

Charakterystyka wystąpienia oligoceńskiego bazaltoidu w Małym Kotle Śnieżnym (Karkonosze)

Paweł P. Zagożdżon*, Katarzyna Zagożdżon**



P. Zagożdżon

K. Zagożdżon

Characteristics of the oligocene basaltoid in the Mały Kocioł Śnieżny (Karkonosze Mountains). Prz. Geol., 54: 496–500.

Summary. An Oligocene basaltoid (basanite), unique in terms of its morphology, geology and biology, located in Mały Kocioł Śnieżny in the west part of Polish Karkonosze Mountains has been characterized. A history of research, as well as the results of authors' own examination, consisting mainly of the morphology analysis of the basaltic body and structural analysis results, have been presented. Having thoroughly characterized the complex structure of this sub-volcanic intrusion, the authors rejected the opinion persisting in literature, that two thin veins exist there.

Key words: oligocene basalt, Karkonosze mountains, Mały Kocioł Śnieżny, Żleb Bazaltowy, geological mapping

W artykule przedstawiono wyniki strukturalnej analizy formy i wewnętrznej budowy niewielkiego ciała bazaltoidowego znajdującego się w Małym Kotle Śnieżnym, na terenie Karkonoszy. Materiał dokumentacyjny został zebrany podczas trzech krótkich sesji badawczych we wrześniu 2003, 2004 i 2005 r. Ograniczenie czasu prac terenowych wynikało z konieczności podporządkowania się wymogom ochrony przyrody. Wyniki badań przedstawiono w referacie wygłoszonym przez autorów na posiedzeniu Wrocławskiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Geologicznego w styczniu 2005 r.

Powodem podjęcia wspomnianych badań była zaskakująca niezgodność, dominujących w literaturze poglądów, co do formy ciała bazaltoidowego z łatwą do stwierdzenia w terenie sytuacją faktyczną. Zarówno w literaturze geologicznej jak geomorfologicznej i botanicznej oraz w opracowaniach popularnych stanowisko to jest powszechnie uważane za cienką żyłę lub dwie żyły bazaltowe. Opinia taka w sposób rażący nie przystaje do rzeczywistości — nawet ze znacznej odległości można bowiem łatwo stwierdzić iż mamy tu do czynienia z rozległą strukturą, której rozmiary są o 1–2 rzędy wielkości większe.

O ile możliwe okazało się określenie genezy tej fałszywej opinii, to trudno znaleźć uzasadnienie dla bezkrytycznego jej powielania w późniejszej (również współczesnej) literaturze. Zaistniała sytuacja wskazuje — wbrew pojawiającym się niekiedy opiniom — na konieczność ciągłego prowadzenia podstawowych prac kartograficznych na terenie Sudetów, również w przypadku obiektów uchodzących za dobrze rozpoznane. Problem ten jest wyjątkowo istotny w przypadku wulkanitów kenozoicznych, dla których szczegółowe rozpoznanie formy wystąpień zostało dotychczas zrealizowane jedynie dla bardzo nielicznych stanowisk (np. Śliwa, 1971; Awdankiewicz, 2005).

Ogólna charakterystyka stanowiska badawczego

Omawiane stanowisko badawcze jest zlokalizowane w Małym Kotle Śnieżnym — jednej z 6 tego typu form morfologicznych znajdujących się na północnych stokach Karkonoszy. Śnieżne Kotły, stanowiące jedyne w Karkonoszach rejon o typowo wysokogórskim charakterze, są usytu-

owane w zachodniej części pasma górskiego, pomiędzy Wielkim Szyszakiem a Łabskim Szczytem.

