



## Chronostratygrafia późnoczwartorzędowych klastycznych osadów jaskiniowych w Polsce w XIX i w XXI wieku – ile się zmieniło?

Maciej T. Krajcarz<sup>1</sup>



**Chronostratigraphy of Late Quaternary clastic cave sediments in Poland in 19<sup>th</sup> and 21<sup>st</sup> centuries – what has changed?** Prz. Geol, 60: 85–88.

*Abstract.* In 21<sup>st</sup> century the chronostratigraphy of cave sediments is built on the basis of modern methods: sedimentological analysis, statistical analysis of palaeozoological data, radiometric and luminescence dating and many others. For the time of last 50 000 years the four geochronological units (or appropriate chronostratigraphic units) are usually proposed in Poland in the researches of cave sediments. They are: Interpleniglacial, Upper/Younger Pleniglacial, Late Glacial and Holocene. That scheme has over 150 years of evolution, and its origin was tied with biostratigraphical scheme built by Edouard Lartet in a middle of 19<sup>th</sup> century. Lartet's stratigraphy for the same period was also made of four units: Cave Bear Epoch, Mammoth and Woolly Rhinoceros Epoch,

Reindeer Epoch and Auroch Epoch. Although basing on different methods and using different terminology, the two schemes – from the 19<sup>th</sup> and from 21<sup>st</sup> centuries – are similar and correlatable.

**Keywords:** Edouard Lartet, stratigraphy, geochronology, Quaternary, cave filling

### XIX WIEK

Badania osadów jaskiniowych mają w Polsce 150-letnią tradycję. Pierwsze wykopaliska w drugiej połowie XIX w. prowadzili w jaskiniach Jury Polskiej i Tatr: Jan Zawisza, Ferdynand Roemer i Gotfryd Ossowski. Rozważań nad chronostratygrafią podjęli się głównie Zawisza (1882) i Ossowski (1885), próbując znaleźć w polskich jaskiniach nawiązania do schematów stratygraficznych stworzonych w Zachodniej Europie.

Pierwszą poważną propozycję uporządkowania stratygraficznego osadów jaskiniowych – opartą na badaniach wielu stanowisk – przedstawił Edouard Lartet. Był to francuski archeolog i geolog prowadzący badania głównie w rejonie Dordonii w południowo-zachodniej Francji. Lartet dążył do stworzenia schematu stratygrafii czwartorzędu dla celów archeologicznych – datowania i ustalania kolejności faz osadniczych epoki kamienia. Inaczej niż późniejsi archeolodzy, którzy bazowali na typologii narzędzi krzemiennych, Lartet zastosował klasyczne metody biostratygrafii. Swoją schemat oparł na wymieraniach kilku gatunków przewodnich megafauny (Lartet, 1861). Podzielił on czwartorzęd na cztery epoki, nadając im nazwy od gatunku zwierzęcia, którego wymieranie wyznacza koniec danej epoki (od najstarszej):

1. epoka niedźwiedzia jaskiniowego,
2. epoka mamuta i nosorożca włochatego,
3. epoka renifera,
4. epoka żubra.

Granice epok wyznaczały momenty LAD (*last appearance datum* – ostatnie pojawienie się), a nie FAD (*first appearance datum* – pierwsze pojawienie się) gatunków, co oznacza, że zwierzę wyznaczające nazwę danej epoki mogło również występować w epokach wcześniejszych.

