

# Struktura starodrzewia świerkowego a dynamika przyrostu drzew na powierzchni badawczej „Skoruśniak” w Tatrzańskim Parku Narodowym

Janusz Szewczyk, Jerzy Szwagrzyk

*Katedra Botaniki Leśnej i Ochrony Przyrody Uniwersytet Rolniczy w Krakowie,  
Al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków*

## Streszczenie

W latach 2002–2003 pobrano odwierty z ponad 600 świerków i pomierzono ich przyrosty grubości na 20 powierzchniach położonych w rezerwacie Skoruśniak w Tatrzańskim PN. Na podstawie przeanalizowanych 548 odwiertów obliczono dla wszystkich przyrostów względne reakcje przyrostowe w odniesieniu do maksymalnej możliwej reakcji przyrostowej, ustalonej na podstawie lokalnej linii granicznej („boundary line”). Maksymalne względne reakcje przyrostowe (o wielkości powyżej 25%) w danym okresie wzrostu uznano za wyznaczniki lat wystąpienia zaburzeń w pobliżu danego drzewa. Wyraźne uwolnienia wystąpiły w 1140 przypadkach u 406 drzew. Wyraźna jest wysoka częstość występowania zaburzeń w latach 1750–1789 i 1821–1830, jednak wyraźnie widać też że na Skoruśniaku w ciągu ostatnich kilku stuleci przeważały zaburzenia lokalne o niskiej intensywności. Ewentualne zaburzenia wielkopowierzchniowe mogły mieć miejsce w rejonie kilku niżej położonych powierzchni badawczych.

**Słowa kluczowe:** Dynamika lasu, struktura wieku, lasy naturalne, zaburzenia, świerk pospolity.

## Wstęp

Opisowi i analizie struktury wysokogórskich borów świerkowych w Tarach poświęcono już wiele prac [Myczkowski 1964, Korpeł 1995, Holeksa i Zielonka 2005, Holeksa i inni 2005, Karczmarski 2007]. Pomimo to naturalna dynamika tych zbiorowisk nie została poznana w stopniu wystarczającym. Istnieją dwa zasadniczo różne modele dynamiki tych drzewostanów [Korpeł 1995, Holeksa 1998]. Według pierwszego, decydującym elementem dynamiki górnoregłowych świerczyn są rozległe naturalne zaburzenia [Szwagrzyk 2000], w tym przypadku najprawdopodobniej wiatr halny czy masowy pojaw korników. W efekcie dochodzi do rozpadu drzewostanu na znacznych powierzchniach (mierzonych w hektarach), a odnowienie odbywa się na powierzchni z dobrym dostępem do światła. Odnowienia powstają z reguły na rozkładającym się martwym drewnie, przede wszystkim na leżących na ziemi pniach drzew tworzących poprzedni drzewostan [Holeksa 1998]. W efekcie powstają drzewostany o małym zróżnicowaniu wiekowym, charakteryzujące się jednopiętrową budową.

Alternatywny model podkreśla znaczenie niewielkich luk drzewostanowych, powstałych po obumarciu kilku sąsiadujących ze sobą drzew. W efekcie powstają drzewostany o złożonej strukturze wiekowej, wielopiętrowe, a ich odnowienie ma charakter mniej więcej ciągły.

Przeprowadzone na terenie Tatrzańskiego Parku Narodowego wstępne analizy [Szwargryk i inni 1996] wskazują na występowanie w górnym reglu Tatr obu typów naturalnych świerczyn: zarówno drzewostanów jednopiętrowych o małym zróżnicowaniu wiekowym, jak i wielopiętrowych i wielogeneracyjnych borów świerkowych.

Drzewostan na Skoruśniaku, sprawiający wrażenie naturalnego boru świerkowego, już od dawna przyciągał uwagę badaczy. Trzydzieści kilka lat temu założoną tu pierwszą w Tatrach (i jedną z pierwszych w Polsce) sieć stałych kołowych powierzchni badawczych, rozmieszczonych w regularnych odstępach [Jagiello i inni 1978]. Powierzchnie te zostały odnalezione i powtórnie pomierzone po roku 2000 [Holeksa i inni 2005]. Wtedy też pobrane zostały odwierty przyrostowe z kilkuset świerków rosnących na powierzchniach badawczych. Niniejsza praca jest próbą odpowiedzi na pytania: jaki typ dynamiki reprezentuje drzewostan na Skoruśniaku? Jakie czynniki mogły w głównej mierze wpłynąć na ukształtowanie jego obecnej struktury?

