

Geneza skałek wierzchwinowych Płaskowyżu Ojcowskiego na podstawie badań osadów stokowych

Origin of hilltop monadnocks on the Ojców Plateau
as reconstructed from slope deposits

HALINA PAWELEC

Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec;
e-mail: hpawelec@wnoz.us.edu.pl

Streszczenie

Artykuł podejmuje dyskusję dotyczącą genezy skałek wierzchwinowych na Płaskowyżu Ojcowskim. W odróżnieniu od najczęściej obecnie stosowanej w badaniach skałek metody, opartej wyłącznie na analizie geomorfologicznej, podstawą badań jest szczegółowa analiza osadów stokowych – powstałych równocześnie z niszczeniem skałek. Badania przeprowadzono w rejonie Jerzmanowic, pomiędzy górnymi odcinkami dolin Będkowskiej i Szklarki, na obszarze falistej wierzchwiny ze skałkami. Opracowano szczegółowe profile litologiczne osadów stokowych. Wykonano badania uziarnienia oraz zawartości CaCO_3 , Fe_2O_3 i C_{org} . Dla frakcji ilowej wykonano analizy mineralogiczne.

Badania wykazały, że występujące na stokach obszaru osady powstały w środowisku peryglacjalnym, w rezultacie wietrzenia mrozowego, sedymentacji lessu oraz redepozycji materiału gruzowego i lessowego przez procesy stokowe. Analiza sukcesji tych osadów oraz analiza procesów glebowych wskazują, że są to osady górnovistuliańskie. Na podstawie analizy rozmieszczenia poszczególnych typów osadów wnioskowano o zależnościach pomiędzy procesami peryglacjalnymi a rzeźbą stoków. Głównym kierunkiem przeobrażania ścian skałek było boczne cofanie w rezultacie wietrzenia mrozowego i odpadania wapieni. W obrębie falistej wierzchwiny, wypukły profil górnych części stoków jest rezultatem współdziałania wietrzenia mrozowego i soliflukcji. Dolne, wklęsłe części stoków zostały uformowane w wyniku depozycji osadów soliflukcyjnych i deluwialnych oraz okresowej redepozycji tych osadów, głównie przez splukiwanie. Podczas plejstocenu obszar Płaskowyżu Ojcowskiego ulegał intensywnej denudacji, uwarunkowanej cyklicznymi zmianami klimatu. W środowisku peryglacjalnym działało głównie wietrzenie mrozowe i procesy stokowe. Podczas interglacjalów oraz interstadiałów działały procesy wietrzenia krasowego. Rezultatem plejstocenijskich procesów denudacyjnych, które rozwijały się na podłożu przeobrażonym przez kras, są współczesne formy skałek oraz rzeźba falistej wierzchwiny. Wyniki badań wskazują, że dotychczasowe teorie, dotyczące wieku i genezy skałek, nie doceniały znaczenia plejstocenijskiej morfogenezy dla rozwoju rzeźby Płaskowyżu Ojcowskiego.

Słowa kluczowe: skałki, osady stokowe, plejstocen, Płaskowyż Ojcowski

Abstract

The origin of the monadnocks on the Ojców Plateau has been analysed not only on the basis of morphology but also by sedimentological analysis of the slope deposits that cover the slopes around the monadnocks. The investigations were carried out in the area of Jerzmanowice, between the upper courses of the Będkowska and Szklarka valleys within the undulated plateau where the monadnocks form the highest parts. Detailed lithological profiles were prepared, the granulometry was determined, and the CaCO_3 , Fe_2O_3 and C_{org} content was estimated. Within the clay fraction, mineralogical analyses were carried out.

