

Publikacje polskich badaczy w czołowych czasopismach międzynarodowych z dziedziny nauk o Ziemi

Paweł Aleksandrowski¹, Katarzyna Jarmołowicz-Szulc²



P. Aleksandrowski



K. Jarmołowicz-Szulc

TEKTONIKA, GEOFIZYKA

Stefano Mazzoli (Università di Napoli Federico II), **Rafał Szaniawski** (Instytut Geofizyki PAN), **Francesco Mittiga** i **Alessandra Ascione** (Università di Napoli Federico II)

oraz **Andrea Capalbo** (Università di Urbino Carlo Bo) przedstawili w *Canadian Journal of Earth Sciences*³ analizę ewolucji tektonicznej późnokenozoicznych molasowych basenów sedymentacyjnych, które rozwinęły się na grzbiecie stosu płaszczowinowego południowych Apeninów, nasuniętego na platformę węglanową przedpola orogenu (platformę apulijską). Zaprezentowana analiza opiera się na wynikach badań o charakterze interdyscyplinarnym, scalając strukturalne dane powierzchniowe, wiertnicze i sejsmiczne z informacjami stratygraficznymi i sedymentologicznymi, a także z rezultatami badań geofizycznych, dotyczących anizotropii podatności magnetycznej (AMS). Szeroki zakres opracowanych danych pozwolił na wyciągnięcie obszernych wniosków na temat ewolucji pryzmy orogenicznej Apeninów. Zanalizowane baseny grzbietowe (ang. *piggy-back*, *thrust-top* albo *wedge-top basins*) są asymetryczne i zwykle ograniczone od północy synsedymencyjnymi uskokami normalnymi. Ich wypełnienie obejmuje przedział wiekowy od wczesnego pliocenu do wczesnego środkowego plejstocenu i ujęte jest w łagodne syndepozycyjne fałdy oraz poprzecinane stromymi uskokami odwróconymi. Dane dotyczące anizotropii podatności magnetycznej wypełnienia basenów molasowych odzwierciedlają ich ewolucję, która obejmowała inicjalne stadium tektonicznej subsydencji, związanej z rozciąganiem wzdłuż kierunku NNW-SSE oraz późniejsze stadium skracania wzdłuż kierunku NE-SW, synchronicznego z późnymi etapami depozycji. Skrócenie tektoniczne zostało zapisane w postaci słabej, ukierunkowanej NW-SE lineacji magnetycznej i interpretowane jest jako skutek deformacji wgłębnej w pogrzebanej platformie apulijskiej, stanowiącej podłoże płaszczowin apenińskich, której efekty propagowały następnie ku górze, w obręb płaszczowin i rozwiniętych na ich grzbiecie młodych basenów sedymentacyjnych. Stwierdzona anizotropia podatności magnetycznej w analizowanych osadach jest generalnie słaba; elipsoidy AMS są spłaszczone, wykazując magnetyczną

foliację zwykle równoległą do sedymentacyjnego uwarstwienia, co świadczy o stosunkowo niewielkich deformacjach pierwotnej tekstury skał. Potwierdza to, obserwowany w osadach badanych basenów grzbietowych, brak intensywniejszych wartości odkształceń związanych z tektonicznym skróceniem. Artykuł opisuje złożone współdziałanie szeregu różnych procesów tektonicznych, które kształtowały rozwój powierzchni stropowej stosu płaszczowinowego, warunkującego rozwój basenów molasowych. Niestety zamieszczone w pracy mapy geologiczne nie są wystarczająco zinterpretowane pod względem tektonicznym i objaśnione w swej warstwie litostratygraficznej co do przynależności tektonicznej poszczególnych wyróżnionych jednostek, a przez to nie dość pomocne w zrozumieniu budowy omawianego segmentu Apeninów. (PA)

