

Granit z Bugaja ma 485 milionów lat

Marek Haber*, Stanisław Hałas**

Egzotyczny granit z Bugaja, Karpaty fliszowe, został wydatowany metodą K/Ar. Uzyskany wynik (485±10 Ma) dla próbki biotyty wyseparowanego ze skały jednoznacznie wskazuje na jego uformowanie podczas orogenezy kaledońskiej.

Słowa kluczowe: granit, datownie K/Ar, Karpaty fliszowe

Marek Haber & Stanisław Hałas — **Granite from Bugaj is 485 million years old (southern Poland).** *Prz. Geol.*, 49: 613–615.

Summary. Exotic granite rock from Bugaj (Flysch Carpathians) was dated by a K/Ar method. The result (485±10 Ma) derived from a biotite specimen indicates that it was formed during the Caledonian orogeny.

Key words: granite, K/Ar dating, Flysch Carpathians

W *Zarysie geologii Polski* (Książkiewicz i in., 1965) stwierdzono, że podobne stanowisko jak skałki andrychowskie, zajmuje blok granitu w Bugaju koło Kalwarii Zebrzydowskiej. Skałki te miały być typowymi porwakami tektonicznymi, oderwanymi od podłoża przez płaszczowinę śląską. Pogląd ten został wyrażony także w *Budowie geologicznej Polski — Karpaty* (Książkiewicz, 1972), gdzie napisano: „W spągu płaszczowiny magurskiej leżą porwaki, przywleczone przez nią z południa, z bliżej nieokreślonych obszarów”. Także w *Przewodniku geologicznym ...* (Unrug, 1969) znalazło się potwierdzenie tej koncepcji bowiem napisano w nim: „Granit występujący w postaci bloków, zwany granitem z Bugaja stanowi porwak tektoniczny oderwany od podłoża i przywleczony na swe dzisiejsze miejsce podczas fałdowań”. W publikacji określającej pozycję petrologiczną i geologiczną granitu z Bugaja (Heflik & Konior, 1976) napisano: „A więc ze strefy najogólniej biorąc na południe od linii Rajcza–Nowy Targ pochodzić może materiał porwany przez nasuwającą się płaszczowinę podśląską, a wśród niego także i bloki granitoidowe znane obecnie z Bugaja”.

Lokalizację granitu przedstawiono na ryc. 1, na zdjęciu (ryc. 2) widać zaś zwartą grupę bloków granitowych odsłaniającą się na długości kilkunastu metrów. Podobnej wielkości bloki występują jeszcze blisko siebie na odcinku ok. 30 m. Świeżą powierzchnią naturalnej wielkości okazu granitu ukazują drugą fotografię (ryc. 3).

Wielokrotnie przedstawiano później różne poglądy na temat tego granitu, nawet w formie podejrzeń, czy nie jest on jedynie wytworem bujnej wyobraźni poszukiwaczy sensacji geologicznych. Trudno było bowiem uwierzyć, że w głębi ponasuwanych na siebie płaszczowin fliszowych występuje niespodziewanie kilkunastometrowy blok kremoworóżowego granitu, w południowym zboczu doliny rozcinanej potokiem Cedron. Mniej sceptyczni potwierdzali jego autentyczność wysuwając co najwyżej przypuszczenia, że został on już dawno wyeksploatowany na miejscowe potrzeby. Przytaczano przy tym jako argument — wiadukt nad pobliskimi torami kolejowymi na trasie Kraków–Zakopane, wybudowany z wyciosanych bloków granitowych, wykorzystywany

przez pielgrzymki odwiedzające kaplice Piłata i Piwnicy w kompleksie Drogi Krzyżowej.