Mały Kocioł Śnieżny ma szerokość ok. 400 m (ENE–WSW), na kierunku zaś południkowym zaznacza się w morfologii na długości sięgającej 700 m (ryc. 1). Jego dno jest położone na wysokości ok. 1200 m n.p.m. i jest w przeważającej części pokryte rozległymi stożkami piargowymi. Rzędna krawędzi osiąga wartość ok. 1480 m n.p.m., a wysokość ścian skalnych dochodzi do 100 m. Mały Kocioł Śnieżny jest efektem działalności lodowca stokowo-karowego, którego jęzor w fazie maksymalnego zlodowacenia mógł osiągać długość 2 km (Czerwiński, 1985). W obrębie i poniżej kotła zaznacza się kilka pasów moren czołowych (Mierzejewski i in., 1983). Wiek zlodowaceń, w czasie których powstały kotły Karkonoszy jest nadal kwestią otwartą. Przypuszcza się, że mogło to nastąpić w dwóch fazach w obrębie górnego północnopolskiego lub też w dwóch odrębnych górnopółnocnopolskim (z maksimum zlodowacenia górskiego) i północnopolskim (o znacznie mniejszym nasileniu) (Czerwiński, 1985; Mierzejewski i in., 1983). Morfologia ścian karkonoskich kotłów urozmaicona jest licznymi żlebami o założeniach głównie tektonicznych. Omawiane w artykule prace prowadzone były w obrębie i w bezpośrednim otoczeniu tzw. Żlebu Bazaltowego (ryc. 2).

Pod względem geologicznym charakteryzowany obszar jest położony w obrębie granitoidowego masywu Karkonoszy. W rejonie Śnieżnych Kotłów dominuje granit określany jako odmiana grzbietowa (Borkowska, 1966) lub granit średnioziarnisty-równozziarnisty (Mierzejewski i in., 1980). Jest to jasnoróżowa skała o stałych rozmiarach wszystkich minerałów skałotwórczych w granicach 1–4 mm, ze sporadycznie występującymi porfirokryształami skalenia sięgającymi 25 mm. W zachodniej ścianie Małego Kotła Śnieżnego jest zlokalizowane wystąpienie bazaltoidu, uważane za jeden z najwyższych położonych elementów kenozoicznej środkowoeuropejskiej prowincji wulkanicznej. Pokrywa osadowa ma postać moren, gwałowisk i glin lodowcowych, stożków piargowych oraz gołoborzy datowanych na plejstocen, a także wypełnień lokalnych obniżień wykształconych jako holocenijskie namuły organiczne (Mierzejewski, 1980; Mierzejewski i in., 1983; Chmal & Traczyk, 1997) (ryc. 1).

Godne przybliżenia jest biologiczne (zwłaszcza botaniczne) znaczenie wystąpienia bazaltoidu w Małym Kotle Śnieżnym. O powstaniu w tym miejscu niezwykle urozmaiconej pod względem gatunkowym biocenozy zadecy-

*Instytut Górnictwa, Politechnika Wroclawska, Wybrzeże S. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław; pawel.zagozdzon@pwr.wroc.pl
**ul. W. Gersona 6/21, 51-664 Wrocław; kaszag@wp.pl

dowała właśnie obecność żyznych gleb rozwijających się na podłożu bazaltowym. Żleb Bazaltowy jest najbogatszym stanowiskiem florystycznym Karkonoszy z unikatową florą borealno-arktyczną i alpejską. Szacuje się, że na tym niewielkim obszarze skupia się ok. 20% gatunków flory Karkonoszy, w tym aż 80% występujących w Karkonoszach gatunków górskich. Jest to jedyne w Polsce stanowisko rozrzutki alpejskiej (*Woodsia alpina*) — rzadkiej paproci naskalnej. Szczególnie wartościowe są skalnice: śnieżna (*Saxifraga nivalis*) i darniowa — podgatunek bazaltowy (*Saxifraga moschata* subsp. *basaltica*), zwana potocznie skalnicą bazaltową, mająca tu jedyne stanowisko na świecie (Fabiszewski, 1985). Żleb bazaltowy jest objęty ścisłą ochroną rezerwatową i jest najbardziej chronionym obiektem na terenie Karkonoskiego Parku Narodowego.

Przegląd dotychczasowych wyników badań

Stanowisko ciemnej skały wulkanicznej w Śnieżnym Kotle po raz pierwszy zostało opisane przez Berga (1923, 1941). Występującą tu skałę określił on jako bogate w szkliwo bazalty oliwinowe pozbawione skaleni, a więc bazalty limburgitowe. Tej samej nazwy użył Mierzejewski (1980) oraz Mierzejewski i współautorzy (1983).