It is shown that the deposits covering the slopes developed in a periglacial environment as a result of frost weathering, loess sedimentation and reworking of scree and loess by slope processes. Both lithology of these deposits and the traces that soil processes left indicate an upper Vistulian age. The distribution of the individual lithofacies points to a distinct influence of periglacial processes on the slope relief. The main process was lateral retreat of rock walls as a result of frost weathering and rock fall. A convex profile of the upper parts of the slopes resulted due to the joint action of frost weathering and solifluction. The lower parts of the slopes, in contrast, developed a concave surface as a result of solifluction and surface wash, i.e. periodical redeposition of sediments. During the Pleistocene, the area of the Ojców Plateau underwent intensive denudation conditioned by cyclic climate changes. Frost weathering and slope processes were the most important under periglacial conditions. During interstadials, chemical weathering occurred in the active layer of the permafrost. Outcropping Jurassic limestones and the slope cover underwent karst processes. It is concluded that the present-day relief of the undulating plateau with monadnocks in the Cracow Upland results from the Pleistocene denudation processes. Surface degradation was stimulated during the Pleistocene by differential resistance of the rock units transformed by subsurface karst. Earlier studies concerning the age and origin of the monadnocks in this region underestimated the Pleistocene denudation.

Keywords: monadnocks, slope deposits, Pleistocene, Ojców Plateau, S Poland

Wstęp

Charakterystycznym elementem rzeźby Płaskowyżu Ojcowskiego jest falista wierzchowina z wznoszącymi się ponad nią formami skałkowymi (ostańcami). Geneza i wiek tej rzeźby budzą zainteresowanie geologów już od przełomu XIX i XX w (m.in. Zaręczny 1894; Lewiński 1913). Dotychczasowe badania wykazały, że powstała ona w wyniku procesów denudacyjnych, rozwijających się na podłożu o zróżnicowanej odporności. Skałki są twarżielcami (ang. *monadnocks*), zbudowanymi ze skał bardziej odpornych niż skały występujące w otoczeniu (Dżułyński 1952; Gradziński 1972; Alexandrowicz & Alexandrowicz 2003). Na obszarze Płaskowyżu Ojcowskiego rzeźba ta powstała na podłożu wapieni górnojurajskich. Różnice odporności tych skał są rezultatem sedymentacji na urozmaiconym dnie oceanu Tetydy (Trammer 1985; Matyszkiewicz *et al.* 2006). Świadczy o tym różnorodność fałalna wapieni oraz obecność w osadach powierzchni nieciągłości sedymentacyjnych (Dżułyński 1952; Gradziński *et al.* 1994; Matyszkiewicz 1997). Ponadto, na zróżnicowanie odporności wapieni górnojurajskich mają wpływ liczne spękania i uskoki (Dżułyński 1953; Gradziński 1972; Rutkowski 1986; Gradziński *et al.* 1994) oraz krasowe formy erozyjne (Gradziński 1962; Felisiak 1992).

Dotychczas nie zostało w pełni wyjaśnione zagadnienie wieku rzeźby wierzchowiny ze skałkami na Płaskowyżu Ojcowskim. Jest to trudny problem badawczy, ponieważ podczas

kenozoiku na obszarze tym przeważały procesy erozyjno-denudacyjne, które doprowadziły do znacznej redukcji osadów. Przez blisko 60 lat w literaturze dominował pogląd o zachowaniu się tam paleogeńskiej powierzchni zrównania krasowego ze skałkami typu mogotów (Klimaszewski 1958; Pokorny 1963). Miał tego dowodzić skład minerałów ilastych (udział kaolinitu) w zwietrzelinach występujących u podnóży skałek, wskazujący na ich powstanie w warunkach gorącego i wilgotnego klimatu (Pokorny 1963). Jednak wiek tych zwietrzelin nie został jednoznacznie określony. Osady o podobnym składzie mineralnym tworzyły się na tym obszarze również podczas pliocenu (Krysowska-Iwaszkiewicz 1974; Felisiak 1992, 1997). Na Płaskowyżu Ojcowskim nie została dotychczas udokumentowana obecność osadów paleogeńskich. Jedynie w strefie krawędzi Rowu Krzeszowickiego stwierdzono występowanie ilów i piasków zwietrzelinowych, powstałych w oligocenie i wczesnym miocenie (Alexandrowicz 1969). Występują tam one ponad osadami kredy a pod przykryciem morskich osadów miocenu.