## Teren badań

Prace terenowe wykonano na obszarze rezerwatu Skoruśniak, zlokalizowanego na stokach Zadniego Uplazu, opadającego spod Żółtej Turni pomiędzy dolinami Suchej Wody i Pańszczy. Teren badań położony był na wysokości od 1300 do 1570 m n.p.m., z czego około 75% znajduje się powyżej 1400 m n.p.m. Nachylenie terenu waha się od 0 do 40°, a jego średnia wartość wynosi około 13°. Rezerwat pokrywa obszar trzech oddziałów leśnych: 136, 137 i 143, o całkowitej powierzchni 163,96 ha [Jagiello i inni 1978].

Obszar badań, wraz ze znajdującą się w pobliżu Halą Gąsienicową, leży w obrębie piętra klimatycznego chłodnego, ze średnimi temperaturami rocznymi od 2 do 4°C.

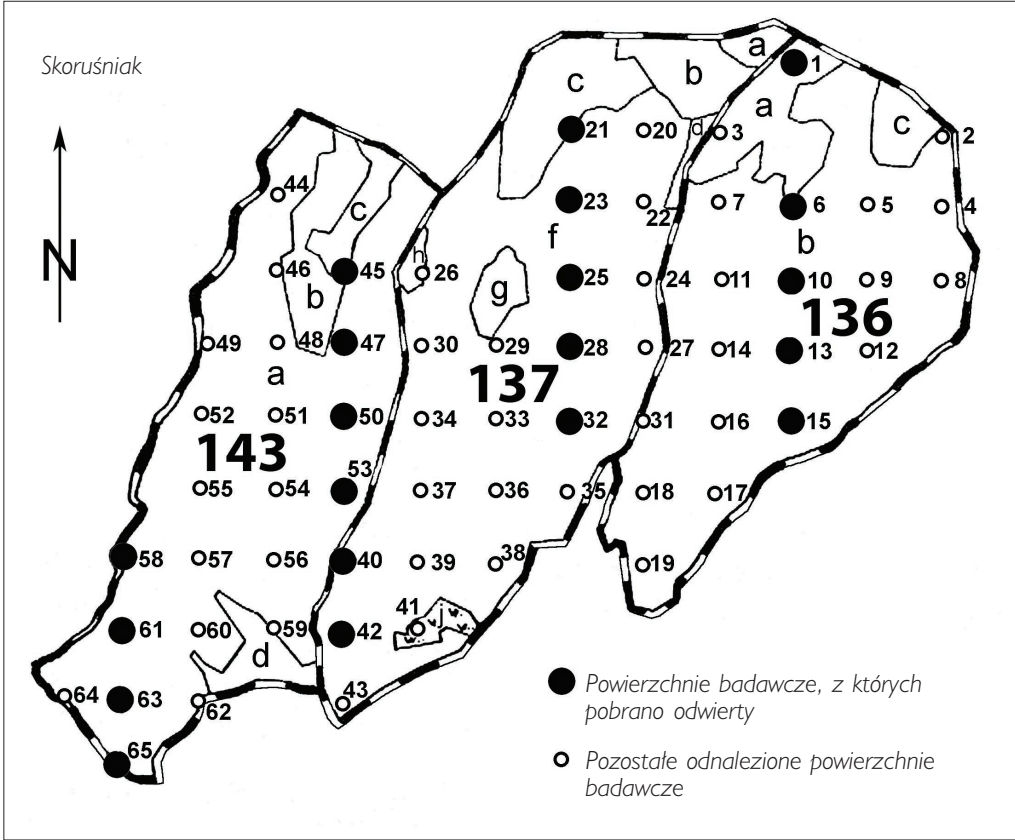
Las w masywie Skoruśniaka jest jednym z dobrze zachowanych w Tatrach fragmentów zespołu *Plagiobetico-Piceetum*. Pod względem typologicznym jest to siedlisko górnoeregłowego boru wysokogórskiego [Jagiello i inni 1978].

## Metody

W oparciu o sieć regularnie rozmieszczonych 65 stałych kołowych powierzchni badawczych, założonych w roku 1972, w latach 2001 i 2002 pracownicy Instytutu Botaniki PAN powtórzyli pomiar drzewostanu na odnalezionych 61 powierzchniach.

