

Morfodynamika stoków usypiskowych Ostrzycy i Kalwarii k. Barda (Sudety)

Joanna Remisz

Abstrakt. Formy usypiskowe w piętrze leśnym Sudetów nie były do tej pory przedmiotem stałego zainteresowania badawczego. Ich kształtowanie i współczesne procesy je modelujące nie zostały opisane. Stanowiskami, gdzie istnieje możliwość monitorowania procesów zachodzących na usypiskach sudeckich jest wzniesienie Ostrzycy (501 m n.p.m) na Pogórzu Kaczawskim oraz północno-zachodni stok Kalwarii (582 m n.p.m) w rejonie Barda (Góry Bardzkie). Stosując metodę dendrochronologiczną wyznaczono okresy aktywności usypisk oraz wskazano czynniki mogące wpływać na zróżnicowany poziom współczesnej morfodynamiki badanych form.

Słowa kluczowe: stoki usypiskowe, odpadanie, pełzanie rumoszu, dendrogeomorfologia

Abstract. Scree slopes are one of the most interesting and less recognized landforms in the Sudety Mountains. Previous studies of Holocene development of scree slopes were random and did not take up a subject of its contemporary evolution and activity, which may be understood as talus creep and rock falls. To characterize scree slopes of the Ostrzyca and the Bardo region the same research methods have been used. For all research areas the dendrogeomorphic analysis has been used. Contemporary evolution of scree slopes in the Sudety Mountains are multifaceted — below tree line talus creep and debris takes place with different intensity.

Key words: scree slopes, morphodynamic, rock falls, talus creep, dendrogeomorphology

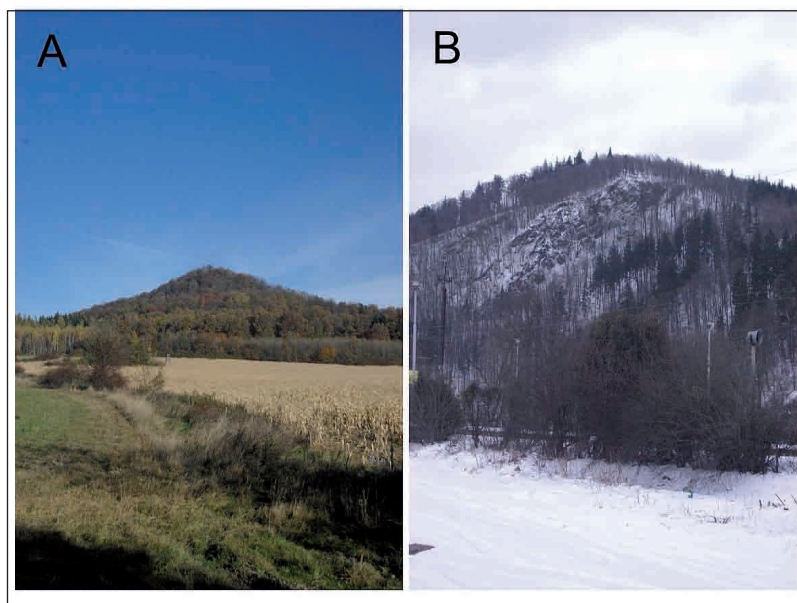
Wstęp

Stoki usypiskowe należą do mniej rozpoznanych form terenu w Sudetach. Dotyczy to w szczególności usypisk zlokalizowanych w piętrze leśnym. Pierwsze opracowania w tym zakresie były wyrwykowe i nie poruszały kwestii ich współczesnej aktywności (Baraniecki 1952; Synowicz, Jasińska 2002). Późniejsze prace pogłębiają wiedzę na ich temat. Opracowanie Migonia et al. (2009) nakreśla problematykę stoków usypiskowych w szerszym ujęciu, odnosząc się do ich występowania w różnych położeniach morfologicznych. Z kolei Remisz i Bijak (2011) poruszają kwestię aktywności stoków usypiskowych Ostrzycy w świetle badań dendrogeomorfologicznych. Do powstania tych form niezbędne są sprzyjające czynniki geologiczne i geomorfologiczne. Powstanie stoku usypiskowego jest ściśle związane z istnieniem ściany skalnej i dokonuje się jej kosztem (Kotarba 1976). Powierzchnia usypiska tworzona jest przez ostrokrawędzisty rumoszu, pochodzący z mechanicznego wietrzenia ściany skalnej. Konsekwencją działania tego procesu jest odpadanie fragmentów skalnych, które musi być na tyle efektywne, aby dostarczać odpowiednią ilość materiału skalnego akumulowanego w dolnej części stoku. Wraz z upływem czasu ściana skalna cofa się i przestaje dostarczać świeży materiał skalny. Stok taki należy uważać wtedy za „dojrzały”, kształtowany zespołem innych procesów, wtórnie przekształcających jego powierzchnię (Kotarba 1976). Zatem aktywność stoku usypiskowego może objawiać się dostawą nowego materiału skalnego i/lub grawitacyjnym przemieszczaniem się całości lub części materiału zgromadzonego w obrębie usypiska.