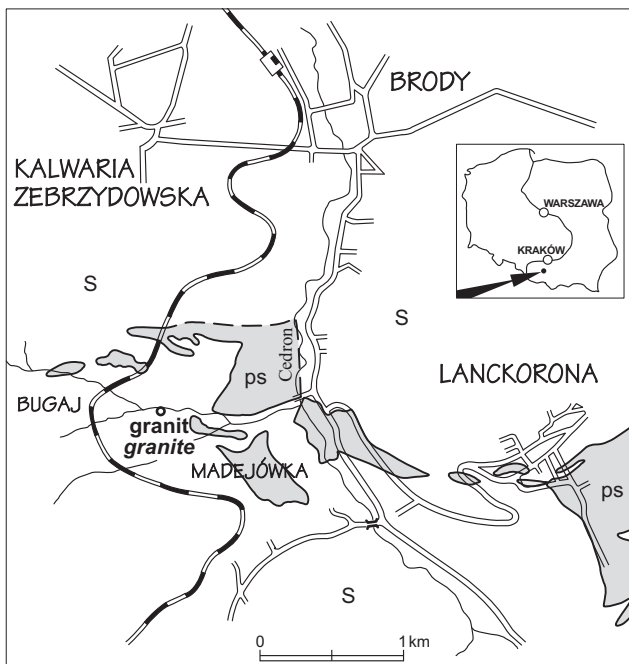
Z takimi rozterkami i wątpliwościami grupa studentów Wydziału Geologicznego AGH udała się na wycieczkę geologiczną w maju 1995 r., dochodząc do odsłonięcia na podstawie opisu z przewodnika (Unrug, 1969). Już z odległości kilkudziesięciu metrów przed skarpą odsłonięcia, w dnie meandrującego tu potoku widać od czasu do czasu biejący gruz granitowy, co ułatwia jego odnalezienie. Niezwykłość znaleziska wyzwoliła inicjatywę przywrócenia mu naturalnej postaci jako dodatkowej atrakcji turystycznej o charakterze geologicznym. Jeden ze studentów, mieszkaniec pobliskiej Kalwarii zredagował z tą myślą artykuł *Bugajska rewelacja*, który wydrukowano w lokalnym czasopiśmie (Sypniewski, 1995).

Zostały w nim naświetlone potencjalne walory turystyczne granitu z Bugaja oraz jego ówczesne zaniedbanie. Podjęto też próbę wyjaśnienia jego pochodzenia, tym razem — działalnością lądolodu ze zlodowacenia południowo-polskiego. Pozostawało to w sprzeczności z hipotezami przedstawianymi w literaturze geologicznej, ale wywołało inspirującą potrzebę wyjaśnienia, czy taka niekonwencjonalna koncepcja nie może być pozbawiona słuszności. Nie udało się bowiem odnaleźć argumentów jednoznacznie przemawiających za którąś z dotychczasowych hipotez, a niedługo potem ukazała się publikacja o wkraczaniu zarówno w Karpaty, jak i w Sudety brzeżnej części lądolodu zlodowacenia sanu 2 podczas zlodowaceń skandynawskich (Lindner & Marks, 1995). Wcześniej Lindner (1992) stwierdził, na podstawie występowania gliny zwałowej i głazów narzutowych na linii Czchów–Wadowice–Bielsko-Biała, że lodowiec tam sięgał wysokości 450–500 m n.p.m. Granit z Bugaja leży tymczasem poniżej wysokości 400 m i jakby na skraju rozległego obniżenia otwierającego się tu od strony północnej na zapadlisko przedkarpackie, być może właśnie w wyniku działalności lądolodu. Spodziewając się wyraźnego odróżnienia wiekowego przynoszonych przez lodowiec głazów narzutowych, przez określenie wieku oczekiwano wyjaśnienia pochodzenia tego zespołu bloków granitowych.

Po ukazaniu się z końcem 1995 r. publikacji o możliwości przeprowadzenia badań wieku bezwzględnego w Pracowni Spektrometrii Mas Instytutu Fizyki na Uniwersytecie M. Curie-Skłodowskiej w Lublinie (Hałas, 1995), wykorzystano najbliższą nadarżającą się okazję aby poddać takiej próbie granit z Bugaja.

*Zakład Geologii Ogólnej i Matematycznej, Akademia Górniczo-Hutnicza, al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

**Instytut Fizyki, Uniwersytet M. Curie-Skłodowskiej, pl M. Curie-Skłodowskiej 1, 20-031 Lublin; e-mail: halas@tytan.umcs.lublin.pl



Ryc. 1. Lokalizacja granitu z Bugaja. Obszary występowania: S — płaszczowina śląska, ps — płaszczowina podśląska (wg zdjęcia geologicznego Książkiewicz'a zestawili Szymakowska, 1964; Żytko, 1966 [In:] Żytko, 1966)

Fig. 1. Location of granite rock from Bugaj. Areas of occurrence: S — Silesian Nappe, ps — Sub-Silesian Nappe (according to Książkiewicz's geological investigations, compared by Szymakowska, 1964; Żytko, 1966 [In:] Żytko, 1966)