W latach 2002–2003 pobrano odwierty z ponad 600 świerków i pomierzono ich przyrosty grubości na wybranych w sposób systematyczny 20 powierzchniach badawczych (ryc. 1), położonych w czterech równoległych transektach. Odwierty przyrostowe pobrano świdrami Presslera a szerokości słoików przyrostu rocznego pomierzono przy pomocy programu WinDendro. W przypadku części drzew nie udało się pobrać całkowitych odwiertów, ze względu na występującą w pniach zgniliznę wewnętrzną. Odwierty wyraźnie uszkodzone nie były uwzględniane w dalszych analizach, przez co ostatecznie przeanalizowano ich 548.

Weryfikacji poprawności pomiaru dokonano przez porównanie krzywych przyrostowych drzew z latami wskaźnikowymi z bezwzględnie datowanej chronologii przyrostów świerka dla Lasu Gąsienicowego [Feliksik 1972].



Ryc. 2. Rozmieszczenie powierzchni badawczych, z których pobrano odwierty

Nie szacowano wieku rzeczywistego drzew, ponieważ badania przeprowadzone w Tatrach [Zielonka 2003, Zwijacz-Kozica 2003] wykazały bardzo duże zróżnicowanie wieku podrostów osiągających podobne wysokości. W skrajnych przypadkach świerki potrzebowały 60 lat na osiągnięcie wysokości 1,3 m. Poprawki do wieku pierśnicowego świerków, obliczone uprzednio [Szymański, Modrzyński 1973] na 20 do 30 lat, mogły być niewystarczające.

Dla przeanalizowania częstotliwości występowania w drzewostanie zaburzeń użyto metod zaproponowanych przez Lorimera i Frelicha [1989] w zmodyfikowanym ujęciu Nowackiego i Abramsa [1997] i Blacka i Abramsa [2003, 2004]. Metoda ta bazuje na liczbie stwierdzonych przy analizie przyrostów drzew uwolnień, będących reakcjami na występujące w ich pobliżu zdarzenia powodujące pozytywną reakcję przyrostową. O ile spadek szerokości słoików przyrostowych może być wynikiem zadziałania czynników abiotycznych – na przykład klimatycznych – to gwałtowny wzrost szerokości przyrostów jest z reguły wynikiem uwolnienia danego drzewa od nacisku konkurencyjnego drzew sąsiednich. Dlatego też interpretuje się radykalne zwiększenia szerokości przyrostów rocznych jako skutki zaburzeń, występujących w bezpośrednim sąsiedztwie analizowanego drzewa w latach poprzedzających zwiększenie się przyrostów rocznych.

Poszczególne uwolnienia i ich charakter były identyfikowane na podstawie intensywności zmian dziesięcioletnich średnich przyrostów radialnych drzewa %GC, które dla danego roku wyliczano zgodnie ze wzorem:

$$\%GC = \frac{M_2 - M_1}{M_1} \times 100\%$$

gdzie:

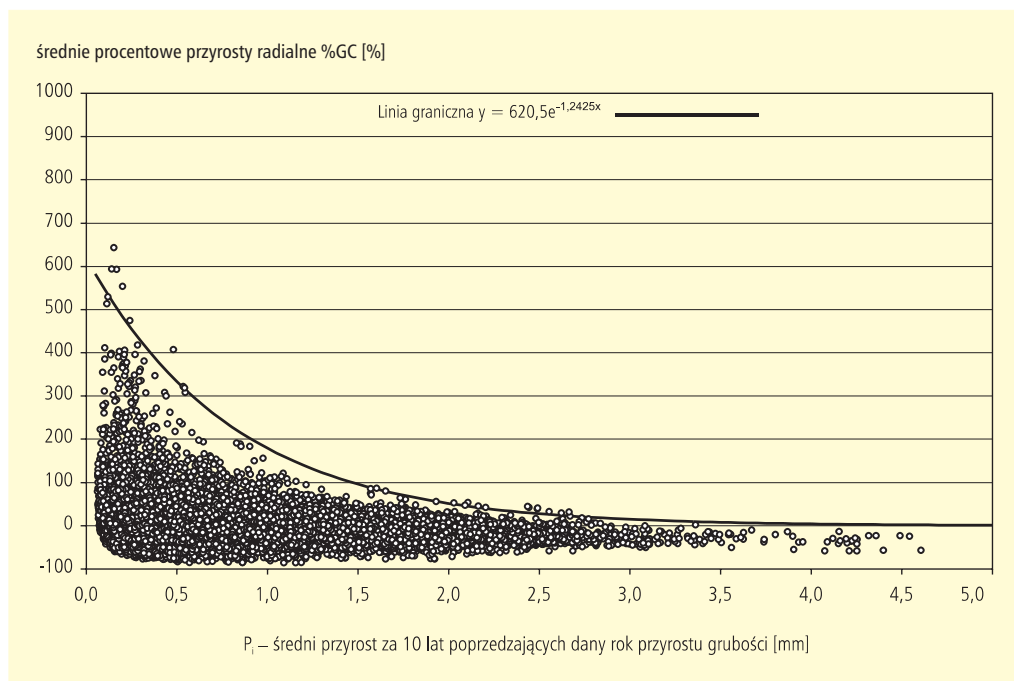
$M_1$  – przeciętna wartość przyrostu grubości za ostatnich 10 lat (włącznie z rokiem, dla którego prowadzimy obliczenia),

