

Dendrochronologiczna rekonstrukcja lawin w Tatrach Wysokich

Michał Laska, Ryszard J. Kaczka

Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec, e-mail: michal.laska@op.pl

Słowa kluczowe: lawiny, śnieg, dendrochronologia, Tatry

Keywords: avalanches, snow, dendrochronology, Tatra Mountains

Streszczenie

Lawiny w Tatrach stanowią jeden z głównych czynników kształtujących przebieg górnej granicy lasu i bezpośrednie zagrożenie dla ruchu turystycznego. Pierwsze pisemne wzmianki o lawinach w Tatrach pochodzą z 1856 roku, obserwacje rozpoczęto w 1908 roku, ponownie w latach 1959–1968 a systematyczny i ciągle monitoring dopiero w 2005 roku. Sporadyczność zapisów historycznych i obserwacji wymaga stosowania metod pośrednich do badania zmian częstotliwości występowania zjawisk lawinowych. Badania przeprowadzono w Żlebach: Dwoistym i Głębokim, zlokalizowanych na przeciwległych stokach Doliny Rybiego Potoku, jednej z najbardziej lawinowej dolin w Polskich Tatrach. Rekonstrukcja lawin śnieżnych została przeprowadzona z wykorzystaniem metod dendrochronologicznych w oparciu o blizny, dekapitacje, złamanie, odrosty z powalonych drzew, przewody żywiczne oraz redukcje szerokości przyrostów rocznych. Podczas badań terenowych pobrano 218 prób z uszkodzonych drzew rosnących w strefach marginalnych torów lawinowych i lawinisk. Skonstruowano 182-letnią dendrochronologiczną chronologię zjawisk lawinowych. Najstarsze zranienie zostało wydatowane na 1826 rok, ale pełniejsza rekonstrukcja obejmuje okres ubiegłego wieku. Zdarzenia lawinowe z dwóch analizowanych stanowisk są słabo zsynchronizowane (30% z nich występuje jednocześnie w obydwu żlebach), co sugeruje wpływ rozmiarów żlebu i ekspozycji stoku na występowanie lawin śnieżnych.