Do badania przeznaczono monokryształy biotytu, wypreparowane mechanicznie ze świeżego kawałka granitu i starannie oczyszczone pod binokulem z krystalicznych wrostków kwarcu i skaleni. Zawartość potasu określono metodą rozcieńczenia izotopowego, która jest najnowszą techniką stosowaną w Pracowni Spektrometrii Mas (Hałas & Maciocha, 2000). Uzyskany wynik na procentową zawartość potasu — %K = 7,60 — jest bardzo bliski wartości stechiometrycznej biotytu o wzorze $KMg_3[(OH,F)_2AlSi_3O_{10}]$. Zawartość argonu radiogenicznego $^{40}Ar^*$ (z rozpadu potasu-40) w biotycie wyznaczono również metodą rozcieńczenia izotopowego (Hałas, 1995). Zmierzona koncentracja $^{40}Ar^*$ wynosząca 7,33 nanomoli/gram oraz podany wyżej %K wskazują na wiek biotytu

wartość 485 ± 10 mln lat; szczegółowe dane analityczne podano w tabeli 1.

Uzyskany wynik oznacza, że biotyt a więc i cała skała granitu z Bugaja wykrystalizowała w czasie orogenezy kaledońskiej, podobnie jak nieopodal dość płytko nawiercone skały krystaliniku rzeszotarskiego (głęb. 846–965 m), których wiek również metodą potasowo-argonową określono na 430–460 mln lat (Borucki & Sałdan, 1965). Już po pierwszym wierceniu, w oddalonych o dwadzieścia parę kilometrów, Rzeszotarach (Petrascheck, 1909) S. Kreutz pisał: „o krystaliniku Prakarpat wnosimy (z wyjątkiem wiercenia w Rzeszotarach) z brył egzotycznych” i nieco dalej: „w materiale piaskowców fliszowych znajdujemy te same elementy mineralne co w bryłach i głazach „egzotycznych”, które zatem nie są „obce” otoczeniu.” Zalicza też do nich między innymi granit bugajski występujący w partiach czołowych płaszczowiny godulskiej ([W:] Nowak, 1927). Po wierceniu Rzeszotary 2 (Burtan, 1962), w którym ponownie nawiercono skały krystaliczne, także w rejonie Bielsko–Andrychów kilka otworów wiertniczych dotarło do granitoidów wykazując bezpośrednio ich obecność w pierwotnym podłożu. Analiza petrograficzna wykazała, że mogły one powstać w wyniku przeobrażeń wcześniej zmetamorfizowanych skał osadowych przy udziale zjawisk metasomatycznych, o intensywności przeobrażenia facji amfibolitowej (Heflik, 1970; Heflik & Konior, 1971). Charakteryzują je relikt mineralne upodabniające granit z Bugaja do granitoidów z Wyspy Goryczkowej w Tatrach, ale odróżnia je z kolei stopień granityzacji oraz skład mineralny, także w odniesieniu do granitoidów z obszaru Bielsko–Andrychów. Pod względem strukturalnym z kolei granit z Bugaja wykazuje podobieństwo do granitoidów nawierconych w okolicach Kęt (Heflik & Konior, 1976). Ogólnie jednak zwraca się uwagę, że w obszarze Cieszyn–Rzeszotary skały podłoża krystalicznego wykazują dużą różnorodność (Heflik & Konior, 1974a) i nie znaleziono wśród nich bezpośrednio odpowiednika granitu z Bugaja mimo zauważenia genetycznych powiązań (Heflik & Konior, 1974b). W podłożu Karpat znajdują się pod osadami dolnego dewonu, zatem muszą być od niego starsze, a wiek 430–460 mln lat miałyby wskazywać na orogenezę sandomierską, podobnie jak granitu z Bugaja. Gnejs z pasma Granatów w Tatrach, którego wiek metodą rubidowo-strontową wyznaczył Zinkiewicz (1973) na 408 ± 12 mln lat jest nieco młodszy, podobnie jak



Ryc. 2. Zwarta grupa bloków granitowych odsłaniająca się w potoku na długości ponad 10 m

Fig. 2. A compact series of granite blocks outcropped along a creek at a distance of more than 10 m



Ryc. 3. Świeża powierzchnia przełamu granitu z Bugaja. Wielkość naturalna

Fig. 3. A fresh fracture surface of granite rock from Bugaj. Natural size

Tab. 1. Wyniki pomiarów koncentracji $^{40}\text{Ar}^*$ i potasu w biotycie wyseparowanym ze skały granitowej

