

# Skąły subwulkaniczne Źeleźniaka w Górach Kaczawskich na tle granitu Karkonoszy

Katarzyna Machowiak\*, Wioletta Niemczyk\*\*



K. Machowiak W. Niemczyk

**Subvolcanic rocks of the Źeleźniak intrusion (Kaczawa Mountains) compared with the Karkonosze granite.** *Prz. Geol.*, 53: 51–55.

**Summary.** The Źeleźniak intrusion (Kaczawa Mts.) has been usually correlated with the Karkonosze pluton, and a common igneous source of these two bodies was suggested. This paper presents the results of geochemical investigation (main, trace and rare elements) for Źeleźniak igneous rocks and hypothetically related Karkonosze granite (from the Janowice Wielkie area). The preliminary data correlation shows that their co-magmatic origin is rather unlikely.

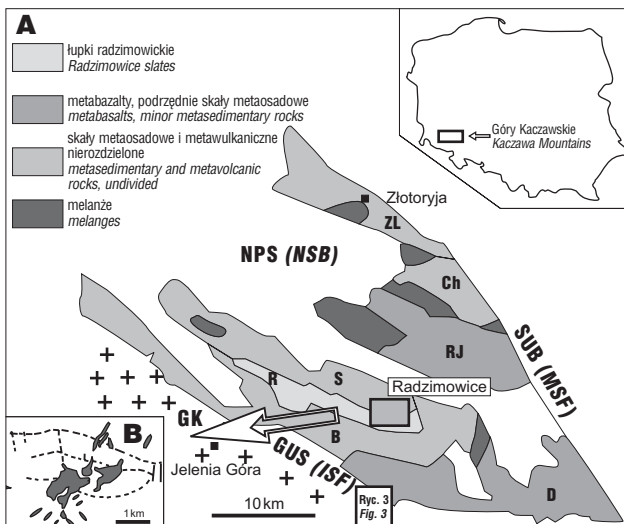
**Key words:** geochemical correlation, co-magmatic origin, Źeleźniak intrusion, Karkonosze granite, Sudetes

Hipotetyczne związki między skałami magmowymi z Źeleźniaka i granitem karkonoskim były wielokrotnie sygnalizowane w literaturze (Zimmermann, 1941; Maneccki, 1965; Paulo & Salamon, 1974; Skurzewski, 1984; Majerowicz & Skurzewski, 1987; Kozdrój, 1995). Celem badań auterek było przyjrzenie się relacjom geochemicznym obu ciał magmowych i zweryfikowanie poglądów na temat hipotezy istnienia wspólnego dla nich źródła mag-

mowego. Wyniki tych badań (dla granitu Karkonoszy — dopiero wstępne) przedstawiono poniżej.

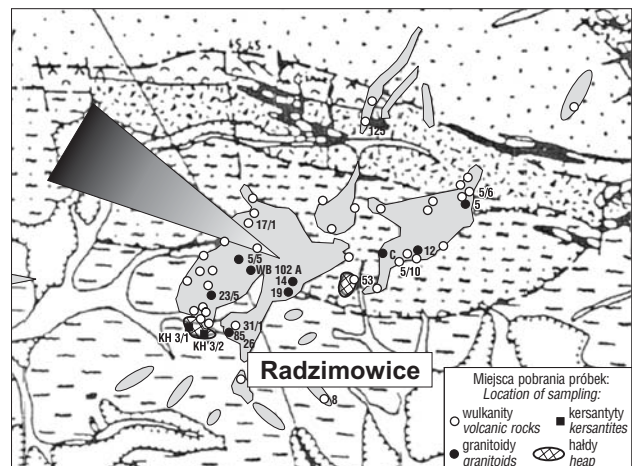
Późnokarbońskie, datowane na  $315 \pm 1,8$  i  $316,7 \pm 1,2$  mln lat (Machowiak, 2002; Muszyński i in., 2002) ciało magmowe z Źeleźniaka znajduje się w SE części Gór Kaczawskich (ryc. 1), na granicy tektonicznych jednostek Świerzawy i Radzimowic zbudowanych ze staropaleozoicznych skał metamorfiku kaczawskiego (Kryza & Muszyński, 1992). Trzon intruzji stanowi wzgórze Źeleźniak (666 m n. p. m.), w stropowej części zbudowane ze skał subwulkanicznych (ryolitów, ryodacytów, dacytów i trachyandezytów), a w swoich głębszych partiach z granitoidów (monzogranitów i granodiorytów). Wymienione skały magmowe są pocięte żyłami kersantytu. Związkiem z intruzją miała aktywność hydrotermalna, która doprowadziła do powstania złóż polimetalicznych nieczynnej kopalni Stara Góra (Maneccki, 1965; Zimnoch, 1965; Paulo & Salamon, 1974; Mikulski, 1999, 2000; Machowiak & Weber-Weller, 2003).