Wstęp

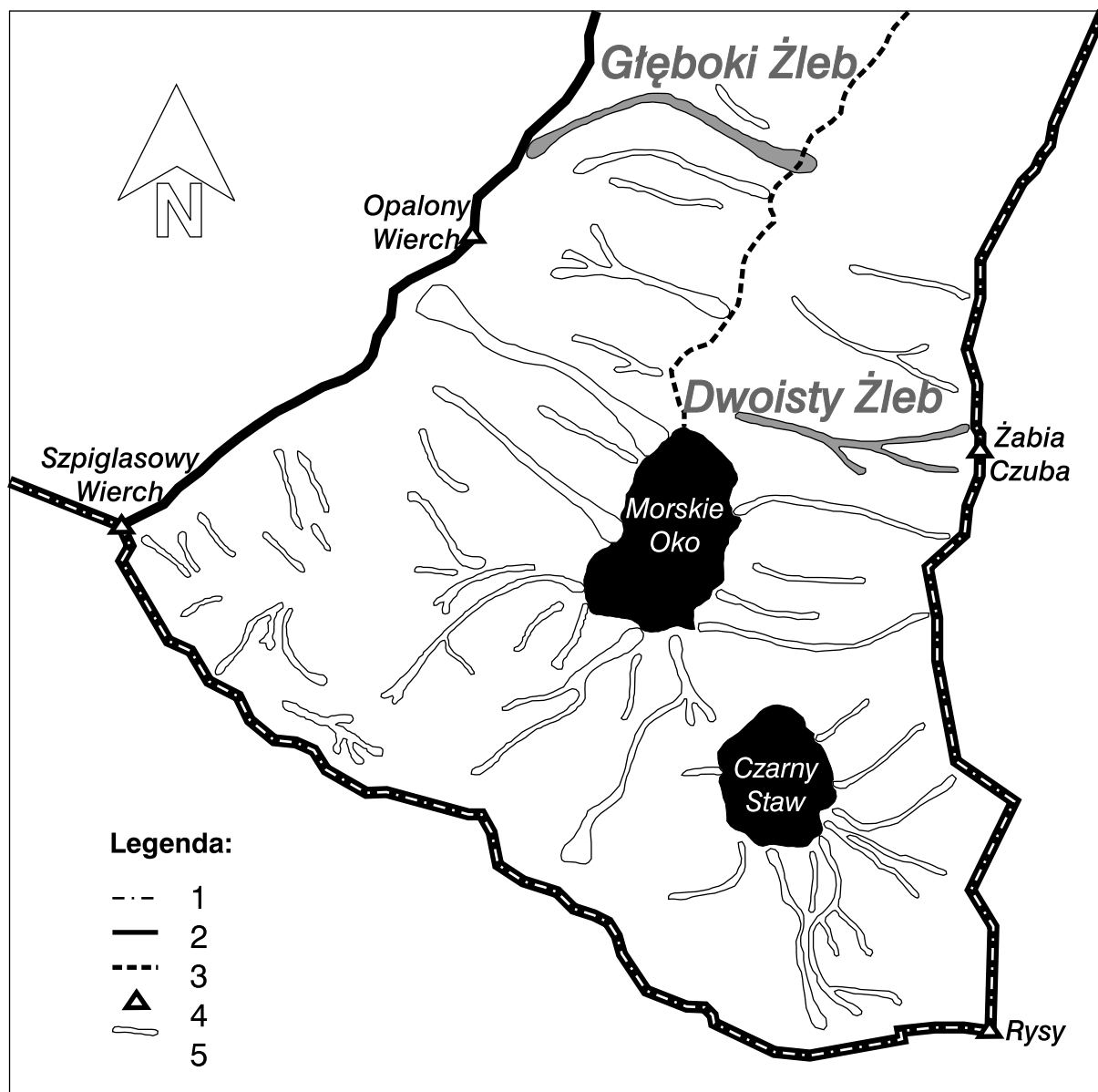
Lawiny śnieżne są powszechnym zjawiskiem na całym obszarze Tatr. Stanowią istotny czynnik w kształtowaniu górnej granicy lasu oraz zagrożenie dla turystów przebywających na obszarze Tatrzańskiego Parku Naro-

dowego w sezonie zimowym turystów. Niniejsze opracowanie przedstawia próbę dendrochronologicznej rekonstrukcji lawin śnieżnych w Tatrach Wysokich na przykładzie dwóch żlebów: Dwoistego Żlebu i Głębokiego Żlebu (Żlebu Żandarmerii). Na mapie częstości występowania lawin w Tatrach w okresie 1961–1972 Marii Kłapowej (Kłapowa, 1976) przedstawionych jest 465 lawinisk, z czego 171 schodzi poniżej górnej granicy lasu. Oznacza to, że historię blisko 40% z nich można badać, stosując zapis ich aktywności w przyrostach drzew. Badania te mają wartość tym większą, iż do 2005 roku ewidencja zjawisk lawinowych w polskiej części Tatr nie była prowadzona w sposób ciągły.

Historia badań lawinowych w Tatrach

Początki obserwacji lawin śnieżnych w Tatrach przypadają na połowę XIX wieku (Szczepański, 1933). Pojawienie się narciarstwa na ziemiach polskich doprowadziło do stopniowego wzrostu zainteresowania badaniami lawinowymi, których pionierem w Tatrach był Mariusz Zaruski (Zaruski, 1910, 1911, 1913). Dane historyczne dotyczące zdarzeń lawinowych, głównie tych ze skutkiem tragicznym pochodzą z kroniki parafii Najświętszej Rodziny w Zakopanem prowadzonej przez księdza Józefa Stolarczyka. Księga Wypraw Tatrzańskiego Ochotniczego Pogotowia Ratunkowego (powstałego po śmierci Mieczysława Karłowicza w lawinie pod Małym Kościelcem w 1909) stanowi szczegółowy rejestr lawin, do których byli wzywani ratownicy. Powyższe źródła wskazują na aktywność lawinową w Głębokim Żlebie w latach: 1909, 1911, 1982, 1988, 1996. Brak jest natomiast informacji o lawinach w Dwoistym Żlebie.

