

Nowa krzywa lichenometryczna dla polskiej części Tatr

A new lichenometric curve for the Polish part of the Tatra Mountains

STANISŁAW KĘDZIA

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. S. Leszczyckiego PAN,
31-018 Kraków, ul. św. Jana 22; kedzia@zg.pan.krakow.pl

Zarys treści. Datowania lichenometryczne oparte na poroście naskalnym *Rhizocarpon geographicum* prowadzone są w Tatrach od lat 1980. Jednakże klasyczna krzywa przyrostu plech tego porostu skonstruowana przez Kotarbę jest niedoskonała. To powoduje, że obiekty znajdujące się na granicy pięter klimatycznych datowane są ze znacznie większym błędem, niż te zalegające w środkowej części pięter. W niniejszej pracy omówiono nową krzywą lichenometryczną, która określa przyrost plech w zależności od wysokości w sposób liniowy. Dzięki temu można nią datować obiekty na każdej wysokości z przedziału, dla którego ta krzywa powstała.

Słowa kluczowe: Tatry, datowanie lichenometryczne, *Rhizocarpon geographicum*.

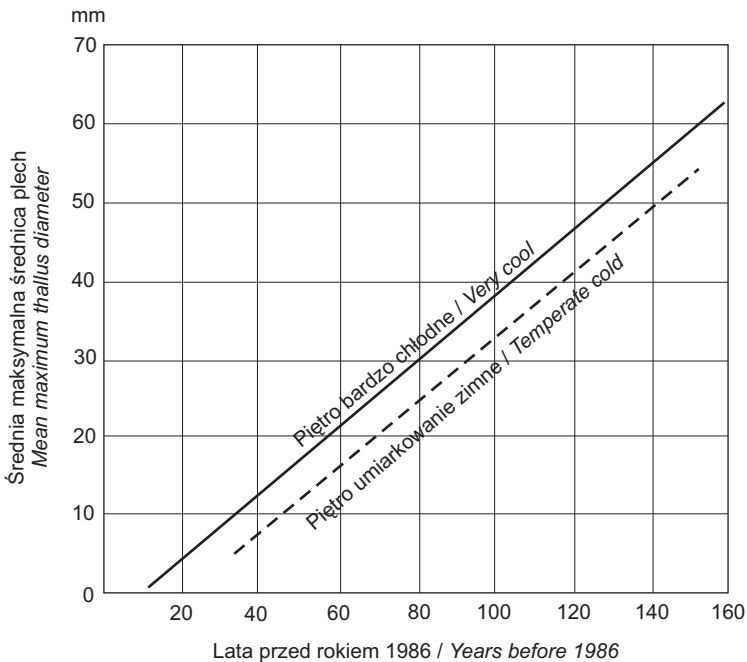
Wprowadzenie

Pierwsza krzywa lichenometryczna dla Tatr, dla porostu naskalnego *Rhizocarpon geographicum*, zwanego też „wzorcem geograficznym”, została skonstruowana w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku przez A. Kotarbę (Kotarba, 1988). Wyznaczony wówczas współczynnik przyrostu plech wynosił dla piętra umiarkowanie zimnego (1850–2200 m npm.) 32,5 mm, natomiast dla piętra bardzo chłodnego (1550–1850 m npm.) – 38,1 mm (ryc. 1). W następnych latach, opierając się na wyznaczonych współczynnikach, przeprowadzono pierwsze datowania lichenometryczne stoków obrywowo-usypiskowych w Dolinie Suchej Wody w Tatrach (Jonasson i inni, 1991; Kotarba, 1989, 1991, 1992, 1997, 2001; Kotarba i Pech, 2002).

