

ZASTOSOWANIE LICHENOMETRII W DATOWANIU OSUWISK W BESKIDZIE ŚLĄSKIM

Małgorzata Bajgier

Instytut Geografii, Wyższa Szkoła Pedagogiczna ul. Podchorążych 2, 30-084 Kraków

Bajgier M., 1993. Zastosowanie lichenometrii w datowaniu osuwisk w Beskidzie Śląskim. Lichenometrical dating of landslides in the Beskid Śląski Mountains (Carpathians). (In Polish, English summary). *Ann. Soc. Geol. Polon.*, 62: 339 – 346.

Abstract: Deep structural landslides with rock walls occur in the Beskid Śląski Mountains. The walls are overgrown with *Rhizocarpon* lichen. On the basis of precisely dated rock surfaces covered with lichen, a curve of thallus growth was drawn for the cool climatic zone. It allowed to estimate the ages of large landslides or of their parts which were formed in the late Holocene, in historical times.

Key words: landslide, lichenometry, Carpathians.

Abstract: W Beskidzie Śląskim występują głębokie osuwiska strukturalne z niszami o ścianach skalnych. Na ścianach tych rozwijają się porosty naskalne z rodzaju *Rhizocarpon*. Na podstawie dokładnie datowanych powierzchni skalnych, na których znajdują się porosty wykreślono krzywą wzrostu plech porostów dla piętra chłodnego. Pozwoliło to określić wiek dużych osuwisk lub ich fragmentów, które powstały w okresach młodszego holocenu, w czasach historycznych.

Manuscript received 26 January 1993, accepted 15 March 1993

WPROWADZENIE

Osuwiska w polskich Karpatach fliszowych są bardzo powszechne, co jest związane z predyspozycją litologiczną.

Obszary zagęszczonych spękań są silnie predysponowane do powstania w tych miejscach dużych osuwisk (Bober, 1984; Oszczytko & Wójcik, 1984; Kukulak, 1988; Ziętara, 1991; Bajgier, 1992). W Karpatach fliszowych niektóre powierzchnie stoków (Beskid Śląski, Babia Góra, Piłsko, Beskid Niski, Pasma Cergowej i inne) w ponad 50% są modelowane przez osuwiska (Alexandrowicz, 1978; Kotarba, 1986; Ziętara, 1988, 1991), a ich odmładzanie jest związane z wilgotnymi latami i katastrofalnymi opadami oraz wstrząsami sejsmicznymi (Gerlach *et al.*, 1958; Bajgier, 1989).

Datowanie osuwisk jest bardzo trudne ponieważ rozwój tych samych osuwisk przebiega w różnych okresach i bardzo często w ich obrębie występują ruchy potomne. Trudno jest stwierdzić, czy datowany fragment osuwiska powstał jako forma inicjalna, czy jest jednym z epizodów w jego rozwoju.

Poszczególne części głębokich osuwisk skalnych znajdują się w różnych stadiach rozwojowych (Ziętara & Ziętara, 1958; Lach, 1970; Dauksza & Kotarba, 1973; Jakubowski, 1974; Bober & Oszczytko, 1975; Alexandrowicz, 1978; Bajgier, 1989; Ziętara, 1989).

Tabela (Table 1)

Datowane osuwiska w Karpatach fliszowych
(Dated landslides in the Flysch Carpathians)