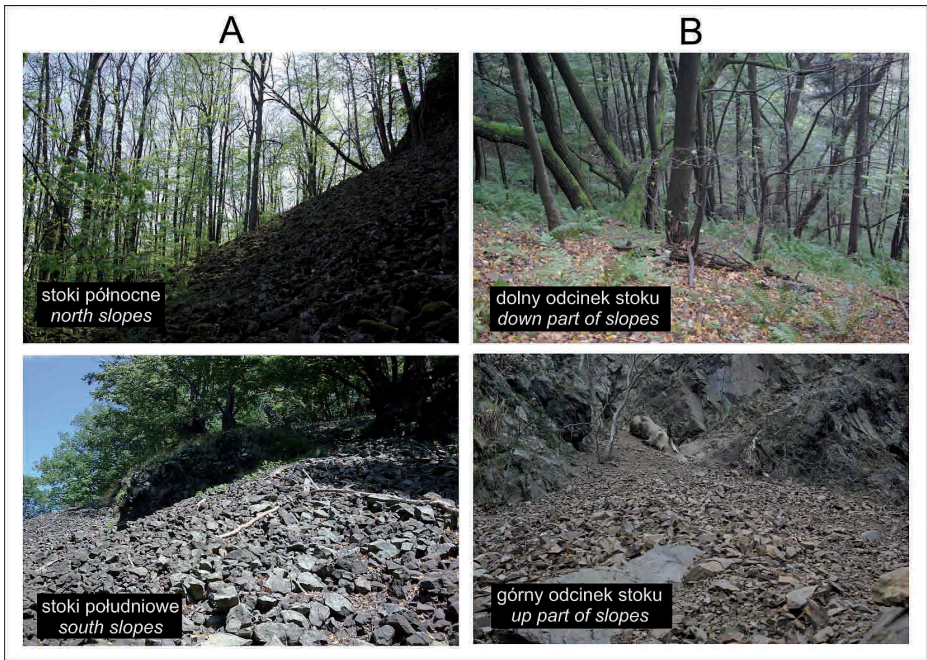
Celem pracy jest charakterystyka porównawcza stoku usypiskowego znajdującego się w niszy osuwiskowej na stokach Kalwarii w rejonie Barda oraz usypisk ostańca denudacyjnego Ostrzycy. Badania miały na celu weryfikację tezy czy współcześnie zachodzi odpadanie i dostawa nowego materiału skalnego oraz czy materiał ten jest przemieszczany.

Material i metody

Ostrzyca (501 m n.p.m) jest najwyższym wzniesieniem Pogórza Kaczawskiego. Jej powstanie związane jest z wulkanizmem, który zachodził wzdłuż regionalnych stref rozłamowych w trakcie trzeciorzędowych ruchów blokowych, głównie pod koniec oligocenu oraz we wczesnym i środkowym miocenie. Ostrzyca zbudowana jest z bazaltów i stanowi głębszą partię komina wulkanicznego, która została odsłonięta w wyniku głębokiej denudacji selektywnej (Birkenmajer 1967). Wzniesienie ma kształt regularnego stożka o wyraźnym wypukło-wklęsłym profilu stoków (Fot. 1.). Górna część stoku utworzona jest przez skały bazaltowe, widoczne w postaci licznych skałek i pokryw rumoszu, natomiast w dolnej występują mało odporne permskie skały osadowe. Rozpad wychodni bazaltowych doprowadził do utworzenia pokryw gruzowych, których charakter różnicuje się po obu stronach wzniesienia (Fot. 2). Intensywne procesy niszczące miały miejsce głównie w plejstocenie, kiedy to na omawianym obszarze panowały warunki środowiska peryglacjalnego. Rumowiska skalne Ostrzycy powstały zatem poprzez intensywne wietrzenie mechaniczne spękanych bazaltów, odpadanie gruzu ze ścian skalnych i jego powolne grawitacyjne przemieszczanie w dół stromych stoków (Migoń et al. 2002). W 1926 roku obszar Ostrzycy został objęty ochroną. Obecnie zajmuje on 3,81 ha (Staffa 1993). Ochrona rezerwatowa sprawiła, że teren badań nie był przekształcany na szeroką skalę przez działalność człowieka (pozyskiwanie surowców skalnych). Chronione są zarówno formacje skalne, jak i urozmaicony gatunkowo las liściasty. Występują tu głównie wiązy, klony, lipy, jawory oraz lipy i dęby.