Obszar występowania skał magmowych na Źeleźniaku jest gęsto porośnięty lasem, a w całym terenie brak jest naturalnych odsłoneń (istnieje jedno niewielkie odsłonecie wulkanitów). Nie jest więc możliwe wyznaczenie granic i relacji pomiędzy poszczególnymi odmianami skał



**Ryc. 1.** Zarys geologii Gór Kaczawskich (w oparciu o mapę Baranowskiego i in., 1990, uproszczoną przez autorki). **A** — jednostki tektoniczne Gór Kaczawskich: B — Bolkowa, Ch — Chełmca, D — Dobromierz, R — Radzimowic, RJ — Rzeszówka-Jakuszowa, S — Świerzawy, ZL — Złotoryja-Luboradz; NPS — niecka północnosudecka, GUS — główny uskók sudecki, SUB — sudecki uskób brzeżny, GK — granity Karkonoszy; **B** — zarys intruzji Źeleźniaka

**Fig. 1.** Geological sketch map of the Kaczawa Mts. (based on Baranowski et al., 1990; simplified by the authors). **A** — tectonic units: B — Bolkowa, Ch — Chełmiec, D — Dobromierz, R — Radzimowice, RJ — Rzeszówec-Jakuszowa, S — Świerzawa, ZL — Złotoryja-Luboradz, NSB — North-Sudetic Basin, ISF — Intra-Sudetic Fault, MSF — Marginal Sudetic Fault, GK — Karkonosze granites. **B** — sketch map of the Źeleźniak intrusion



**Ryc. 2.** Fragment mapy geologicznej, przedstawiający intruzję Źeleźniaka (w oparciu o mapę Kryza i Muszyńskiego, 1992, zmienioną przez autorki) z zaznaczonymi miejscami pobrania wybranych próbek

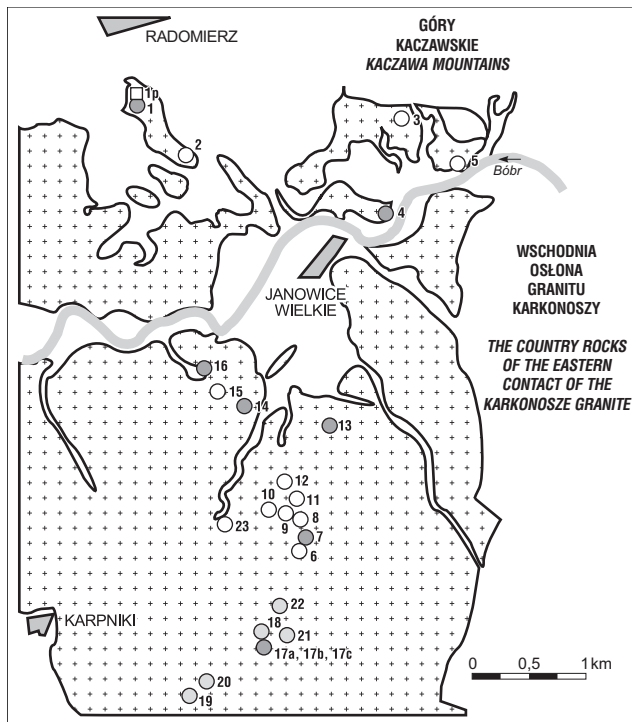
**Fig. 2.** The part of geological map showing the Źeleźniak intrusion (based on Kryza & Muszyński 1992 geological map; changed by the authors). Location of sampling

\*Instytut Geografii, Akademia Bydgoska, ul. Mińska 15, 85-428 Bydgoszcz; kamachow@amu.edu.pl

\*\*Park Narodowy Gór Stołowych, ul. Słoneczna 31, 57-350 Kudowa Zdrój; martanie@interia.pl

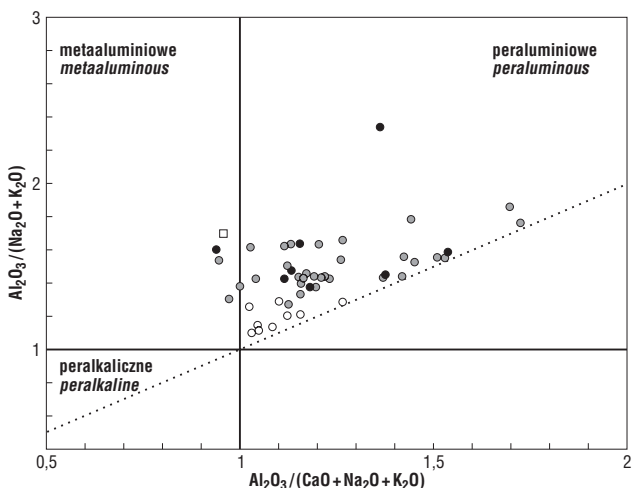
wulkanicznych i granitoidów. Wszystkie próbki do badań zostały pobrane ze zwierzeliny (ryc. 2).

Teren występowania granitu karkonoskiego, wyznaczony do badań porównawczych, ograniczono (ze względu na skromne środki finansowe) do znajdującej się geograficznie najbliżej Żeleźniaka, północno-wschodniej części plutonu — położonej w okolicach Janowic Wielkich (ryc. 3). Na obszarze tym występują bowiem wszystkie, wydzielone przez Borkowską (1966), petrograficzne odmiany granitu.



