

Jerzy GŁĄZEK

Instytut Geologii Podstawowej  
Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa

WYNIKI DATOWAŃ NACIEKÓW JASKINIOWYCH Z TERENU POLSKI  
METODA  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$

**Streszczenie.** Nacieki jaskiniowe z głównych regionów krasowych Polski datowano metodą  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ . Dotychczas uzyskano 13 dat, które układają się w sześciu odcinkach czasu: (1) ponad 350, (2) około 300, (3) 320-180, (4) 130-100, (5) 77-55 i (6) około 10 tysięcy lat temu wskazując, że tworzenie nacieków na terenie Polski było okresowe i zachodziło w ociepleniach interglacjalnych datowanych w innych obszarach. Opierając się na tych danych można podjąć próbę korelacji lokalnego podziału stratygraficznego plejstocenu Polski z podobnymi podziałami w innych rejonach świata.

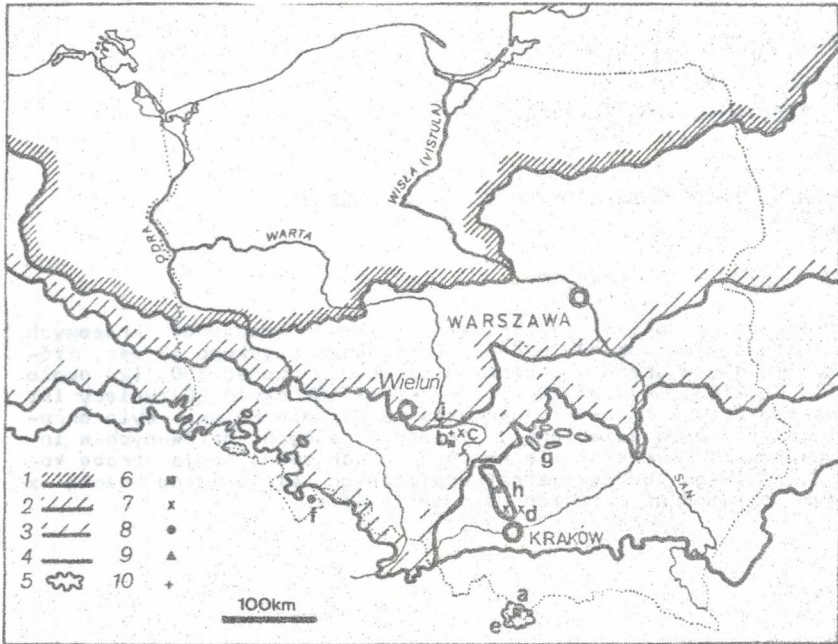
## 1. WSTĘP

Datowania nacieków jaskiniowych z terenu Polski wykonano metodą  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  w laboratorium Geologii Izotopowej Centrum Reaktorowego i Badawczego Szkockich Uniwersytetów (Isotope Geology Unit, Scottish Universities Research and Reactor Centre, w skrócie SURRC) w East Kilbride, dzięki współpracy Glasgow University z Uniwersytetem Warszawskim.

Materiał do badań był zbierany w dwu etapach w jaskiniach i kamieniołomach głównych regionów krasowych Polski (Wyżyna Krakowsko-Wieluńska, Tetry, Góry Świętokrzyskie i Sudety). W pierwszym etapie celem było sprawdzenie możliwości datowania nacieków z głównych regionów krasowych Polski, to znaczy sprawdzenie, czy nacieki wykazują wystarczającą do datowania domieszkę uranu. W drugim etapie zamierzamy datować większą liczbę próbek nacieków z jednego regionu w celu określenia wieku etapów rozwoju krasu, a tym samym etapów rozwoju geomorfologicznego danego regionu. W obecnej chwili dysponujemy pojedynczymi oznaczeniami wieku z Gór Świętokrzyskich i Sudetów, a większą liczbą dat z obszaru Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej. Do datowania, w miarę możliwości, wybierano nacieki o określonej pozycji stratygraficznej w profilach osadów jaskiniowych, co pośrednio umożliwia datowanie etapów rozwoju paleogeograficznego danego obszaru.