$M_2$  – przeciętna wartość przyrostu grubości za 10 następnych lat względem roku, dla którego prowadzimy obliczenia.

Wszystkie stwierdzone uwolnienia były następnie skalowane względem lokalnej linii granicznej („*boundary line*”) dla Skoruśniaka, która reprezentuje maksymalną możliwą reakcję wzrostową analizowanych świerków w odniesieniu do poprzedniego przyrostu ( $P_i$  – średni przyrost za 10 lat poprzedzających rok, dla którego prowadzone jest wyliczenie). Szczegółowy sposób obliczenia jej parametrów podają Black i Abrams (2004).

Linie graniczną (ryc. 2) wyliczono zgodnie ze wzorem ujemnej funkcji wykładniczej, która najlepiej była dopasowana ( $R^2 = 0,99$ ) do średniej z 10 najwyższych wartości średniego przyrostu radialnego %GC ( $y$ ) w poszczególnych klasach średniego przyrostu  $P_i$  ( $x$ ):

$$y = 620,5e^{-1,2425x}$$

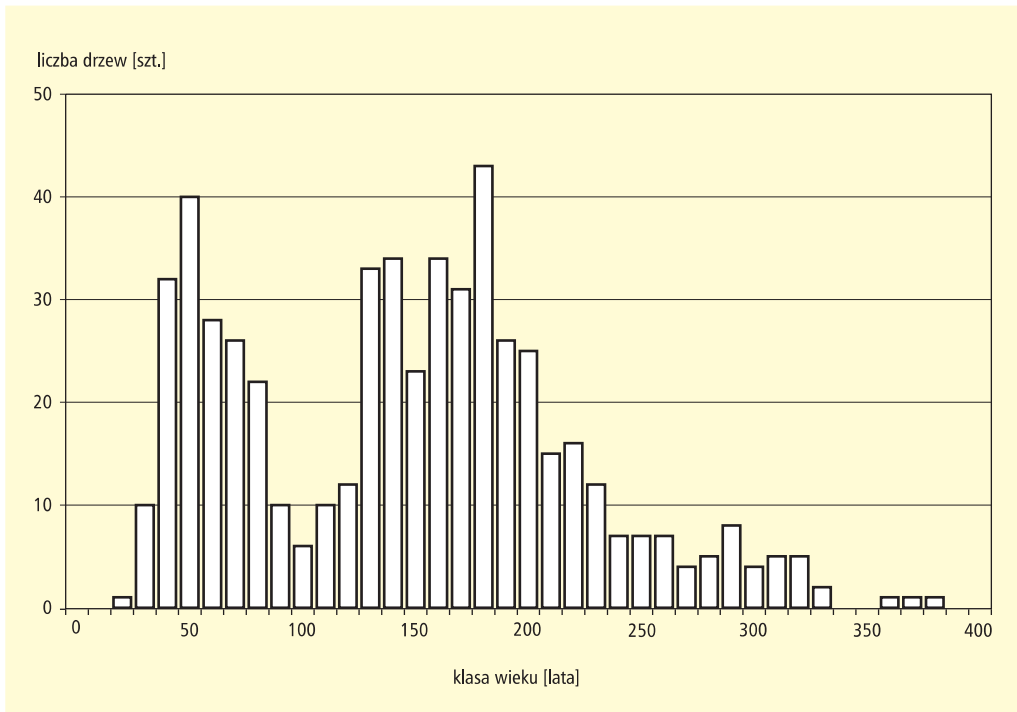


Ryc. 2. Linia graniczna (boundary line) dla przyrostów świerków ze Skoruśniaka

Wyliczone uprzednio dla każdego drzewa średnie procentowe przyrosty radialne %GC dzielono w każdym roku przez wyliczoną z linii granicznej wartość maksymalną, uzyskując w ten sposób w każdym roku względną wartość reakcji przyrostowej, wyrażoną w procentach [Nowacki i Abrams 1997]. Maksymalne wartości względnej reakcji przyrostowej w danym okresie wzrostu były traktowane jako wyznaczniki roczników występowania zaburzeń w