**Ryc. 3.** Schematyczna mapa NE części plutonu karkonoskiego z zaznaczonymi miejscami pobrania próbek (kolorem czarnym zaznaczono próbki, z których wykonano pełne analizy chemiczne)

**Fig. 3.** Sketch map of the NE part of the Karkonosze pluton. Location of sampling (black colour — chemically analyzed samples, tab. 2)



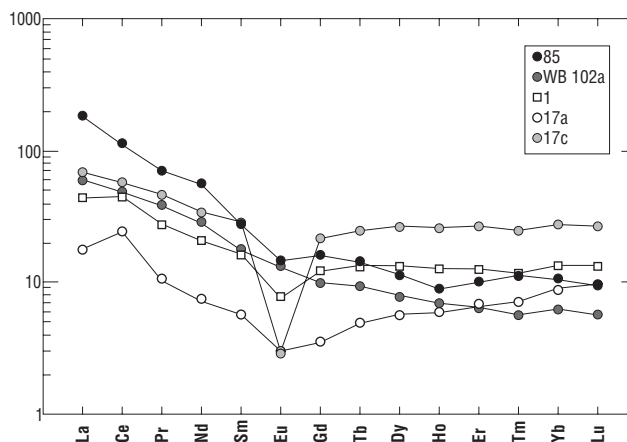
**Ryc. 4.** Skály subwulkaniczne (kolor szary) i granitoidy (kolor czarny) intruzji Żeleźniaka oraz granity karkonoskie (kolor biały, kwadrat — enklawa) przedstawione na diagramie klasyfikacyjnym Maniara i Picoli, 1989 (Shand's Indeks)

**Fig. 4.** The subvolcanic (gray) and granitoidic rocks (black) of the Żeleźniak intrusion and Karkonosze granites (white square — enclave) on the classification diagram of Maniara & Piccoli, 1989 (Shand's Index)

### Charakterystyka geochemiczna badanych skał

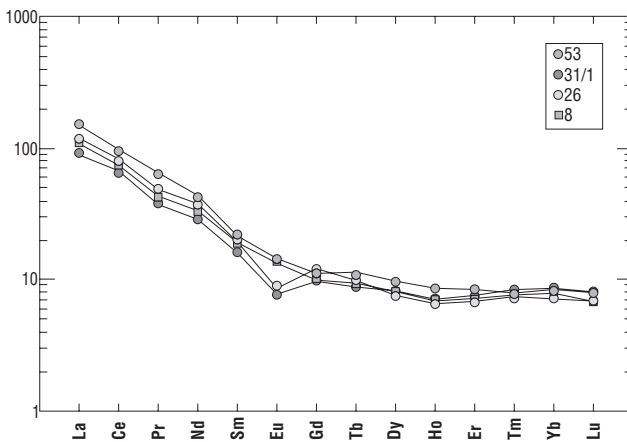
**Metody badań.** Wszystkie oznaczenia składu chemicznego skał wykonało laboratorium Activation Laboratories Ltd. w Ontario. Zastosowano metody: rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej (XRF), aktywacji neutronowej (INAA), atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP). Wszystkie analizy zostały wykonane według przyjętych standardów międzynarodowych. Procedury badawcze oraz informacje o zastosowanych wzorcach w pakiecie 4-LITHORES dostępne są na stronach internetowych ACTLABS ([http://www.infomine.com/index/suppliers/activation\\_laboratories\\_ltd.html](http://www.infomine.com/index/suppliers/activation_laboratories_ltd.html)).

Ze skał magmowych Żeleźniaka wykonano ponad 40 pełnych analiz chemicznych. Około 1/3 z nich reprezentują skały wulkaniczne, które (w obecnym rozcięciu morfologicznym) występują najliczniej na powierzchni badanego obszaru. Wykonano także 9 analiz granitoidów (8 próbek z



**Ryc. 5.** Pierwiastki ziem rzadkich (granitoidy z Żeleźniaka), próbki: 85 — monzogranit, WB 102a — granodioryt; granity karkonoskie, próbki: 1 — monzogranit, 17a — syenogranit, 17c — monzogranit), znormalizowane względem chondrytów (Nakamura, 1974)

**Fig. 5.** Chondrite-normalized REE diagrams (Żeleźniak granitoids), samples: 85 — monzogranite, WB 102a — granodiorite; Karkonosze granites, samples: 1 — monzogranite, 17a — syenogranite, 17c — monzogranite), normalized to values given in Nakamura, 1974)



**Ryc. 6.** Pierwiastki ziem rzadkich (skały subwulkaniczne z Żeleźniaka), próbki: 53 i 8 — trachyandezyty, 31/1 — ryolit, 26 — ryodacyt), znormalizowane względem chondrytów (Nakamura, 1974)

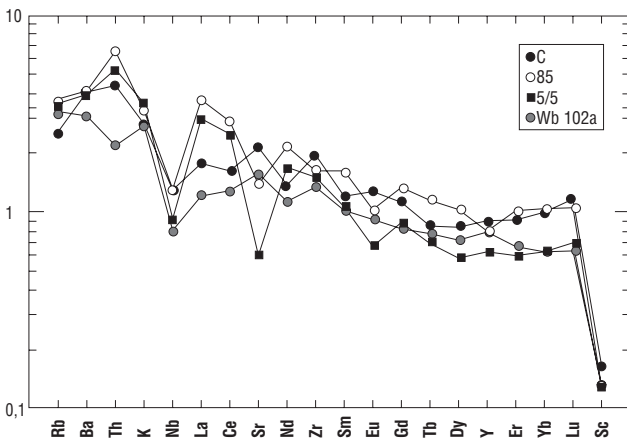
**Fig. 6.** Chondrite-normalized REE diagrams (Żeleźniak subvolcanic rocks), samples: 53 and 8 — trachyandesites, 31/1 — rhyolite, 26 — rhyodacite), normalized to values given in Nakamura, 1974)

powierzchni terenu oraz jedna próbka granodiorytu (WB 102a) z rdzenia wiertniczego) i dwie analizy kersantytów.

