

**DAMIAN KORZYBSKI, MARCIN MIONSKOWSKI, ELŻBIETA DMYTERKO,
ARKADIUSZ BRUCHWALD**

Stopień uszkodzenia świerka, jodły i modrzewia w Sudetach Zachodnich*

Degree of damage to spruce, fir and larch stands in the Western Sudetes

ABSTRACT

Korzybski D., Mionskowski M., Dmyterko E., Bruchwald A. 2013. Stopień uszkodzenia świerka, jodły i modrzewia w Sudetach Zachodnich. Sylwan 157 (2): 104-112.

The aim of this research was to assess damage to three important forest-forming trees species in the mountains – spruce, fir and larch, and to study their increment reaction to changing environmental conditions. Research concerned forests under the management of four forest districts located in the Western Sudetes (SW Poland). Index W ranging from 0 to 3 was used for the assessment of the damage to trees based on three crown characteristics: defoliation, top-crown condition and tree vitality. Trees of damage degree 2 dominated in each of the species; dying trees (degree 3) were also found. Total share of these two degrees of damage was ca 80% for spruce, 84% for fir and 74% for larch. Analysis of increment reaction of investigated species showed their similar response to changes in the environment. The increase in the share of trees showing positive responses and the decrease in the share of negative responses in the past half century, indicate an improvement in the growth conditions of spruce, fir and larch in Western Sudetes.

KEY WORDS

tree damage index, defoliation, tree growth response

ADDRESSES

Damian Korzybski
Marcin Mionskowski – e-mail: M.Mionskowski@ibles.waw.pl
Elżbieta Dmyterko
Arkadiusz Bruchwald

Zakład Zarządzania Zasobami Leśnymi; Instytut Badawczy Leśnictwa; Sękocin Stary, Braci leśnej 3;
09-050 Raszyn

Wstęp

Świerk, jodła, buk i modrzew należą do najważniejszych gatunków drzew polskich gór. Świerk do optymalnego wzrostu i rozwoju wymaga dużo wody w glebie i wilgoci w powietrzu, co wraz z dużą odpornością na niską temperaturę powietrza sprawiło, że rozprzestrzenił się on zwłaszcza w wyższych partiach Karpat i Sudetów. Wygrał konkurencję z innymi gatunkami drzew w reglu górnym, a także w wyższych częściach regła dolnego. Jednakże górskie drzewostany świerkowe nie są odporne na imisje przemysłowe, a także inne czynniki szkodotwórcze. Świadczą o tym proces zamierania świerczyn w latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych ubiegłego wieku w Górach Izerskich [Capecki i in. 1989, 1991; Pierzgałski i in. 2007] oraz współcześnie zachodzący proces rozpadu drzewostanów tego gatunku w Beskidach Zachodnich [Boratyński i in. 1998; Szabla 2009; Bruchwald, Dmyterko 2010; Hlasny, Sitkova 2010].

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

Zmieniające się warunki klimatyczne, a zwłaszcza wzrost temperatury powietrza w ostatnich dziesięcioleciach, wpływają m.in. na pogarszanie się klimatycznego bilansu wodnego [Durło 2007], przez co nie sprzyjają wzrostowi iglastych gatunków drzew, nękanych także przez coraz częstsze silne wiatry. W styczniu 2007 roku huragan „Cyryl” dokonał dużych zniszczeń w lasach Sudetów. Największe, ocenione na 170 tys. m³ miąższności złomów i wywrotów, stwierdzono w Nadleśnictwie Kamienna Góra [Grabowski 2008]. Monitoring lasów sudeckich, utworzonych głównie z drzewostanów świerkowych, które pełnią przede wszystkim funkcje glebo- i wodochronne, ma zatem duże znaczenie zarówno poznawcze, jak i praktyczne.

Celem pracy jest ocena stopnia uszkodzenia trzech ważnych dla gór lasotwórczych gatunków drzew (świerka, jodły i modrzewia) oraz poznanie ich reakcji przyrostowej na zmieniające się warunki środowiska.