Schemat Larteta został w Europie szeroko przyjęty, a nawet rozwijany (np. F. Garrigou wyróżniał dodatkową najstarszą epokę hipopotama; zob. Trigger, 1989). Szybko jednak spotkał się z ostrą krytyką niektórych archeologów. Przede wszystkim Gabriel de Mortillet uznał schemat za nieprzydatny po tym, gdy wykazał, że rozwój kultur człowieka odbywał się w innym tempie niż zmiany fauny. Mortillet (1883) zastąpił schemat stratygraficzny Larteta własnym schematem periodyzacji paleolitu opartym na typologii zabytków archeologicznych, zresztą w znacznej mierze aktualnym do dziś. Inni badacze, jak William Boyd Dawkins i James Geikie (zob. O'Connor, 2007) stwierdzili, że fauna w Europie w okresie czwartorzędu nie ulegała ewolucji, a jedynie na różnych obszarach kontynentu w różnych okresach przeważały gatunki o różnorodnych wymaganiach ekologicznych, które migrowały z północy na południe lub odwrotnie, w zależności od zmian klimatu. Taką interpretację przyjmowali również polscy badacze osadów jaskiniowych (por. Zawisza, 1882, który mimo to próbował przyporządkować osady Jaskini Mamutowej do epok mamuta i renifera). Dodatkowym utrudnieniem było nasuwające się przypuszczenie, że kości zwierząt trafiały do jaskiń w sposób wybiórczy, niekoniecznie odzwierciedlając skład gatunkowy żyjącej w otoczeniu fauny. W końcu sam Lartet przyznawał, że jego schemat ma wyłącznie znaczenie lokalne. Wyraźnie widać to na przykładzie renifera – gatunku, którego wymieranie wyznacza u Larteta granicę stratygraficzną, a który wcale nie wymarł – jedynie wycofał się z południowo-zachodniej Francji. Wreszcie coraz bogatsze informacje zbierane przez geologów czwartorzędu zaczęły wyraźnie pokazywać, że schemat Larteta obejmuje jedynie krótki, schyłkowy odcinek czwartorzędu (holocen i część ostatniego zlodowacenia, czyli niewiele ponad ostatnie 50 000 lat). Dodana później epoka hipopotama,

<sup>1</sup>Instytut Nauk Geologicznych, Polska Akademia Nauk, Ośrodek Badawczy w Warszawie, ul. Twarda 51/55, 00-818 Warszawa; mkrajcarz@twarda.pan.pl.

poprzedzająca cztery oryginalne epoki Larteta, odpowiadała z grubsza wczesnej części ostatniego zlodowacenia i interglacjałowi eemskiemu (OIS 5) oraz starszym interglacjałom (OIS 7, OIS 9), kiedy w Europie Środkowej występowały gatunki strefy podzwrotnikowej, m.in.: hipopotam nilowy *Hippopotamus amphibius*, bawół *Bubalus murrensis*, daniel *Dama dama*, słoń leśny *Palaeoloxodon antiquus*, lampart *Panthera pardus* (Koenigswald, 2007; Kolfschoten, 2000; Marciszak i in., 2011). Schemat Larteta wyszedł z użycia jeszcze przed końcem XIX w.

## XX WIEK

Przez cały XX wiek schematy chronostratygrafii osadów jaskiniowych, podobnie jak schematy stratygrafii innych osadów czwartorzędowych, rozwijały się niezależnie w poszczególnych krajach. W Polsce największe dokonania w tej dziedzinie należy przypisać Stefanowi Krukowskiemu, Leonowi Kozłowskiemu, Kazimierzowi Kowalskiemu, Waldemarowi Chmielewskiemu, Teresie Madeyskiej, Tadeuszowi Wysoczańskiemu-Minkowiczowi, Januszowi Krzysztofowi Kozłowskiemu, Pawłowi Valde-Nowakowi – badaczom licznych jaskiń i autorom licznych opracowań.

Rozwój nowoczesnych metod badań stratygrafii osadów jaskiniowych rozpoczął się w Polsce mniej więcej w połowie XX w. Stosowane wcześniej zgrubne obserwacje sedimentologiczne, prowadzące do ustalenia klimatostatygrafii, zostały uzupełniane obserwacjami wietrzeniowych wskaźników paleoklimatu (Chmielewski, 1960). Metodę tą rozwinęła następnie i udoskonaliła Madeyska (1971). Przede wszystkim jednak druga połowa XX w. to czas rozwoju metod datowania tzw. bezwzględnego osadów jaskiniowych i ich składników, zwłaszcza kości zwierzęcych. W Polsce początkowo na pierwszy plan wysunęła się oryginalna metoda fluoro-chloro-apatytowa (Wysoczański-Minkowicz, 1969), zastosowana z powodzeniem m.in. w jaskiniach: Nietoperzowej, Koziarni, na Kozim Grzbiecie, Maszyckiej, w Drabach. Datowania radiowęglowe i termoluminescencyjne, nieliczne jeszcze stosowane w latach 70. XX w., później stają coraz bardziej popularne. Metody datowań bezwzględnych, zwłaszcza metoda radiowęglowa, zdobyły wysokie uznanie w kręgach badaczy stratygrafii namulisk. Z lektury niektórych opracowań (np. Kozłowski i Sachse-Kozłowska, 1993) odnosi się wrażenie, że wyniki datowań były ważniejsze dla ustalenia pozycji stratygraficznej osadów jaskiniowych niż wyniki analiz paleontologicznych lub sedimentologicznych.