drzewostanie w pobliżu danego drzewa. Minimalna wartość względnej i pozytywnej reakcji przyrostowej, która była uznawana za świadcząca o wpływie zaburzenia w drzewostanie na dane drzewo, została przyjęta na 25%. Względna reakcja przyrostowa drzewa, przyjmująca wartości powyżej 25% była traktowana jako słabe uwolnienie (niewielki wpływ danego zaburzenia). Wartości powyżej 50% świadczyły o średnich zaburzeniach reakcji, a powyżej 75% o silnych (silnie wpływających na dane drzewo).

## Wyniki

Badany drzewostan charakteryzował się silnym zróżnicowaniem wieku pierśnicowego drzew, który wahał się w granicach od 20 do 380 lat. Rozkład wieku jest dwuwierchołkowy (ryc. 3), z wyraźnie zaznaczonymi maksimami, mieszczącymi się w przedziałach od 41 do 60 i od 161 do 180 lat. Średni wiek żywych drzew dla wszystkich powierzchni łącznie wyniósł 141 lat. Struktura wiekowa drzewostanu na powierzchniach

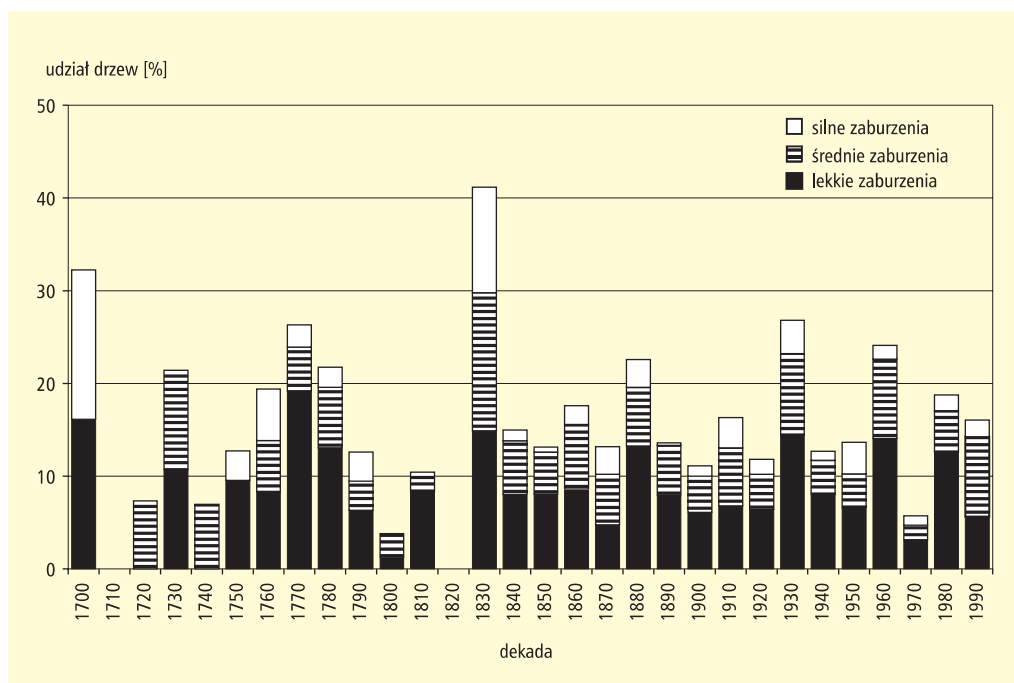


Ryc. 3. Rozkład wieku świerków na powierzchniach badawczych w Skoruśniaku

badawczych była bardzo zróżnicowana, a wyraźnie zaznaczającą się grupą były drzewostany dwugeneracyjne, w których jedną generację stanowiły drzewa liczące 40–70 lat, a drugą różne grupy z zakresu wieku 150–250 lat. W skali całego obiektu drzewostan trzeba uznać za wielogeneracyjny, zwłaszcza jeśli uwzględnić fakt, że rzeczywisty wiek najstarszych drzew może przekraczać 400 lat.