Przedstawiane tu daty są przedmiotem większej pracy przygotowywanej wspólnie z prof. R.S. Harmonem (Głazek, Harmon, w przygotowaniu), a otrzymane wyniki były sukcesywnie publikowane przez obu autorów wspólnie

(Głazek, Harmon, 1980, 1981, w druku) bądź ukazywały się fragmentarycznie w pracach dotyczących innych zagadnień, które autorzy publikowali oddzielnie (np. Głazek, 1983; Harmon, 1980a).



Rys. 1. Datowane stanowiska nacieków w porównaniu z maksymalnymi zasięgami plejstocenyjskich zlodowaceń na terenie Polski

1-4 - zlodowacenia kontynentalne: 1 - Wisły (faza leezczyńska), 2 - Warty, 3 - Odry, 4 - Sanu; 5 - zlodowacenia górskie (nierozdzielone); 6-10 - datowane nacieki: 6 - 77-55 tysiący lat (a - Jaskinia Miętusia, b - kamieniołom Zalesiaki), 7 - 130-100 tys. lat (c - kamieniołom Mokra, d - Jaskinia Wierzchowska Górna, e - Jaskinia Bandziach, f - Jaskinia Mała), 8 - 220-180 tys. lat (f - Jaskinia Niedźwiedzia, g - kamieniołom Kozi Grzbiet), 9 - około 300 tys. lat (h - Jaskinia Piętrowa Szczelina), 10 - około 10 tys. lat (b - kamieniołom Zalesiaki)

Metoda badań we współczesnej formie została opisana przez Harmona et al. (1975) oraz była przedstawiona na tej konferencji w osobnych referatach (Głazek, Hercman, 1985; Duliński, Różański, 1985). Dlatego tu nie będzie omawiana. Do badań używano aparatury firmy ORTEC z detektorem krzemowym z barierą powierzchniową.

Na tym miejscu pragnę wyrazić wdzięczność dr Russellowi S. Harmonowi, kierownikowi Isotope Geology Unit w SURRC, za wprowadzenie w metodykę datowań, miłe przyjęcie podczas dwumiesięcznego pobytu w Glasgow University, a przede wszystkim za kontynuowanie oznaczeń próbek nacieków dostarczonych z Polski po moim powrocie do kraju.

## 2. WYNIKI

Dotychczas otrzymaliśmy 13 oznaczeń wieku nacieków spośród 19 badanych próbek z terenu Polski (tabela 1). Na 11 zbadanych próbek z pól naciekowych uzyskano 7 dat, 3 próbki wykazały zbyt duże zanieczyszczenie torem detrytycznym, natomiast jedna wykazała zbyt małą zawartość toru. Spośród 6 zbadanych próbek stalagmitów uzyskano 3 daty oraz czwartą z trzech próbek kolejnych warstw stalagmitu z Jaskini Bandzioch w Tatrach (SURRC nr 354, 358 i 359). Stalagmit ten wykazał znaczne zanieczyszczenie torem detrytycznym i obliczenie średniego wieku było możliwe metodą "pseudoizochron" (Harmon, 1980b). Nadto pojedyncze daty uzyskano z próbek draperii naciekowej i stalaktytu.

## 3. DYSKUSJA

Rekonosansowe badania wykazały, że zawartość uranu w naciekach z głównych regionów krasowych Polski jest wystarczająca do datowania metodą  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  (Głazek, Harmon, 1981). Jednak trzeba podkreślić stosunkowo niskie zawartości uranu w naciekach Wyżyny Krakoweko-Wieluńskiej, a wysokie w Tatrach i Górach Świętokrzyskich (por. tabela 1).

Wśród różnych form nacieków najmniej przydatne okazały się polewy naciekowe, gdyż często są one zanieczyszczone detrytycznym torem (Głazek, Harmon, 1981).

Wiek nacieków z jaskiń Polski wykazuje wyraźną zależność od klimatu, podobnie jak w innych regionach zlodowaconych w plejstocenie (por. Atkinson et al., 1978; Harmon, 1980a; Harmon et al., 1977; Thompson et al., 1974).