Lata 80. i 90. XX w. to przede wszystkim okres udoskonalania metod datowania (m.in. prace Anny i Mieczysława Pazdurów, Jerzego Głazka, Tomasza Goslara, Heleny Hercman, Andrzeja Bluszcza i wielu innych badaczy). Szczególnie znaczenie ma rozwój metod datowania uranowotorowego (podsumowanie przedstawia Hercman, 2000), którego obiektem są co prawda nacieki, ale wyniki można próbować odnosić w niektórych sytuacjach do osadów klastycznych. Później, już w XXI w., metoda U/Th została zaadoptowana także dla kości znalezionych w osadach. Przez wiek XX były również doskonalone metody biostratygraficzne, przy czym coraz większą wagę przykładano

do paleontologii drobnych ssaków, zwłaszcza gryzoni (prace Kazimierza Kowalskiego i Adama Nadachowskiego).

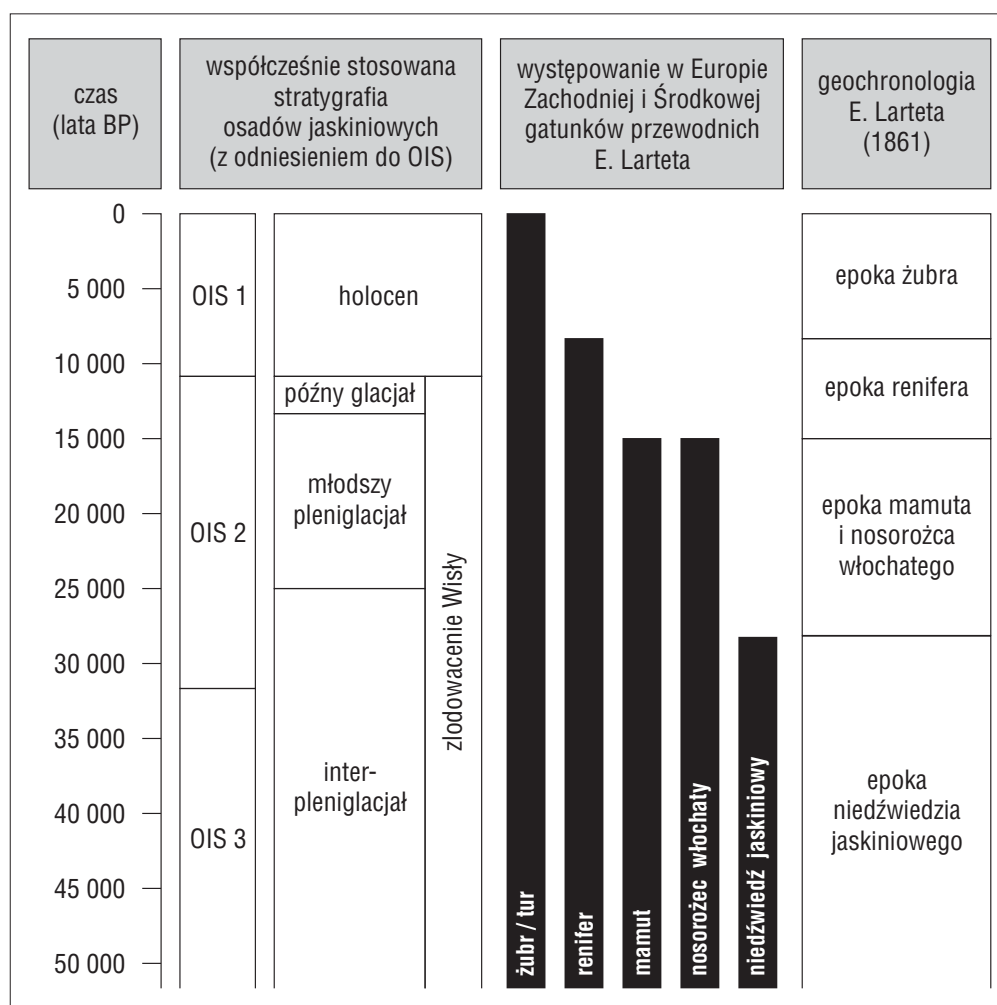
W XX w. stratygrafia osadów jaskiniowych – w Polsce i na całym świecie – upodobniła się do klimatostratygrafii „lodowcowej” – opracowanej dla osadów lodowcowych, wodnolodowcowych i przewarstwiających się z nimi osadów interglacialnych. Wiąże się to przede wszystkim ze wzrostem znaczenia badań paleoklimatycznych (w tym geomorfologicznych, palinologicznych i izotopowych), traktowanych jako główny klucz do podziału stratygraficznego czwartorzędu (Lindner, 1992).