Berg (1923) przedstawił także pierwszą analizę składu chemicznego bazaltoidu z tego stanowiska (tab. 1). Te same

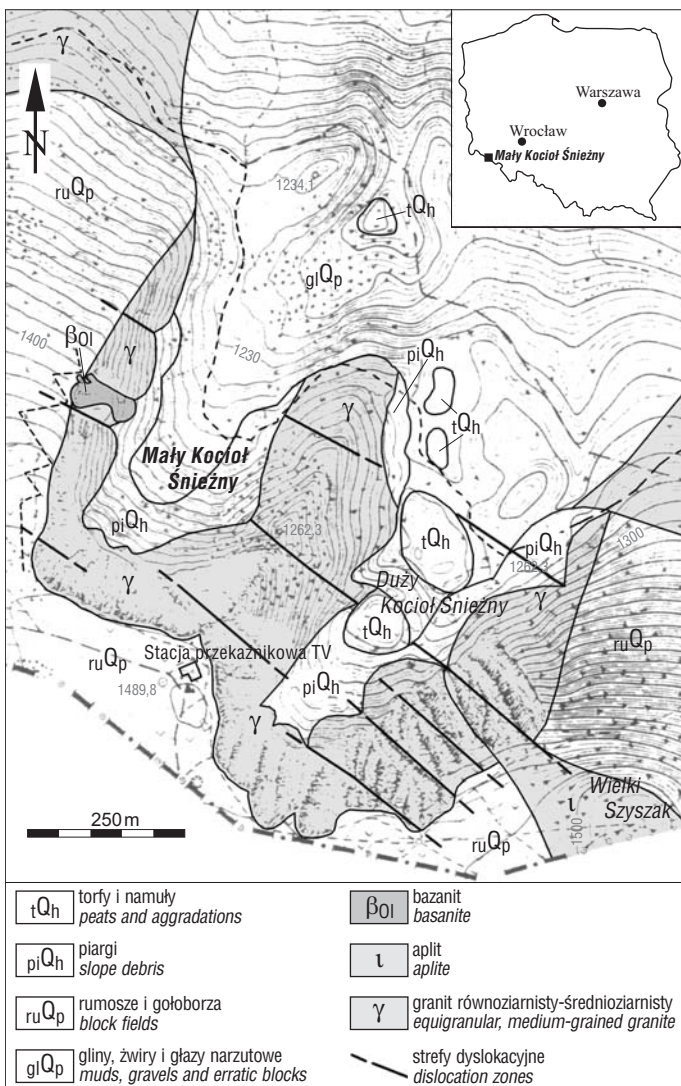
wyniki zostały później przytoczone w jego późniejszej pracy (Berg, 1941), a także m.in. przez Jerzmańskiego (1956), Smulikowskiego (1960), *Katalog analiz chemicznych skał i minerałów Polski* (1959), a w późniejszym okresie — przez Kozłowską-Koch (1987). Jerzmański (1956) przedstawił wyliczony w oparciu o te dane normatywny skład mineralny skały z Małego Kotła Śnieżnego. Na tej podstawie określił jej położenie na diagramie Johannsena-Niggiego, gdzie znalazła się w polu trachybazanitów, tuż przy granicy z trachyandezytami. Również Kozłowska-Koch (1987) wykorzystywała wspomniane wyniki do wyliczenia składu normatywnego i określenia pozycji omawianego bazaltoidu na diagramach klasyfikacyjnych ANOR, de la Rocha i TAS, na których konsekwentnie zajmował on pozycję w polach bazanitu (bazanitu fonolitowego wg ANOR). Kolejne wyniki badań składu chemicznego pojawiły się dopiero w ostatnich latach. Bakun-Czubarow i Białowska (2002) przedstawiły precyzyjną analizę geochemiczną i mineralogiczną minerałów skałotwórczych oraz szkliwa budującego ten silnie kontaminowany materiałem granitowym bazaltoid. Wyraźne zróżnicowanie składu mineralnego skały uznano za konsekwencję dwóch czynników: silnej kontaminacji oraz szybkiego chłodzenia w obrębie dajki (!), uniemożliwiającego homogenizację. Według autorek magma pierwotna była zbliżona do bazanitów i nefelinitów rejonu Żłotyri.

Szczegółową analizę składu chemicznego skały wykonano również w ramach przekrojowych badań dolnośląskich bazaltoidów kenozoicznych (m.in. Birkenmajer i in., 2007; por. tab. 1). Zauważyć można wyraźne podobieństwo otrzymanych zawartości tlenków głównych do analizy przedstawionej przez Berga (1923). Wspomniane badania objęły też określenie zawartości 24 pierwiastków śladowych (tab. 2). Można stwierdzić, że w stosunku do innych bazaltoidów Dolnego Śląska, skała z Małego Kotła Śnieżnego jest wybitnie niska sodowa, zaskakująco niska jest tu zawartość Th a także Ba i U, natomiast wyjątkowo wysoki jest udział Rb i Sr.