Wyznaczone w ten sposób krzywe sprawdzają się w odniesieniu do obszarów, w których cały badany teren mieści się w jednym piętrze klimatycznym. W przypadku gdy zawiera się on w dwóch lub większej liczbie pięter klimatycznych, jest problem z datowaniem obiektów znajdujących się w pobliżu lub na granicy



pięter. Zmiana szybkości przyrostu plech wraz z wysokością, a tym samym ze zmieniającymi się parametrami klimatu, zachodzi w sposób płynny, a nie skokowy, dlatego nie można wobec datowanych obiektów, znajdujących się na granicy dwóch pięter klimatycznych, przyjąć dwóch wartości współczynnika przyrostu. Na przykład, datując powierzchnię stożka piargowego, który rozciąga się od 1750

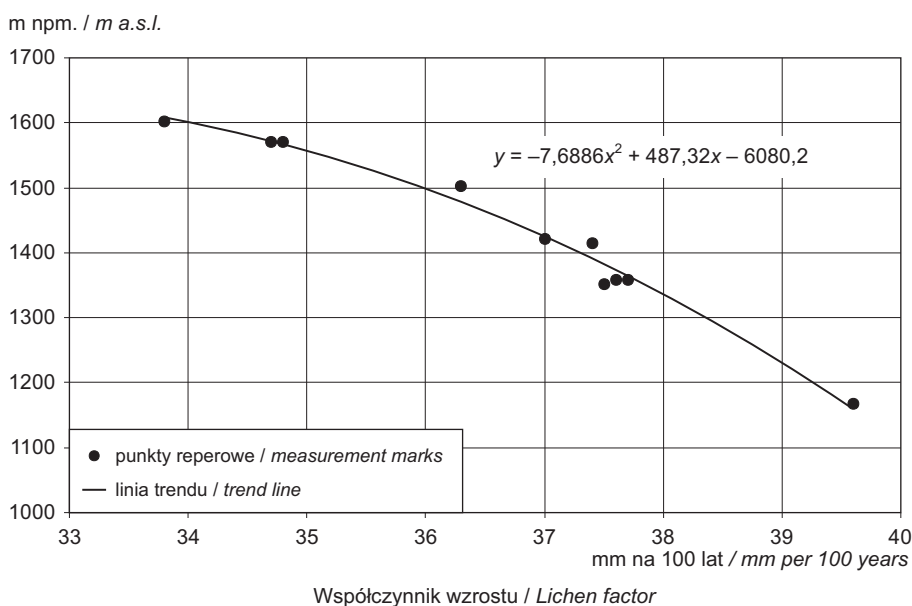


Ryc. 1. Krzywa lichenometryczna sporządzona przez A. Kotarbę (1988)
Lichenometric curve prepared by A. Kotarba (1988)

do 1950 m n.p.m., czyli w połowie jest usytuowany w piętrze bardzo chłodnym, a w połowie w umiarkowanie zimnym, trudno dobrać współczynnik przyrostu. Współczynnik dla piętra bardzo chłodnego będzie tak samo dobry/zły jak dla piętra umiarkowanie zimnego. Niestety, nie jest to bez znaczenia dla otrzymanych dat, ponieważ różnica 5–6 mm pomiędzy oboma współczynnikami przekłada się na różnicę czasową około 15–17 lat. Jeżeli datuje się obiekty powstałe przed kilkudziesięciami laty, to tak duży błąd jest nie do zaakceptowania.

Zastosowanie krzywych przyrostu plech wyznaczonych tradycyjnym sposobem powoduje, że tylko obiekty zalegające w środkowej części pięter są w miarę dokładnie datowane. W celu zwiększenia dokładności datowania obiektów leżących na granicy pięter, należałoby uśredniać współczynniki przyrostu w zależności od wysokości. Poszukiwania sensownego rozwiązania tego pro-

blemu doprowadziły do wyznaczenia krzywej przyrostu plech przedstawiającej współczynnik przyrostu w zależności od wysokości. Pierwsza tego typu krzywa powstała w 2010 r. i wyznacza tempo przyrostu porostu *Rhizocarpon* dla polskiej części Karkonoszy (ryc. 2) (Kędzia, 2011a). O drugiej, dla Tatr, traktuje niniejsza praca (ryc. 3).