Teren badań

Obszar badań, obejmujący teren nadleśnictw: Świeradów (Obręb Świeradów), Szklarska Poręba, Śnieżka i Kamienna Góra, położony jest w Sudeckiej Krainie przyrodniczo-leśnej [Trampler i in. 1990]. Według podziału fizycznogeograficznego wchodzi on przede wszystkim w skład Sudetów Zachodnich, utworzonych z pasm Gór Izerskich, Gór Kaczawskich, Karkonoszy i Rudaw Janowickich oraz z Kotliny Jeleniogórskiej. Część nadleśnictw Świeradów i Szklarska Poręba położona jest na Pogórzu Izerskim, a centralna i wschodnia część Nadleśnictwa Kamienna Góra – w Sudetach Środkowych, na obszarze Bramy Lubawskiej, Gór Kamiennych oraz fragmentu Gór Wałbrzyskich. Pod względem morfogenetycznym obszar znajduje się w strefie hercyńskiej, tworzącej tzw. wał metakarpacki, czyli obszar starych gór i wyżyn [Kondracki 2002].

Obszar objęty badaniami jest bardzo zróżnicowany pod względem geologicznym i fizjograficznym. Na południowym zachodzie znajduje się granitowy blok łużycko-karkonoski, z najwyższym szczytem Sudetów – Śnieżką (1602 m n.p.m). Karkonosze otaczają od południa wypreparowaną w granitach Kotlinę Jeleniogórską. Od wschodu graniczy ona z niższymi Rudawami Janowickimi (Skalnik 935 m n.p.m), utworzonymi na kontakcie intruzji granitowej i jej otoczki paleozoicznej, a od północy z jeszcze niższymi Górami Kaczawskimi (Skopiec 724 m n.p.m), które zbudowane są ze skał staropaleozoicznych, sfałdowanych w orogenezie kaledońskiej i dyslokowanych w późniejszych fazach górotwórczych [Kondracki 2002]. Na wschód od Rudaw Janowickich znajduje się wznosząca się na wysokości 420-500 m n.p.m Brama Lubawska, którą stanowi śródgórskie obniżenie wypreparowane w skałach karbońskich. Od wschodu graniczy ona z Górami Kamiennymi (Waligóra 936 m n.p.m) – wychodnią potężnej pokładowej żyły porfirowej z permu. Na badanym terenie dominuje zatem krajobraz gór średnich, a w mniejszym stopniu gór wysokich [Kondracki 1978].

Klimat Sudetów jest chłodny i wilgotny, a przede wszystkim uzależniony od rzeźby terenu – wraz ze wzrostem wysokości nad poziom morza obniża się temperatura powietrza i wzrasta ilość opadów atmosferycznych. Pod wpływem tych warunków wykształciły się typowe dla Sudetów odmiany górskie potencjalnej roślinności naturalnej, co było podstawą wyróżnienia na tym obszarze odrębnej strefy ekoklimatycznej [Trampler i in. 1990].

Na charakteryzowanym obszarze przeważają siedliska lasu mieszanego górskiego (41,6%). Dość duży jest udział siedlisk boru mieszanego górskiego (26,4%). Natomiast niewiele jest siedlisk lasu górskiego (4,4%). W nadleśnictwach Śnieżka i Świeradów występują dodatkowo siedliska lasu mieszanego wyżynnego (7,6%) i lasu wyżynnego (10,3%). Teren badań porasta głównie świerk, który zajmuje 64% powierzchni (tab. 1). Znaczący jest udział modrzewia (10%), brzozy (8,5%) i buka (5%). Cechą charakterystyczną dla tego terenu, jak i całych Sudetów, jest

bardzo mały udział jodły (0,1%). Dominują drzewostany III (21,5%) i II (19,0%) klasy wieku, co stanowi łącznie 40,5% udziału powierzchni lasów (tab. 2). Dość wysoki jest udział drzewostanów V klasy wieku (17,0%). Udział powierzchni w klasach wieku jest bardzo zróżnicowany w poszczególnych nadleśnictwach. Wynika to z rozpadu drzewostanów świerkowych w Górach Izerskich w latach 1977-1983 i zalesienia dużych powierzchni pozrębowych głównie świerkiem. Średni wiek drzewostanów wynosi od 55 lat w Nadleśnictwie Świeradów do 70 lat w Nadleśnictwie Śnieżka. Średnia miąższość drzewostanów waha się od 267 m³/ha w Nadleśnictwie Świeradów do 389 m³/ha w Nadleśnictwie Kamienna Góra. Roczny przyrost miąższości wynosi od 8,6 m³/ha w Nadleśnictwie Szklarska Poręba do 11,5 m³/ha w Nadleśnictwie Kamienna Góra.