Obecnie coraz częściej przyjmowany jest pogląd, w myśl którego współczesna rzeźba wierzchowiny Płaskowyżu Ojcowskiego jest rezultatem procesów denudacyjnych, które rozwijały się po miocenie ruchach tektonicznych – głównie w późnym miocenie oraz pliocenie. Koncepcja ta została po raz pierwszy sformułowana przez Dżułyńskiego *et al.* (1966). Znalazła ona potwierdzenie w badaniach Bednarka *et al.* (1978), które dowiodły istnienia za-

Tabela 2. Szacunkowe dane określające wielkość plejstocenijskiej denudacji niektórych obszarów Polski

Table 2. Estimated data showing the scale of Pleistocene denudation of some areas in Poland

obszar area	litologia podłoża bedrock lithology	denudacja (m) denudation (m)	autor author
Śleża	gabra, amfibolity, granity <i>gabbro, amphibolites, granite</i>	13-?	Żurawek & Migoń (1999)
Karpaty Fliszowe	piaskowce, łupki <i>sandstone shale</i>	10-50	Starkel (1965)
Góry Stołowe	piaskowce, łupki <i>sandstone, shale</i>	10-50	Walczak (1963)
Karkonosze	granity <i>granite</i>	10-15	Jahn (1962)
Łysogóry	kwarcyty <i>quartzite</i>	10-15	Klatka (1962)

oraz w niemal całym neogenie) sprzyjała penetracji głębokiego wietrzenia krasowego (Gradziński 1962, 1972; Dżułyński *et al.* 1966; Alexandrowicz 1969; Felisiak 1992; Gradziński *et al.* 1994; Rutkowski 1996). Reliktowe formy tego krasu spotykane są na ścianach skałek (Tyc 2005). Zasięg krasu podziemnego był uwarunkowany zróżnicowaną odpornością podłoża – związaną ze zmiennością facjalną wapieni oraz gęstością spękań (Dżułyński 1952, 1953). Rozwój procesów krasowych doprowadził do zróżnicowania masywu skalnego na słabo zwietrzałe „trzony” (por. Linton 1955) oraz partie silnie rozłożone. Rezultatem plejstocenijskich procesów wietrzeniowych i stokowych było przekształcenie owych „trzonów” we współczesne skałki oraz uformowanie się falistej rzeźby wierzchowiny.

Wnioski

1. Występujące na badanym obszarze osady stokowe powstały w środowisku peryglacjalnym w rezultacie wietrzenia mrozowego, sedymentacji lessu oraz redepozycji materiału gruzowego i lessowego przez procesy stokowe.

2. Analiza sukcesji tych osadów oraz udziału w ich genezie procesów glebowych wskazuje,

że są to osady górnovistuliańskie, reprezentujące okres od poziomu Komorniki po schyłek vistulianu, czyli ok. 35–40 ka BP.

3. W środowisku peryglacjalnym głównym kierunkiem przeobrażania skałek było boczne cofanie ich ścian, w rezultacie wietrzenia i odpadania wapieni. W obrębie falistej wierzchowiny, wypukły profil górnych części stoków jest wynikiem współdziałania wietrzenia mrozowego i soliflukcji. Dolne, wklęsłe części stoków zostały uformowane w rezultacie depozycji osadów soliflukcyjnych i deluwialnych oraz okresowej redepozycji tych osadów, głównie przez spłukiwanie.

4. Podczas plejstocenu obszar Płaskowyżu Ojcowskiego ulegał intensywnym procesom denudacyjnym, uwarunkowanym cyklicznymi zmianami klimatu. W środowisku peryglacjalnym działało głównie wietrzenie mrozowe i procesy stokowe. Podczas interglacjalów oraz interstadialów (w warstwie czynnej wieloletniej zmarzliny) działały procesy wietrzenia krasowego. Rezultatem plejstocenijskich procesów denudacyjnych, rozwijających się na podłożu przeobrażonym przez kras podziemny, są współczesne formy skałek oraz rzeźba falistej wierzchowiny.