Metoda Method	Literatura References	Lokalizacja osuwiska Location of the landslide	Wiek osuwiska Age of the landslide
palynologiczna palynological	Trela, 1929	pln. stoki Babiej Góry	okres atlantycki (Atlantic Period)
	Środoń, 1952	Dziadowe Kąty k. Grywaldu	schyłek późnego glacialu (end of Late Glacial age)
	Więckowski & Szczepanek, 1963 Pawlikowa, 1969	pln. stoki Cergowej Góry stoki Bryjarki	okres atlantycki (Atlantic Period) schyłek późnego glacialu (end of Late Glacial age)
	Gil et al., 1974	Szymbark-Kamionka	borealny/atlantyczny (Boreal/Atlantic)
radiowęglowa radiocarbon	Gil et al., 1974 Alexandrowicz, 1984	Szymbark-Kamionka dolina Harcygrundu k. Czorsztyna	8210 ± 150 BP 7750 ± 150 BP
	Alexandrowicz, 1985	Piwniczna-Podolik	0 ± 150 BP & 0 ± 130 BP
	Alexandrowicz, 1989	Biały Potok k. Krościenka	535 ± 30 BP
	Alexandrowicz, 1989	Ściżgocki Potok k. Krościenka	640 ± 50 BP & 250 ± 40 BP
malakologiczna malacological	Alexandrowicz, 1984	Harcygrund k. Czorsztyna	środkowy holocen (Middle Holocene)
	Alexandrowicz, 1985	Piwniczna-Podolik	XVII/XVIII w. (c.)
	Alexandrowicz, 1989	Ściżgocki Potok k. Krościenka	XV & XVIII w. (c.)
geologiczno- morfolologiczna* geological- morphological*	Starkel, 1960	Dębica, Wieliczka	ostatnie 15 000 lat (last 15,000 yrs.)
	Ziętara, 1964	Pilsko	schyłek ostatniego glacialu (end of last Glacial)
	Ziętara 1968	Lipowska, Romanka	optimum opadowe holocenu (precipitation optimum in the Holocene)

* nasunięcie łapy osuwiskowej na osady o znanym wieku lub powstanie osuwiska w utworach o znanym wieku (landslide tongue on deposits of known age or landslide formed in deposits of known age)

Datowanych osuwisk w Karpatach jest niewiele. Przy ich datowaniu stosowano metody: palynologiczne, radiowęglowe, malakologiczne i geologiczno-morfologiczne (Tab. 1). Metody datowania osuwisk zostały dokładnie omówione przez Alexandrowicza (1985).

LICHENOMETRIA A DATOWANIE FORM RZEŻBY TERENU

Metoda lichenometryczna z powodzeniem została zastosowana do datowania bloków i powierzchni skalnych odsłaniających się w wyniku topienia lodowców górskich i lądolodów. W Polsce po raz pierwszy metodę lichenometryczną zastosował Kotarba (1988) do datowania spływów gruzowych w Tatrach. Metoda ta opiera się na stwierdzeniu, że plechy porostów o największej średnicy są wskaźnikiem wieku powierzchni oraz optymalnych warunków wzrostu porostów, które jako pierwsze wkroczyły na świeżą powierzchnię skalną i wzrastały najszybciej. Do datowania powierzchni stosuje się powszechnie występujące na świecie gatunki *Rhizocarpon*, żyjące na powierzchniach skalnych a rozwijające się powoli. Przyjmuje się, że tempo wzrostu porostów zależy głównie od warunków klimatycznych, miejsca ich występowania i długości okresu wegetacyjnego (Kiszka, 1964; Kotarba, 1988), dlatego też rozwój porostów przebiega w różnym tempie w poszczególnych piętrach klimatycznych i w związku z powyższym dla każdego badanego obszaru należy wykreślić krzywą wzrostu plech porostów. Krzywa ta przedstawia relację między wiekiem plech porostów liczoną w latach zaznaczonym na osi x a maksymalnymi średnicami plech zaznaczonymi na osi y w układzie współrzędnych prostokątnych.

W literaturze geomorfologicznej zamieszczono wiele krzywych wzrostu plech porostów dla różnych obszarów w różnych strefach klimatycznych, gdzie ich przyrost jest określony współczynnikiem wyrażonym w milimetrach na sto lat. Dla obszarów wysokogórskich umiarkowanych stref klimatycznych (Alpy Austriackie i Alpy Szwajcarskie) współczynnik wzrostu plech waha się od 20 do 50 mm/100 lat (Kotarba, 1988). Jest on zróżnicowany w poszczególnych piętrach klimatycznych np. dla wyższych pięter subalpejskiego (umiarkowanie zimnego) i alpejskiego (bardzo chłodnego) przyrost plech jest mniejszy, natomiast w niższych piętrach większy.