Pełne analizy chemiczne skał granitu karkonoskiego (9 próbek granitu i 1 enklawy diorytyowej) wykonano w tym samym laboratorium badawczym, według takich samych procedur, jak dla skał z Żeleźniaka.

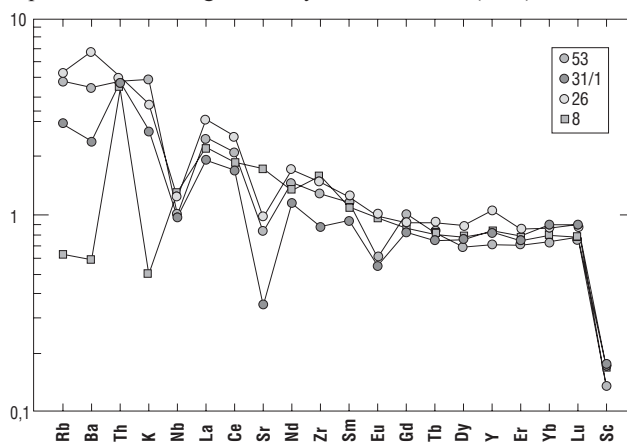
Dysproporcje w ilości analizowanych próbek (~40 pełnych analiz) z niewielkiego ciała na Żeleźniaku i plutonu karkonoskiego (jedynie 10 analiz) wynikają z faktu, iż skały magmowe Żeleźniaka były przedmiotem szerszych badań związanych z rozprawą doktorską jednej z autorek (Machowiak, 2002).

**Cechy geochemiczne skał magmowych z rejonu Żeleźniaka.** Skały z Żeleźniaka stanowią peraluminowe (sensu Chappell & White, 1974) wulkanity i granitoidy typu



**Ryc. 7.** Diagramy pajęczki przedstawiające wybrane pierwiastki śladowe i pierwiastki ziem rzadkich z granitoidów Żeleźniaka (C — granodioryt, 85 — monzogranit, 5/5 — monzogranit, WB 102 a — granodioryt), znormalizowane względem postarchaiczej skorupy (Taylor & McLennan, 1985)

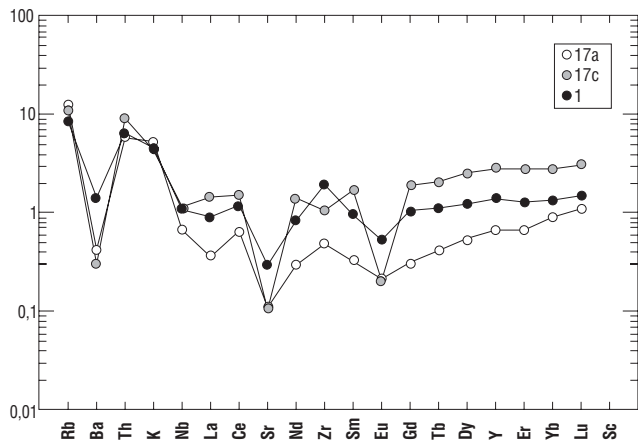
**Fig. 7.** Multi-element diagrams showing selected trace and rare elements from the Żeleźniak granitoids (C — granodiorite, 85 — monzogranite, 5/5 — monzogranite, WB 102 a — granodiorite), normalized to post-Archaic crust, given in Taylor & McLennan (1985)



**Ryc. 8.** Diagramy pajęczki przedstawiające wybrane pierwiastki śladowe i pierwiastki ziem rzadkich ze skał subwulkanicznych Żeleźniaka (53 i 8 — trachyandezyty, 31/1 — ryolit, 26 — ryodacyt), znormalizowane względem postarchaiczej skorupy (Taylor & McLennan, 1985)

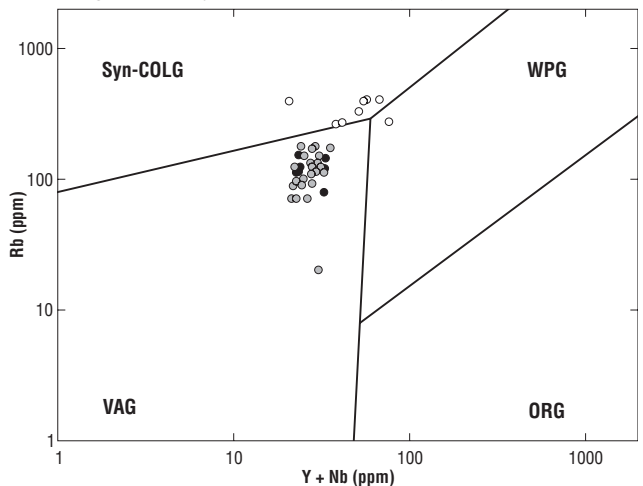
**Fig. 8.** Multi-element diagrams showing selected trace and rare elements from the Żeleźniak subvolcanic rocks (53 and 8 — trachyandesites, 31/1 — rhyolite, 26 — rhyodacite), normalized to post-Archaic crust (Taylor & McLennan, 1985)