Otrzymane daty wyznaczają 6 odcinków czasu, w których na terenie Polski doszło do wytrącania nacieków: (1) ponad 350, (2) około 300, (3) 220-180, (4) 130-100, (5) 77-55 i (6) około 10 tysięcy lat temu.

Porównując ten zapis zmian klimatycznych wyrażony wzmożonym wytrącaniem nacieków w Polsce z podobnymi zapisami dla Europy i dla alpejskich regionów zachodniej części Ameryki Północnej (Harmon, 1980a) oraz z zapisami paleoklimatu w osadach morskich: w składzie izotopowym tlenu skorupek otwornic w osadach głębokomorskich (Shackleton, Opdyke, 1973) stadiami klimatycznymi (Emiliani, 1966), przełomami klimatycznymi (Broecker, van Donk, 1970) oraz wiekiem wyniesionych raf koralowych na wyspach oceanicznych, wskazującymi interglacjalne wysokie stany oceanu światowego (Mollella et al., 1969; Bender et al., 1973; Bloom et al., 1974; Harmon et al., 1978, 1981) widzimy znaczną zgodność tych wszystkich zapisów (rys. 2; Głazek, Harmon, 1981).

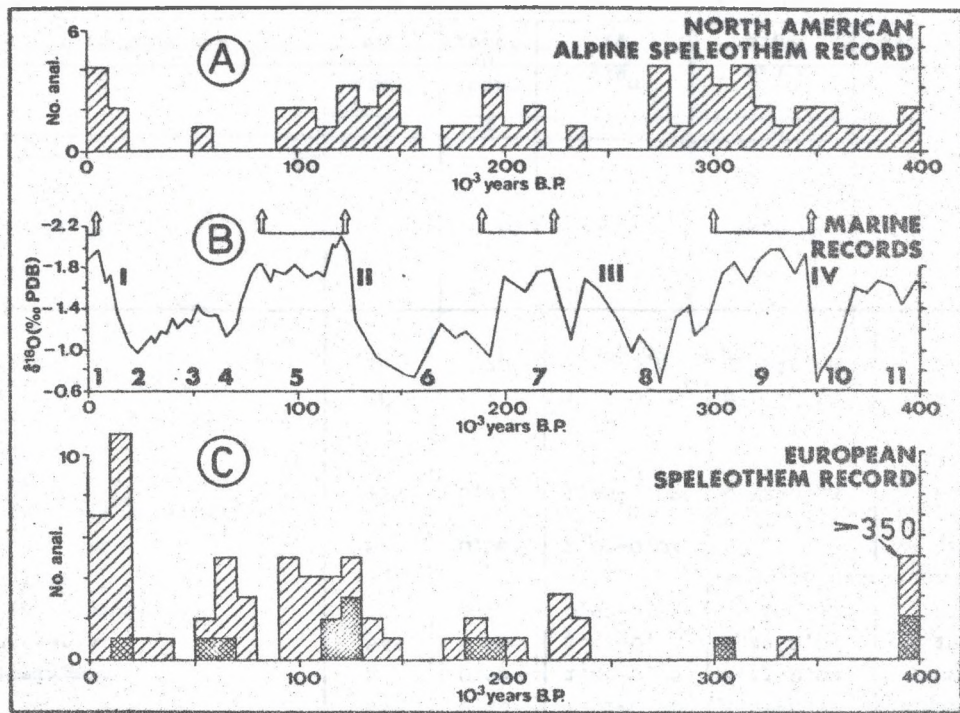
Koncentracja uranu, stosunki aktywności izotopów i wyliczony wiek nacieków