Fot. 1. Wzniesienia Ostrzycy (A) i Kalwarii (B)
Photo 1. Study sites: Ostrzyca (A) and Kalwaria (B)



Fot. 2. Stoki usypiskowe Ostrzycy (A) i Kalwarii (B)
Photo 2. Scree slopes of Ostrzyca (A) and Kalwaria (B)

Wzniesienie Kalwarii (Góry Bardzkie, 582 m n.p.m.) zbudowane jest głównie z dolnodewońskich łupków ilastych oraz dewońskich szarogłazów (Cymerman 1997). Warstwy te zalegają naprzemianległe, są silnie spękane i zapadają w kierunku N i NE (Tuła 1999). Usypisko zlokalizowane jest w niszy osuwiskowej, na północnych/północno-zachodnich stokach Kalwarii (Fot. 1.). Nisza ta jest największą tego typu formą zaobserwowaną i opisaną na obszarze Gór Bardzkich. Źródła historyczne podają dokładną datę jej powstania - 24 sierpnia 1598 roku (Staffa 1993). Stok usypiskowy znajduje się górnej części stoku (Fot. 2B.) i utworzył się u podnóża ściany skalnej o długości około 300 metrów, wnoszącej się w najwyższym miejscu na niemal 30 metrów (Tuła 1999). Usypisko porasta stosunkowo młody las liściasty, w którym dominują wiązy, kłony oraz jawory.

Do charakterystyki i określenia stopnia aktywności stoków usypiskowych Ostrzycy i Kalwarii użyto prostych metod badawczych zakresu dendrochronologii. Drzewa porastające obydwie stanowiska zostały sprawdzone pod kątem występowania zranień i uszkodzeń, które byłyby dowodem na dostawę świeżego materiału skalnego. Do wykrycia ruchów podłoża - przemieszczanie się materiału gruzowego (ang. talus creep) - przeanalizowano wzorce przyrostowe drzew porastających usypiska. W obu przypadkach, z losowo wytypowanych drzew pobrano świdrem Presslera po jednym wywiercie dordzeniowym z odstokowej i dostokowej strony pnia. Na Ostrzycy materiał pochodził z 15 wiązów (*Ulmus glabra*), 3 klonów (*Acer platanoides*), 1 jawora (*Acer pseudoplatanus*) i 1 lipy (*Tilia cordata*). Na Kalwarii wywierciły pobrano z 8 wiązów (*Ulmus glabra*) i 4 klonów (*Acer platanoides*). Wszystkie zebrane próbki przygotowano do dalszej analizy zgodnie ze standardowymi metodami prac dendrochronologicznych (Bräker 2002). Pomiaru szerokości przyrostów rocznych i zestawienia chronologii dokonano za pomocą programów Coorecorder i CDendro (www.cy-