## XXI WIEK

Polskie stanowiska jaskiniowe opracowane (tzn. z opublikowaną chronostratygrafią) w bieżącym XXI stuleciu to: Jaskinia Biśnik (Cyrek i in., 2010), Jaskinia Deszczowa (Cyrek i in., 2000; Nadachowski i in., 2009; Krajcarz i Madeyska, 2010), Schronisko Krucza Skała (Madeyska, 1996; Nadachowski i in., 2009), Jaskinia Obłazowa (Madeyska, 2003), Jaskinia Komarowa (Nadachowski i in., 2009), jaskinie na Górze Birów, Jaskinia Jasna Strzegowska, Jaskinia Miniaturka, jaskinie w Skałach Zegarowych, Jaskinia na Ścianie (Stefaniak i in., 2009) i Jaskinia Żabia (Stefaniak i in., 2009; Nadachowski i in., 2011b), przy czym niektóre z tych stanowisk były przynajmniej częściowo opracowane jeszcze w XX w. Jeśli wziąć pod uwagę liczbę warstw wydzielanych w osadach jaskiniowych i szacowany łączny czas ich akumulacji (np. w Jaskini Biśnik 22 warstwy przypadające na ok. 300 000 lat, por. Cyrek i in., 2010; w Jaskini Deszczowej 11 warstw na ok. 150 000 lat, por. Krajcarz i Madeyska, 2010), to okaże się, że średni czas akumulacji jednej warstwy wynosił między 10 000 a 15 000 lat. W świetle geochronologii czwartorzędu (por. Lindner, 1992; Mojski, 2005) jest to czas porównywalny z długością trwania jednostek rangi stadiałów lub interstadiałów, ale zdecydowanie dłuższy od drobniejszych jednostek rangi faz, interfaz lub poziomów zespołów pyłkowych. Ze względu więc na sam charakter petrograficzny i sedimentologiczny osadów jaskiniowych trudno oczekiwać, aby podział chronostratygraficzny tych osadów był dokładniejszy.

W opublikowanych w XXI w. opracowaniach wymienionych wcześniej stanowisk jaskiniowych wyróżniono dla okresu ostatnich 50 000 lat zaledwie cztery jednostki geochronologiczne/chronostratygraficzne (por.: Cyrek i in., 2000, 2010; Madeyska, 2003; Nadachowski i in., 2009; Stefaniak i in., 2009). Mianowicie (od najstarszej):

1. interpleniglacjał (interplenivistulian), odpowiadający interstadiałowi Grudziądza w schemacie Lindnera (1992), lub interstadiałowi grudziądzkiemu w schemacie Mojskiego (2005);
2. młodszy pleniglacjał (górny pleniglacjał, drugi pleniglacjał, młodszy plenivistulian), odpowiadający wczesnej/dolnej części stadiału głównego do fazy pomorskiej włącznie wg Lindnera oraz Mojskiego;
3. późny glacjał (późny vistulian; nie przyjęło się używanie odpowiednika chronostratygraficznego w rodzaju „górny glacjał”), odpowiadający schyłkowej/górnej części stadiału głównego wg Lindnera oraz Mojskiego);
4. holocen.



**Ryc. 1.** Korelacja współcześnie stosowanej w Polsce chronostratygrafii osadów jaskiniowych (OIS – tlenowe stadia izotopowe) z XIX-wiecznym schematem biostratygraficznym E. Larteta. Granice jednostek Larteta nie były oryginalnie datowane, jednak można je dziś umieścić na skali czasowej na podstawie dobrze rozpoznanych okresów występowania gatunków przewodnich Larteta w Europie Zachodniej i Środkowej. Dane o czasie wymierania gatunków (daty kalibrowane  $^{14}\text{C}$ ) na podstawie: renifer *Rangifer tarandus* – Giżejewski i in. (2004); mamut *Mammuthus primigenius* – Nadachowski i in. (2011a), Stuart (2005); nosorożec włochaty *Coelodonta antiquitatis* – Orlova i in. (2008) – ubogie dane dla Europy; niedźwiedź jaskiniowy *Ursus spelaeus* – Nadachowski i in. (2008); żubr *Bison bonasus* i tur *Bos primigenius* – powszechna wiedza o ich występowaniu po czasy nowożytny w Europie; żubr i tur są w wielu przypadkach nierozróżnialne w materiale kopalnym (Wojtał, 2007), dlatego pokazano je łącznie