Sposób gospodarowania w lesie zależy w dużym stopniu od ustalonego rodzaju gospodarstwa. Dominują gospodarstwa ochronne (70,7%), dla których głównym celem jest ochrona siedlisk, a tym samym gleby i wody. Wysoki jest udział gospodarstw specjalnych (21,6%), obejmujących przeważnie rezerwy przyrody. Niewielki jest udział gospodarstw przebudowy (4,1%), i gospodarstw przerębowo-zrębowych (3,3%). W żadnym z wymienionych gospodarstw nie stosuje się zrębowego sposobu zagospodarowania lasu. O stanie sanitarnym lasu świadczy ilość wydzielającego się posuszu oraz powstałych złomów i wywrotów. W okresie 2007-2010 pozyskano martwe drzewa o łącznej miąższości 637 tys. m³, czyli około 11 m³/ha. Połowa miąższości pozyskanego posuszu, złomów i wywrotów przypada na rok 2007, czyli po przejściu huraganu „Cyril”. Szkody wystąpiły głównie w drzewostanach świerkowych V i starszych klas wieku.

Tabela 1.

Skład gatunkowy [%] lasów w badanych nadleśnictwach
Species composition [%] of forests in analysed forest districts

Gatunek drzewa	Kamienna Góra	Szklarska Poręba	Śnieżka	Świeradów	Średnia
Świerk	72,5	72,1	62,9	49,7	64,2
Modrzew	7,5	11,2	11,0	11,7	10,3
Sosna	2,7	1,4	3,1	8,6	3,9
Jodła	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1
Buk	5,8	4,9	7,4	2,7	5,1
Dąb	0,6	0,6	2,8	7,0	2,8
Brzoza	4,6	7,7	8,2	13,7	8,5
Olsza	2,0	0,5	1,3	2,0	1,5
Inne	4,0	1,5	3,2	4,5	3,6

Tabela 2.

Udział [%] powierzchni drzewostanów według klas wieku
Areal share [%] of stands in age classes

Klasy wieku [lata]	Kamienna Góra	Szklarska Poręba	Śnieżka	Świeradów	Średnia
1-20	9,4	12,0	7,1	14,3	10,8
21-40	11,9	20,6	14,4	28,6	19,0
41-60	18,9	22,2	24,0	21,3	21,5
61-80	17,5	13,7	12,8	10,2	13,6
81-100	22,8	14,4	18,2	12,3	17,0
101-120	13,5	8,4	12,3	7,9	10,8
Starsze	5,8	8,7	11,1	5,4	7,6

Material i metody

Badania oparto na materiale empirycznym zebranych w 14 drzewostanach świerkowych, 12 jodłowych i 8 modrzewiowych. Drzewostany świerkowe znajdowały się w nadleśnictwach Świeradów (8 powierzchni próbnych) i Szklarska Poręba (6), jodłowe – w nadleśnictwach Świeradów (1), Śnieżka (5) i Kamienna Góra (6), a modrzewiowe – w nadleśnictwach Świeradów (1), Śnieżka (4) i Kamienna Góra (3).

Z każdego drzewostanu, spośród drzew należących do I i II klasy Krafta, wybrano drzewa próbne. Łącznie wybrano 63 świerki, 62 jodły i 43 modrzewie. Na każdym drzewie próbnym oceniono stopień uszkodzenia, wykorzystując do tego trzy cechy korony: stan aparatu asymilacyjnego opisywany głównie na podstawie defoliacji (cecha A), stan wierzchołka (cecha B) i żywotności (cecha C) [Dmyterko, Bruchwald 2007a]. Z przekroju pierścnicowego pobrano również wywierty, które wykorzystano do określenia typu reakcji przyrostowej na zmiany środowiska.