5. Dotychczasowe teorie, dotyczące wieku i genezy skałek, nie doceniały znaczenia plejstocenijskiej morfogenezy dla rozwoju rzeźby Płaskowyżu Ojcowskiego.

Podziękowania

Bardzo serdecznie dziękuję recenzentom tej pracy, Panom prof. Piotrowi Migoniowi i Tomaszowi Zielińskiemu za cenne uwagi i wskazówki. Również serdecznie dziękuję Panu dr. Józefowi Lewandowskiemu za inspirującą dyskusję. Analizy mineralogiczne frakcji iłowej przeprowadzone zostały dzięki uprzejmości dr Grażyny Bzowskiej.

Literatura

- ALEXANDROWICZ S.W., 1969: Utwory paleogenu w południowej części Wyżyny Krakowskiej. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, 39: 681–696.
- ALEXANDROWICZ S.W., 1995: Malacofauna of the Vistulian Loess in the Cracow Region (S Poland). *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sect. B*, 1: 1–28.

- ALEXANDROWICZ S.W. & ALEXANDROWICZ Z., 2003: Pattern of karst landscape of the Cracow Upland (South Poland). *Acta Carsologica*, 32: 39–56.
- BEDNAREK J., KAZIUK H. & ZAPAŚNIK T., 1978: Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski 1 : 50 000, arkusz Ogrodzieniec. Wydawnictwo Instytutu Geologicznego, Warszawa, 1–76.
- BUKOWY S. & ŚLÓSZARZ J., 1968: Wyniki wiercenia Bębło. *Biuletyn Instytutu Geologicznego*, 212: 7–38.
- CORBEL J., 1959: Erosion en terrain calcaire. *Annales de Géographie*, 68: 97–120.
- CHLEBOWSKI R., 1989: Wietrzenie chemiczne skał węglanowych formacji Hecla Hoek w warunkach klimatu polarnego (rejon Bellsundu, Zachodni Spitsbergen). XVI Sympozjum Polarne, Toruń, p. 85–88.
- CHMIELEWSKI W., 1961: *Civilisation de Jerzmanowice*. Instytut Historii Kultury Materialnej PAN, 92 pp.
- CZUDEK T., 2005: *Vývoj reliéfu krajiny České republiky v kvartéru*. Moravské Zemské Muzeum. Brno, 238 pp.
- DWUCET K. & ŚNIESZKO Z., 1996: Ewolucja neoplejstocenijskiej pokrywy lessowej na przykładzie zmian w profilu Odonów (południowa Polska). *Biuletyn Peryglacjalny*, 35: 7–44.
- DYLIK J., 1969: Slope Development Under Periglacial Conditions in the Łódź Region. *Biuletyn Peryglacjalny*, 16: 381–410.
- DŻUŁYŃSKI S., 1952: Powstanie wapieni skalistych jury krakowskiej. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, 21: 125–180.
- DŻUŁYŃSKI S., 1953: Tektonika południowej części Wyżyny Krakowskiej. *Acta Geologica Polonica*, 3: 325–440.
- DŻUŁYŃSKI S., HENKIEL A., KLIMEK K. & POKORNY J., 1966: Rozwój rzeźby dolinnej południowej części Wyżyny Krakowskiej. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, 36: 330–343.
- FELISIAK I., 1992: Osady krasowe oligocenu i wczesnego miocenu oraz ich znaczenie dla poznania rozwoju tektoniki i rzeźby okolic Krakowa. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 62: 173–207.
- FELISIAK I., 1997: Kras kopalny Jury Polskiej. [In:] *Materiały 31 Sympozjum Speleologicznego*. Ojców, 44–45.
- GŁAZEK J. & SZYŃKIEWICZ A., 1987: Stratygrafia młodotrzeciorzędowych i wczesnoczwartorzędowych osadów krasowych i jej paleogeograficzne implikacje. [In:] *Problemy młodszego neogenu i eoplejstocenu w Polsce*. Wrocław, 113–130.
- GRADZIŃSKI R., 1962: Rozwój podziemnych form krasowych w południowej części Wyżyny Krakowskiej. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, 32, 4: 429–492.