ZASTOSOWANIE LICHENOMETRII W DATOWANIU OSUWISK

W Beskidzie Śląskim występują głębokie osuwiska strukturalne o wyraźnych niszach osuwiskowych, których głębokość dochodzi do kilkudziesięciu metrów (Bajgier, 1989, 1992). Na wysokich ścianach nisz osuwiskowych zbudowanych najczęściej z grubolawicowych piaskowców godulskich znajdują się porosty naskalne, które dokładnie zostały opracowane przez Kiszkę

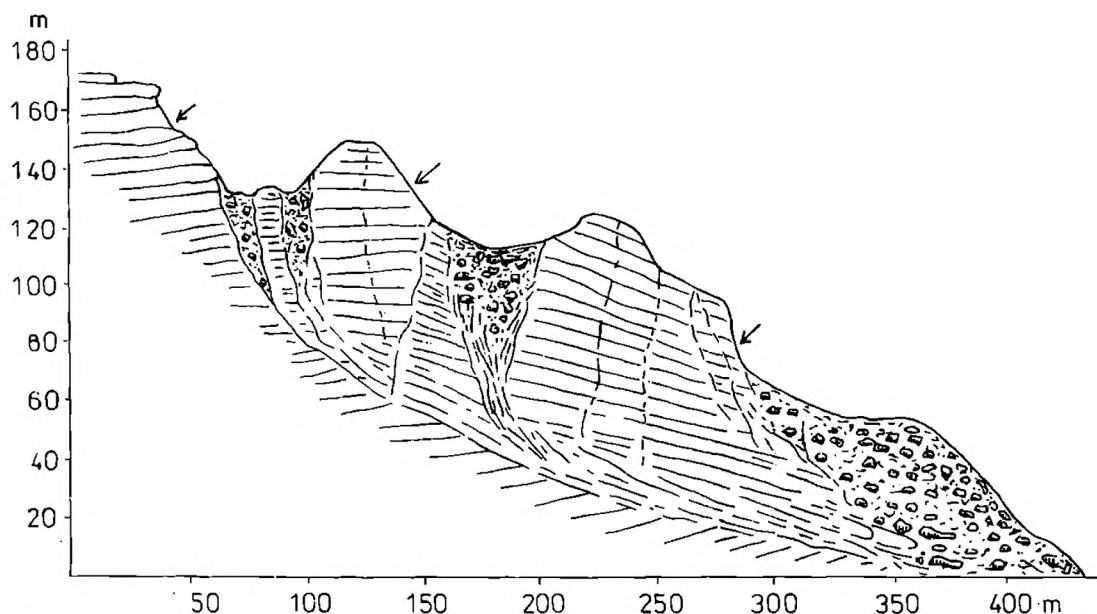


Fig. 1 Przekrój przez rozpadliny w obrębie górnej części osuwiska na północno-zachodnim stoku Skrzycznego. Strzałką zaznaczono występowanie plech porostów *Rhizocarpon*

Fig. 1 Cross-section through clefts in the upper part of the landslide on the north-western slope of the Skrzyczne. The arrow shows position of *Rhizocarpon* lichen thalli

(1964). To opracowanie ułatwiło mi przeprowadzenie badań i zastosowanie metody lichenometrycznej do datowania osuwisk. Badania przeprowadziłam w latach 1990-91. Skupiłam się głównie na porostach naskalnych, wolno rosnących, które występują na pionowych ścianach osuwisk, w miejscach nasłonecznionych i wystawionych na wiatr. Do takich gatunków należą: *Rhizocarpon badioatrum*, *Rhizocarpon lindsayanum* i *Rhizocarpon tinei* oraz plechy Lecanora, Aspicilia (Kiszka, 1964). Plechy porostów w stadium inicjalnym można zaobserwować na świeżych ścianach skalnych już w drugim lub trzecim roku po ich powstaniu. Pomiary plech porostów przeprowadzono w obrębie ścian nisz i rozpadlin osuwiskowych pod Baranią Górą, Skrzycznym (Fig. 1) i Małym Skrzycznym, a więc pomiary wykonano od szczytów (Skrzyczne - 1257 m n.p.m., Małe Skrzyczne - 1210 m n.p.m., Barania Góra - 1214 m n.p.m.) do wysokości około 980 m n.p.m. Według terminologii Hessa (1965) badane stanowiska są w piętrze chłodnym-niweofluwialnym. W piętrze tym średnia wieloletnia temperatura waha się od +2 do +4°C, średnia roczna suma opadów wynosi 1590 mm, średnia maksymalna suma opadów dochodzi do 2880 mm, a minimalna wynosi 670 mm. Średnia wieloletnia ilość dni w roku z pokrywą śnieżną wynosi 190.