Rejon, stanowisko (por. litery na rys. 1) lokalizacja i opis próbki	Lab. nr SURRC	Konc. U (ppm)	$\frac{^{234}\text{U}}{^{238}\text{U}}$	$\frac{^{230}\text{Th}}{^{234}\text{U}}$	$\frac{^{230}\text{Th}}{^{232}\text{Th}}$	Wiek ( $10^3$ lat B.P.)
1	2	3	4	5	6	7
<b>SUDETY</b>						
J. Niedźwiedzia (f), Kalcytowy Potok, wewnętrzna warstwa stalaktytu	356	0,19	$1,45 \pm 0,02$	$0,86 \pm 0,03$	> 100	$180^{+21}_{-17}$
<b>GÓRY ŚWIĘTOKRZYSKIE</b>						
Kamieniołom Kozí Grzbiet (g), polewa krystaliczna na ścianie obok profilu z fauną kręgowców	360	4,1	$0,97 \pm 0,03$	$0,83 \pm 0,03$	60	$192^{+24}_{-19}$
to samo, polewa drobnokrystaliczna w profilu	361			nadmiar detrytycznego toru		
<b>TATRY</b>						
J. Bandziuch (e), Brody, trzy warstwy grubokrystalicznego stalagmitu (od góry)	359	0,74	$1,52 \pm 0,03$	$2,15 \pm 0,03$	$0,98 \pm 0,03$	$124^{+66}_{-14}$
	354	0,45	$1,53 \pm 0,02$	$2,86 \pm 0,03$	$0,97 \pm 0,02$	
	358	0,80	$1,51 \pm 0,02$	$7,17 \pm 0,05$	$0,75 \pm 0,04$	
J. Miętusia (a), pod Progiem Odzyska- nych Nadziei, polewa na piasku, zew- nętrzna warstwa	414	9,1	$1,04 \pm 0,01$	$0,41 \pm 0,03$	> 200	$60 \pm 5$
<b>WYŻYNA KRAKOWSKO-WIELUŃSKA</b>						
J. Piętrowa Szczelina (h), Bajkowy Korytarz, wisłkokrystaliczna starsze warstwa polewy	349	0,37	$1,04 \pm 0,03$	$0,95 \pm 0,03$	> 100	$300^{+80}_{-40}$
Kamieniołom Zalesiaki (b), grubokry- staliczna polewa, biała	352	0,38		nadmiar detrytycznego toru		
to samo, grubokrystaliczna polewa, złota	540	0,03	$1,12 \pm 0,06$	$1,03 \pm 0,07$	76	> 350



cd. tabeli 1

1	2	3	4	5	6	7
to samo, grubokrystaliczna polewa, biała	542	0,03	1,01 <sup>±</sup> 0,06	1,01 <sup>±</sup> 0,15	> 200	> 350
to samo, jaskinia, stalagmit	541	0,06	1,26 <sup>±</sup> 0,05	0,11 <sup>±</sup> 0,04	> 200	12 <sup>±</sup> 4
to samo, jaskinia, draperia	543	0,06	1,44 <sup>±</sup> 0,03	0,48 <sup>±</sup> 0,04	19	69 <sup>±</sup> 8
J. Mała (i), polewa w profilu	353	0,70	0,92 <sup>±</sup> 0,02	0,65 <sup>±</sup> 0,03	28	112 <sup>±</sup> 8
Draby (b), J. Ewy, polewa	357			nadmiar detrytycznego toru		
to samo, kamieniołom, polewa	544	0,06	1,05 <sup>±</sup> 0,04		za mało toru	
Mokra (c), kamieniołom, polewa młodsza od warstwy z fauną	355	0,41	1,46 <sup>±</sup> 0,02	0,68 <sup>±</sup> 0,03	86	117 <sup>±</sup> 9
to samo, polewa starsza	364				za mało toru	
J. Wierzchowska Górna (d), stalagmit biały, zewnętrzna warstwa	362	1,2	1,22 <sup>±</sup> 0,02	0,68 <sup>±</sup> 0,03	25	120 <sup>±</sup> 9
to samo, stalagmit różowy	363	0,70	1,50 <sup>±</sup> 0,02	0,72 <sup>±</sup> 0,03	23	124 <sup>±</sup> 9



Rys. 2. Porównanie chronologii  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  nacieków z obszarów zlodowaconych w plejstocenie z zapisami paleoklimatycznymi w osadach morskich według Głazka i Harmona (1981), uzupełnione