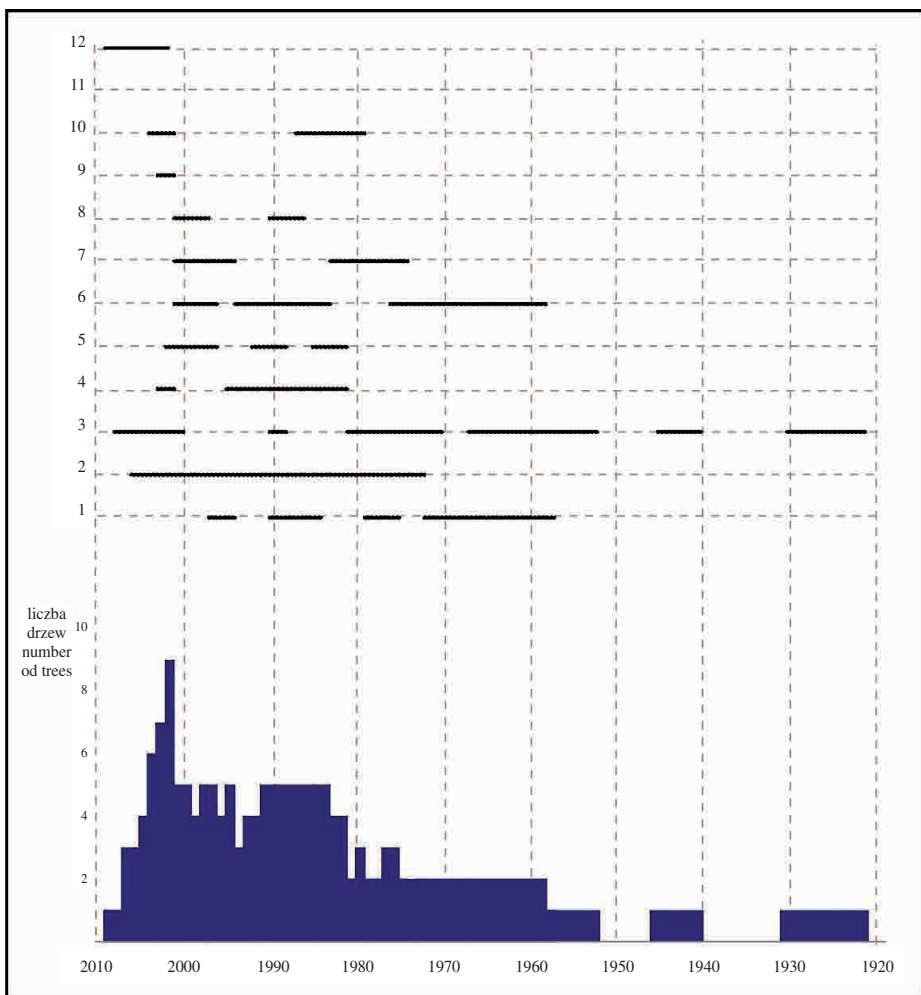
bis.se). W czasie analizy słoju przyrostów rocznych poszukiwano wyraźnych redukcji szerokości, mogących wskazywać rok zranienia (Stoffel, Perret 2006) oraz lat, w których drzewo z powodu uszkodzenia wykazywało mniejszą dynamikę wzrostu. W celu identyfikacji epizodów ruchu podłoża stoków usypiskowych porównano przebieg krzywych przyrostowych reprezentujących odstokową i dostokową część pnia. Wystąpienie tego zjawiska geomorfologicznego stwierdzano na podstawie charakterystycznego rozejścia się wykresów szerokość przyrostów rocznych (Krapiec, Margielewski 2000). Określono daty pojawienia się i czas trwania tej formy aktywności stoku. W celu sprawdzenia wpływu wielkość opadów rocznych na intensywność przemieszczania się materiału skalnego zgromadzonego na badanych usypiskach porównano uzyskane chronologicznie z rocznymi sumami opadów atmosferycznych. Dane meteorologiczne uzyskano z IMGW. Reprezentują one stacje pomiarowe w Świerzawie (około 10 km na południowy-wschód od Ostrzycy) oraz w Bardzie i obejmują lata 1977-2007.

Wyniki

Wystąpiła wyraźna różnica w gęstości pokrycia roślinnością poszczególnych fragmentów Ostrzycy. Stoki o ekspozycji zachodniej, północnej i wschodniej są gęsto porośnięte, nie tylko przez roślinność drzewiastą. Gruz pochodzący z obrywających się wychodni bazaltowych jest w znacznej mierze pokryty mchem oraz porośnięty przez byliny. Stoki o wystawie południowej porasta znacznie rzadszy las, występujący jedynie w spłaszczeniach pod skałkami stokowymi, w załamaniu stoku oraz w dolnej części pokrywy gruzowej (Fot. 2.). Drzewostan porastający stoki Ostrzycy jest dość młody — średni wiek badanych drzew wynosi 60 lat. Jedynie 5 okazów przekroczyło 100 lat. Najstarsze drzewo, z którego pobrano wywierc (wiąz), miało 136 lat, z kolei najmłodsze (także wiąz) osiągnęło tylko 54 lata. Pod okapem głównego drzewostanu bujnie rozwija się piętro podszytu. W przypadku wielu wiązów stwierdzono obecność odrośli.

Na drzewach porastających stoki Ostrzycy nie znaleziono ani zranień, ani innych śladów uszkodzenia przez materiał skalny przemieszczający się w powietrzu. Obecność dekoncentrycznego przyrostu stwierdzono u 13 analizowanych drzew, a w przypadku pozostałych okazów nie zaobserwowano charakterystycznego rozejścia się krzywych przyrostowych. W XX wieku wzmożoną intensywność pełzania pokrywy stokowej stwierdzono w latach 1945-1963 oraz 1986-1992. Największe natężenie przemieszczania grubofrakcyjnej pokrywy stokowej wystąpiło w okresie 1954-1959, co zostało zarejestrowane przez 6-7 drzew, które jednocześnie wykształciły dekoncentryczny przyrost (Ryc. 1). Po stronie północnej Ostrzycy stwierdzono 16, a po południowej 13 indywidualnych epizodów tej formy aktywności stoku. Długość ich trwania wahała się od 3 do 13 lat. Drzewa z dekoncentrycznym przyrostem nie grupowały się w szczególnym miejscu, tylko występowały nieregularnie na powierzchni stoków Ostrzycy. Nie stwierdzono wpływu stopnia pokrycia stoku roślinnością na aktywność podłoża. Zarówno na gęsto porośniętych stokach północnych, jak i na bardziej otwartych zboczach południowych obserwowano drzewa wykazujące zmienną szerokość słoju po dwóch stronach pnia. Lata wystąpienia charakterystycznego rozejścia się krzywych przyrostowych nie pokryły się ze wzmożonymi opadami (Ryc. 3.), które mogłyby powodować zintensyfikowanie przemieszczania się pokrywy gruzowej na stoku.