- GRADZIŃSKI R., 1972: Przewodnik geologiczny po okolicach Krakowa. Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, 335 pp.
- GRADZIŃSKI R., GRADZIŃSKI M. & MICHALIK S., 1994: *Natura i kultura w krajobrazie Jury*. Przyroda. Zarząd Zespołu Jurajskich Parków Krajobrazowych, Kraków, 1–119.
- JAHN A., 1947: Przyczynek do znajomości stożków usypiskowych w krajach polarnych. *Przegląd Geograficzny*, 21: 1–10.
- JAHN A., 1954: Denudacyjny bilans stoku. *Czasopismo Geograficzne*, 25, 1–2: 38–58.
- JAHN A., 1962: Geneza skałek granitowych. *Czasopismo Geograficzne*, 33, 1: 19–44.
- JERSAK J., SENDOBRY K. & ŚNIESZKO Z., 1992: Postwarciańska ewolucja wyżyn lessowych w Polsce. *Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach*, 1227: 1–197.
- KIRKBY M.J., 1987: General models of long-term slope evolution through mass movement. [In:] M.G. ANDERSON & K.S. RICHARDS (Ed.): *Slope Stability*. Wiley, Chichester, 359–380.
- KLATKA T., 1962: Geneza i wiek gołoborzy Łysogórskich. *Acta Geographica Lodziensia*, 12: 1–129.
- KLIMASZEWSKI M., 1958: Nowe poglądy na rozwój rzeźby krasowej. *Przegląd Geograficzny*, 30: 421–438.
- KLIMOWICZ Z., MELKE J., UZIĄK S. & CHODOROWSKI J., 1999: Pokrywa glebowa południowego pobraża Bellsundu (Spitsbergen Zachodni). *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sect. B*, 10: 185–200.
- KONECKA-BETLEY K. & MADEYSKA T., 1991: Profil lessów Kraków–Zwierzyniec. [In:] H. MARUSZCZAK (Ed.): *Podstawowe profile lessów w Polsce*. UMCS, Lublin, 99–99.
- KOTARBA A., 1992: Natural environmental and landform dynamics of the Tatra Mountains. *Mountain Research and Development*, 12, 2: 105–129.
- KRYSOWSKA-IWASZKIEWICZ M., 1974: Studium mineralogiczno-petrograficzne kenozoicznych osadów lądowych Wyżyny Krakowskiej. *Prace Mineralogiczne*, 35: 1–69.
- LEWANDOWSKI J., 1993: Rzeźba podczwartorzędowa regionu śląsko-krakowskiego i jej ewolucja morfogenetyczna. *Folia Quaternaria*, 64: 101–121.
- LEWANDOWSKI J., 1996: Główne czynniki neogeńskiej i czwartorzędowej ewolucji morfogenetycznej regionu śląsko-krakowskiego. *Acta Geographica Lodziensia*, 71: 131–148.
- LEWANDOWSKI J., 2007: Neotectonic structures of the Upper Silesian Region, southern Poland. *Studia Quaternaria*, 24: 21–28.
- LEWIŃSKI J., 1913: Utwory lodowcowe okolic Ojcowa. *Sprawozdania z Posiedzeń Towarzystwa Naukowego*, Warszawa, 6, 9: 819–849.
- LEWKOWICZ A.G. & KOKELJ S.V., 2002: Slope sediment yield in arid lowland continuous permafrost environments, Canadian Arctic Archipelago. *Catena*, 46, 4: 261–283.
- LINTON D.L., 1955: The problems of tors. *Geographical Journal*, 121: 470–487.
- MADEYSKA-NIKLEWSKA T., 1969: Górnoplejstocenijskie osady jaskiń Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. *Acta Geologica Polonica*, 19, 2: 341–392.
- MADEYSKA T., 1977: Zróżnicowanie wiekowe jaskiń i schronisk skalnych oraz ich osadów w Dolinie Sąpsowskiej koło Ojcowa. *Kras i speleologia*, 1: 71–80.
- MATYSZKIEWICZ J., 1997: Microfacies, sedimentation and some aspects of diagenesis of Upper Jurassic sediments from the elevated part of the Northern peri-Tethyan Shelf: a comparative study on the Lochen area (Schwabiche Alb) and the Cracow area (Cracow–Wieluń Upl-