„S” (ponad 90% analizowanych próbek) i nieliczne metaluminowe typu „I” (ryc. 4). Stosunek molowy  $Al_2O_3/(Na_2O + K_2O + CaO)$ , (A/CNK), wynosi w nich zwykle  $>1,1$  lub  $\sim 1,1$ . Kilka próbek ma tę wartość w przedziale 1,0–1,1. Zawartość normatywnego korundu dla większości analizowanych próbek wynosi  $>1\%$ , szczególnie wysokie zawartości normatywnego korundu — w ilości  $>4\%$  zawierają próbki z dużą ilością wtórnego muskowitu, który zastępuje tu pobiotytowy chloryt. W żadnej próbce natomiast nie zaobserwowano obecności kordierytu. W dwóch odmianach skalnych miejsce normatywnego korundu zajął normatywny diopsyd (próbki: WB102a i 53). W skałach, w których zaznacza się jego obecność spotykane są dość liczne amfibole i tytanit. W oparciu o obserwacje mikroskopowe (pomiaru mikrometryczne) granitoidy zaliczono do monzo-



**Ryc. 9.** Diagramy pajęczki przedstawiające wybrane pierwiastki śladowe i pierwiastki ziem rzadkich z granitów Karkonoskich (17a — syenogranit, 17c — monzogranit, 1 — monzogranit), znormalizowane względem postarchaiczej skorupy (Taylor & McLennan, 1985)

**Fig. 9.** Multi-element diagrams showing selected trace and rare elements from the Karkonosze granites (17a — syenogranite, 17c — monzogranite, 1 — monzogranite), normalized to post-Archaic crust, given in Taylor & McLennan (1985)



**Ryc. 10.** Diagram dyskryminacyjny Y + Nb vs Rb (Pearce et al., 1984). Oznaczenia kolorów jak na ryc. 4. WPG — granity wewnątrzpłytkowe, VAG — granity łuków wulkanicznych, Syn-COLG — granity synkolizyjne, ORG — granity grzbietów oceanicznych

**Fig. 10.** Y + Nb vs Rb discrimination diagram (Pearce et al., 1984). Colors same as in fig. 4. WPG — within-plate granites, VAG — island arc granites, Syn-COLG — syn-collisional granites, ORG — ocean ridge granites



granitów i granodiorytów, a wulkanity — na podstawie analiz chemicznych (Le Maitre i in., 1989; Winchester & Floyd, 1977) do: ryolitów, ryodacytów, dacytów i trachyandezytów.

Skład chemiczny analizowanych skał jest zróżnicowany. Zawartość  $\text{SiO}_2$  w granitoidach i wulkanitach wynosi od 66,18% do 76,61%. Wśród skał istnieje bardzo duże zróżnicowanie zawartości:  $\text{K}_2\text{O}$  (0,55–8,95%),  $\text{Na}_2\text{O}$  (0,18–5,33%),  $\text{CaO}$  (0,03–3,52%) i  $\text{MgO}$  (0,16–3,07%). W kilku przypadkach stosunek  $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} > 2$ , co wskazuje na ultrapotasowy charakter niektórych skał (Foley i in., 1987, Gerdes i in., 2000). Skrajnie wysoka zawartość (maks. do 8,95)  $\text{K}_2\text{O}$  może mieć jednak związek z późniejszą metasomatozą potasową kilku odmian skalnych i nie musi być ich pierwotną cechą. Wskaźnik magnezowości  $\text{Mg\#}$  ( $\text{Mg\#} = 100 \times \text{mol. MgO}/(\text{MgO} + 0,9\text{FeO}_{\text{tot}})$ ) w analizowanych skałach wynosi od 18 do 66, a stosunki Th/U (2,8–8,45), Rb/Sr (0,04–1,9), Ce/Pb (0,97–12), Rb/Cs (19–81,2) wskazują na dużą różnorodność geochemiczną materiału. Względnie niskie ilości Rb (20–182 ppm) i bardzo wysokie Sr (92–555 ppm), nieduża zawartość Cs (1,5–6,7 ppm) oraz Nb (8,9–14,9 ppm), mogą świadczyć o generowaniu magmy w dolnych partiach skorupy kontynentalnej (Altherr i in., 1999). Zawartość pierwiastków ziem rzadkich, znormalizowana względem chondrytów (ryc. 5, 6) oraz postarchaicznej skorupy kontynentalnej (ryc. 7, 8) wskazuje na wzbogacenie skał z Żeleźniaka w LREE (pierwiastki grupy cerowej) i zubożenie w HREE (pierwiastki grupy itrowej). W większości analizowanych próbek brak jest jednak wyraźnie zaznaczonej ujemnej anomalii europowej, a w kilku przypadkach obserwuje się nawet słabą anomalię pozytywną. Analiza diagramów pajęczych pozwala zauważyć we wszystkich próbkach ujemne anomalie Nb, a w niektórych także Ba, Sr i Zr; ponadto stront wykazuje na diagramach bardzo zmienne trendy (ryc. 7, 8).

**Cechy geochemiczne granitów karkonoskich z rejonu Janowic Wielkich.** Granity karkonoskie z okolic Janowic Wielkich stanowią słaboperaluminowe granity typu „S” (*sensu* Chappell & White, 1974). Stosunek  $\text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO})$  w analizowanych próbach wynosi od 1,1 do 1,2, a zawartość normatywnego korundu od 0,40 do 2,45%. Diorytowa próbka z enklawy (1p, ryc. 3) zawiera norma-

tywny diopsyd w ilości 0,37%. W oparciu o obserwacje mikroskopowe (pomiaru mikrometryczne) granitoidy te zaliczono do syeno- i monzogranitów.