Na usypisku pod Kalwarią obecność dekoncentrycznego przyrostu stwierdzono u wszystkich analizowanych drzew. Wzmożona intensywność pełzania pokrywy stokowej miała miejsce w latach 1982-1992 oraz 1995-2005. Największe natężenie przemieszczania grubofrakcyjnej pokrywy stokowej wystąpiło w 2002 roku, co zostało zarejestrowane przez 9 z 12 badanych drzew (Ryc. 2.). Również na tym stanowisku drzewa z dekoncentrycznym przyrostem nie grupowały się w konkretnym miejscu, lecz występowały w obrębie całej powierzchni usypiska.

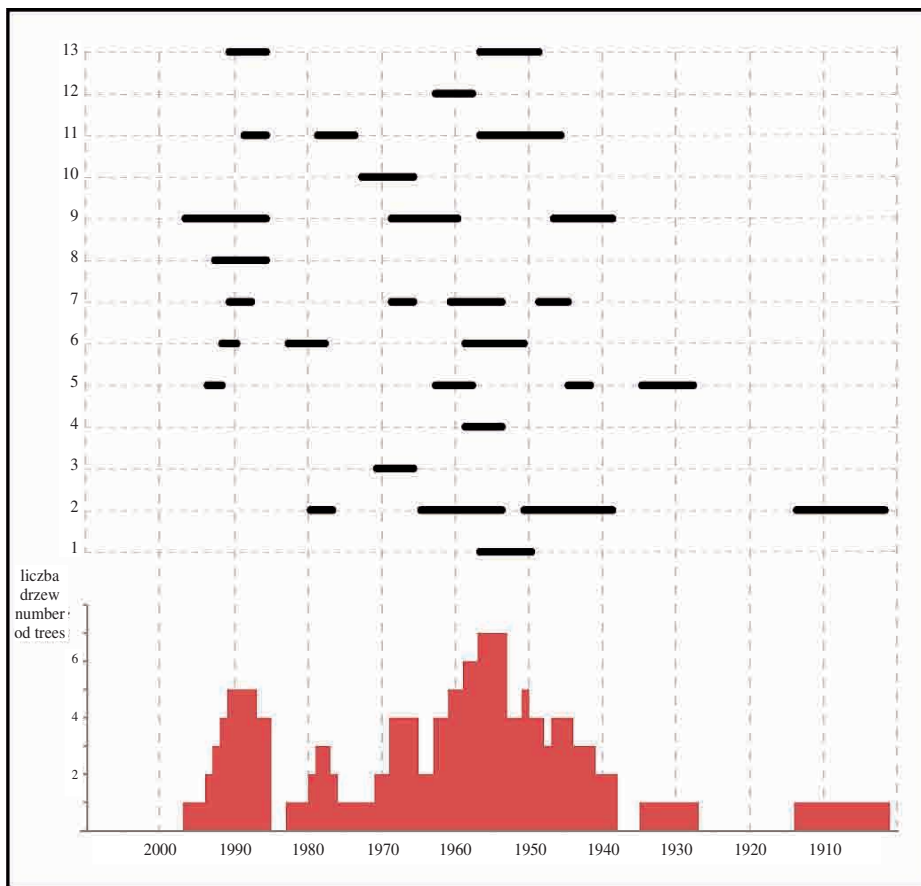


Ryc. 1. Liczba drzew wykazujących dekoncentryczny przyrost w danym roku (dół) i okresy jego wytwarzania przez poszczególne drzewa (górze) na Ostrzycy

Fig. 1. Periods of eccentric growth exhibited by individual trees (up) and total number of trees showing evidence of talus creep in a given year (bottom) at Ostrzyca study site