Ocena defoliacji dotyczyła słonecznej części korony, obejmującej koronę od miejsca najszerszego do wierzchołka drzewa. Pomocny w ocenie był atlas uszkodzeń, zawierający zdjęcia koron drzew o różnym, określonym procencie ubytku aparatu asymilacyjnego [Müller, Stierlin 1990]. Na podstawie wielkości defoliacji (Def) poszczególne drzewa zaliczono do jednego z czterech stopni uszkodzenia:

- 0 – Def ≤ 10%,
- 1 – 10% < Def ≤ 25%,
- 2 – 25% < Def ≤ 60%,
- 3 – 60% < Def ≤ 99%.

Drzew o 100% ubytku aparatu asymilacyjnego, stanowiących posusz, nie brano pod uwagę. Ocena stanu wierzchołka drzewa dotyczy przyrostu jego wysokości i ugałżenia. Cechę tę szacuje się w czterech stopniach, od 0 do 3, gdzie 0 oznacza niezahamowany przyrost wysokości i ugałżenie pełne, natomiast 3 – brak przyrostu wysokości i ugałżenie silnie zredukowane [Dmyterko, Bruchwald 2007a]. W ocenie żywotności drzewa szacowany jest w środkowej części korony ubytek gałęzi pierwszego rzędu i rzędów wyższych. Pierwsze kryterium obejmuje zatem ocenę wielkości luk w koronie, drugie ocenę ugałżenia pędów I i wyższych rzędów oraz ich przyrostów długości. Cechę C szacuje się również w czterech stopniach: od 0 – żywotność wysoka do 3 – żywotność bardzo niska [Dmyterko, Bruchwald 2007a].

Wartości cechy A, B i C pozwalają na określenie wskaźnika uszkodzenia drzewa W zgodnie ze wzorem [Dmyterko, Bruchwald 2007b]:

$$W = \frac{1}{3}(A + B + C)$$

Stosując ten wzór, uzyskuje się wartości wskaźnika W z zakresu 0-3. Wyższej wartości wskaźnika odpowiada większe uszkodzenie drzewa. Wskaźnik W pozwala na zaliczenie drzewa do jednego z czterech stopni uszkodzenia [Dmyterko, Bruchwald 2007b]:

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

Na pozyskanych z drzew próbnych wywiertach, wykorzystując program komputerowy Coorecorder 7.3 (www.cybis.se), zmierzono szerokości przyrostów rocznych, uzyskując dla każdego drzewa

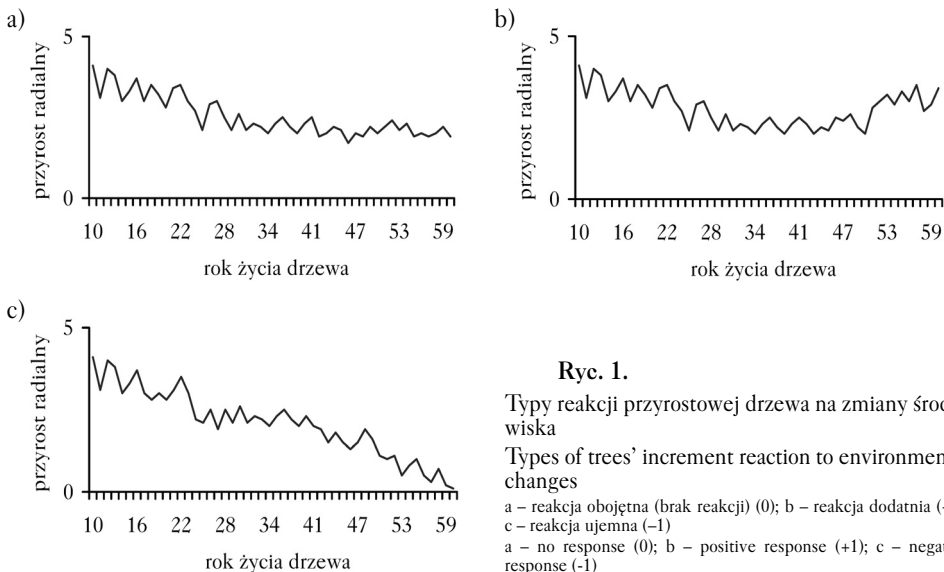
ciąg przyrostowy (wzór przyrostowy). Dla trzech 15-letnich okresów obejmujących lata 1965-1979 (I), 1980-1994 (II) i 1995-2009 (III) określono typ reakcji przyrostowej drzewa na zmiany środowiska [Bruchwald, Dmyterko 2007]. Wyróżniono 3 grupy o odmiennych typach reakcji przyrostowej:

- drzewa reagujące dodatnio, a więc zwiększeniem przyrostu pierśnicy w okresie (ryc. 1a),
- drzewa reagujące ujemnie, a zatem zmniejszeniem przyrostu pierśnicy w okresie (ryc. 1b),
- drzewa reagujące obojętnie (o braku reakcji), a więc niezmienną rytmię przyrostu grubości (ryc. 1c).

Wyniki i dyskusja

Blisko 70% badanych świerków charakteryzuje się wysokim wskaźnikiem uszkodzenia W (ryc. 2a). Reprezentują one stopień 2, oznaczający drzewa uszkodzone. Nieco ponad 10% świerków zaliczono do stopnia 3 – drzewa obumierające, a około 20% do stopnia 1 – drzewa osłabione. Stan zdrowotny świerków można zatem uznać za zły. Podobną strukturę udziału drzew w stopniach uszkodzenia stwierdzono u jodły. Drzew uszkodzonych jest 80%, obumierających 4% i osłabionych 17% (ryc. 2b). Udział drzew w stopniach uszkodzenia dla modrzewia różni się od stwierdzonego dla świerka i jodły jedynie w szczegółach. Udział drzew uszkodzonych wynosi nieco powyżej 70%, drzew obumierających 4% i osłabionych 23% (ryc. 2c). Badane gatunki drzew, których wiek przekroczył 80 lat, w przeważającej większości są uszkodzone. Stan ten jest zbliżony do stwierdzonego w 2005 roku w Beskidach Zachodnich, gdzie obecnie zachodzi proces rozpadu świerczyn [Dmyterko, Bruchwald 2007b, 2010]. Niepokojącym jest, że nie tylko świerk, ale również dwa pozostałe ważne dla gór gatunki mają podobnie wysoki wskaźnik uszkodzenia. Podobne wyniki badań dla drzewostanów świerkowych w Sudetach uzyskał dla okresu 1989-1999 Modrzyński [2003], wykazując udział drzew (z pominięciem drzew suchych) w 2 stopniu defoliacji do 66% i w 3 stopniu do 13%.

Ppełniejszy obraz stanu uszkodzenia lasu można uzyskać z analizy wyników dotyczących reakcji przyrostowej drzewa. W badanej próbie świerka w ostatnim okresie (1995-2009) największy udział (ponad 50%) dotyczy drzew o dodatniej reakcji przyrostowej (ryc. 3a). Bardzo