- and, Polen). *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen*, 21 E: 1–111.
- MATYSZKIEWICZ J., KRAJEWSKI M. & ŻABA J., 2006: Structural control on the distribution of Upper Jurassic carbonate buildups in the Kraków–Wieluń Upland (south Poland). *Neues Jahrbuch fuer Geologie und Palaeontologie Abhandlungen*, 3: 182–192.
- PALMER J.A. & NEILSON R.A., 1962: The origin of granite tors on Dartmoor, Devonshire. *Proceedings of the Yorkshire Geological Society*, 33: 315–339.
- PAWELEC H., 2004: Klasyfikacja litogenetyczna peryglacialnych pokryw stokowych w południowej części Płaskowyżu Ojcowskiego. *Przegląd Geologiczny*, 10: 990–996.
- PAWELEC H., 2005: Paleoklimatyczna wymowa pokryw stokowych na podstawie badań w południowej części Płaskowyżu Ojcowskiego. *Przegląd Geologiczny*, 11: 1051–1057.
- PAWELEC H., 2006a: Origin and palaeoclimatic significance of the Pleistocene slope covers in the Cracow Upland, southern Poland. *Geomorphology*, 74: 50–69.
- PAWELEC H., 2006b: Stratygrafia pokryw stokowych w południowej części Płaskowyżu Ojcowskiego. *Czasopismo Geograficzne*, 77, 4: 40–61.
- PAWELEC H., 2007: Pleistocene evolution of fault-line scarps in the northern margin of the Krzeszowice Graben, south Poland. *Studia Quaternaria*, 24: 29–35.
- POKORNY J., 1963: The development of Mogotes in the southern part of the Cracow Upland. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Serie des Sciences. Géologie et Géographie*, 11, 3: 169–175.
- PULINA M., 1992: Denudacja krasowa. [In:] A. KOSTRZEWSKI & M. PULINA (Ed.): *Metody hydrochemiczne w geomorfologii dynamicznej. Wybrane problemy*. Katowice, 16–39.
- PULINA M. & TRZCIŃSKI J.B., 1996: *Guides des régions Karstiques de la Sibirie Orientale et de l'Oural*. UŚL, Sosnowiec, 1–173.
- RACINOWSKI R., RUTKOWSKI J. & ŚNIESZKO Z., 1994: Litologia i stratygrafia utworów pyłowych w odsłonięciu Szczyglice k. Krakowa. [In:] K. KLIMEK (Ed.): *Litologia i Stratygrafia Czwartorzędowych Utworów Pyłowych*. UŚL, Sosnowiec, *Georama* 2: 29–38.
- RAPP A., 1960: Talus slopes and mountain walls at Tempelfjorden, Spitsbergen: a geomorphological study of the denudation of slopes in an arctic locality. *Norsk Polarinstittutt Skrifter*, 119: 1–96.
- RUTKOWSKI J., 1986: O trzeciorzędowej tektonice uskokowej okolic Krakowa. *Przegląd Geologiczny*, 10: 587–590.
- RUTKOWSKI J., 1996: O poligenicznym charakterze rzeźby okolic Krakowa. *Acta Geographica Lodziensia*, 71: 207–217.
- RÓŻKOWSKI J., 2006: Wody podziemne utworów węglanowych południowej części Jury Krakowsko-Częstochowskiej i problemy ich ochrony. *Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach*, 2430: 1–263.