A. Zestawienie dat nacieków z alpejskich i arktycznych obszarów Ameryki Północnej (Harmon 1980a). B. Zestawienie tlenowego zapisu paleoklimatu w osadach głębokomorskich - typowy rdzeń V28-238 z Pacyfiku (Shackleton, Opdyke, 1973) ze "stadiami" (cyfry arabskie) Emilianiego (1966), "przełomami" klimatycznymi (cyfry rzymskie) Broecker'a i Van Donka (1970) oraz wiekiem osuszonych raf koralowych znaczących interglacjalne, wyższe od współczesnego poziomu oceanu światowego (klimy ze strzałkami do góry). C. Zestawienie dat nacieków z Europy. kwadraty kratkowane oznaczają daty uzyskane z nacieków polskich

Opierając się na takiej korelacji ciągłego zapisu w osadach morskich (Shackleton, Opdyke, 1973) można podjąć próbę korelacji nieciągłych zapisów zdarzeń klimatycznych w obszarach zlodowaconych w ciągu ostatnich 400 tysięcy lat. W ten sposób można też skorelować stratygraficzny podział plejstocenu Polski (Różycki, 1978) z podziałami stratygraficznymi plejstocenu innych obszarów, gdzie zdarzenia klimatyczne są datowane.

Młode (ok. 10 tysięcy lat), rzadkie nacieki reprezentowane przez mały stalagmit z Zalesiaków (SURRC nr 541) odpowiadają stadium tlenowemu 1 i holocenowi. Dwie daty (SURRC nr 414 i 543) w przedziale 77-55 tysięcy lat odpowiadają stadium 3 i Chelford Interstadial na Wyspach Brytyjskich (Waltham, Harmon, 1977) oraz datowanym unowocześnioną techniką  $^{14}\text{C}$  na około 75-55 tysięcy lat interstadiałom Amersfoort, Denekamp i Brørup w Europie Zachodniej (Grootes, 1977). Pięć oznaczeń wieku w przedziale 130-100 tysięcy lat dowodzi masowego wytrącania grubokrystalicznych nacieków podczas interglacjału "eemskiego" i odpowiada stadium tlenowemu 5 oraz interglacjałom Ipswichian na Wyspach Brytyjskich (Waltham, Harmon, 1977) i interglacjałowi Sangamonian w Ameryce Północnej (Ford, 1976; Harmon et al., 1977). Dwa oznaczenia wieku przypadające w przedziale 220-180 tysięcy lat (SURRC nr 356 i 360) reprezentują zapewne interglacjał lubelski i odpowiadają stadium tlenowemu 7 oraz interglacjałom Hoxnian na Wyspach Brytyjskich (Waltham, Harmon, 1977) i Grotte Valerie Interglacial II w Kanadzie (Ford, 1976). Próbką wykazująca wiek około 300 tysięcy lat z wielokrystalicznego nacieku z jaskini Piętrowa Szczelina odpowiada 9 stadium tlenowemu w osadach morskich i może być korelowana z interglacjałem mazowieckim oraz "Cromerianem" z Wysp Brytyjskich (Waltham, Harmon, 1977) bądź interglacjałem Grotte Valerie I w Kanadzie (Ford, 1976). Starsze nacieki wykazujące wiek ponad 350 tysięcy lat nie mogą być skorelowane z określonymi fazami tlenowymi i starszymi interglacjałami.

Przedstawiona korelacja faz ciepłych implikuje wiek i korelację zdarzeń glacialnych w Polsce: zlodowacenie Wisły odpowiada stadium tlenowemu 2, zlodowacenie Warty stadium 6, a zlodowacenie Odry stadium 8 lub 10, natomiast trudno sprecyzować, czy zlodowacenie Sanu odpowiada 10 lub 12 stadium tlenowemu, czy też znacznie starszemu, jednak nie starszemu niż 18 stadium, gdyż osady tego zlodowacenia na Kozim Grzbiecie w Górach Świętokrzyskich wykazują normalne namagnesowanie resztkowe (Głazek i in., 1977). Taka korelacja pośrednia zlodowaceń musi być brana z pewną rezerwą, lecz jest ona znacznie bardziej prawdopodobna niż tradycyjne korelacje nieciągłych zapisów w osadach lodowych metodą "count from top" (por. Kukla 1977).