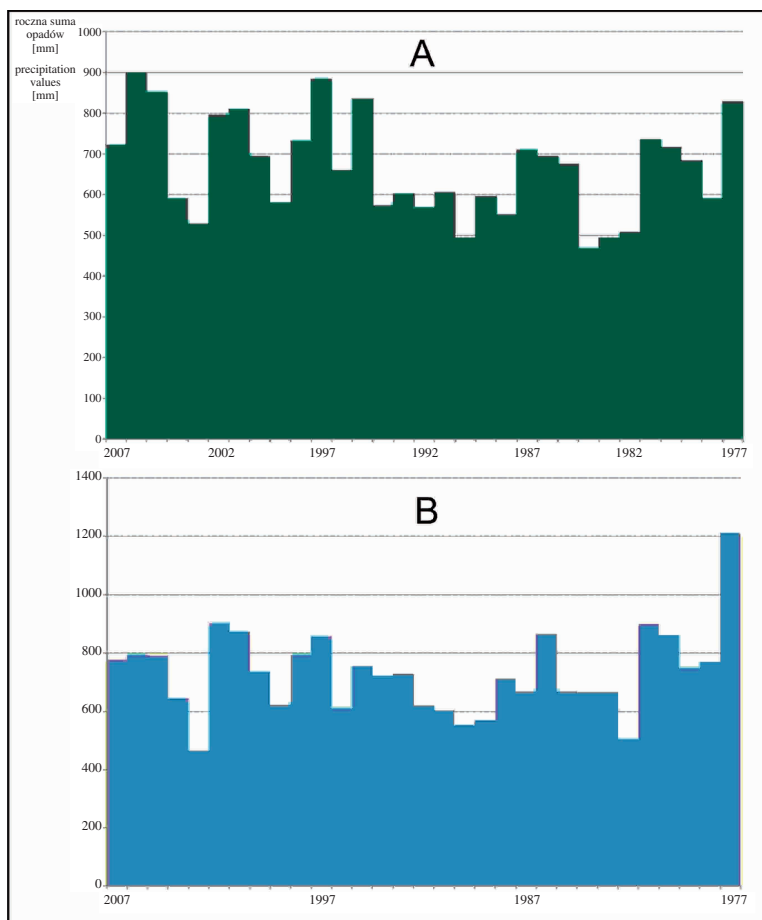
Lata wystąpienia charakterystycznego rozejścia się krzywych przyrostowych pokryły się ze wzmożonymi opadami (Ryc. 3.). Zwiększone roczne sumy opadów odnotowano w latach 1985-1987, 1995, 1997, 2001-2002 i 2005-2006. Epizody grawitacyjnego przemieszczania się pokrywy gruzowej wyznaczono dla lat 1983-1991, 1995-2001. Okres od 2002 do 2004 roku zaznaczył się szczególnie silnie - wtedy największa (9) liczba drzew wykształciła dekoncentryczny przyrost. Istnieje pewne zróżnicowanie w stopniu pokrycia roślinnością poszczególnych fragmentów niszy osuwiskowej w Bardzie. Górna część stoku jest zadrzewio-

na w nieco mniejszym stopniu niż dolna. Dodatkowo należy zaznaczyć, iż w dolnej części usypiska notowano większą ilość młodych drzew i siewek oraz bujnie rozwijający się podszyt. Stok porośnięty jest młodym (średni wiek badanych drzew wynosi tylko 45 lat) drzewostanem liściastym (wiązy i klony). Żaden z badanych okazów nie przekroczył 100 lat, a najstarsze zbadane drzewo miało zaledwie 90 lat (wiąz). Najmłodszy odwiercony okaz osiągnął 15 lat (klon w dolnej części stoku). W przypadku wielu wiązków stwierdzono obecność odrośli. Niektóre drzewa w górnej części stoku nosiły ślady świeżych, niezabliźnionych zranień. Uszkodzenia te zaobserwowano na wysokości 20-30 cm nad powierzchnię stoku. Nie odnotowano natomiast uszkodzeń drzew na większej wysokości, co mogłyby świadczyć o przemieszczaniu się okruchów skalnych w powietrzu. Stwierdzono jednak liczne przypadki zasypywania drzew i kęp odroślowych materiałem gruzowym.



Ryc. 2. Liczba drzew wykazujących dekoncentryczny przyrost w danym roku (dół) i okresy jego wytwarzania przez poszczególne drzewa (górze) na Kalwarii

Fig. 2. Periods of eccentric growth exhibited by individual trees (up) and total number of trees showing evidence of talus creep in a given year (bottom) at Kalwaria study site



Ryc. 3. Roczne sumy opadów dla stacji pomiarowej Bardo (A) i Świerzawa (B); dane Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej

Fig. 3. Annual precipitation in Bardo (A) and Świerzawa (B); data by Institute of Meteorology and Water Management