Nie wszystkie z tych jednostek mają nazwy i definicje zgodne z zasadami Międzynarodowej Komisji Stratygrafii, ani nawet ściśle ustaloną rangę. Są to jednak jednostki szeroko stosowane w polskich opracowaniach osadów jaskiniowych.

### WIEK XXI A WIEK XIX

Warto zauważyć, że dla tego samego okresu ostatnich 50 000 lat Lartet wydzielał również cztery jednostki. Próba korelacji współcześnie stosowanych jednostek stratygraficznych z podziałem Larteta (ryc. 1) pokazuje, że granice odpowiadających sobie jednostek mają niemal takie samo położenie na skali czasowej. W świetle dzisiejszej wiedzy o wymieraniach fauny Polski i Europy w czasie ostatnich 50 000 lat trzeba przyznać, że Lartet miał dużo racji. Szczegółowe badania czasu wymierania poszczególnych gatunków

megafauny nasiliły się dopiero w XXI w. i są wciąż stopniowo opracowywane (np.: Nadachowski i in., 2008, 2011a; Stuart, 2005; Orlova i in., 2008). Badania te są oparte głównie na datowaniach  $^{14}\text{C}$ . Pokazują one obraz bardzo zbliżony do schematu Larteta, przy czym jego schemat nie uwzględniał skali czasowej, a jedynie względne następstwo. Krytyka tego schematu ma oczywiście swoje uzasadnienie. Przede wszystkim ogranicza się on do Europy, choć nie tylko do obszaru Francji. Jednakże zanik poszczególnych gatunków nie był równoczesny na całym kontynencie – np. mamut na Nizinie Rosyjskiej zanika ok. 2500 lat później niż na terenie Francji czy Polski (Stuart, 2005). To zróżnicowanie regionalne jest jednak wciąż słabo poznane. Ponadto kości zwierząt mogą się gromadzić w jaskini w sposób wybiórczy – np. za sprawą wyspecjalizowanych drapieżników (Wojtał, 2007). Tak więc tylko duże, statystycznie reprezentatywne zbiory kości mogą nieść znaczenie biostratygraficzne.

Dziewiętnastowieczni krytycy Larteta popełnili jednak błędy. Nie znali jeszcze paleoekologii megafauny i nie wiedzieli, że zimnolubne nosorożce włochate i mamuty nie mogły wywedrować do Afryki, lecz istotnie wymarły, tak jak sądził Lartet. Będąc głównie archeologami nie wzięli też pod uwagę tego, że choć biostratygrafia jest mniej precyzyjna od archeologicznej periodyzacji dziejów, to w przypadku osadów jałowych archeologicznie, częstych w wielu jaskiniach, stratygrafia jest możliwa do ustalenia właśnie za pomocą analiz biostratygraficznych. Tak czynią współcześnie np. Nadachowski i in. (2009) – podpierając te analizy wynikami datowań.

Od czasów opublikowania schematu stratygrafii Larteta minęło 150 lat. Dziś stosuje się inną terminologię i używa się innych metod. A jednak nowoczesne badania geochronologii i chronostratygrafii osadów jaskiniowych (oparte m.in. metodach sedymentologicznych, na statystycznych



analizach danych paleozoologicznych, na datowaniach izotopowych i luminescencyjnych) prowadzą w XXI w. właściwie do takiego samego zarysu stratygrafii późno-czwartorzędowych osadów jaskiniowych, jaki w połowie XIX w. przedstawił Edouard Lartet.