PETROGRAFIA, MINERALOGIA, GEOCHEMIA

Izabella Nowak (Instytut Nauk Geologicznych PAN, Wrocław), **Andrzej Żelaźniewicz** (Instytut Nauk Geologicznych PAN, Wrocław oraz Instytut Geologii Uniwersytetu Adama Mickiewicza, Poznań), **Wolfgang Dörr** i **Wolfgang Franke** (Johann-Wolfgang Goethe Universität, Frankfurt, Niemcy) oraz **Alexander Larionov** (All Russian Geological Research Institute, St. Petersburg, Rosja) opublikowali w *Lithos* pracę poświęconą metabazytom izerskim – zasadowym żyłom intrudujących w metagranity izerskie. Mają one geochemiczny charakter wewnątrz płytowych bazaltów alkalicznych lub rzadziej – ich skład odpowiada normalnym bazaltom grzbietów śródoceanicznych (N-MORB). Można wśród nich wyróżnić trzy typy żył, odpowiadających sześciu odmianom kontaktów skała otaczająca–żyła. Do lokalizacji żył i określenia ich cech strukturalnych, jak też charakterystyki kontaktów ze skałą otaczającą, autorzy posłużyli się standardowymi technikami geologicznymi. Izerskie żyły zasadowe zawierają masywne lub wykazujące foliację amfibolity i łupki amfibolowe lub amfibolowo-chlorytowe. Niektóre żyły są niezdeformowane, większość jest albo masywna, albo wykazuje słabą foliację w części środkowej i silną w części brzeżnej. Badania analityczne przeprowadzono dla cyrkonów. Autorzy wyseparowali i badali kryształy z ośmiu żył. Zaobserwowano i badano kryształy należące do dwóch populacji: przeroczyste i brązowe. Każda populacja badana była dwójako – przy pomocy konwencjonalnej analizy U-Pb i metodą czułej wysokorozdzielczej mikrosondy

¹Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Oddział Dolnośląski, ul. Jaworowa 19, 53-122 Wrocław; pawel.aleksandrowski@pgi.gov.pl.

²Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; katarzyna.jarmolowicz-szulc@pgi.gov.pl.

³Dokładne dane bibliograficzne wszystkich omawianych tekstów znajdują się na końcu artykułu.

jonowej (SHRIMP). Ziarna jasnego cyrkonu wykazały wiek powyżej 480 mln lat ("cluster" w około 500 mln lat).

Bezbarwne cyrkonie charakteryzują się budową zonalną i oscylacyjną. Rozkład pierwiastków ziem rzadkich sugeruje pochodzenie tych kryształów z granitów z głębszego podłoża neoproterozoicznych granitoidów. Zasadowe skały otaczające nie wykazują jednakże kontaminacji materiałem felzytowym.

Brązowe kryształy, ciemne w katodoluminescencji, wydają się również mieć charakter magmowy z uwagi na swą budowę wewnętrzną, wysoki stosunek uranu do toru i rozkład pierwiastków ziem rzadkich. Cyrkonie brązowe wykazały wiek pomiędzy ok. 390 a 360 mln lat ("cluster" – ok. 370 mln lat). Odnosząc wyniki datowań do geologii regionu, można sugerować trwający około 30 mln lat okres epizodycznego, wewnątrzpłytkowego magmatyzmu w pasywnej części teranu saksoturyńskiego z maksimum w ok. 370 mln lat w czasie reżimu ekstensyjnego. Biorąc pod uwagę następujące czynniki: stosunkowo wysokotemperaturowy gradient w czasie wczesnego metamorfizmu (około 450°C, 2 kb), geologię Saksoturyngii i regionalne dane strukturalne, autorzy proponują model typu „gorących palców”. Magmatyzm zasadowy jest wynikiem powtarzających się dewońskich intruzji pochodzących ze wzbogaconych źródeł granatonośnych (typ OIB) i mniej powszechnie – ze źródeł zubożonej astenosfery. Stadia zaniku tej aktywności były równoznaczne z wczesną deformacją systemu skała otaczająca–żyła zasadowa związana z tworzeniem ryftu i ekstensyjnym rozszerzaniem basenu saksoturyńskiego w jego izersko-kaczawskim segmencie. (KJS)

Anna Pietranik (Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Wrocławski), **Craig Storey** (University of Portsmouth, Wielka Brytania), **Bruno Dhuime** (University of St. Andrews oraz University of Bristol, Wielka Brytania), **Rafał Tyszka** (Instytut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu) i **Martin Whitehouse** (Swedish Museum of Natural History, Sztokholm, Szwecja) zaprezentowali na łamach *Lithos* artykuł przedstawiający wyniki badań izotopowych i geochemicznych całej skały, plagioklastu, cyrkonu i apatyty z diorytów kwarcowych z intruzji Gęsińca w południowo-zachodniej Polsce. W pracy analizie podlegają ziarna cyrkonu i apatyty z trzech typów leukokratycznego diorytu kwarcowego-poikilitowego (LPD), średniokrystalicznego (LMGD) i grubokrystalicznego (LCGD). Skały te mają podobny skład mineralny i zawartość pierwiastków głównych. Są zbudowane z plagioklastu, hornblendy, kwarcu i biotyty. Minerale akcesoryczne to: cyrkon, apatyt, ilmenit i tytanit. W oparciu o zróżnicowany skład izotopowy całej skały zaznacza się zmienność od najmniej do najbardziej radiogenicznych (od LPD przez LMDG po LCGD). Skały reprezentują prostą ścieżkę krystalizacji i nie były dotknięte procesami późniejszego stadium.