W świetle przedstawionych dat zwraca uwagę faza ciepła oszajca nacieki zarówno w Tatrach, jak i na Wyżynie Krakowsko-Wieluńskiej w okresie 77-55 tysięcy lat, która może być skorelowana ze stadium 3 w osadach głębokomorskich, a jest synchroniczna z licznymi profilami interstadialnymi w Europie (Amersfoort, Odderade, Brørup i in.), które były traktowane jako osobne i krótkotrwałe interstadiały w obrębie wczesnego Vistulianu. Wydaje się

jednak, że w tym okresie wystąpiło generalne ocieplenie i ewentualny wczesny Vistulian, któremu się często arbitralnie przypisuje wiek około 70-50 tysięcy lat, musi być datowany na okres wcześniejszy - 90-80 tysięcy lat lub późniejszy - 50-40 tysięcy lat (por. Głazek, 1983). Za taką interpretację przemawiają też datowania  $^{14}\text{C}$  ze wzbogaceniem izotopowym dyfuzją termiczną próbek torfów z profili interstadiałów: Amersfoort, Odderade, Höfen, Pömmersried i La Flachère przez Grootesa (1977). Natomiast glacialne obniżenie poziomu morza na Bermudach datowane metodą  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  w zalanych obecnie naciekach na około 105-80 tysięcy lat (Harmon et al. 1981; Harmon, 1980a) przemawia za przyjęciem dla wczesnego Vistulianu wieku starszego, to jest około 100-80 tysięcy lat.

Datowanie połamanych grubokrystalicznych stalagmitów z Jaskini Wierchowickiej Górnej (SURRC nr 362 i 363), które zostały wydobyte w miejscu starych wykopalisk G. Ossowskiego z osadów gruzowo-gliniastych zawierających szczątki kostne i zabytki archeologiczne wskazują, że nacieki z interglacjału eemskiego były niszczone podczas osadzania tych osadów, którym przypisuje się wiek od schyłku przedostatniego zlodowacenia do holocenu (Madeyska, 1982). Jednak ilościowe zestawienia ekologiczne fauny wskazują, że domniemane optimum klimatyczne "eemu" wykazuje mniej ciepłolubny skład szczątków od holocenu (por. fig. 3 w: Madeyska, 1982). Dlatego sędzę, że tak zwany "eem" w osadach jaskiń Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej raczej powinien być korelowany z ociepleniem młodszym - "Brørupem", jak to już sugerował T. Wysoczański-Minkowicz (1975).

Występowanie pól naciekowych datowanych na interglacjał "eemski" (SURRC nr 353 i 355), które przykrywają osady z fauną drobnych ssaków wieku pliocenckiego (Sulimski et al., 1979; dr A. Sulimski, informacja ustna, 1983) dowodzi występowania ogromnych luk stratygraficznych w profilach osadów jaskiniowych, z czym trzeba się zawsze liczyć podczas opracowywania stratygrafii osadów jaskiniowych.

Datowanie nacieków z jaskiń metodą  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  umożliwia dokładniejsze określenie wieku nie tylko osadów występujących w jaskiniach, lecz także zdarzeń klimatycznych plejstocenu poza granicą zasięgu metody radiowęglowej aż do około 400 tysięcy lat wstecz.

#### LITERATURA

- Atkinson T.C., Harmon R.S., Smart P.L., Waltham A.C., 1978, Paleoclimatic and geomorphic implications of  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  dates on speleothems from Britain; *Nature* 272, 24-28.
- Bender M.L., Taylor F.T., Matthews R.K., 1973, Helium-uranium dating of corals from Middle Pleistocene Barbados reef tracts; *Quat. Res.* 3, 142-146.
- Broecker W.S., Van Donk J., 1970, Insolation changes, ice volumes, and the  $^{18}\text{O}$  record in deep-sea cores; *Rev. Geophys., Space Phys.*, 8, 169-198.