## LITERATURA

- CHMIELEWSKI W. 1960 – Stan zachowania kości zwierzęcych w osadach Jaskini Nietoperzowej w Jerzmanowicach. *Biuletyn Peryglajalny*, 9: 127–135.
- CYREK K., NADACHOWSKI A., MADEYSKA T., BOCHEŃSKI Z., TOMEK T., WOJTAL P., MIĘKINA B., LIPECKI G., GARAPICH A., RZEBIK-KOWALSKA B., STWORZEWICZ E., WOLSAN M., GODAWA J., KOŚCIÓW R., FOSTOWICZ-FRELIK L. & SZYNDLAR Z. 2000 – Excavation in the Deszczowa Cave (Kroczyckie Rocks, Częstochowa Upland, Central Poland). *Folia Quaternaria*, 71: 5–84.
- CYREK K., SOCHA P., STEFANIAK K., MADEYSKA T., MIROŚLAW-GRABOWSKA J., SUDOŁ M. & CZYZEWSKI Ł. 2010 – Palaeolithic of Biśnik Cave (Southern Poland) within the environmental background. *Quaternary International*, 220(1–2): 5–30.
- GIŻEJEWSKI Z., WOJTAL P., CSAPÓ J., GIŻEJEWSKI J., JACZEWSKI Z. & CSAPÓ JR. J. 2004 – Remains of Late Pleistocene reindeer from Chmielewo, northeast Poland. *European Journal of Wildlife Research*, 50: 207–212.
- HERCMAN H. 2000 – Reconstruction of palaeoclimatic changes in Central Europe between 10 and 200 thousand years BP, based on analysis of growth frequency of speleothems. *Studia Quaternaria*, 17: 35–70.
- KOENIGSWALD W. VON 2007 – Mammalian faunas from the interglacial periods in Central Europe and their stratigraphic correlation. *Developments in Quaternary Sciences*, 7: 445–454.
- KOLFSCHOTEN TH. VAN 2000 – The Eemian mammal fauna of central Europe. *Geologie en Mijnbouw / Netherlands Journal of Geosciences*, 79(2/3): 269–281.
- KOZŁOWSKI S.K. & SACHSE-KOZŁOWSKA E. 1993 – Magdalenian family from the Maszycka Cave. *Jahrbuch des Römisch – Germanischen Zentralmuseums Mainz*, 40: 115–205.
- KRAJCARZ M.T. & MADEYSKA T. 2010 – Application of the weathering parameters of bones to stratigraphical interpretation of the sediments from two caves (Deszczowa Cave and Nietoperzowa Cave, Kraków-Częstochowa Upland, Poland). *Studia Quaternaria*, 27: 43–54.
- LARTET E. 1861 – Nouvelles recherches sur la coexistence de l'homme et des grands mammifères fossiles réputés caractéristiques de la dernière période géologique. *Annales des Sciences Naturelles, Partie Zoologique*, 15: 177–261.
- LINDNER L. 1992 – Stratygrafia (klimatostratygrafia) czwartorzędu. [W:] Lindner L. (red.) – Czwartorzęd. Osady, metody badań, stratygrafia. Wyd. PAE, Warszawa: 441–633.
- MADEYSKA T. 1971 – Metody stosowane w badaniach górnoplejstoceńskich osadów jaskiń Wyżyny Krakowskiej. *Światowit*, 32: 5–25.
- MADEYSKA T. 1996 – Osady schroniska w Kruczej Skale w Skałach Kroczyckich (środkowa część Jury Polskiej). *Kras i Speleologia*, 8: 57–65.
- MADEYSKA T. 2003 – Correlation of the Oblazowa Cave Filling with the Białka River History and Environment Changes. [In:] Valde-Nowak P., Nadachowski A., Madeyska T. (red.) – Oblazowa Cave. Human activity, stratigraphy and palaeoenvironment. Institute of Archaeology and Ethnology Polish Academy of Sciences, Kraków: 15–22.
- MARCISZAK A., KRAJCARZ M.T., KRAJCARZ M. & STEFANIAK K. 2011 – The first record of leopard *Panthera pardus* LINNAEUS, 1758 from Pleistocene of Poland. *Acta Zoologica Cracoviensia*, 54A(1–2): 39–46.
- MOJSKI J.E. 2005 – Ziemia polskie w czwartorzędzie. Zarys morfogenezy. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, s. 404.
- MORTILLET G. DE 1883 – Le Préhistorique: Antiquité de l'Homme. C. Reinwald, Paris: s. 642.
- NADACHOWSKI A., LIPECKI G., STEFANIAK K., LORENC M. & WOJTAL P. 2008 – Extinction of the cave bear (*Ursus spelaeus*) in Central Europe. *Środowisko i Kultura*, 5: 76–78.
- NADACHOWSKI A., LIPECKI G., WOJTAL P. & MIĘKINA B. 2011a – Radiocarbon chronology of woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*) from Poland. *Quaternary International*, 245: 186–192 (doi:10.1016/j.quaint.2011.03.011).
- NADACHOWSKI A., STEFANIAK K., SZYMKIEWICZ A., MARCISZAK A., SOCHA P., SCHICK P. & AUGUST C. 2011b – Biostratigraphic importance of the Early Pleistocene fauna from Żabia Cave (Poland) in Central Europe. *Quaternary International*: 243: 204–218 (doi: 10.1016/j.quaint.2011.04.037).
- NADACHOWSKI A., ŻARSKI M., URBANOWSKI M., WOJTAL P., MIĘKINA B., LIPECKI G., OCHMAN K., KRAWCZYK M., JAKUBOWSKI G. & TOMEK T. 2009 – Late Pleistocene Environment of the Częstochowa Upland (Poland) Reconstructed on the Basis of Faunistic Evidence from Archaeological Cave Sites. Institute of Systematics and Evolution of Animals, Polish Academy of Sciences, Kraków: s. 112.
- O'CONNOR A. 2007 – Finding time for the old Stone Age: a history of Palaeolithic archaeology and Quaternary geology in Britain, 1860–1960. Oxford University Press, Oxford: s. 423.
- ORLOVA L.A., VASIL'EV S.K., KUZ'MIN YA.V. & KOSINTSEV P.A. 2008 – New Data on the Time and Place of Extinction of the Woolly Rhinoceros *Coelodonta antiquitatis* Blumenbach, 1799. *Doklady Biological Sciences*, 423: 403–405.
- OSSOWSKI G. 1885 – Jaskinie okolic Ojcowa pod względem paleoetnologicznym. *Pamiętniki Akademii Umiejętności Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego*, 11: 1–51.
- STEFANIAK K., TYC A. & SOCHA P. (red.) 2009 – Karst of the Częstochowa Upland and of the Eastern Sudetes. Palaeoenvironments and protection. Faculty of Earth Sciences University of Silesia, Zoological Institute University of Wrocław, Sosnowiec – Wrocław, s. 535.
- STUART A.J. 2005 – The extinction of woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*) and straight-tusked elephant (*Palaeoloxodon antiquus*) in Europe. *Quaternary International*, 126–128: 171–177.
- TRIGGER B.G. 1989 – A history of archaeological thought. Cambridge University Press, Cambridge, s. 500.
- WOJTAL P. 2007 – Zooarchaeological studies of the Late Pleistocene sites in Poland. Institute of Systematics and Evolution of Animals, Polish Academy of Sciences, Kraków, s. 189.
- WYSOCHAŃSKI-MINKOWICZ T. 1969 – An attempt at relative age determination of fossil bones by fluorine-chlorine-apatite method. *Studia Geologica Polonica*, 28: 1–76.
- ZAWISZA J. 1882 – Poszukiwania w Jaskini Mamuta 1877 i 1878 r. *Wiadomości Archeologiczne*, 4: 1–16.