Najmłodsze plechy porostów są dokładnie datowane, ponieważ formowały się na świeżych ścianach osuwisk i rozpadlin na północno-zachodnim stoku Skrzycznego, na północnym stoku Małego Skrzycznego i na zachodnim stoku

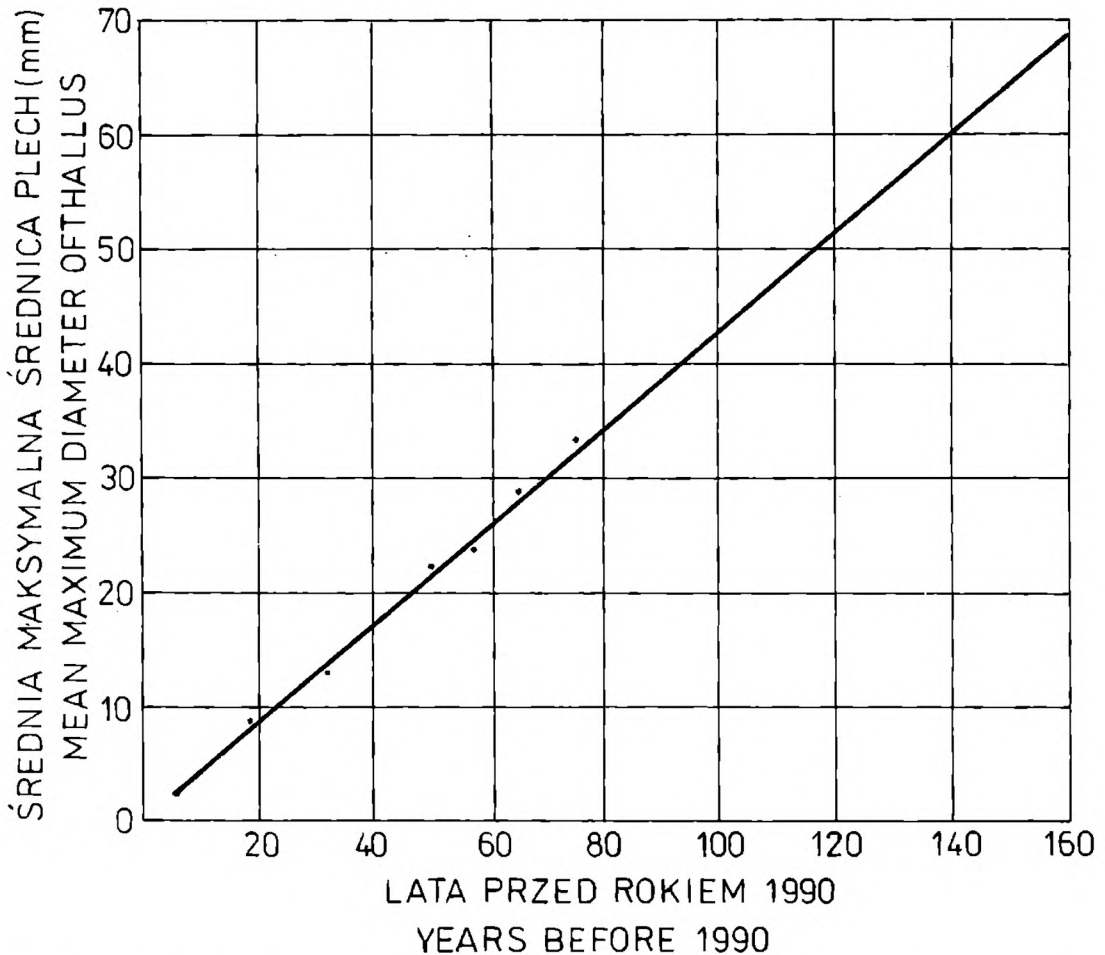


Fig. 2 Krzywa wzrostu porostów *Rhizocarpon* dla klimatu chłodnego (powyżej 980 m n.p.m.) w Beskidzie Śląskim