Ryc. 2. Krzywa lichenometryczna porostu naskalnego *Rhizocarpon geographicum* dla Karkonoszy (Kędzia, 2011a – zmienione)

Lichenometric curve for rocky lichens of the Karkonosze Mountains (Kędzia, 2011a – modified)

Obszar badań

Na obszar badań wybrano polską część Tatr Wysokich oraz Zachodnich. Na punkty reperowe wytypowano ponad 30 obiektów, jednak do sporządzenia krzywej posłużono się tylko 10 – pozostałe najczęściej nie spełniały wymogów tej metody datowania, lub też nie udało się ustalić dokładnej daty zdarzenia, dzięki któremu doszło do skolonizowania badanej powierzchni przez plechy. Niektórych obiektów nie udało się odnaleźć. Najniższym położonym punktem reperowym są rozłupane głązy (fot. 1) koło schroniska „Murowaniec” na Hali Gąsienicowej, które w latach 1950–1951 posłużyły do remontu i rozbudowy tegoż schroniska. Znajdują się one na wysokości około 1500 m n.p.m. Z kolei najwyższym położonym

punktem reperowym są resztki schronu na Przełęczy Krzyżne (fot. 2), na 2134 m n.p.m., postawionego w 1880 r. przez Towarzystwo Tatrzańskie (Konieczniak, 2010). Obiekty reperowe usytuowane są na grzbietach (w tym przełęczach), stokach oraz dnach dolin.



Fot. 1. Głazy rozłupane przez budowniczych schroniska „Murowaniec”
Boulders split by the builders of the “Murowaniec” hostel
(Fot. / Photo: S. Kędzia)

Metodyka

Do pomiarów wykorzystano tylko te plechy, których kształt był zbliżony do koła. Mierzono je na zasadzie koła opisanego, za pomocą przezroczystego przymiaru kreślarskiego. Dokładność pomiaru wynosiła około 0,5 mm. Do wyznaczenia krzywej przyrostu brano pod uwagę 5 największych plech. Jednakże w przypadku małych obiektów, na których występowało niewiele plech, lub obiektów dużych, na których tylko część plech spełniała wszystkie wymogi tej metody datowania, brano pod uwagę wyłącznie największe plechy, niewiele różniące się rozmiarami.

Przy obiektach o dużej powierzchni z licznymi plechami o maksymalnych i mało zróżnicowanych średnicach nie ma istotnego znaczenia, czy do obliczeń

weźmie się 5, czy też na przykład 10 największych plech, ponieważ ich średnia matematyczna będzie taka sama lub prawie taka sama. Jako przykład może posłużyć obiekt, na którym zmierzono następujące średnice plech: 23,5 mm, 23,0 mm, 23,0 mm, 23,0 mm, 23,0 mm, 23,0 mm, 22,5 mm, 22,5 mm,



Fot. 2. Resztki schronu na Przełęczy Krzyżne, postawionego w 1880 r. przez Towarzystwo Tatrzańskie

The remainders of the shelter at the Krzyżne Pass built in 1880 by the Tatra' Society

(Fot. / Photo: S. Kędzia)

22,5 mm, 22,0 mm. Wyliczając średnią z pierwszych 5 plech otrzymujemy wynik 23,1 mm, natomiast średnia z 10 plech wynosi 22,8 mm. W tym przypadku różnica pomiędzy wyliczonymi średnimi wartościami wynosi 0,3 mm i jest mniejsza od dokładności pomiaru wynoszącej 0,5 mm. Natomiast w przypadku obiektów o małej powierzchni, na przykład słupków pomiarowych czy też granicznych, na których występuje tylko kilkanaście plech o zdecydowanie różnych średnicach, trzymanie się sztywno zasady uwzględniania stałej liczby plech przynosi więcej szkody niż pożytku. Przykładem może tu być obiekt, na którym zmierzono następujące średnice plech: 23,0 mm, 22,0 mm, 17,0 mm, 15,5 mm, 11,0 mm, 10,5 mm, 10,0 mm, 6,0 mm, 4,0 mm, 4,0 mm, 3,0 mm. W tym przypadku różnica pomiędzy średnicami pięciu największych plech

wynosi aż 12,0 mm. O ile w pierwszym podanym przykładzie największe plechy powstały w tym samym, lub prawie tym samym czasie, o tyle w drugim wyraźnie widać, że tylko dwie największe (23,0 mm i 22,0 mm) mają podobne średnice. Pozostałe plechy powstały później i nie można ich wykorzystać do obliczeń.