Dyskusja

Wykorzystanie metody dendrochronologicznej pozwoliło ustalić, że stoki usypiskowe Ostrzycy są obecnie wciąż aktywną formą terenu. Stwierdzono, że zachodzi grawitacyjne przemieszczanie się materiału stokowego, czego dowodem jest dekoncentryczny przyrost, który wykształciły drzewa porastające usypisko (Bollschweiler, Stoffel 2007). Jednak należy podkreślić, iż nie wszystkie przebadane drzewa wykształciły tego typu przyrost, co może być dowodem na to, że epizody *talus creep* zachodzą na niewielką skalę. Na stopień aktywności stoków usypiskowych Ostrzycy nie wpływało zróżnicowanie pokrycia stoku roślinnością. Zarówno na gęsto porośniętych stokach północnych, jak i na bardziej otwartych zboczach południowych obserwowano drzewa wykazujące zmienną szerokość słoików po dwóch stronach pnia. Stopień pokrycia usypisk Ostrzycy przez

drzewa jest związany nie z stopniem aktywności podłoża, a z warunki termicznymi i wilgotnościowymi, jakie panują po obu stronach szczytu. Do podobnych wniosków doszli w swoim opracowaniu Remisz i Bijak (2011). Po stronie północnej wytworzyły się sprzyjające warunki do wzrostu roślinności, strona południowa jest silniej eksponowana, panuje tam wyższa temperatura przy mniejszej wilgotności podłoża, co powoduje trudne warunki dla rozwoju drzew.

Nie stwierdzono związku aktywności stoków z wielkością opadów rocznych. Może to być spowodowane zarówno sześciennym kształtem bazaltowego gruzu skalnego budującego usypisko, jak i właściwościami litologicznymi skały (bazalt), która prawdopodobnie nie jest podatna na zmiany stopnia uwilgocenia. Należy również zaznaczyć, iż pokrywy usypiskowe Ostrzycy mają strukturę typu „open work”, gdzie frakcje drobne/mineralne praktycznie nie występują. Nie sprzyja to reakcji pokrywy na zmiany uwilgocenia.

Również w przypadku niszy osuwiskowej na Kalwarii zastosowanie metody dendrochronologicznej wskazało na występowanie współczesnego przekształcania powierzchni usypiska. Aktywność ta objawia się zarówno jako dostawa nowego materiału, jak i poprzez grawitacyjne przemieszczanie się pokrywy gruzowej. Na podstawie analizy uszkodzeń pni drzew (zranienia) stwierdzono oznaki przemieszczania się materiału gruzowego. Niektóre drzewa nosiły ślady uszkodzeń w dolnej części pnia, co świadczyć może o „ześlizgiwaniu” się materiału po powierzchni usypiska. Notowano także zasypywanie pni. Procesy te na największą skalę zachodzą w górnej części osypiska, w strefie gdzie na wiosnę 2011 zaobserwowano duży obryw materiału skalnego. Nie stwierdzono zranień pni drzew na większej wysokości, co może świadczyć o braku przemieszczania się materiału w powietrzu. Na podstawie analizy dekoncentryczności przyrostów rocznych dla strony odstokowej i dostokowej stwierdzono, że usypisko jest aktywne także w zakresie grawitacyjnego przemieszczania się pokrywy gruzowej. Sygnał o tego typu aktywności zarejestrowały wszystkie badane drzewa. Niewielka długość okresów, w których drzewa wykształcały dekoncentryczny przyrost wskazuje na fakt, iż przemieszczanie się pokrywy gruzowej zachodziło tu w kilku krótkich epizodach. Na Kalwarii, w przeciwieństwie do usypisk Ostrzycy, koncentrują się one w latach, w których zanotowano zwiększone sumy opadów rocznych. Zbliżone obserwacje poczynili Malik et al (2009) dla stoku usypiskowego Suchawy, w Górach Kamiennych. Może to dowodzić związku wzmożonego przemieszczania się pokrywy gruzowej ze zwiększonymi sumami rocznymi opadów atmosferycznych. Stok usypiskowy Kalwarii utworzony jest w szarogłazach, które być może są bardziej podatne na zmiany uwilgocenia podłoża. W przeciwieństwie do Ostrzycy pokrywy gruzowe Kalwarii są bardziej zróżnicowane pod względem wielkości i kształtu, większy jest także udział części mineralnych, co może mieć związek z pokryciem się reakcji drzew ze zwiększonymi sumami opadów.

Stoki usypiskowe są formami o dość skomplikowanej strukturze, a ocena ich współczesnej aktywności naraża na wiele problemów. Nakłada się tu na siebie występowanie kilku, różnych procesów geomorfologicznych, trudnych do uchwycenia. Zastosowanie metod dendrogeomorfologicznych daje duże możliwości w ocenie morfodynamiki form usypiskowych, aczkolwiek nie powinno się wyciągać daleko idących wniosków jedynie na podstawie wyników dendrochronologicznych. Konieczne jest uzupełnienie analiz o zastosowanie różnorodnych technik i badań geomorfologicznych. Jedynie takie podejście pozwala na ocenę potencjału usypisk w zakresie współczesnych zmian ich morfologii, a przede wszystkim umożliwia wskazanie przyczyn współcześnie zachodzących procesów geomorfologicznych.