Table 1 Results of concentration measurements of argon and potassium in biotite extracted from the granite

	Argon	Potas
Masa próbki	52,51 mg	42,72 mg
Ilość znacznika	$71,41 \times 10^{-12}$ mola ^{38}Ar	1018,11 mg
Stosunek izotopowy	$^{40}\text{Ar}/^{38}\text{Ar} = 5,467$ $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar} = 20805$ $\% ^{40}\text{Ar}^* = 98,58$	$^{39}\text{K}/^{41}\text{K} = 7,75$
Koncentracja	$^{40}\text{Ar}^* = (7,33 \pm 0,01) \times 10^{-9}$ mola/g	K = (7,60 \pm 0,15) % wag.

wiek hipotetycznego metamorfizmu określany dla całych Tatr na 410–430 mln lat (Burchart, 1970).

Według sugestii A. Ślączi (UJ) może więc to oznaczać jeszcze inną koncepcję pochodzenia tego granitu, jako blokowych obrywów z klifów wysp basenu karpackiego, podobnie jak prakarpaccy materiał fliszowy powstający z ich brzegów niszczonej erozją morską (Nowak, 1927). Tym syngenetycznym cechem przeciwstawia się koncepcja epigenetyczna, w myśl której różnej wielkości bloki i bryły były wrywane z podłoża przez nasuwającą się od południa najbardziej zewnętrzną jednostkę fliszową, czyli płaszczowinę podśląską (Heflik & Konior, 1976). Jednakże na mapie geologicznej (ryc. 1) granit jest umiejscawiany już poza nią, w obrębie łupków wierzowskich płaszczowiny śląskiej (Żytko, 1966; Książkiewicz, 1969), choć w bezpośrednim sąsiedztwie z widocznymi w oknach tektonicznych wychodniami płaszczowiny podśląskiej.

Brak też jednoznacznych przesłanek, że został on porwany z okolic obecnych Tatr, podczas intensywnych fałdowań w okresie trzeciorzędu i nasunięty ku północy na ich dalekie przedpole. Zaokrąglone kształty niektórych tylko bloków wskazują na wcześniejszy udział czynników erozyjnych, które poprzedziły przemieszczanie. Kilkadziesiąt metrów dalej w dół potoku, w zakolu jego północnej skarpy natrafiono ostatnio na świeżo odsłonięty eliptyczny gład, o dłuższej osi dochodzącej do 1 m, co mogło być świadczą zarówno o wpływie erozji morskiej, jak i lodowcowej.

Bloki egzotyczne w stropowych partiach płaszczowiny podśląskiej lub tuż ponad nią, mogą wskazywać na odmianę sytuacji tektonicznej która zamykała głębokomorską, drobnookruchową sedymentację zarówno w basenie podśląski, m jak i śląskim. Takim kontrastowym, blokowym akcentem ruchów masowych mogło zostać zainicjowane osadzanie coraz bardziej grubookruchowego materiału płaszczowiny śląskiej, na początku jeszcze jako łupków wierzowskich.

Nasunięcie na przedpole płaszczowin karpaccy wraz z egzotycznym materiałem okruchowym wskazuje, że podobnie jak materiał płaszczowin mógłby on pochodzić z lokalnych wyniosłości basenu karpackiego znajdujących się gdzieś na południu. Zakładając zarówno syngenetyczną — jako obrywów klifowych, jak i epigenetyczną naturę egzotyków jako porwaków tektonicznych należy założyć że pochodzą one spoza równoleżnika Rajcza–Nowy Targ (Heflik & Konior, 1976).

Określenie wieku bezwzględne granitu z Bugaja potwierdziło dodatkowo jego związek z kaledońskim podłożem krystalicznym basenu karpackiego, ale wydaje się, że z racji powierzchniowego zalegania i zbieżności z zasięgiem zlodowaceń skandynawskich nie wykluczyło ostatecznie jego geologicznej roli jako eratyku. Dzięki znajomości wieku można go jeszcze porównywać z granitoidami kaledonidów skandynawskich, które występując na powierzchni mogą pozwolić na bardziej jednoznaczną weryfikację rozważanych koncepcji.

Badania finansowane były z umowy KBN nr 11.140.598 w r. 2000.