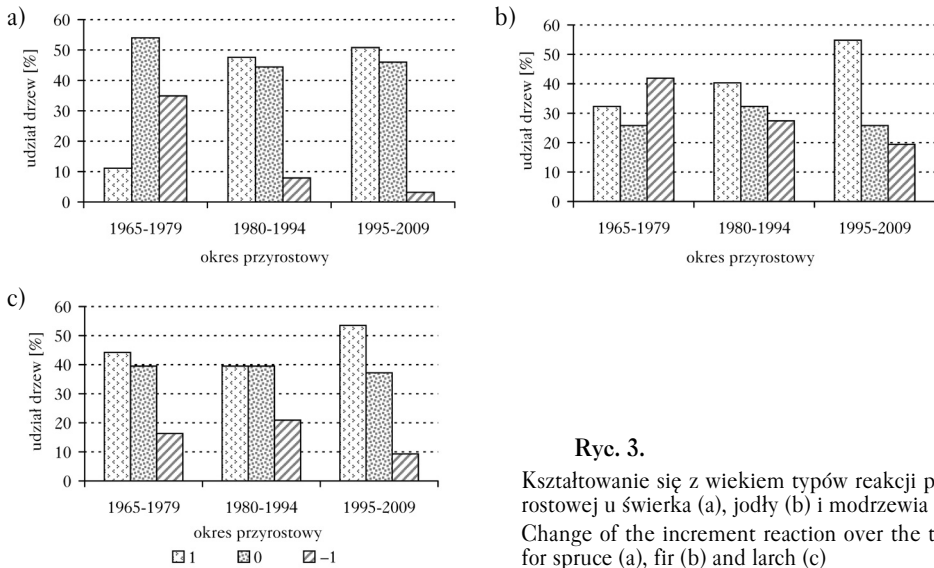
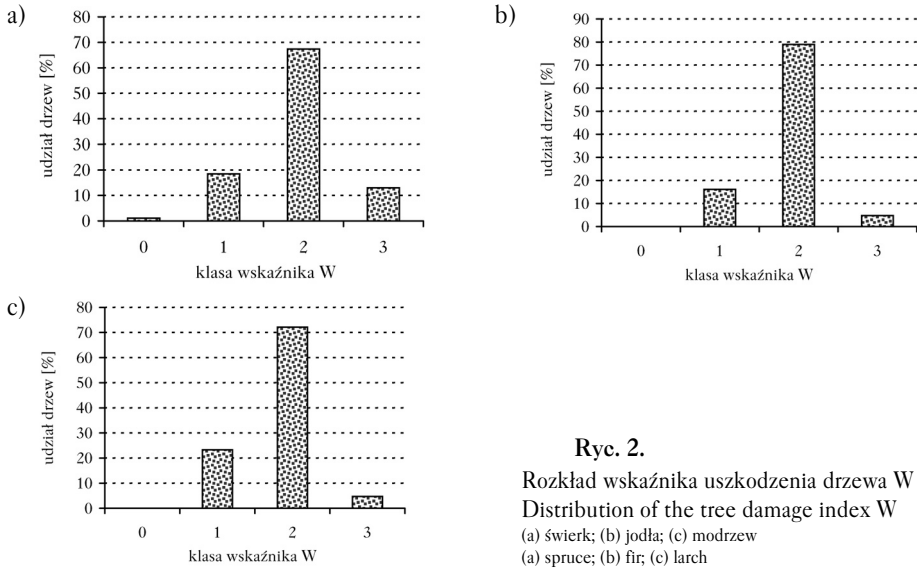
Ryc. 1.

Typy reakcji przyrostowej drzewa na zmiany środowiska

Types of trees' increment reaction to environmental changes

a – reakcja obojętna (brak reakcji) (0); b – reakcja dodatnia (+1); c – reakcja ujemna (-1)

a – no response (0); b – positive response (+1); c – negative response (-1)



mało drzew wykazuje ujemną reakcję przyrostową (około 4%), dość dużo drzew obojętną (około 45%). Przedstawiona sytuacja różni się od stwierdzonej w roku 2005 w Beskidach Zachodnich, gdzie mniejszy był udział drzew z reakcją dodatnią, a większy z reakcją ujemną [Bruchwald, Dmyterko 2007]. W Sudetach Zachodnich i części Sudetów Środkowych zagrożenie rozpadem świerczyn jest mniejsze. W okresie I (1965-1979) udział świerka w poszczególnych typach reakcji przyrostowej różnił się od obecnego (ryc. 3a). Przeważały drzewa o obojętnej reakcji przyrostowej (54%), dużo było drzew o reakcji ujemnej (35%), a niewiele o reakcji dodatniej (11%). Począwszy od pierwszego okresu, struktura typów reakcji przyrostowej ulegała zmianie. Wzrastał udział drzew o reakcji dodatniej, malał zaś o ujemnej. Są to korzystne zmiany dla dalszego wzrostu świerka w Sudetach. U jodły procesy wzrostowe zachodziły podobnie jak u świerka (ryc. 3b).