Pierwsza naukowa dokumentacja dotycząca lawin śnieżnych w Tatrach wiąże się z funkcjonującą w latach 1928–1930 Wysokogórską Stacją Klimatologiczną Instytutu Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego, usytuowaną w Dolinie Pięciu Stawów Polskich (Kłapa, 1959). Przeprowadzone badania dotyczyły m.in. właściwości pokrywy śnieżnej i ewidencji lawin (Smoleński 1932). Po wieloletniej przerwie, w 1959 roku Państwowy Instytut Hydrologii i Meteorologii (obecny Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej) pod kierownictwem Kazimierza



Ryc. 1. Lokalizacja stanowisk w Dolinie Rybiego Potoku. 1 – granica państwa, 2 – grzbiety górskie, 3 – droga Oswalda Balzera, 4 – szczyty, 5 – zidentyfikowane tory lawinowe

Fig. 1. Study area in Rybi Potok Valley. 1 – international boundary, 2 – mountain ridge, 3 – Oswald Balzer road, 4 – peaks, 5 – identified avalanche paths

Chomicza wznowił badania pokrywy śnieżnej i lawin, trwające do końca lat 60-tych XX w. Szczegółowe badania właściwości pokrywy śnieżnej prowadzono na Hali Gąsienicowej, Beskidzie i Kasprowym Wierchu. Systematyczna ewidencja lawin tatrzańskich została zainicjowana przez Służbę Lawinową Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej i trwa od 2005 roku.