Wobec obiektów utworzonych przez jedno krótkotrwałe zdarzenie, na przykład obryw skalny czy spływ gruzowy, najwłaściwsza wydaje się metoda uwzględniająca największe plechy o podobnej średnicy, bez względu na to, czy będzie to jedna (Beschel, 1950; Gordon i Sharp, 1983), czy też kilka, na przykład 5 plech (Innes, 1984; Andrè, 1986, 1990; Thompson i Jones, 1986; Siöberg, 1990; Evans i inni, 1999; Dąbski, 2002; Kotarba i Pech, 2002). Na dokładność datowania większy wpływ ma równowiekowość najstarszych plech niż ich liczba. W odniesieniu do obiektów, które były tworzone przez długi czas i z różnowiekowego materiału, na przykład moreny lodowcowe bądź wały niwalne, właściwsza wydaje się metoda oparta na analizie rozkładu częstości pomierzonej populacji porostów, zapoczątkowanej przez J.B. Benedicta (1967), a obecnie stosowanej między innymi przez M. Dąbskiego (2007), J.F. Orwina i współautorów (2008), N.R. Golledge i współautorów (2010) czy S.J. Robertsa i współautorów (2010).

Wyznaczenie krzywej przyrostu plech rozpoczyna się od znalezienia w terenie porośniętych plechami obiektów, których data powstania jest znana. Najlepiej, jeżeli data zawęży się tylko do jednego roku, jednak nie zawsze można ją tak precyzyjnie ustalić. Przykładem może być remont i rozbudowa schroniska „Murowaniec”, przeprowadzona w latach 1950–1951. Biorąc pod uwagę kolejność prac przy rozbudowie można przypuszczać, że najpierw, czyli w 1950 r., zaczęto gromadzić materiał i ten rok należałoby przyjąć za początek odsłonięcia nowych powierzchni na rozłupywanych głazach wokół schroniska. Jednakże ów remont rozpoczęto dopiero w listopadzie (Konieczniak, 2010), co z kolei sugeruje, że raczej należy przyjąć za datę rok następny, to jest 1951, dlatego taka data została uwzględniona w niniejszej pracy. Kolejnym przykładem może być schronisko Józefa Sieczki nad Czarnym Stawem Gąsienicowym, które prawdopodobnie spłonęło w 1920 r. (Konieczniak, 2010). Dla plech, które skolonizowały głazy podłoża schroniska, ważna jest data rozebrania resztek ruin, a o tym kroniki niestety milczą. Podobnie rzecz się miała z dachem szałas pasterskiego w Dolinie Waksmundzkiej, którego okres zniszczenia można zawęzić do 7 lat. Ze względu na duże rozbieżności zebranych dat zdarzeń, część badanych obiektów nie została uwzględniona w opracowaniu i czeka na bardziej szczegółowe odtworzenie ich historii.

Kolejnym problemem jest dobór obiektu, na którym rosną plechy. Wszelki wpływ antropogenicznych czynników, takich jak zaprawy murarskie, farby, metalowe tablice, a nawet materiał ze ścieranych podeszew butów turystów, liczonych w setkach tysięcy rocznie, jak to ma miejsce na ułożonych z głazów stopniach do Morskiego Oka (chodzi o powierzchnie pionowe głazów), zaburza kolonizację i rozrost plech. Podobny wpływ wykazuje również roślinność,

na przykład kosodrzewina, wyrastająca ponad badany obiekt i zakrywająca powierzchnię z mierzonymi plechami (Jochimsen, 1973; Lock inni, 1979; Coxon i Kershaw, 1983).