Praca wpłynęła do redakcji 27.05.2011 r.

Po recenzji akceptowano do druku 28.09.2011 r.



# PRZEGLĄD GEOLOGICZNY



Cena 12,60 zł (w tym 5% VAT)

TOM 60 Nr 2 (LUTY) 2012

Indeks 370908 ISSN-0033-2151

**Chronostratygrafia  
osadów jaskiniowych**

**Skaning laserowy  
w badaniu osuwisk  
karpackich**

**Jakość energetyczna  
zasobów geotermalnych**

**Kartografia  
geośrodowiskowa**

**Zdjęcie na okładce:** Szata naciekowa jaskini Postojna (południowo-zachodnia Słowenia). Niektóre stalaktyty w tej jaskini osiągają 16 m długości. Wiek najstarszych nacieków określono metodą U/Th na 500 000 lat. Jaskinia ma długość 11 235 m i razem z czterema sąsiednimi jaskiniami tworzy największy na Słowenii system jaskiniowy, o łącznej długości korytarzy 20 570 m (zob. Krajcarz, str. 85). Fot. M.T. Krajcarz

**Cover photo:** Speleothems in Postojna Cave (south-western Slovenia). Some of stalactites of this cave reach a length of 16 m. The age of the oldest speleothems was estimated to 500 000 years using the U/Th method. The cave is 11 235 m long and together with four neighboring caves it forms the longest cave system in Slovenia, with the total corridor length of 20 570 m (see Krajcarz, p. 85). Photo by M.T. Krajcarz