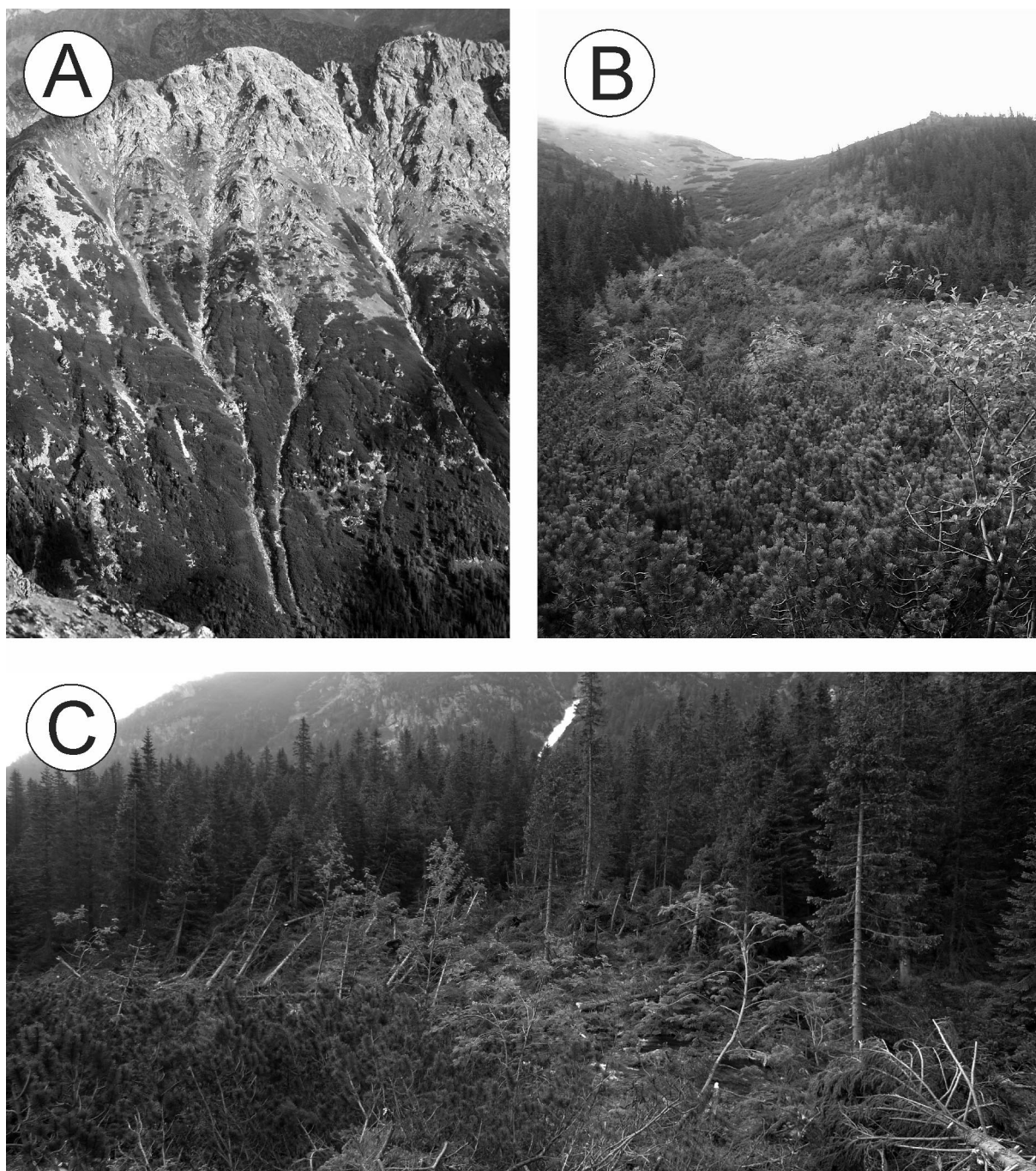
Cele badań

1. Sporządzenie chronologii lawin śnieżnych dla dwóch wybranych żlebów w Dolinie Rybiego Potoku.
2. Porównanie badanych stanowisk pod względem ilości, czasu wystąpienia i zasięgu lawin.

3. Porównanie wykorzystanych technik dendrochronologicznych i ocena ich przydatności do rekonstrukcji lawin śnieżnych w Tatrach.

Obszar badań

Tatry to najwyższa część Karpat, o wybitnej aktywności lawinowej. Obszar badań wchodzi w skład Polskiej części Tatr Wysokich i znajduje się w granicach Tatrzańskiego Parku Narodowego. Badania prowadzono na dwóch stanowiskach zlokalizowanych na przeciwnych zboczach Doliny Rybiego Potoku: w Dwoistym Żlebie oraz Głębokim Żlebie. Oba stanowiska leżą w granicach piętra regła górnego (ryc. 1).



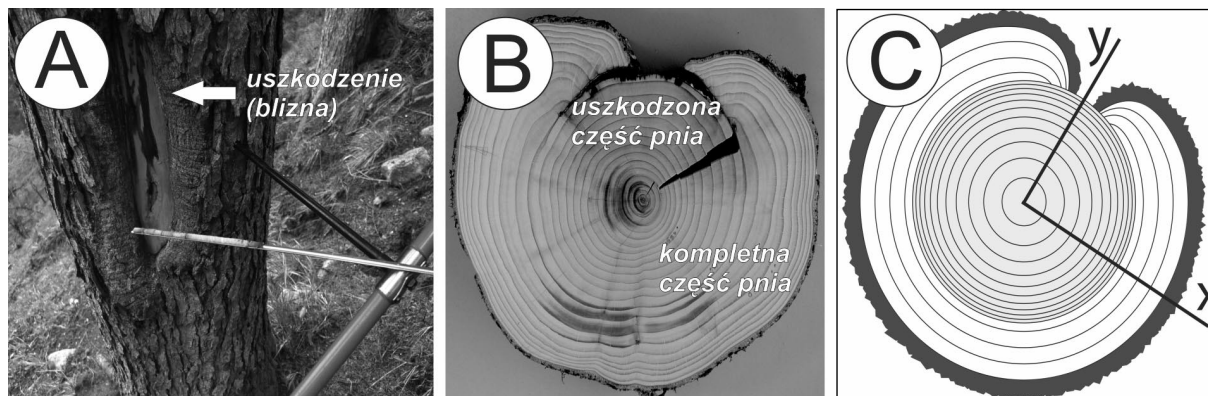
Ryc. 2. Badane lawiniska: Dwoisty Żleb (a), Głęboki Żleb (b, c)