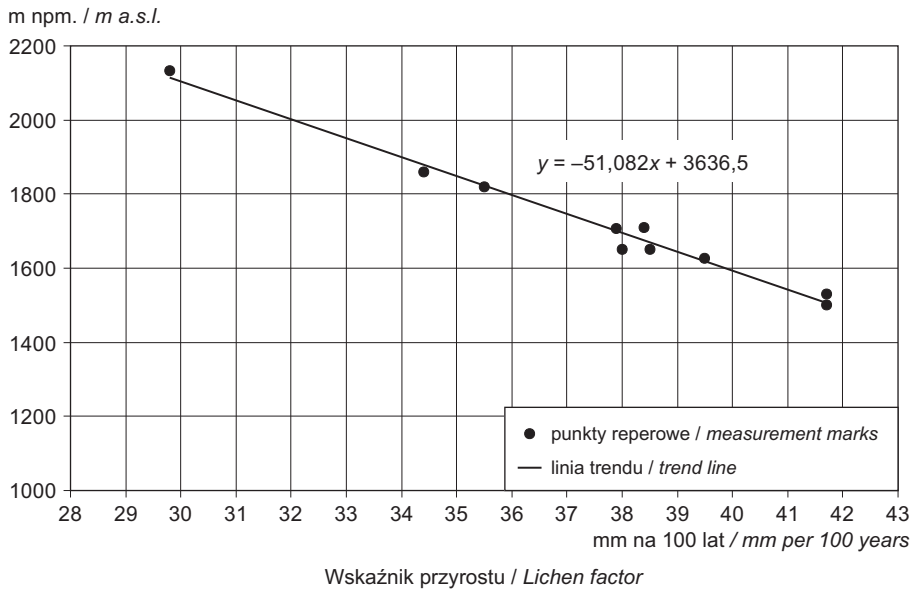
Oddzielną kwestią jest położenie obiektów na różnych formach terenowych. Na przykład szałas na Przełęczy Krzyżne jest usytuowany na wysokości 2134 m npm., natomiast pomnik Karłowicza – na 1530 m npm. Pomiedzy tymi obiektami jest około 600 m różnicy wysokości, jednak różnica średniej rocznej temperatury powietrza na wymienionych poziomach wynika także z odmienności form terenu, na których znajdują się obiekty: szałas wybudowano na grzbiecie, natomiast pomnik postawiono w dnie doliny. Jak wykazały badania (Hess, 1965, 1966; Baranowski, 2003a, b; Kędzia, 2011b; Baranowski i Kędzia, 2011), wklęsłe formy terenowe mogą mieć o ponad 1 °C niższą średnią roczną temperaturę powietrza niż by wynikało z wysokości bezwzględnej. A taka różnica nie pozostaje bez wpływu na przyrost plech (Beschel, 1961; Trenbith i Matthews, 2010). Z tego powodu, plechy usytuowane na tych samych wysokościach, ale różnych formach terenu, wykazują różne tempo przyrostu i ma to wpływ na dokładność datowania. Jednakże dla takiego obszaru jak Tatry stworzenie obecnie krzywej lichenometrycznej na podstawie punktów reperowych położonych na różnych wysokościach, ale tych samych, czyli pozytywnych lub negatywnych formach terenowych, jest niemożliwością.

Najwyżej usytuowane na krzywej przyrostu plech (ryc. 3) są plechy pomierzone przy szałasach na Przełęczy Krzyżne i Przełęczy pod Kopą. To głównie te dwa punkty reperowe decydują o kształcie krzywej. Pozostałe plechy usytuowane w dolnej części krzywej pochodzą z punktów reperowych położonych w dnach dolin. Gdyby wszystkie obiekty reperowe znajdowały się we wklęsłych formach terenu, prawdopodobnie plechy z dwóch najwyżej położonych punktów wykazywałyby mniejszy przyrost i krzywa, która obecnie jest linią prostą, uległaby zakrzywieniu, jak to ma miejsce w przypadku krzywej przyrostu dla Karkonoszy (ryc. 2) (Kędzia, 2011a).