- Bloom A.L., Broecker W.S., Chappel J.M.A., Matthews R.K., Mesolella K.J., 1974; Quaternary sea-level fluctuations on a tectonic coast new  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  dates from the Huon Peninsula, New Guinea; *Quat. Res.*, 4, 185-205.
- Duliński M., Różański K., 1985, Datowanie kontynentalnych osadów węglanowych metodą stosunków  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ ,  $^{231}\text{Pa}/^{235}\text{U}$ ,  $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$  - uwagi metodyczne; *Zesz. Nauk. Pol. Śl., Ser. Mat.-Fiz.*, Nr 47, 67-76.
- Emiliani C., 1966, Paleotemperature analysis of the Caribbean cores P6304-8 and P6304-9, and a generalized temperature curve for the past 425,000 years; *J. Geol.*, 74, 109-124.
- Ford D.C., 1976; Evidences of multiple glaciation in South Nahanni National Park, Mackenzie Mountains, Northwest Territories; *Can. J. Earth Sci.*, 13, 1433-1445.
- Głazek J., 1983, Pierwsze datowania izotopowe nacieków z jaskiń tatrzańskich i ich konsekwencje dla stratygrafii plejstocenu Tatr; *Przegl. Geol.*, 31.
- Głazek J., Harmon R.S., 1980, Uranium series dating of Polish cave speleothems: recent results; I European Regional Conf. Speleology, Sofia, Abstracts, 15.
- Głazek J., Harmon R.S., 1981; Radiometric dating of Polish cave speleothems: current results; *Proc. 8 Intern. Congr. Speleology*, Bowling Green 2, 424-427.
- Głazek J., Harmon R.S., w druku, Uranium series dating of Polish cave speleothems: recent results; *Proc. I European Regional Conf. Speleology*, Sofia 1980, 0, 000-000.
- Głazek J., Harmon R.S., w przygotowaniu, Stratigraphic and geomorphic implications of  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  dates on speleothems from Poland.
- Głazek J., Hercman H., 1985, Metoda  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  datowania osadów węglanowych i jej stratygraficzne i paleoklimatyczne konsekwencje; *Zesz. Nauk. Pol. Śl., Ser. Mat.-Fiz.*, 47.
- Głazek J., Lindner L., Kowalski K., Młynarski M., Stworzewicz E., Tuchołka P., Wyczozański-Minkowicz T., 1977, Cave deposits at Kozi Grzbiet (Holy Cross Mts, Central Poland) with vertebrate and snail faunas of the Mindelian I (Mindelian II Interglacial and their stratigraphic correlations; *Proc. 7 Intern. Speleological Congr.*, Sheffield, 211-214.
- Grootes P.M., 1977, Radiocarbon time scale for the early part of the last glacial in north-west Europe; *IGCP Project 73/1/24, Report 4*, Prague, 37-46.
- Harmon R.S., 1980a, Paleoclimatic information from isotopic studies of speleothems: a review; [w:] Maganey W.C. (red.), *Quaternary paleoclimate*; Geo Books, Norwich, 299-318.
- Harmon R.S., 1980b, Uranium-series geochronology: a review of its application to absolute age dating of archaeological deposits; [w:] Burleigh R. (red.), *Progress in scientific dating methods*; *British Mus. Occ. Paper*, 21, British Museum, London, 53-71.
- Harmon R.S., Ford D.C., Schwarcz H.P., 1977, Interglacial chronology of the Rocky and Mackenzie Mountains based upon  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  dating of calcite speleothems; *Can. J. Earth Sci.*, 14, 2543-2552.
- Harmon R.S., Land L.S., Mitterer R.M., Garrett P., Schwarcz H.P., Larson G.J., 1981, Bermuda sea level during the last interglacial; *Nature*, 289, 481-483.
- Harmon R.S., Schwarcz H.P., Ford D.C., 1978, Late Pleistocene sea level history of Bermuda; *Quat. Res.*, 9, 205-218.
- Harmon R.S., Thompson P., Schwarcz H.P., Ford D.C., 1975, Uranium-series dating of speleothems; *Natl. Speleol. Soc. Bull.*, 37, 21-33.
- Kukle G.J., 1977, Pleistocene land - sea correlations. I. Europe; *Earth-Science Reviews*, 13, 307-374.