Fig. 2. Investigated avalanche paths: Dwoisty Gully (a), Głęboki Gully (b, c)

Dwoisty Żleb – żleb opadający z Żabiej Grani, spod Żabiej Czuby (2079 m n.p.m.) w kierunku WNW (ryc. 2A). Górna część ma postać dwóch żlebów, łączących się w połowie długości. Długość całej formy wynosi ok. 900 m, przy różnicy wzniesień ok. 470 m (1430–1900 m n.p.m.). Dno żlebu porasta kosodrzewina (*Pinus mugo*), a jego skraj świerkowy bór górnoeregłowy.

Głęboki Żleb (ryc. 2B) – zwany zwyczajowo Żlebem Żandarmerii. Opada z długiego NE ramienia Opalonego Wierchu (2115 m n.p.m.), biegnącego w stronę Wołami (1706 m n.p.m.), w kierunku ESE. Długość żlebu

wynosi 1200 m a różnica wzniesień ok. 460 m (1340–1800 m n.p.m.). Powierzchnia pokryta kosodrzewiną (*Pinus mugo*) jest znacznie większa niż w Dwoistym Żlebie. Wskazuje to na większą aktywność lawinową w tym żlebie. Poza świerkiem pospolitym *Picea abies* Karst. w otoczeniu dolnej części charakteryzowanej formy występuje pojedynczo jarząb pospolity *Sorbus aucuparia*. Szlak lawinowy przecina drogę Oswalda Balzera o asfaltowej nawierzchni, prowadzącej z Zakopanego do schroniska nad Morskim Okiem. Obecność tego toru lawinowego stanowi duże zagrożenie dla przekraczających go



Ryc. 3. Zasada datowania lawin: pobór próby z uszkodzonego drzewa (a), przekrój poprzeczny uszkodzonego drzewa (b), wiek = x-y (c)

Fig. 3. Tree-ring dating method: collecting the sample from damaged tree (a), cross-section of damaged tree (b), occurrence = x-y (c)

zimą turystów. Kosodrzewina schodzi do dna Rybiego Potoku i osiąga przeciwstok. Jest świadectwem występowania wielkich lawin w przeszłości.

Materiały i metody

W badaniach nad historią lawin nośnikiem informacji o kolejnych zdarzeniach były drzewa uszkodzone w wyniku ich działalności. Do uszkodzeń tych zaliczono blizny, dekapitacje i złamania. Zapis uszkodzeń stanowiły również odrosty z powalonych przez lawiny drzew. Dodatkowym źródłem informacji były przewody żywiczne oraz redukcje szerokości przyrostów. Wszystkie próby były pobrane w formie wywierćów świdrem Pressler'a. Wywierty pobrano głównie z osobników zlokalizowanych na granicy torów lawinowych z lasem. Zebranie materiału z dolnej części żlebów umożliwiło uzyskanie danych o zasięgu lawin. Podczas badań terenowych w 2008r., ze stanowiska Dwoisty Żleb pobrano 59 prób, a z Głębokiego Żlebu pobrano 159.