Wnioski

Krzywe przyrostu plech, wyznaczone przez Kotarbę i zespół, są reprezentatywne głównie dla obiektów usytuowanych w środkowych częściach pięter klimatycznych: bardzo chłodnego i umiarkowanie zimnego. W miarę zbliżania się do granicy pięter maleje dokładność datowania lichenometrycznego przy użyciu tych krzywych, ich zaletą jest natomiast możliwość datowania obiektów liczących nawet kilkaset lat. Datowanie lichenometryczne obiektów znacznie starszych niż najstarszy obiekt reperowy może jednak okazać się mniej wiarygodne niż datowanie młodszych obiektów. W Tatrach najstarszy obiekt reperowy liczy obecnie około 130 lat i datowanie tą metodą obiektów znacznie starszych może być obarczone większym błędem.

Nowa krzywa lichenometryczna sporządzona dla Tatr (ryc. 3) określa za pierwsze 100 lat przyrost plech na wysokości od 1500 do ponad 2100 m n.p.m. w sposób liniowy. Dzięki temu można łatwo wykorzystać ją do datowania obiektów położonych w dowolnym miejscu strefy wysokościowej, dla której ta krzywa powstała.



Ryc. 3. Nowa krzywa lichenometryczna porostu naskalnego *Rhizocarpon geographicum* dla polskiej części Tatr, sporządzona przez S. Kędzię

New lichenometric curve for rock lichens in the Polish part of the Tatra Mts.
prepared by S. Kędzia

Główną przyczyną niedokładności oceny wieku powierzchni skalnych na podstawie wielkości plech i z wykorzystaniem krzywych lichenometrycznych jest zróżnicowanie tempa przyrostu plech w zależności od form terenu, zarówno w miejscach lokalizacji punktów reperowych, jak i datowanych obiektów. Ale tym błędem obarczone są również krzywe wyznaczone przez A. Kotarbę. Jedną z wad nowej krzywej jest możliwość zwiększenia się błędu datowania obiektów liczących znacznie więcej niż 100 lat. Takie ryzyko istnieje w przypadku, gdyby przyrost plech na danej wysokości nie przebiegał prostoliniowo. Niestety, obecnie nie można stwierdzić jak przebiega ów przyrost u plech w wieku znacznie powyżej stu lat. Jest to spowodowane brakiem dostatecznej ilości punktów reperowych, które znajdowałyby się na podobnej wysokości, a najstarszy z nich liczyłby sobie znacznie ponad 100 lat. Z krzywych opracowanych przez Kotarbę

wynika, że plechy za 150–160 lat przyrastają w tym samym tempie, czyli prostoprocentowo (ryc. 1). Dzięki opracowaniu nowej krzywej można będzie zweryfikować część dotychczas otrzymanych wyników datowań lichenometrycznych i otrzymać dokładniejsze daty (Kędzia, 2010).

*

Autor artykułu bardzo serdecznie dziękuje prof. Adamowi Kotarbie za cenne informacje podczas badań terenowych oraz wszelkie uwagi podczas pisania pracy. Za pomoc w badaniach terenowych autor dziękuje również dr. Jarosławowi Baranowskiemu, dr. Agnieszce Latosze, mgr. Dominice Stan, mgr. Katarzynie Kielich i jej synowi Hubertowi, mgr. Stanisławowi Cinalowi oraz Markowi Kotlarczykowi.

Prace terenowe zostały sfinansowane z projektu badawczego N 306 2763 33 z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego.