Fig. 2 Growth curve of *Rhizocarpon* lichen in cool climate (above 980 m a.s.l.) in the Beskid Śląski Mountains

Baraniej Góry, które powstały w czasie powodzi w latach: 1972 (7,9 mm), 1958-1960 (13,0 mm), 1934 (23,3 mm), 1925 (28,5 mm), 1915 (32,5 mm). Na ścianach tych o znanym wieku pomierzono największe średnice plech o regularnych, okrągłych kształtach, a następnie spośród nich wybrano dziesięć największych i obliczono średnią maksymalną średnicę plech. Z pomiarów zostały wyłączone plechy nieregularne i wzajemnie się przenikające, ponieważ nie można dokładnie pomierzyć ich średnicy.

Uzyskane wyniki pomiarów średnich średnic plech porostów pozwoliły wykreślić krzywą wzrostu plech porostów *Rhizocarpon* (Fig. 2) dla piętra chłodnego w Beskidzie Śląskim. Współczynnik wzrostu plech wynosi 42,8 mm/100 lat. Wielkość ta jest zbliżona do współczynników określonych przez Kotarbę (1988) dla piętra umiarkowanie zimnego (32,5 mm/100 lat) oraz dla

piętra bardzo chłodnego (38,1 mm/100 lat) w Tatrach i mieści się w przedziałach dla obszarów górskich strefy umiarkowanej. W obrębie ścian skalnych i rozpadlin przebadanych osuwisk na wschodnich i południowych stokach Skrzycznego, wschodnich stokach Malinowskiej Skały oraz południowo-wschodnich stokach Baraniej Góry największe plechy były formowane 100-250 lat temu, a ich średnie maksymalne średnice wynosiły: 44,5 mm (105 lat), 51,2 mm (120 lat), 74,8 mm (175 lat), 91,5 mm (215 lat). Można zatem określić, w których latach częstotliwość ich formowania była duża. Okresy te pokrywają się z dużymi powodziami, które wystąpiły w Karpatach w latach: 1972, 1958-1960, 1938-1940, 1934, 1914-1915, 1902, 1893-1894, 1884-1885 (Ziętara, 1968), oraz z okresami wilgotnymi w Alpach (Heim, 1932), w których zachodziło ożywienie ruchów masowych (1908-1910, 1876-1878, 1813-1816). Lata te korespondują także z okresami formowania się porostów w Tatrach (Kotarba, 1988, 1992): 1826-1835, 1843-1852, 1862-1870, 1883-1890. Kotarba lata te paralelizuje z okresami zwilgotnienia – tzw. Małą Epoką Lodową.

Datowanie powierzchni skalnych w obrębie osuwisk metodą lichenometryczną może mieć zastosowanie dla okresu nie przekraczającego 250 - 300 lat, ponieważ większe plechy porostów przenikają się wzajemnie. Duże osuwiska lub ich fragmenty powstawały w okresach młodszego holocenu. Nie wyklucza to jednak, że wielkie, głębokie osuwiska tworzyły się także u schyłku epoki lodowej lub w optimum holocenu. W podsumowaniu można stwierdzić, że metodę lichenometryczną można z powodzeniem stosować do datowania osuwisk lub ich fragmentów powstałych w czasach historycznych.

Podziękowanie

Praca została wykonana w ramach programu badań statutowych "Wpływ struktury geologicznej na rzeźbę Karpat" w Zakładzie Geografii Fizycznej Instytutu Geografii WSP w Krakowie. Autorka dziękuje Anonimowemu Recenzentowi za wnikliwe i życzliwe uwagi.