Charakterystyka izotopowa cyrkonu, będąca wynikiem przeprowadzonych badań: $\alpha_{\text{Hf}_{300}} = -5,5-0$ i $\delta^{18}\text{O} = 5,6-9,3$ ‰, jest zgodna z procesami kontaminacji. Wraz ze wzrostem kontaminacji rośnie zawartość uranu, toru, ołowiu, ziem rzadkich. Apatyt charakteryzują zmienne zawartości pierwiastków śladowych, a jego skład zmienia się od typowego dla granitów typu I w kierunku typu S. Zmienność izotopowa i pierwiastków śladowych dla obu minerałów wykazuje

korelację z podawanym w literaturze składem izotopowym Sr plagioklastu. Ten ostatni, jednakże, jak i skład pierwiastków śladowych w apatyty, mogą ulegać homogenizacji wskutek późnostałowej resorpcji. Oznaczałoby to, że tylko cyrkon jest zapisem procesów kontaminacji poprzedzających resorpcję. Dokonując porównania składów izotopowych dla plagioklastu i cyrkonu oraz dla plagioklastu i apatyty, autorzy uznają jądro plagioklastów i cyrkonie za odpowiadające podobnym stadiom kontaminacji magmy, zaś krystalizację apatyty za równoczesową z tworzeniem otoczek plagioklastowych.

Szczegółowe dane dotyczące lokalizacji, petrografii i geochemii diorytów kwarcowych omawianych w artykule ujęte są w materiałach dodatkowych online: doi.1016/j.lithos.2011.10.002. (KJS)

W piśmie *American Mineralogist* ukazał się artykuł eksperymentalny dotyczący określenia związków stabilności pomiędzy monacytem a fluoroapatytem, allanitem i REE – epidotem, którego autorami są: **Bartosz Budzyna** (Instytut Nauk Geologicznych PAN, Kraków), **Daniel E. Harlov** (GeoForschungsZentrum, Poczdam, Niemcy) oraz **Michael Williams** i **Michael J. Jercinovic** (University of Massachusetts, USA). Wyniki przedstawionych tu prac eksperymentalnych dostarczają poważnych implikacji dla geochronologii i dedukcji składu fluidów w skałach metamorficznych.

Eksperymenty prowadzono w zakresie wysokich ciśnień i temperatur – odpowiednio od 450 do 610 MPa i pomiędzy 450 a 500°C. W tych warunkach dokonywano przemiany monacytu w allanit, REE – epidot i/lub fluoroapatyt-brytolit. W eksperymencie użyto zestawu monacyt + albit ± skałen potasowy + muskowitz ± biotyt + krzemionka + CaF₂ i różnych cieczy zawierających H₂O, (KCl + H₂O), (NaCl + H₂O), (CaCl₂ + H₂O), (Na₂Si₂O₅ + H₂O), 1 M HCl, 2 M NaOH, 2 M KOH, 1 M Ca(OH)₂, 2 M Ca(OH)₂ oraz (CaCO₃ + H₂O). Produkty reakcji, bądź ich brak, wskazują, iż związek stabilności pomiędzy monacytem, fluoroapatytem, allanitem i epidotem zawierającym ziemie rzadkie jest bardziej zależny od składu fluidu i stosunku krzemianów niż od warunków ciśnienia i temperatury. Wysoka zawartość wapnia w cieczy sprzyja rozpuszczaniu monacytu i tworzeniu fluoroapatytu, allanitu i epidotu. Obniżenie zawartości wapnia a podwyższenie zawartości sodu obniża rozpuszczalność monacytu, ale sprzyja tworzeniu allanitu. Podstawienie sodu potasem w tym samym roztworze powoduje tworzenie z monacytu – fluoroapatytu z komponentą brytolitu. Nie krystalizuje natomiast allanit ani epidot, zawierający ziemie rzadkie. Monacyt jest stabilny w obecności solanki sodowej. W solance potasowej minerał ten wykazuje bardzo ograniczone przejście do fluoroapatytu. Silne rozpuszczanie monacytu zachodzi we fluidzie typu (Na₂Si₂O₅ + H₂O), w wyniku którego następuje mobilizacja pierwiastków ziem rzadkich i aktywność tworzą fluoroapatyt – brytolit i turkiestanit. Przedstawione przez autorów wyniki badań eksperymentalnych są zgodne z obserwacjami naturalnych procesów częściowego lub całkowitego podstawienia monacytu przez fluoroapatyt, REE-epidot i allanit, co odbywa się w reakcjach związanych z obecnością składowej anortytu w plagioklastach w warunkach metamorfizmu średniego lub wysokiego stopnia. Z kolei – środowisko zawierające alkalia z nadwyżką sodu powstrzymują krystalizację allanitu, a ewentualnie sprzyjają tworzeniu wtórnego monacytu. (KJS)