Literatura

- BURCHART J. 1970 — Skały krystaliczne wyspy Goryczkowej w Tatrach. *Studia Geol. Pol.*, 32: 96–159.
- BURTAN J. 1962 — Wiercenie Rzeszotary 2. (Komunikat wstępny) *Kwart. Geol.*, 6: 245–258.
- BORUCKI J. & SAŁDAN M. 1965 — Promieniotwórczość naturalna i wiek bezwzględny (K–Ar) skał krystalicznych z otworu Rzeszotary IG 2. *Kwart. Geol.*, 9: 1–14.
- HAŁAS S. 1995 — Geochronologia izotopowa oparta na rozpadzie promieniotwórczym potasu-40. *Prz. Geol.*, 43: 993–998.
- HAŁAS S. & MACIOCHA T. 2000 — Zastosowanie rozcięcia izotopowego do wyznaczania zawartości potasu, *Mat. V Ogólnopolskiej Sesji Nauk. pt. Datowania Mineralów i Skał. Kraków 10–12.02.2000*: 17–23.
- HEFLIK W. 1970 — Petrografia granitoidów z podłoża utworów dewońskich okolicy Kęt. *Zesz. Nauk. AGH.*, 269, *Geol.*, 13: 31–52.
- HEFLIK W. & KONIOR K. 1970 — Granitoidy w poddewońskim podłożu obszaru Bielsko–Andrychów. *Kwart. Geol.*, 14: 283–289.
- HEFLIK W. & KONIOR K. 1971 — Pochodzenie i wiek utworów metamorficznych obszaru Cieszyn–Rzeszotary. *Nafta*, 27: 229–232.
- HEFLIK W. & KONIOR K. 1974a — Obecny stan rozpoznania podłoża krystalicznego w obszarze Cieszyn–Rzeszotary. *Inst. Geol. Biul.*, 273: 195–228.
- HEFLIK W. & KONIOR K. 1974b — Związek utworów metamorficznych podłoża obszaru Cieszyn–Rzeszotary ze skałami krystalicznymi wyspy Goryczkowej Tatr. *Kwart. Geol.*, 18: 324–333.
- HEFLIK W. & KONIOR K. 1976 — Pozycja petrologiczna i geologiczna granitu z Bugaja. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 44: 321–375.
- KSIĄŻKIEWICZ M. 1969 — Szkic geologiczny do wycieczki 10. Brody–Lanckorona–Kalwaria Zebrzydowska. [W:] Unrug R., Przewodnik geologiczny po zachodnich Karpatach fliszowych. *Wyd. Geol. Książkiewicz M., SAMSONOWICZ A. & RUHLE E. 1965 — Zarys geologii Polski. Wyd. Geol.*: 235, 236, 265–267.
- KSIĄŻKIEWICZ M. 1972 — Budowa geologiczna Polski — Karpaty. *Tom IV. Tektonika cz. 3. Wyd. Geol.*: 121, 151–152.
- LINDNER L. 1992 — Czwarzęd: osady, metody badań, stratygrafia. *Wyd. PAE*: 497–501.
- LINDNER L. & MARKS L. 1995 — Zarys paleogeomorfologii obszaru Polski podczas zlodowaceń skandynawskich. *Prz. Geol.*, 43: 591–594.
- NOWAK J. 1927 — Zarys tektoniki Polski. *Wyd. Nakładem Komit. Organiz. II Zjazdu Słowiańskich Geograf. i Etnograf. w Polsce, Kraków*: 98–114.
- PETRASCHECK W. 1909 — Ergebnisse neuerer Aufschlüsse im Randgebiete des galizischen Karbons. *Verhandl. Geolog. Reichsanst., Wien*.
- SYNIEWSKI Z. 1995 — Bugajska Rewelacja. *Wiadomości Kalwaryjskie*, 6: 1–3.
- UNRUG R. 1969 — Przewodnik geologiczny po zachodnich Karpatach fliszowych. *Wyd. Geol.*: 26–27, 113–120.
- ZINKIEWICZ J. 1973 — Wyznaczenie wieku bezwzględnego skał metodą rubidowo-strontową. *Prz. Geol.*, 21: 251–254.
- ŻYTKO K. 1966 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski (bez utworów czwarzędowych) w skali 1 : 50 000. *Wyd. tymczasowe. Rejon Karpat i przedgórze. Zesz. 2 — Kalwaria Zebrzydowska. Wyd. Geol.*