Piśmiennictwo / References

- Andr  M.-F., 1986, *Dating slope deposits and estimating rate of rock wall retreat in north-west Spitsbergen by lichenometry*, Geografiska Annaler, 68A, 1–2, s. 65–75.
- , 1990, *Frequency of debris flows and slush avalanches in Spitsbergen: a tentative evaluation from lichenometry*, Polish Polar Research, 11, 3–4, s. 345–363.
- Baranowski J., 2003a, *Dynamika zmian dobowych i zr nicowanie przestrzenne temperatury powietrza na Hali Gąsienicowej*, Przegląd Geograficzny, 75, 2, s. 271–286.
- , 2003b, *Lokalne zr nicowanie warunków solarnych w Tatrach i jego związki z rzezb  terenu i szat  roslinn  (na przyk ladzie Hali Gąsienicowej)*, IGIPZ PAN, Warszawa, maszynopis.
- Baranowski J., Kędzia S., 2011, *Wpływ rzeźby terenu na topoklimat i połozenie górnej granicy lasu*, [w:] A. Kotarba (red.), *Tatrzański Park Narodowy*, Polskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk o Ziemi – Oddział Krakowski, Zakopane, 1, s. 17–22.
- Benedict J.B., 1967, *Recent glacial history of an alpine area in the Colorado Front Range, USA. I. Establishing a lichen growth curve*, Journal of Glaciology, 6, s. 817–832.
- Beschel R.E., 1950, *Flechen als Alters mastab pr zenter Mor nen*, Zeitschrift f r Gletscherkunde und Glazialgeologie, 1, s. 152–161.
- , 1961, *Dating rock surfaces by lichen growth and its application to glaciology and physiography (lichenometry)*, Geology of the Arctic, 2, s. 1044–1062.
- Coxon D.S., Kershaw W., 1983, *The ecology of Rhizocarpon superficiale (Schaer.) II. The seasonal response of net photosynthesis and respiration to temperature, moist and light*, Canadian Journal of Botany, 62, s. 3019–3030.
- D bski M., 2002, *Dating of the Fl aj kull moraine ridges, SE-Iceland; comparison of the glaciological, cartographic and lichenometrical data*, J kull, 51, s. 17–24.
- , 2007, *Lichenometryczna analiza rozk ladu cz stości jako metoda datowania moren lodowca Fl a (SE Islandia)*, S pskie Prace Geograficzne, 4, s. 61–77.
- Evans D.J.A., Archer S., Wilson D.J.H., 1999, *A comparison of the lichenometric and Schmidt hammer dating techniques based on data from the proglacial areas of some Icelandic glaciers*, Quaternary Science Reviews, 18, s. 13–41.
- Golledge N.R., Everest J.D., Bradwell T., Johnson J.S., 2010, *Lichenometry on Adelaide Island, Antarctic Peninsula: size-frequency studies, growth rates and snowpatches*, Geografiska Annaler, 92A, 1, s. 111–124.

- Hess M., 1965, *Piętra klimatyczne w polskich Karpatach Zachodnich*, Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne, 11
- , 1966, *O mezoklimacie wypukłych i wklęsłych form terenowych w Polsce południowej*, Przegląd Geofizyczny, 11 (19), 1, s. 23–35.
- Innes J.L., 1984, *Lichenometric dating of Derbis-flow deposits on Alpine colluvial fans in southwest Norway*, Earth Surface Processed and Landforms, 10, s. 519–524.
- Jochimsen M., 1973, *Does the size of lichen thalli really constitute a valid measure for dating glacial deposits?*, Arctic and Alpine Research, 5 4, s. 417–424.
- Jonasson Ch., Kot M., Kotarba A., 1991, *Lichenometrical studies and dating of derbis flow deposits in the High Tatra Mountains, Poland*, Geografiska Annaler, 73A, s. 141–146.
- Kędzia S., 2010, *The age of debris surfaces on the Żółta Turnia (the Polish Tatra Mts.)*, Geomorphologia Slovaca et Bohemica, 2, s. 29–38.
- , 2011a, *Krzywa lichenometryczna porostu naskalnego Rhizocarpon geographicum dla Karkonoszy*, Przyroda Sudetów, 14, s. 141–148.
- , 2011b, *The influence of relief on microclimate and location of the upper tree-limit*, Geographia Polonica, 84, 1, s. 5–11.
- Konieczniak J., 2010, *Encyklopedia schronisk tatrzańskich*, Oficyna Wydawnicza „Wierchy”, Centralny Ośrodek Turystyki Górskiej PTTK, Kraków.
- Kotarba A., 1988, *Lichenometria i jej zastosowanie w badaniach geomorfologicznych w Tatrach*, Wszechświat, 89, 1, s. 13–15.
- , 1989, *On the age of derbis slopes in the Tatra Mountains*, Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica, 23, s. 139–152.
- , 1991, *On the ages and magnitude of debris flow in the Polish Tatra Mountains*, Bulletin of the Polish Academy of Sciences, 39, 2, s. 129–135.
- , 1992, *High-energy geomorphic events in the Polish Tatra Mountains*, Geografiska Annaler, 74A, 2–3, s. 123–132.
- , 1997, *Formation of High-Mountain Talus Slopes Related to Debris-Flow Activity in the High Tatra Mountains*, Permafrost and Periglacial Processes, 8, s. 191–204.
- , 2001, *Lichenometryczne oznaczanie wieku formy rzeźby wysokogórskiej*, Prace Geograficzne, IGiPZ PAN, 179, Warszawa, s. 197–208.
- Kotarba A., Pech P., 2002, *The recent evolution of talus slopes in the High Tatra Mountains (with the Pańszczyca Valley as example)*, Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica, 36, s. 69–76.
- Lock W.W., Andrews J.T., Webber P.J., 1979, *A Manual for Lichenometry*, British Geomorphological Research Group, Technical Bulletin, 26.
- Orwin J.F., McKinze K.M., Stephens M.A., Dugmore A.J., 2008, *Identifying moraine surfaces with similar histories using lichen size distributions and the U2 statistic, southeast Iceland*, Geografiska Annaler, 90A, 2, s. 151–164.
- Roberts S J., Hodgson D.A., Shelley S., Royles J., Griffiths H.J., Deen T.J., Thorne M.A.S., 2010, *Establishing lichenometric ages for nineteenth- and twentieth-century glacier fluctuations on South Georgia (South Atlantic)*, Geografiska Annaler, 92A, 1, s. 125–139.
- Siöberg R., 1990, *Measurement and calibration of weathering processes and lichenometric investigations on a wale washed moraine, Bådalen, on the Upper Norrland Coast, Sweden*, Geografiska Annaler, 72A, 3–4, s. 319–327.
- Thompson A., Jones A., 1986, *Rates and causes of proglacial river terrace formation in southeast Iceland: an application of lichenometric dating techniques*, Boreas, 15, 3, s. 231–246.