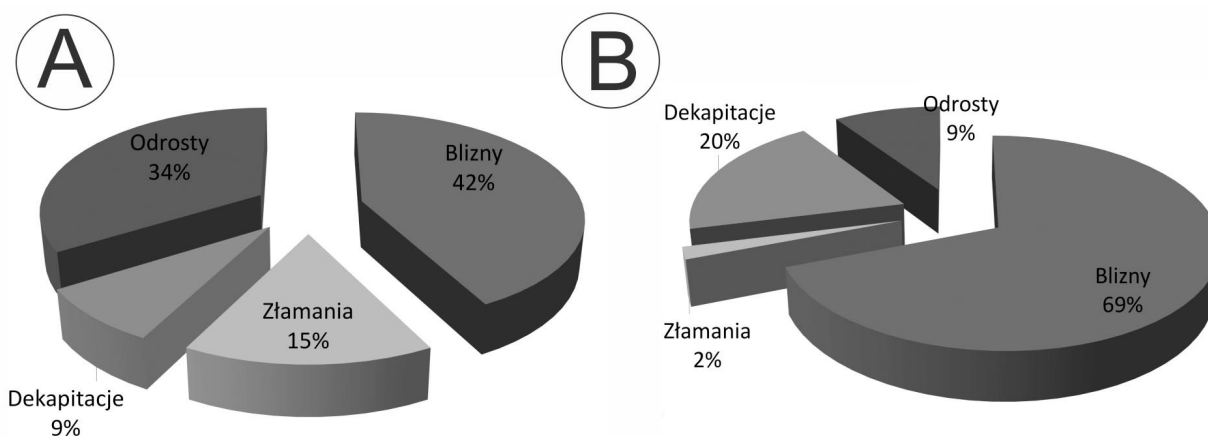
W próbach z blizn określano różnicę liczby przyrostów w części pnia uszkodzonej przez lawinę (x) i tej gdzie wykształcanie kolejnych słoików nie było zakłóco-

ne (y) (ryc. 3). W ten sposób otrzymano informacje o wieku uszkodzenia spowodowanego lawiną. Ostatni przyrost w części uszkodzonej pnia został wykształcony przez tkankę twórczą (kambium) w sezonie wegetacyjnym przed zimą, kiedy powstało zranienie. Zdecydowana większość lawin w Tatrach schodzi od stycznia do kwietnia (Chomicz, Kłapowa, 1969). Do dalszych analiz przyjęto, że otrzymana data to rok końca zalegania pokrywy śnieżnej.

Próby z odrostów, dekapitacji i złamań datowano poprzez analizę krzywych i porównanie ich z chronologią lokalną dla Doliny Białki (Luranc, 2009) i regionalną dla Tatr (Kaczka, 2004). Analiza porównawcza redukcji przyrostów obserwowanych w uszkodzonych drzewach pozwoliła wykluczyć wpływ czynników klimatycznych na zmniejszenie szerokości przyrostów.