Zawartość  $\text{SiO}_2$  waha się pomiędzy 73,55% i 78,58%, a w enklawie wynosi 56,33%. Istnieje także pewne zróżnicowanie w zawartości  $\text{K}_2\text{O}$  (4,17–5,18%),  $\text{CaO}$  (0,08–1,28%),  $\text{MgO}$  (0,05–0,2%) i  $\text{Na}_2\text{O}$  (1,96–3,86%), choć nie jest aż tak duże, jak w przypadku skał magmowych z Żeleźniaka. Wskaźnik  $\text{Mg\#}$  w analizowanych skałach wynosi od 10 do 34. Stosunki Th/U (2,43–8,36 ppm, enklawa 2,43 ppm), Rb/Sr (3,4–51 ppm, enklawa 5,0 ppm), Ce/Pb (0,44–4,37 ppm, enklawa 1,3 ppm), Rb/Cs (28,7–53 ppm, enklawa 11 ppm) pokazują mniejszą różnorodność geochemiczną materiału niż wśród skał z Żeleźniaka. Wysokie zawartości Rb (266–422 ppm, enklawa 518 ppm) niskie Sr (8–80 ppm, enklawa 103 ppm) i podwyższona ilość Cs (5,2–10,5 ppm, enklawa 47,2 ppm) mogą świadczyć o generowaniu magmy w górnych partiach skorupy kontynentalnej (Altherr i in., 1999). Wzbogacenie w „pierwiastki płaszczowe” jest obserwowane na niewielką skalę w przypadku trzech próbek granitu (odmiany granitu zawierające enklawy — próbki: 1, 14, 16) oraz jednej próbki enklawy diorytowej. Zawartość pierwiastków ziem rzadkich, znormalizowana względem chondrytów (ryc. 5) oraz postarchaicznej skorupy kontynentalnej (ryc. 9), wskazuje na wzbogacenie granitów karkonoskich w HREE (pierwiastki grupy itrowej). We wszystkich próbkach występuje też wyraźna, ujemna anomalia europowa. Diagramy pajęcze pozwalają natomiast zauważyć we wszystkich analizach — ujemne anomalie Ba i Sr (ryc. 9).

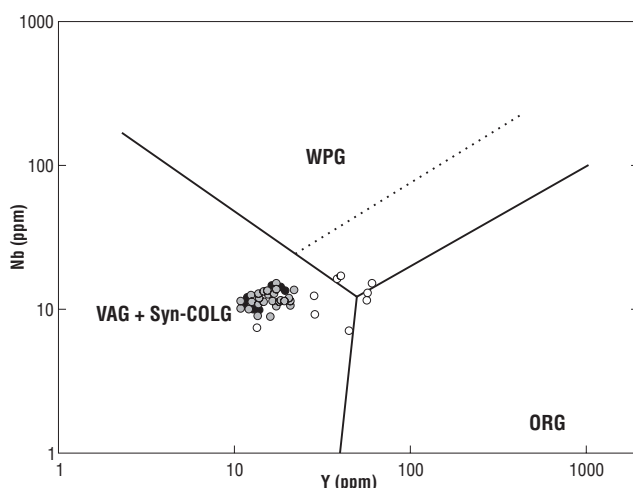
### Środowiska geotektoniczne

Środowiska geotektoniczne generujące magmy dla skał z Żeleźniaka i granitów karkonoskich spróbowano odtworzyć w oparciu o diagramy dyskryminacyjne Pearce'a (Pearce i in., 1984). Pozycja skał, z obu obszarów na diagramach, wskazuje na ich różne źródła, co potwierdza wcześniejsze obserwacje geochemiczne.

Skały z Żeleźniaka na obu diagramach (ryc. 10, 11) mieszczą się w polu granitów łuków wulkanicznych, natomiast granity karkonoskie cechuje duży rozrzut punktów projekcyjnych. Geneza ich mogłaby potencjalnie wiązać się z każdym z reżimów tektonicznych. Należy jednakże zwrócić uwagę, iż w przypadku starych kompleksów granitoidowych, pierwiastki, na których są oparte diagramy dyskryminacyjne są związane przede wszystkim z reżimem tektonicznym ich protolitów (Roberts & Clemens, 1993; Oberc-Dziedzic i in., 1999; Schaltegger, 2000). Środowiska geotektoniczne odzwierciedlać mogą istnienie różnych protolitów, powstałych zarówno w środowiskach subdukcyjnych, jak i łuków wulkanicznych. W badaniach wielu naukowców nad skałami kompleksów warwencyjskich pojawia się hipoteza istnienia w okresie późnodewońskim i wczesnkarbońskim stref subdukcji pomiędzy Saksoturyngią i Masywem Czeskim (Matte, 1998; Altherr i in., 1999; Schaltegger, 2000). Hipoteza ta znajduje swe potwierdzenie także w Sudetach Zachodnich, gdzie istnieje wiele dowodów na obecność reżimu subdukcyjno-akrecyjnego właśnie w tym okresie (Collins i in., 2000).