W I okresie przeważały drzewa o ujemnej reakcji przyrostowej (41%), następnie ich udział malał, by w III okresie stać się najmniejszy (20%). W pierwszym okresie stosunkowo wysoki był udział drzew z dodatnią reakcją przyrostową (32%), który wrósł wyraźnie w okresie ostatnim (55%). Udział drzew o obojętnej reakcji przyrostowej nie ulegał istotnym zmianom. Przebieg reakcji przyrostowej u modrzewia charakteryzuje się wahaniami, co może wynikać ze stosunkowo małej próby (ryc. 3c). W pierwszym okresie udział drzew z dodatnią reakcją przyrostową był dość wysoki (44%), a w okresie ostatnim jeszcze wyższy (53%). Zmniejszył się nieco udział drzew z reakcją ujemną (z 16 do 10%), nie uległ natomiast większym zmianom udział drzew o reakcji obojętnej. Analizowane gatunki drzew charakteryzują się podobną reakcją przyrostową na zmiany zachodzące w środowisku. Wzrost w ostatnim półwieczu udziału drzew o dodatniej reakcji przyrostowej i obniżenie udziału o reakcji ujemnej wskazuje na poprawę warunków wzrostu dla świerka, jodły i modrzewia. Ocena uszkodzenia drzew na podstawie cech korony nie jest tak optymistyczna. Może to wynikać stąd, że proces odbudowy korony trwa znacznie dłużej, a u jodły i modrzewia odbywa się również przez tworzenie się korony wtórnej [Gruber 1992].

Wnioski

- ✚ W lasach sudeckich, utworzonych głównie z drzewostanów świerkowych, stopień uszkodzenia drzew jest wysoki. Większość świerków charakteryzuje się 2. stopniem uszkodzenia i występują również świerki obumierające. Stan ten jest zbliżony do stwierdzonego w 2005 roku w świerczynach Beskidów Zachodnich, gdzie obecnie zachodzi ich rozpad.
- ✚ Stopień uszkodzenia jodły jest zbliżony do stopnia stwierdzonego u świerka. Przeważają jodły uszkodzone oraz osłabione i obumierające. Stopień uszkodzenia modrzewia nie różni się od stopnia oszacowanego dla jodły. Zdecydowanie przeważają drzewa uszkodzone.
- ✚ Korektę oceny uszkodzenia drzew ocenionego na podstawie korony można przeprowadzić, uwzględniając ich reakcję przyrostową na zmieniające się warunki środowiska. W ciągu ostatniego półwiecza w badanych drzewostanach wzrastał udział drzew o dodatniej reakcji przyrostowej, malał zaś o reakcji ujemnej. Świadczy to o poprawie warunków wzrostu tych gatunków drzew na badanym terenie i daje podstawę do obniżenia oceny ich stopnia uszkodzenia.

Literatura

- Boratyński A., Konca B., Zientarski J. 1998. Rozmiary prognozy zamierania świerczyn górskich w Polsce. W: Boratyński A., Bugała W. [red.]. Biologia świerka pospolitego. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań. 508-528.
- 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.
- Capecki Z., Głaz J., Gorzelak A., Hawrys Z., Król A., Łopusiewicz R., Sierota A., Rykowski K., Szukiel E., Trampler T., Walendzik R., Tyszcza J., Zwoliński A. 1991. Stan lasów w Sudetach – przyczyny, przebieg i konsekwencje zamierania lasów oraz zadania dla gospodarki leśnej. Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa.
- Capecki Z., Grodzki W., Zwoliński A. 1989. Gradacja wskaźnicy modrzewianeczki *Zeiraphera griseana* Hb. (Lepidoptera, Tortricidae) w Polsce w latach 1977-1983. Prace Inst. Bad. Leśn. 689: 95-152.
- 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.
- Durło G. B. 2007. Klimatyczny bilans wodny okresów wegetacyjnych na szkółce leśnej Wyrchzadeczka w Beskidzie Śląskim. Sylwan 151 (6): 53-61.
- Grabowski L. 2008. Szkody od huraganu w 2007 r. w RDLP Wrocław. W: Kleński Żywiolowe w lasach zagrożeniem dla wielofunkcyjnej gospodarki leśnej. SITLiD, Wyd. „Świat”, Warszawa. 55-71.
- Gruber F. 1992. Dynamik und Regeneration der Gehölze. Baumarchitektur auf ökologisch-dynamischer Grundlage und zur Bioindikation am Beispiele der Europäischen Fichte [*Picea abies* (L.) Karst.], Weißtanne (*Abies alba* Mill.), Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* Franco) und Europäischen Lärche (*Larix decidua* Mill.). Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme, Reihe A, 86/Teil I.