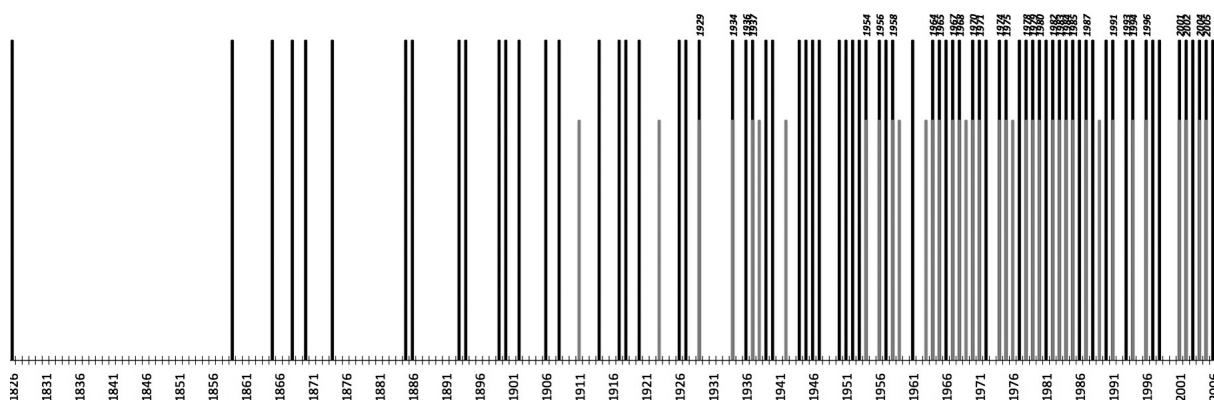
Wyniki

Dla Dwoistego Żlebu próby z blizn stanowią najbardziej pewny nośnik informacji, dlatego pobrano ich najwięcej (42% całości) (ryc. 4A). Ten rodzaj prób wskazuje jednoznacznie na rok zranienia. W przypadku pozost-



Ryc. 4. Struktura prób ze stanowiska: Dwoisty Żleb (a), Głęboki Żleb (b)

Fig. 4. Sample structure from: Dwoisty Gully (a), Głęboki Gully (b)



Ryc. 5. Chronologia lawinowa dla Głębokiego Żlebu (czarny) i Dwoistego Żlebu (szary)

Fig. 5. Tree-ring chronology for Głęboki Gully (black) and Dwoisty Gully (grey)

stałych nośników należało zachować większą ostrożność w datowaniu zjawiska.

Efektom datowań zebranego materiału było sporządzenie chronologii lawin śnieżnych dla stanowiska Dwoisty Żleb. Zamyka się ona w przedziale czasowym 1911–2007. Najwięcej informacji występuje po roku 1980, który skupia sygnał z 6 prób wskazujących na tę datę. Ponadto otrzymano silne sygnały w 1968 roku – potwierdzone przez 4 próby oraz w roku 1938 – 3 powtórzenia.

W Głębokim Żlebie zebrano znacznie większą liczbę prób, co było głównie spowodowane większą powierzchnią Głębokiego Żlebu. W strukturze udziału poszczególnych nośników również dominowały blizny (69% prób) (ryc. 4B). Odrosty z drzew powalonych i dekapitacje występowały głównie w dolnej części żlebu, po obu stronach Rybiego Potoku.

Rezultatem analiz jest chronologia lawin śnieżnych dla stanowiska Głęboki Żleb. Sięga ona od 1826 do 2007 roku. Składa się na nią niemal trzykrotnie więcej danych niż dla Dwoistego Żlebu. Najwięcej informacji odnosi się do roku 1947 – wspólny sygnał dla 18 prób. Taka ilość danych z niemal wszystkich nośników, wskazuje na fakt wystąpienia lawiny o bardzo dużej sile i zasięgu. Po roku 1947 występuje kilka dat wielokrotnie powtórzonych. Jedną z nich jest 1984 r. – skupia ona 8 powtórzeń z różnych nośników. Kolejną jest rok 2002 – 7 powtórzeń.

Po sześć powtórzeń wykazują lata: 1951, 2003;

Po pięć: 1974, 1982, 1993, 1996;

Po cztery: 1956, 1965, 1967, 1978, 1983, 1987.

Sumaryczna chronologia dla stanowisk zlokalizowanych w Dolinie Rybiego Potoku przedstawia rekonstrukcję 38 zdarzeń, w których wystąpiły lawiny w Dwoistym Żlebie oraz 76 w Głębokim Żlebie. Dla 31 lat lawiny zesły na obu stanowiskach (Ryc. 5).

Wnioski

1. Przeprowadzone badania dendrochronologiczne pozwoliły uzyskać rekonstrukcję zdarzeń lawinowych dla Dwoistego Żlebu obejmującą lata 1911–2007 oraz dla Głębokiego Żlebu, lata 1826–2007.

2. Na podstawie analizy chronologii lawin zidentyfikowano zdarzenia, które nie były odnotowane w obserwacjach. Wyniki przeprowadzonych badań poszerzają wiedzę o lawinach śnieżnych w Dolinie Rybiego Potoku.