Oszacowane na podstawie analizy zmian dziesięcioletnich średnich przyrostów pierśnicy występowanie zaburzeń w drzewostanie miało zmienną intensywność. Występowanie w przyrostach grubości co najmniej lekkich uwolnień zaobserwowano w 1140 przypadkach u 406 (74,9%) analizowanych drzew. Należy tu zaznaczyć, że u niektórych drzew młody wiek bardzo utrudniał możliwość stwierdzenia tego zjawiska ze względów metodycznych, powodujących konieczność odrzucenia początkowych i końcowych 10 lat ich przyrostów z obliczeń. Maksymalnie u pojedynczych starych świerków wykryto aż pięć ewidentnych reakcji przyrostowych, wskazujących na występowanie zaburzeń w pobliskim drzewostanie. Wśród wszystkich stwierdzonych uwolnień 52,7% stanowiły reakcje słabe, 34,1% średnie a 13,2% silne.

Procentowy udział drzew wykazujących reakcje na zaburzenia w poszczególnych dekadach przedstawia ryc. 4. Ewidentne jest nasilenie się występowania zaburzeń w latach 1750–1780 oraz najwyższa intensywność najwyraźniejszych reakcji przyrostowych (powyżej 100% zmiany średniego procentowego przyrostu pierśnicy) w dekadzie 1761–1770. Najwyższe nasilenie zaburzeń o różnym stopniu nasilenia wystąpiło w latach 1821–1830, kiedy to reakcje przyrostowe na uwolnienie stwierdzono u ponad 40% drzew.



Ryc. 4. Procentowy udział drzew wykazujących oznaki wpływu lekkich, średnich i silnych zaburzeń w poszczególnych dziesięcioleciach

## Dyskusja

Struktura wieku drzewostanu na Skoruśniaku, a w szczególności występowanie tam bardzo starych świerków potwierdza opinię [Jagiello i inni 1978], że jest to las o charakterze naturalnym, w którym wpływ człowieka w przeszłości ograniczał się zapewne do wypasu owiec i sporadycznego wycinania pojedynczych drzew. Jest to zatem bardzo dobry obiekt do badania naturalnej dynamiki górnoreglowych świerczyn [Holeksa i inni 2005].

Analiza częstości występowania epizodów „uwolnienia” przyrostów radialnych drzew wskazuje, że na Skoruśniaku w okresie paru ostatnich stuleci przeważały zaburzenia o lokalnym charakterze i niewielkiej intensywności. Było tych zaburzeń stosunkowo dużo, niektóre z nich wpłynęły jedynie na wzrost drzew na pojedynczych powierzchniach, efekty innych dają się zaobserwować na większej liczbie powierzchni. Bardzo niewiele było jednak silnych uwolnień, sugerujących wystąpienie rozległych i intensywnych zaburzeń. Jest to sytuacja krańcowo odmienna od stwierdzonej na południowym przedpołu Tatr, gdzie zaburzeń było mniej, ale były one bardzo silne, rozległe, w dużej mierze dające się zinterpretować jako huraganowe wiatry typu „bora” [Zielonka i inni 2009].

W efekcie przeważających na Skoruśniaku niewielkich i stosunkowo częstych zaburzeń struktura wiekowa i budowa drzewostanu jest złożona w skali całego obiektu, chociaż lokalnie (w skali poszczególnych powierzchni) da się wyróżnić płaty drzewostanu charakteryzujące się prostą budową i małym zróżnicowaniem wiekowym.

Występowanie na niżej położonych powierzchniach wyraźnie oddzielonych generacji drzew może świadczyć o możliwości wystąpienia tam w przeszłości wielkopowierzchniowego rozpadu drzewostanu, ale dla potwierdzenia tej hipotezy niezbędna jest przestrzenna analiza [Splechna i inni 2005] występowania zaburzeń.