- Hlasny T., Sitkova Z. [red]. 2010. Spruce forest decline in the Beskids. National Forest Center, Zvolen.
- Kondracki J. 1978. Typy krajobrazu naturalnego. W: S. Leszczyński [red]. Narodowy atlas Polski. Zakł. Nar. im. Ossolińskich.
- Kondracki J. 2002. Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.
- Modrzyński J. 2003. Defoliation of older Norway spruce (*Picea abies*/L./Karst.) stands in the Polish Sudety and Carpathian mountains. Forest Ecology and Management 181: 289-299.
- Müller E., Stierlin H. R. 1990. Sanasilva Kronenbilder mit Nadel- und Blattverlustprozenten. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf.
- Pierzgalski E., Janek M., Kucharska K., Tyszka J., Wróbel M. 2007. Badania hydrologiczne w leśnych zlewniach sudeckich. Instytut Badawczy Leśnictwa, Sękocin Stary.
- Szabla K. 2009. Aktualny stan drzewostanów świerkowych w Beskidach i ich geneza. W: Starzyk J. [red.]. Problem zamierania drzewostanów świerkowych w Beskidzie Śląskim i Żywieckim. Oficyna Wydawniczo-Drukarska Secesja, Kraków. 13-43.
- Trampler T., Kliczkowska A., Dmyterko E., Sierpińska A. 1990. Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych. Warszawa, PWRiL.

SUMMARY

Degree of damage to spruce, fir and larch stands in the Western Sudetes

The aim of this research was to assess damage to three important forest-forming trees species in the mountains – spruce, fir and larch, and to study their growth responses to changing environmental conditions. The research concerned forests under the management of: Świeradów, Szklarska Poręba, Śnieżka and Kamienna Góra forest districts located in Western Sudetes and a small area covered by forests in the Kamienna Góra Forest District partly located in Central Sudetes (SW Poland).

The studies were based on the empirical material collected from 14 spruce, 12 fir and 8 larch forest stands. Sample trees in I and II Kraft's classes were selected from each stand. Their total number was 63 spruces, 62 firs, and 43 larches. The assessment of the degree of damage to each sample tree was based on three crown characteristics: defoliation, top-crown condition and tree vitality. These characteristics were used for determining the damage index W ranging from 0 to 3, where the higher index value, the larger degree of damage.

To obtain more complex picture of damage to forests, the analysis of trees' growth response to environmental changes was performed. Increment cores were taken from sample trees at the breast height to determine the type of increment reaction. Three types of the response (positive, neutral and negative) were distinguished. They were determined for three 15-year periods: 1965-1979 (I), 1980-1994 (II) and 1995-2009 (III). In undisturbed growth conditions, the expected percentage of trees with different types of responses is as follows: 10-15% positive, 70-80% neutral and 10-15% negative response.

The examined species showed a high degree of damage. Most of the trees were classified into degree 2 ($1.5 < W \leq 2.5$) as damaged trees, and a few trees classified to degree 3 ($W > 2.5$) as dying trees. The total share of these two degrees of damage was ca 80% for spruce, 84% for fir and 74% for larch. This situation is similar to the one in the Western Beskidy Mountains in 2005 where the process of spruce stand dieback takes place. In period 1965-1979 the percentage of spruce trees with individual types of growth response was as follows: trees with neutral growth response (54%) dominated, the number of trees with negative response (35%) was large, the number of trees with positive response (11 %) was small. In subsequent periods, the proportion of trees with positive response increased, while the proportion of trees with negative response decreased. In period I, the percentage of firs with negative growth response (41%) predominated,

then it decreased. The proportion of trees with positive growth response increased over the time, while the proportion of trees with neutral growth response did not change significantly. Growth response of larch trees was characterised by relatively large fluctuations. In period I, share of trees with positive growth response was rather high (44%), and in the last period it was even higher (53%). The proportion of trees with negative response decreased slightly, while the proportion of trees with neutral response did not much change.

The examined tree species responded similarly to changes in the environment. The increase in the share of trees with positive response and the decrease in the share of negative response in the last half century indicate an improvement in the growth conditions of spruce, fir and larch in the Western Sudetes. The assessment of damage to trees based on crown attributes is not so optimistic. This may result from the fact that the process of tree crown regeneration, especially in spruce, is much longer, while in fir and larch it additionally is caused by the development of the secondary crown.