### Podsumowanie i wnioski

Granity karkonoskie (z rejonu Janowic Wielkich), w relacji ze skałami Żeleźniaka, zawierają zdecydowanie wię-



**Ryc. 11.** Diagram dyskryminacyjny Y vs Nb (Pearce i in., 1984). Oznaczenia kolorów jak na ryc. 4. WPG — granity wewnątrzpłytkowe, VAG + Syn-COLG — granity łuków wulkanicznych i synkolizyjne, ORG — granity grzbietów oceanicznych

**Fig. 11.** Y vs Nb discrimination diagram (Pearce et al., 1984). Colors same as in fig. 4. WPG — within-plate granites, VAG + Syn-COLG — island arc and syn-collisional granites, ORG — ocean ridge granites

cej Rb i Y oraz nieco więcej  $K_2O$  (poza tymi próbkami z Żeleźniaka, które przypuszczalnie uległy późniejszej metamatozji potasowej, i w których zawartość  $K_2O$  jest anomalnie wysoka), co jest uwarunkowane obfitością K — skalenia i miejscami także dość znaczną ilością biotytu. Od skał z Żeleźniaka są natomiast uboższe w:  $Al_2O_3$ ,  $P_2O_5$ , CaO,  $Fe_2O_3$ ,  $TiO_2$ , Zr, Sr i Ba. Niewątpliwie mają bardzo dużo cech magm skorupowych — są wyraźnie wzbogacone w pierwiastki litofilne. Granity karkonoskie cechuje także pewne wewnętrzne zróżnicowanie. Większość skał powstawała przypuszczalnie w górnych partiach skorupy kontynentalnej, przy wyraźnym zaangażowaniu frakcjonalnej krystalizacji (wyraźna anomalia Eu). Spośród 10 analizowanych próbek — trzy (próbki: 1, 14, 16) oraz enklawa diorytowa (wyseparowana z próbki 1) mogły tworzyć się z magm generowanych w niższych partiach skorupy, które oprócz materiału skorupowego inkorporowały materiał hybrydalny. W tychże odmianach (w relacji z pozostałymi próbkami granitu karkonoskiego) zauważa się nieco wyższe zawartości  $Fe_2O_3$ , MgO,  $TiO_2$  oraz obecność śladowych ilości V i Cu.

Zróżnicowanie geochemiczne skał z Żeleźniaka jest znacznie większe. Obok skał o wyraźnym skorupowym charakterze, daje się zauważyć wiele odmian mających cechy hybrydalne (wzbogacenie w: Cr, Cu, Ni, V, obecność w składzie mineralnym plagioklazów o inwersyjnej budowie — z zonami andezynu, a marginalnie nawet labradoru, wystąpienia (?popiroksenowej) hornblendy aktyolitowej etc.). Do próbek o wyraźnym wzbogaceniu w pierwiastki płaszczowe należą: WB 102a (granodioryt) i 53 (trachyandezyt) oraz kilka innych, o składzie granodiorytów i trachyandezytów (m.in.: C, 8, 5/6, 5/10). W procesie powstawania skał z Żeleźniaka dostrzega się nakładanie procesów parcjonalnego topienia (brak anomalii europejskiej oraz trendy sugerujące parcjonalne topienie na — nie prezentowanych tutaj, diagramach Harkera) przy zdecydowanie mniejszym udziale frakcjonalnej krystalizacji. Powstania takiego zróżnicowania można dopatrywać się w wytapieniu (recyklingu), zachodzącym w dolnych partiach skorupy, starego — tonalitywo-trondhjemitowego protolitu (datowane metodą SHRIMP jądra niektórych cyrkonów wyseparowanych z monzogranitu i ryodacytu są wieku archaicznego; Machowiak i in., 2004), który wraz z materiałem skorupowym stał się źródłem dla powstania skał hybrydalnych. Odmiany skalne wyraźnie wzbogacone w pierwiastki litofilne, mogły natomiast powstać w wyższych partiach skorupy, z nadtapiania przez wznoszącą się magmę i frakcjonowania protolitu metaosadowego.

Pomiędzy skałami magmowymi z Żeleźniaka i granitem karkonoskim z obszaru Rudaw Janowickich nie zauważono powinowactwa genetycznego. Na tym etapie badań nie potwierdziły się dotychczasowe hipotezy łączące genezę obu ciał. Granity karkonoskie, w swojej dużej masie są jednak z pewnością bardziej zróżnicowane niż to wynika z obecnego stanu wiedzy. Znikoma ilość danych geochemicznych utrudnia jednak ich korelację z mniejszymi ciałami magmowymi w Sudetach.

Badania zostały sfinansowane z grantów Komitetu Badań Naukowych (6PO4D 034 14 i 6PO4D 046 18)

## Literatura

ALTHER R., HENES-KLAIBER U., HEGNER E., SATIR M. & LANGER C. 1999 — Plutonism in the Variscan Odenwald (Germany): from subduction to collision. *International Jour. Earth Sc.*, 88: 422–443.  
 BARANOWSKI Z., HAYDUKIEWICZ A., KRYZA R., LORENC S., MUSZYŃSKI A. & URBANEK Z. 1990 — Outline of the geology