Wnioski

- Stoki usypiskowe Ostrzycy i Kalwarii są formami współcześnie aktywnymi przekształcanymi przez procesy geomorfologiczne, jednak stopień ich aktywności jest różny. Porośnięcie roślinnością nie wpływa na ich aktywność geomorfologiczną.
- W obrębie pokryw zwietrzelinowych Ostrzycy zidentyfikowano pełzanie rumoszu. Są to epizo-

dy krótkie, przeważnie nie pokrywające się w czasie ze sobą. Pokrywy zwietrzelinowe Kalwarii charakteryzują się zwiększonym tempem i intensywnością pełzania rumoszu oraz przemieszczania się materiału gruzowego po stoku (uszkodzenia pni drzew w dolnej ich części).

- Zastosowanie dendrochronologii daje możliwość oceny stopnia aktywności procesów geomorfologicznych, jednak dopiero zastosowanie innych metod i obserwacji geomorfologicznych daje pełny obraz morfodynamiki stoków usypiskowych i pozwala wnioskować o przyczynach różnicowania aktywności tych form.

Podziękowania

Praca zrealizowana przy wsparciu finansowym Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach projektu badawczego N N306 027737. Badania współfinansowane ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego. Autorka dziękuje IMGW we Wrocławiu za udostępnienie danych opadowych oraz Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska we Wrocławiu za umożliwienie przeprowadzenia badań w rezerwacie „Ostrzyca Proboszczowicka”

Literatura

- Baraniecki L. 1952. *Gołoborza Ostrzycy i Sobótki*. Czasopismo Geograficzne 21/22: 439-440.
- Bollscheweiler M., Stoffel M. 2007. *Debris flows on forested cones - reconstruction and comparison of frequencies in two catchments in Val Ferret, Switzerland*. Natural Hazards and Earth System Sciences 7: 207-218.
- Bräker O. U. 2002. *Measuring and data processing in tree-ring research - a methodological introduction*. Dendrochronologia 20: 203-216.
- Cymerman Z. 1997. *Pozycja waryscyjskiej struktury bardzkiej w mozaice sudeckiej*. Przegląd Geologiczny 45 (4): 388-394.
- Kotarba A. 1976. *Współczesne modelowanie węglanowych stoków wysokogórskich na przykładzie Czerwonych Wierchów w Tatrach Zachodnich*. Prace Geogr. IGiPZ PAN, 120: 1-128.
- Krapiec M., Margilewski W. 2000. *Analiza dendrogeomorfologiczna ruchów masowych na obszarze polskich Karpat fliszowych*. Kwartalnik AGH Kraków-Geologia 26 (2): 141-171.
- Malik I. 2008. *Dendrochronologiczny zapis współczesnych procesów rzeźbotwórczych kształtujących stoki i doliny rzeczne wybranych stref krajobrazowych Europy Środkowej*. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice.
- Malik I., Owczarek P., Migoń P. 2009. *Rock fall as a source of sediment in the forested mid-mountains zone in the Kamienne mountains*. W: Kaczka R.J. et al. (red.). TRACE - Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology 7: 176-180.
- Migoń P., Maciejak K., Zygmunt M. 2002. *Peryglacialna rzeźba wzgórz bazaltowych Pogórza Kaczawskiego (Sudety Zachodnie) i jej znaczenie dla paleogeografii plejstocenu*. Przegl. Geogr. 74: 491-508.
- Migoń P., Remisz J., Malik I., Owczarek P. 2009. *Stoki usypiskowe w polskiej części Sudetów — rozmieszczenie i wiek*. W: A. Kostrzewski, R. Paluszkiwicz (red.): Geniza, litologia i stratygrafia utworów czwartorzędowych, t. V, Seria Geografia nr 88, Wydawnictwo Naukowe UAM Poznań: 445-462.
- Remisz J., Bijak Sz. 2011. *Stoki usypiskowe Ostrzycy i ich aktywność w świetle badań dendrogeomorfologicznych*. Przyroda Sudetów 14: 197-206.
- Staffa M. 1993. *Góry Bardzkie*. Słownik geografii turystycznej T. 12, I-BIS, Wrocław.
- Stoffel M., Perret S. 2006. *Reconstructing past rockfall activity with tree rings: Some methodological considerations*. Dendrochronologia 24: 1-15.
- Synowicz G., Jasińska M. 2002. *Rumowiska skalne w dolinach jarowych na Pogórzu Kaczawskim*. Przyroda Sudetów 5: 175-184.
- Tuła B. 1999. *Ruchy masowe w przełomie bardzkim*. Uniwersytet Wrocławski, Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego, praca magisterska, Wrocław.

Joanna Remisz

joanna.remisz@yahoo.pl

Zakład Geomorfologii, Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego, Uniwersytet Wrocławski