- RÓŻYCKI S.Z., 1960: Czwartorzęd rejonu Jury Częstochowskiej i sąsiadujących z nią obszarów. *Przegląd Geologiczny*, 8: 424–429.
- RÓŻYCKI S.Z., 1972: *Plejstocen Polski środkowej na tle przeszłości w górnym trzeciorzędzie*. PWN, Warszawa, 316 pp.
- STARKEL L., 1965: Rozwój rzeźby polskiej części Karpat Wschodnich (na przykładzie dorzecza górnego Sanu). *Prace Geograficzne Instytutu Geografii PAN*, 50: 1–157.
- STARKEL L., 1986: Rola zjawisk ekstremalnych i procesów sekularnych w ewolucji rzeźby (na przykładzie Fliuszowych Karpat). *Czasopismo Geograficzne*, 57: 203–213.
- TRAMMER J., 1985: Biohermy gąbkowe warstw jasnogórskich (oksford jury polskiej). *Przegląd Geologiczny*, 33: 78–81.
- TRICART J., 1956: Étude expérimentale du problème de la gélivation. *Biuletyn Peryglacialny*, 4: 285–318.
- TYC A., 1997: Wpływ antropopresji na procesy krasowe Wyżyny Śląsko-Krakowskiej na przykładzie obszaru Olkusz–Zawiercie. *Kras i Speleologia*, 2: 1–176.
- TYC A., 2005: Relikty krasu podziemnego we współczesnej morfologii ostańców Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. [In:] A. KOTARBA, K. KRZEMIEŃ & J. ŚWIĘCHOWICZ (Ed.): *Współczesna ewolucja rzeźby Polski*. VII Zjazd Geomorfologów Polskich, Kraków, 481–486.
- TYCZYŃSKA M., 1968: Rozwój geomorfologiczny terytorium miasta Krakowa. *Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne*, 17: 1–70.
- UNRUG R., HARAŃCZYK C. & CHOCYK-JAMIŃSKA M., 1999: Easternmost Avalonian and Armorican-Cadomian terranes of central Europe and Caledonian-Variscan evolution of the polydeformed Kraków mobile belt: geological constraints. *Tectonophysics*, 302: 133–157.
- WALCZAK W., 1956: Utwory czwartorzędowe i morfologia południowej części Jury Krakowskiej w dorzeczu Będkówek i Kobylanki. *Biuletyn Instytutu Geologicznego*, 100, 7: 419–453.
- WALCZAK W., 1963: Geneza form skalnych na północno-wschodniej krawędzi Gór Stołowych. *Acta Universitatis Wratislaviensis, Studia Geograficzne*, 1: 361–370.
- ZARĘCZNY S., 1894: *Atlas geologiczny Galicyi*. Komisja Fizyograficzna, AU, Kraków, 1–290.
- ZUCHIEWICZ W., 2000: Mapy w skali 1 : 5 000 000, Współczesne ruchy tektoniczne, Ruchy tektoniczne w czwartorzędzie I, II. Jednostki neotektoniczno-strukturalne. [In:] W. MACIEJOWSKI & R. ULISZAK (Ed.): *Encyklopedia Geograficzna Świata. Atlas Polski*. OPRES, Kraków, 29–30.
- ŻABA J., 1999: Ewolucja strukturalna utworów dolnopaleozoicznych w strefie granicznej bloków górnośląskiego i małopolskiego. *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego*, 166: 1–162.
- ŻURAWEK R. & MIGOŃ P., 1999: Peryglacialna morfogeneza Ślęży w kontekście długotrwałej ewolucji rzeźby. *Acta Geographica Lodziensia*, 76: 133–151.

Manuskrypt otrzymano 7 lipca 2008;
poprawioną wersję zaakceptowano do druku 12 listopada 2008.