Trenbirth H.E., Matthews J.A., 2010, *Lichen growth rates on glacier forelands in southern Norway: preliminary results from a 25-year monitoring programme*, Geografiska Annaler, 92A, 1, s. 19–39.

[Wpłynęło: styczeń; poprawiono: listopad 2012 r.]

STANISŁAW KĘDZIA

A NEW LICHENOMETRIC CURVE FOR THE POLISH PART OF THE TATRA MOUNTAINS

First lichenometric curves for the Tatra Mountains for rocky lichens *Rhizocarpon* were constructed in the 1980s by A. Kotarba and his team. The determined lichen factor for temporary cold altitude belt (1850–2200 m a.s.l.) was –32.5 mm, and for very cold belt (1550–1850 m a.s.l.) was –38.1 mm.

The determined in this way curves prove correct for the areas where the whole investigated area is included in one climatic belt. In case when the investigated area is included in two or more climatic belts, the problem appears with dating the objects located near or at the boundary of the belts. Because the change of thallus growth occurring together with the altitude and changing climatic conditions takes place in a fluent manner (not thresholds) it is not possible to assume two values of growth coefficient for objects situated at the border of two climatic belts. This is why the objects located at the boundary of climatic belts are dated with much larger error than those located in the central part of the belts.

This work discusses new lichenometric curve which determines thallus increase depending on the altitude in a linear manner. This makes it possible to date objects at any altitude in the range for which this curve was constructed.

Over 30 objects were selected as measurement marks in the High and Western Tatras, and 10 of them were used to construct the curve located in the altitude from about 1,500 m to 2,134 m a.s.l. Other objects either did not fulfill the requirements of this dating method or it was not possible to determine the date of their origin. The oldest mark was 130 years old.

The disadvantage of the new curve is possibility of dating error increase for the objects older than 100 years. Such risk exists in case when thallus increase growth did not occur in a rectilinear manner. Unfortunately, it is not possible at present to determine the type of thallus growth for lichens older than 100 years. This is caused by not sufficient enough number of measurement marks which would occur at the similar altitude with the oldest one aged much more than 100 years.

