m a.s.l.), while they are worse at the foothills (below 600 m a.s.l.), which may be caused by the competition of beech replacing spruce from the lower parts of the mountains.