3. Stosunkowo niska synchronizacja zdarzeń lawinowych obydwu badanych żlebów wskazuje na istotny wpływ orografii terenu i mikroklimatu Doliny Rybiego Potoku w kształtowaniu zjawisk lawinowych. Głęboki Żleb, przy ekspozycji ESE, otrzymuje większą ilość promieniowania słonecznego wydatnie zmieniającą strukturę śniegu.

4. W *chronologii lawin śnieżnych* dla Głębokiego Żlebu większość (80%) datowanych zjawisk wystąpiło po roku 1947. Wskazuje to nie tyle na współczesny wzrost liczby lawin śnieżnych, ile na wystąpienie dużej lawiny w tym roku, która zniszczyła drzewa noszące ślady starszych lawin. Podobna sytuacja występuje dla *chronologii lawin śnieżnych* z Dwoistego Żlebu dla roku 1980.

Tree-ring reconstruction of avalanches in High Tatra Mountains

Avalanches in the Tatra Mountains are one of the main factors influencing the course of the upper limit of the forest and direct threat to tourism. The first written mentions on avalanches in the Tatra Mountains are from 1856, observations began in 1908, repeated from 1959 to 1968. Systematic and continuous monitoring started in 2005. Rareness of historical records and observations requires using indirect methods to study changes of avalanches phenomena frequency. Research was conducted in: Dwoisty Gully and Głęboki Gully located on opposite slopes of the Rybi Potok Valley, one of the most avalanche-prone valleys in the Polish Tatras. Snow avalanches reconstruction was carried out using tree-ring methods based on the scars, decapitation, fractures, offshoots of the felled trees, resin ducts, and reductions in the width of annual rings. During field studies 218 samples from damaged trees in marginal areas and avalanche paths were collected. 182-year tree-ring chronology of

avalanche events was constructed. The oldest injury was dated to 1826, but more complete reconstruction includes the period of the last century. Avalanche events from two analyzed positions are poorly synchronized (30% of them occur simultaneously in both gullies), suggesting the impact of gully size and slope exposure on the occurrence of snow avalanches.

Literatura

- Chomicz K., Klapowa M., 1969. Obserwacje lawin śnieżnych w Tatrach, Wierchy, Kraków, t. 38, s. 137–153.
- Kaczka R.J., 2004. Dendrochronologiczny zapis zmian klimatu Tatr od schyłku małej epoki lodowej (na przykładzie Doliny Gąsienicowej). [w:] Kotarba A. (red.), Rola małej epoki lodowej w przekształcaniu środowiska przyrodniczego Tatr, Prace Geograficzne, IGiPZ PAN, Warszawa, s. 89–113.
- Kłapa M., 1959. Lawiny, Wierchy, Kraków, t. 28, s. 127–163.
- Klapowa M., 1976. Mapa zagrożenia lawinowego w Tatrach. Wynik kartowania lawin śnieżnych zimą 1969/1970, 8 arkuszy.
- Luranc G., 2009. Wpływ klimatu na świerka w dolnym reglu w Tatrach, Praca licencjacka, Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, Sosnowiec.
- Smoleński J., 1932. Z badań Wysokogórskiej Stacji Naukowej w Dolinie Pięciu Stawów Polskich w Tatrach, Wierchy, Kraków, t. 10, s. 151–156.
- Szczepański J.A., 1933. Początki taternictwa zimowego, Wierchy, Kraków, t. 11, s. 27–44.
- Zaruski M., 1910. Jeden dzień przy Morskim Oku, Pamiętniki Towarzystwa Tatrzańskiego, Kraków, s. 31–35.
- Zaruski M., 1911. Lawiny śnieżne w Dolinie Rybiego Potoku w dniach 27, 28 i 29 stycznia 1911 roku, Pamiętniki Towarzystwa Tatrzańskiego, Kraków, s. 107–112.
- Zaruski M., 1913. Przewodnik po terenach narciarskich Zakopanego i Tatr Polskich, Zakopane, s. 91.