LITERATURA CYTOWANA - REFERENCES

- Alexandrowicz, S. W., 1978. The Northern Slope of Babia Góra Mt. As a Huge Rock Slump. *Studia Geomorph. Carpatho-Balcan.*, 12: 133 - 148.
- Alexandrowicz, S. W., 1984. Środkowoholocenijskie osuwisko w dolinie Hareygrundu (Pieniny). *Spraw. z Pos. Kom. Nauk. PAN Oddz. w Krakowie*, pp. 101 - 103.
- Alexandrowicz, S. W., 1985. Subfosylna malakofauna z osuwiska w Piwnicznej (Polskie Karpaty fliszowe). *Folia Quater.*, 56: 79 - 100.
- Alexandrowicz, S. W., 1989. Subfosylna malakofauna z osadów jeziora zaporowego w dolinie Białego Potoku (Krościenko nad Dunajcem). *Spraw. z Pos. Kom. Nauk. PAN Oddz. w Krakowie*, pp. 103 - 105.
- Bajgier, M., 1989. Wpływ morfostruktury na rozwój głębokich osuwisk na stokach Skrzycznego w Beskidzie Śląskim. *Folia Geogr. Ser. Geogr.-Phys.*, 21: 61 - 77.
- Bajgier, M., 1992. Geneza osuwisk skalnych na progu dyslokacji Białej w Beskidzie Śląskim.

- Księga Pamiątkowa IG WSP, Kraków*, 1: 133 - 145.
- Bober, L., 1984. Rejony osuwiskowe w Polskich Karpatach fliszowych i ich związek z budową geologiczną regionu. *Biul. Inst. Geol.*, 340: 115 - 162.
- Bober, L. & Oszczytko, N., 1975. On geological conditions of structural landslides occurrences in the Polish Flysch Carpathians. *Carpatho-Balcan. Geolog. Assoc. Proceedings of the Xth Congress, sec. 3, Tectonics*, Bratislava, pp. 38 - 45.
- Dauksza, L. & Kotarba, A., 1973. An Analysis of the Influence of Fluvial Erosion in the Development of Landslide Slope. *Studia Geomorph. Carpatho-Balcan.*, 7: 91 - 104.
- Gerlach, T., Pokorný, J. & Wolnik, R., 1958. Osuwisko w Lipowicy. *Przeł. Geogr.*, 4: 685 - 700.
- Gil, E., Gillot, E., Kotarba, A., Starkel, L. & Szczepanek, K., 1974. An early Holocene landslide in the Niski Beskid and its significance for paleogeographical reconstructions. *Studia Geomorph. Carpatho-Balcan.*, 8: 69 - 83.
- Heim, A., 1932. *Bergsturz und Menschenleben*. Zurich.
- Hess, M., 1965. Piętra klimatyczne w polskich Karpatach Zachodnich. *Zesz. Nauk. UJ Prace Geogr.*, 11: 1 - 267.
- Jakubowski, K., 1974. Współczesne tendencje przeobrażeń form osuwiskowych w holocenijskim cyklu rozwojowym osuwisk na obszarze Karpat fliszowych. *Prace Muzeum Ziemi*, 22: 169 - 197.
- Kiszka, J., 1964. Porosty Beskidu Śląskiego. *Rocz. Nauk.-Dydakt. WSP Kraków, Prace z Botaniki*, 28: 1 - 62.
- Kotarba, A., 1986. Rola osuwisk w modelowaniu rzeźby beskidzkiej i pogórskiej. *Przeł. Geogr.*, 58: 119 - 129.
- Kotarba, A., 1988. Lichenometria i jej zastosowanie w badaniach geomorfologicznych w Tatrach. *Wszechświat*, 89, (1): 11 - 15.
- Kotarba, A., 1992. Denudacja mechaniczna Tatr Wysokich pod wpływem opadów ulewnych. In: System denudacyjny Polski. *Prace Geogr., IG i PZ PAN*, 155: 191 - 208.
- Kukulak, J., 1988. Powiązania morfostrukturalne w rozwoju osuwisk zachodniego Podhala. *Folia Geogr. Ser. Geogr.-Phys.*, 20: 33 - 49.
- Lach, J., 1970. Fazy rozwoju form skalnych w Magurze Wątkowskiej. *Rocz. Nauk.-Dydakt. WSP Kraków, Prace Geogr.*, 40: 27 - 33.
- Oszczytko, N. & Wójcik, A., 1984. Utwory czwartorzędowe Beskidu Sądeckiego między Wietrzwicą a Jazowskim. *Biul. Inst. Geol.*, 340: 89 - 114.
- Pawlikowa, B., 1969. Materiały do postglacjalnej historii roślinności Karpat Zachodnich - Torfowisko na Bryjarce. *Folia Quat.*, 18: 1 - 9.
- Starkel, L., 1960. Rozwój rzeźby Karpat fliszowych w holocenie. *Prace Geogr. IG PAN*, 22: 1 - 239.
- Środoń, A., 1952. Późnoglacialna flora z Dziadowych Kątów koło Grywałdu. *Biul. Inst. Geol.*, 67: 77 - 97.
- Trela, J., 1929. Wahania górnej granicy lasu na Babiej Górze w świetle analizy pyłkowej. *Acta Soc. Bot. Polon.*, 6, 2: 165 - 186.
- Więckowski, S. & Szczepanek, K., 1963. Assimilatory pigments from subfossil fir needles. *Acta Soc. Bot. Pol.*, 32: 101 - 111.
- Ziętara, K. & Ziętara, T., 1958. O rzekomo glacialnej rzeźbie Babiej Góry. *Rocz. Nauk.-Dydakt. WSP Kraków, Geografia*, 8: 55 - 77.
- Ziętara, T., 1964. O odmładzaniu osuwisk w Beskidach Zachodnich. *Rocz. Nauk.-Dydakt. WSP Kraków, Prace Geogr.*, 22: 55 - 86.
- Ziętara, T., 1968. Rola gwałtownych ulew i powodzi w modelowaniu rzeźby Beskidów. *Prace Geogr. IG PAN*, 60: 1 - 116.
- Ziętara, T., 1988. Landslide areas in the Polish Flysch Carpathians. *Folia Geogr. Ser. Geogr.-Phys.*, 20: 21 - 31.
- Ziętara, T., 1989. Rozwój teras krioplanacyjnych w obrębie wierzchowiny Babiej Góry w Beskidzie Wysokim. *Folia Geogr. Ser. Geogr.-Phys.*, 21: 79 - 92.
- Ziętara, T., 1991. Influence of geological structure on landslide development in the eastern part of the Flysch Carpathians. *Folia Geogr. Ser. Geogr.-Phys.*, 22: 71 - 86.