of the Góry Kaczawskie (Sudetes, Poland). *N. Jb. Geol. Palaont. Abh.*, 179: 223–257.  
 BORKOWSKA M. 1966 — Petrografia granitu Karkonoszy. *Geol. Sud.*, 2: 1–119.  
 CHAPPELL B.W. & WHITE A.J.R. 1974 — Two contrasting granite types. *Pacific Geology*, 8: 173–174.  
 COLLINS A., KRYZA R. & ZALASIEWICZ J.A. 2000 — Macrofabric fingerprints of Late Devonian–Early Carboniferous subduction in the Polish Variscides, the Kaczawa complex, Sudetes. *Jour. Geol. Soc., London*, 157: 283–288.  
 FOLEY S.F., VENTURELLI D.H., GREEN D.H. & TOSCANI L. 1987 — The ultrapotassic rocks characteristics, classification, and constraints for petrogenetic models. *Earth Sc. Rev.*, 24: 81–134.  
 GERDES A., WÖRNER G. & FINGER F. 2000 — Hybrids, magma mixing and enriched mantle melts in post-collisional Variscan granitoids: the Rastenberg Pluton, Austria. *Geol. Soc., London, Spec. Publ.*, 179: 415–431.  
 KOZDRÓJ W. 1995 — Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Sudetów, 1 : 25 000, ark. Wojcieszów. Państw. Inst. Geol.  
 KRYZA R. & MUSZYŃSKI A. 1992 — Pre-Variscan volcanic-sedimentary succession of the central southern Góry Kaczawskie, SW Poland: Outline geology. *Ann. Soc. Geol. Pol.*, 62: 117–140.  
 LEMAITRE R.W. 1989 — A classification of igneous rocks and glossary of terms. Blackwell. Oxford.  
 MACHOWIAK K. 2002 — Petrologia i wiek skał magmowych rejonu Żeleźniaka w Górach Kaczawskich. *Arch. Inst. Geol. UAM w Poznaniu*.  
 MACHOWIAK K. & WEBER-WELLER A. 2003 — Temperatures of hydrothermal alterations of rocks in the Żeleźniak Hill intrusion (the Kaczawa Mts., Sudetes, SW Poland) — stable isotope analysis and mineral chemistry. *Mineral. Pol.*, 34: 15–30.  
 MACHOWIAK K., MUSZYŃSKI A. & ARMSTRONG R. 2004 — High-level volcanic-granodioritic intrusions from Żeleźniak Hill (Kaczawa Mountains, Sudetes, SW Poland). *Geol. Soc. London, Spec. Publ.*, 234: 67–74.  
 MAJEROWICZ A. & SKURZEWSKI A. 1987 — Granity z okolic Wojcieszowa w Górach Kaczawskich. *Acta Univ. Wratisl. Pr. Geol.-Miner.*, 10: 265–274.  
 MANECKI A. 1965 — Studium mineralogiczno-petrograficzne polimetalicznych żył okolic Wojcieszowa (Dolny Śląsk). *Pr. Miner. Kom. Nauk Miner. PAN, Oddz. w Krakowie*, 2: 7–65.  
 MANIAR P.D. & PICCOLI P.M. 1989 — Tectonic discrimination of granitoids. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 101: 635–643.  
 MIKULSKI S.Z. 1999 — Złoto z Radzimowic w Górach Kaczawskich (Sudety) — nowe dane geochemiczne i mineralogiczne. *Prz. Geol.*, 47: 999–1005.  
 MIKULSKI S.Z. 2000 — Złoto w polimetalicznych rudach na Dolnym Śląsku — próba klasyfikacji. *Prz. Geol.*, 48: 911–917.  
 MATTE P. 1998 — Continental subduction and exhumation of HP rocks in Paleozoic orogenic belts: Uralides and Variscides. *GFF*, 120: 109–222.  
 MUSZYŃSKI A., MACHOWIAK K., KRYZA R. & ARMSTRONG R. 2002 — SHRIMP U–Pb zircon geochronology of the late-Variscan Żeleźniak rhyolite intrusion, Polish Sudetes — preliminary results. *Pol. Tow. Min. Pr. Spec.*, 20: 156–158.  
 NAKAMURA N. 1974 — Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na, and K in carbonaceous and ordinary chondrites. *Geochimica and Cosmochimica Acta*, 38: 757–773.  
 OBERC-DZIEDZIC T., ŻELAŻNIEWICZ A. & CWOJDZIŃSKI S. 1999 — Granitoids of the Odra Fault Zone: late- to post-orogenic Variscan intrusions in the Saxothuringian Zone, SW Poland. *Geol. Sud.*, 32: 55–71.  
 PAULO A. & SALAMON W. 1974 — Przyczynek do znajomości złożeń polimetalicznych w Starej Górze. *Kwart. Geol.*, 18: 266–276.  
 PEARCE J.A., HARRIS N.B.W. & TINDLE A.G. 1984 — Trace element discrimination for tectonic interpretation of granitic rocks. *Jour. Petrol.*, 25: 956–983.  
 ROBERTS M.P. & CLEMENS D.J. 1993 — Origin of high-potassium, calc-alkaline, I — type granitoids. *Geology*, 21: 825–828.  
 SCHALTEGGER U., FANNING C.M., GÜNTHER D., MAURIN J.C., SCHULMANN K. & GEBAUER D. 1999 — Growth, annealing and recrystallization of zircon and preservation of monazite in high-grade metamorphism: conventional and in-situ U–Pb isotope, cathodoluminescence and microchemical evidence. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 134: 186–201.  
 SKURZEWSKI A. 1984 — Wulkanicyzma hercyńska w rejonie Wojcieszowa. *Kwart. Geol.*, 28: 39–57.  
 TAYLOR S.R. & MCLENNAN S.M. 1985 — The continental crust: its composition and evolution. Blackwell. Oxford.  
 WINCHESTER J.A. & FLOYD P.A. 1977 — Geochemical discrimination of different magmas series and their differentiation products using immobile elements. *Chem. Geol.*, 20: 325–343.  
 ZIMMERMANN E. 1941 — Geologische Karte des Deutschen Reiches, Erläuterungen zu Blatt Kauffung, Lief. 276. Preuss. Geol. Landesanst. Berlin.  
 ZIMNOCH E. 1965 — Okruszczenie złożeń Stara Góra w świetle nowych danych. *Biul. UW*, 5: 3–38.