W piśmie *Journal of Petrology* zamieszczono artykuł dotyczący mioceńskich nefelinitów Księginek w Polsce południowo-wschodniej, którego autorami są: **Jacek Puziewicz** (Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Wrocławski), **Jürgen Koepke** (Instytut Mineralogii, Leibniz Universität-Hannover, Niemcy), **Michel Grégoire** (Laboratoire de Recherche DTP, Tuluza, Francja), **Theodorom Ntaflos** (Department of Lithospheric Research, Universität Wien, Austria) i **Magdalena Matusiak-Malek** (Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Wrocławski). Nefelinit Księginek zawiera liczne ksenolity piroksenitu i perydotytu, jak też mega kryształy klinopiroksenu. Autorzy charakteryzują poszczególne typy ksenolitów i minerały pod kątem geochemicznym, strukturalnym i teksturalnym, a wyniki porównują ze sobą i odnoszą do otaczającego nefelinitu. Przeprowadzone badania prowadzą do wniosków odnośnie modyfikacji płaszcza litosfery w czasie początkowych stadiów kenozoicznego ryftingu w Europie Środkowej. Ksenolity Księginek są bowiem świadectwem różnorodnych efektów migracji stopu alkaliczno-krzemianowego przez perydotytowy płaszcz. Kumulaty piroksenitowe krystalizowały ze stopu w miejscach przepływu w formie kanałów. Lokalnie infiltracja stopu miała charakter przenikający, co prowadziło do „Fe-metasomatyizmu” perydotytów, obniżającego zawartość cząsteczki forsterytu w oliwinach. Metasomatyzm był „utajniony” i modyfikacji uległa jedynie zawartość pierwiastków śladowych w klinopiroksenie w perydotytach. Fragment płaszcza dotkniętego metasomatyzmem znajdował się na

głębokości około 35–50 km i pozostawał w warunkach równowagi termicznej (temperatury pomiędzy 1060 a 1120°C zapisane są zarówno w sekwencjach piroksenitowych, jak i perydotytowych). W trakcie erupcji nefelinitu niektóre perydotyty znajdowały się w warunkach ciśnień sprzyjających krystalizacji plagioklaz, podczas gdy inne wynoszone były w kierunku powierzchni bezpośrednio z głębokości facji perydotytu spinelowego. (KJS)

OMÓWIONE PUBLIKACJE

- BUDZYŃ B., HARLOV D.E., WILLIAMS M.L. & JERCINOVIC M.J. 2011 – Experimental determination of stability relations between monazite, fluoroapatite, allanite, and REE – epidote as a function of pressure, temperature and fluid composition. *American Mineralogist*, 96: 1547–1567.
- MAZZOLI S., SZANIAWSKI R., MITTIGA F., ASCIONE A. & CAPALBO A. 2012 – Tectonic evolution of Pliocene–Pleistocene wedge-top basins of the southern Apennines: new constraints from magnetic fabric analysis. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 49: 492–509.
- NOWAK I., ŻELAŻNIEWICZ A., DÖRR W., FRANKE W., LARIONOV A. N. 2011 – The Izera metabasites, West Sudetes, Poland: geologic and isotopic evidence of Devonian extension of Saxothuringian Terrane. *Lithos*, 126: 435–454.
- PIETRANIK A., STOREY C., DHUIME B., TYSZKAR., WHITEHOUSE M. 2011 – Decoding whole rock, plagioclase, zircon and apatite isotopic and geochemical signatures of variably contaminated dioritic magmas. *Lithos*, 127: 455–467.
- PUZIEWICZ J., KOEPKE J., GRÉGOIRE M., NTAFLS T. & MATUSIAK-MALEK M. 2011 – Lithospheric mantle modification during Cenozoic rifting in Central Europe: evidence from the Księginki nephelinite (SW Poland) xenolith suite. *Journal of Petrology*, 52 (11): 2107–2145.