## Literatura

- Black B.A., Abrams M.D. 2003. Use of boundary-line growth patterns as a basis for dendroecological release criteria. *Ecological Applications* 13: 1733–1749.
- Black B.A., Abrams M.D. 2004. Development and application of boundary-line release criteria. *Dendrochronologia* 22: 31–42.
- Feliksik E. 1972. Studia dendrochronologiczne nad świerkiem (*Picea excelsa* L.). Część I. Badania nad świerkiem z Lasu Gąsienicowego w Tatrach. *Acta Agraria et Silvestria* Vol. XII: 39–70.
- Holeksa J. 1998. Rozpad drzewostanu i odnowienie świerka a struktura i dynamika karpackiego boru górnoreglowego. *Monographiae Botanicae* 82, ss. 208.
- Holeksa J., Gienza P., Krawczyń B., Łabaj J., Michalska D., Szewczyk J., Wesołowska M., Żywiec M. 2005. Tatrzańska i babiogórska świerczyna górnoreglowa – podobieństwa i różnice. Str. 77–85 [W:] Mirek Z., Godzik B. (red.). *Tatrzański Park Narodowy na tle innych górskich terenów chronionych*. Tom III. Wyd. TPN, Zakopane.
- Holeksa J., Zielonka T. 2005. Different landscape patterns of subalpine spruce forests in the Tatra Mts. and Babia Gora massif (West Carpathians). *Polish Botanical Studies* 19: 167–175.
- Jagiello Z., Poznański R., Raimer J., Rutkowski B. 1978. Zastosowanie wielkoobszarowej metody losowych powierzchni próbnych do inwentaryzacji i kontroli zapasu i przyrostu w projektowanym rezerwacie ścisłym Skoruśniak w Tatrzańskim Parku Narodowym. *Sylwan* 1: 31–41.

- Karczmarski J. 2007. Budowa, struktura i dynamika górnoreglowych borów świerkowych o charakterze pierwotnym w dolinach Pańszczycy i Stawów Gąsienicowych (Tatrzański Park Narodowy) w okresie kontrolnym 1991–2002. *Sylvan* 11: 41–59.
- Korpeš. 1995. Die Urwälder der Westkarpaten. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York, ss. 310.
- Lorimer C.G., Frelich L.E. 1989. A method for estimating canopy disturbance frequency and intensity in dense temperate forests. *Canadian Journal of Forest Research* 19: 651–663.
- Myczkowski S. 1964. Struktura i ekologia zespołu świerka *Piceetum tatricum* u górnej granicy zasięgu w Tatrzańskim Parku Narodowym w dolinach Stawów Gąsienicowych i Pańszczycy. *Ochrona Przyrody* 30: 51–105.
- Nowacki G.J., Abrams M.D. 1997. Radial-growth averaging criteria for reconstructing disturbance histories from presettlement-origin oaks. *Ecological Monographs* 67: 225–249.
- Szwagrzyk J. 2000. Rozległe naturalne zaburzenia w ekosystemach leśnych: ich zasięg, charakter i znaczenie dla dynamiki lasu. *Wiadomości Ekologiczne* 46: 3–19.
- Szwagrzyk J., Szewczyk J., Hutka D., Zielonka T. 1996. Struktura wiekowa naturalnych drzewostanów świerkowych w Tatrzańskim Parku Narodowym. [W:] Kownacki A. (red.). *Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a Człowiek. Tom II Biologia. TPN i PTPNoZ, Kraków–Zakopane*, s. 60–62.
- Szymański S., Modrzyński J. 1973. Określenie wieku potrzebnego do osiągnięcia przez świerk wysokości pierśnicy na różnych wzniesieniach nad poziomem morza. *Sylvan* 1: 11–24.
- Zielonka T. 2003. Tempo rozkładu martwego drzewna a odnowienie świerka *Picea abies* (L.) Karst. na kłodach w karpackim borze górnoreglowym. Praca doktorska wykonana w Zakładzie Ekologii Instytutu Botaniki im. W. Szafera PAN. Kraków.
- Zielonka T., Holeksa J., Malcher P., Dubaj N. 2009. 200 lat historii lasów w Słowackich Tatrach – dendrochronologiczna rekonstrukcja zaburzeń. Materiały z konferencji Długookresowe zmiany w przyrodzie i użytkowaniu obszaru TPN, Zakopane, 21–22 maja 2009.
- Zwijacz-Kozica T. 2003. Różnicowanie się struktury populacji świerka w procesie starzenia tatrzańskich borów górnoreglowych. Praca doktorska wykonana w Katedrze Botaniki Leśnej SGGW. Warszawa.