- Madeyska T., 1982, The stratigraphy of Palaeolithic sites of the Cracow Upland; *Acta Geol. Polon.*, 32, 227-242.
- Mesolella K.J., Matthews R.K., Broecker W.S., Thurber D.L., 1969; The astronomical theory of climatic change, Barbados data; *J. Geol.*, 77, 250-274.
- Różycki S.Z., 1978, Od "Mocht" do syntezy stratygrafii plejstocenu Polski *Rocznik Pol. Tow. Geol.*, 48, 445-478.
- Shackleton N.J., Opdyke N.D., 1973, Oxygen isotope and paleomagnetic stratigraphy of Pacific cores Y28-238: oxygen isotope temperatures and ice volumes on a  $10^5$  year -  $10^6$  year scale; *Quat. Res.*, 3, 39-55.
- Sulimski A., Szykiewicz A., Wołoszyn B., 1979, The Middle Pliocene micromammals from Central Poland; *Acta Palaeont. Polon.*, 24, 377-403.
- Thompson P., Schwarcz H.P., Ford D.C., 1974, Continental Pleistocene climatic variations from speleothem age and isotopic data; *Science*, 184, 893-895.
- Waltham A.C., Harmor R.S., 1977, Chronology of cave development in the Yorkshire Dales, England; *Proc. 7 Intern. Speleological Congr.*, Sheffield, 423-425.
- Wysoczeński-Minkowicz T., 1975, Chronologia późnego plejstocenu; [w:] *Sesja naukowo-sprawozdawcza Pracowni Geologii Czwartorzędu ZNG PAN, Zakład Nauk Geologicznych PAN, Warszawa*, 94-111.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА НАТЁКОВ ИЗ ПОЛЬШИ МЕТОДОМ $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$

#### Резюме

Возраст пещерных натёков из главных карстовых районов Польши определен методом  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ . Получены результаты дают некоторые информации о возрасте карстового ландшафта, под которым они формировались и делают возможной более обоснованную датировку климатических эпох среднего и верхнего плейстоцена на территории Польши.

До сих пор получено 13 определений возраста, которые маркируют шесть участков времени: (1) выше 350, (2) около 300, (3) 220-180, (4) 130-100, (5) 55-77 и (6) около 10 тысяч лет тому назад (таб. 1), показывая что образование натёков было периодическим и происходило в периодах всемирных межледниковых потеплений. На основании этих датировок можно сделать попытку корреляции местной стратиграфической схемы плейстоцена Польши с аналогическими схемами других районов земного шара.

#### $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ DATING OF SPELEOTHEMS FROM POLAND

#### Summary

Speleothems from four main karst regions of Poland (Fig. 1) have been dated by the  $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$  method (of Harmon et al., 1975). These ages place some temporal constraints on the development of the karst landscape beneath which the speleothems have formed (cf. Atkinson et al., 1978) and

also provide an indication of the timing of climatic events in Poland during Late Pleistocene (cf. Głazek, Harmon, 1981).

Till present 13 dates are obtained (Głazek, Harmon, 1981; Prof. R.S. Harmon, letter information, 1982; Głazek, Harmon, in preparation). Ages cluster into six groups: (1) over 350, (2) about 300, (3) 220-180, (4) 130-100, (5) 77-55 and (6) about 10 kyr B.P. (Table 1), indicating that speleothem deposition was episodic, occurring during periods of worldwide interglacial climate throughout the Late Pleistocene. Based upon this chronological dating it is possible to attempt correlation of the local glacial stratigraphic sequences within Poland, North-central Europe and North America (Fig. 2).