Summary

LICHENOMETRICAL DATING OF LANDSLIDES
IN THE BESKID ŚLĄSKI MOUNTAINS (CARPATHIANS)

Małgorzata Bajgier

Deep-seated rock landslides, common in the Flysch Carpathians, are difficult to date as they move intermittently and in segments. Few landslides are dated in the Carpathians. Methods of dating involved: palynology, radiocarbon, malacology and superposition of landslides and dated rocks (Table 1).

Deep-seated rock landslides occur in the Beskid Śląski. *Rhizocarpon* lichen colonize their rocky escarpments built of thick-bedded Godula Sandstone. These are suitable for lichenometric dating of the landslide escarpments. The lichen thalli were measured on the walls of landslide scarps and clefts on the Barania Góra, Skrzyczne (Fig. 1) and Małe Skrzyczne Mountains, which are situated in the nival-fluvial cool-zone.

The youngest thalli were precisely dated because they colonized fresh rock surfaces exposed after the floods in 1972, 1958-1960, 1934, 1925, 1915. A curve of *Rhizocarpon* lichen thallus growth (Fig. 2) in the cool zone in the Beskid Śląski was drawn, based on the measured thalli diameters. The ratio of thallus growth equals 42.8 mm/100 yrs. The oldest thalli are 100-250 yrs old and their mean diameters were: 44.5 mm (for 105 yrs old), 51.2 mm (120 yrs old), 74.8 mm (175 yrs old), 91.5 mm (215 yrs old). The periods of their formation correspond to great floods in the Carpathians and to wet periods in the Alps, when mass movements were activated.

The large landslides, or their parts, were formed in the late Holocene, in historical times. It does not mean however that deep landslides could not be formed at the end of the glacial age, or during the Holocene optimum.