Tab. 1. Skład chemiczny bazaltoidu z Małego Śnieżnego Kotła według różnych autorów

Table 1. The chemical composition of basalt from Mały Kocioł Śnieżny after different authors

Analizowane składniki Analysed elements	Zawartość [%] Content		
	Berg, 1923	Bakun-Czubarow & Białowska	Birkenmajer i in., 2007
SiO ₂	40,44	45,90	40,61
TiO ₂	2,90	2,84	2,88
Al ₂ O ₃	11,83	10,90	11,89
Fe ₂ O ₃	5,06	—	12,45
FeO	7,96	9,84	—
MnO	—	0,19	0,20
MgO	11,75	12,90	11,04
CaO	11,32	13,54	11,94
Na ₂ O	1,57	1,90	1,55
K ₂ O	1,75	1,88	1,22
P ₂ O ₅	0,99	—	0,74
H ₂ O	4,49	—	—
S	0,06	—	—
str. prażenia loss	—	—	5,08
Σ	100,12	99,28	99,41



Ryc. 1. Morfologia i geologia rejonu Śnieżnych Kotłów
Fig. 1. Morphology and geology of the Śnieżne Kotły area

Bazanit ze Śnieżnego Kotła był paralelizowany z mioceńskimi bazaltami przedgórze Sudetów (Berg, 1941) lub ogólnie datowany na trzeciorzęd (Mierzejewski, 1980; Mierzejewski i in., 1983). Analiza wieku przedstawiona przez Pécskaya i in. (2004) dała wynik $26,01 \pm 1,2$ mln lat, co odpowiada późnemu oligocenowi (szat). Skała ta powstała więc w głównym etapie kenozoicznej aktywności wulkanicznej na Dolnym Śląsku (por. Pécskay i in., 2004).

Najstarsze wzmianki na temat formy omawianego wystąpienia bazaltoidowego zawarte są w pracach Berga (1923, 1941), który uznał je za „dwie równoległe żyły bazaltowe, z których każda ma zaledwie 1 m grubości”. Przyczyną powstania takiej opinii był inny przebieg ścieżki turystycznej. Jak się okazuje, w tamtym czasie wiodła ona górną krawędzią Małego Śnieżnego Kotła, a nie jego dnem, jak ma to miejsce obecnie. W związku z tym ciało bazaltoidowe było dostępne do obserwacji w bardzo niewielkiej części.

Wytyczony po II wojnie światowej szlak umożliwił natomiast bardzo łatwy dostęp i bezpośrednią obserwację dolnej części tego ciała. W tej sytuacji zastanawia podtrzymywanie przedwojennej opinii co do jego formy w późniejszych publikacjach. Zarówno Smulikowski (1960), jak i Birkenmajer (1967) podają informację o obecności w tym miejscu „dwóch dobrze odsłoniętych dąjek”. Odmienne poglądy w tej kwestii prezentowane jest w pracach Mierzejewskiego (1969, 1985), gdzie stanowisko bazaltu w Śnieżnym Kotle uznane zostało za komin wulkaniczny z tufami. Niestety zarówno w opracowaniu kartograficznym (1980), jak i w objaśnieniach do mapy geologicznej 1 : 25 000 (1983) autor ten wraca do ogólnie przyjętej opinii na temat wystąpienia bazaltoidu w Małym Kotle Śnieżnym. Podobnie, o istnieniu tu dwóch 1-metrowej grubości dąjek dowiadujemy się z pracy Bakun-Czubarow i Białowolskiej (2002). Informacje o obecności w Małym Kotle Śnieżnym żył, względnie żył bazaltowej pojawiają się też powszechnie w opracowaniach naukowych z zakresu geomorfologii czy biologii, a także w licznych pozycjach popularnonaukowych, przewodnikach turystycznych i stronach internetowych.

Wyniki badań własnych

Celem prac terenowych było określenie formy ciała bazanitowego i opis struktur tektonicznych w jego obrębie, pobrano także wiele próbek, które posłużą do analizy zmienności petrograficznej.

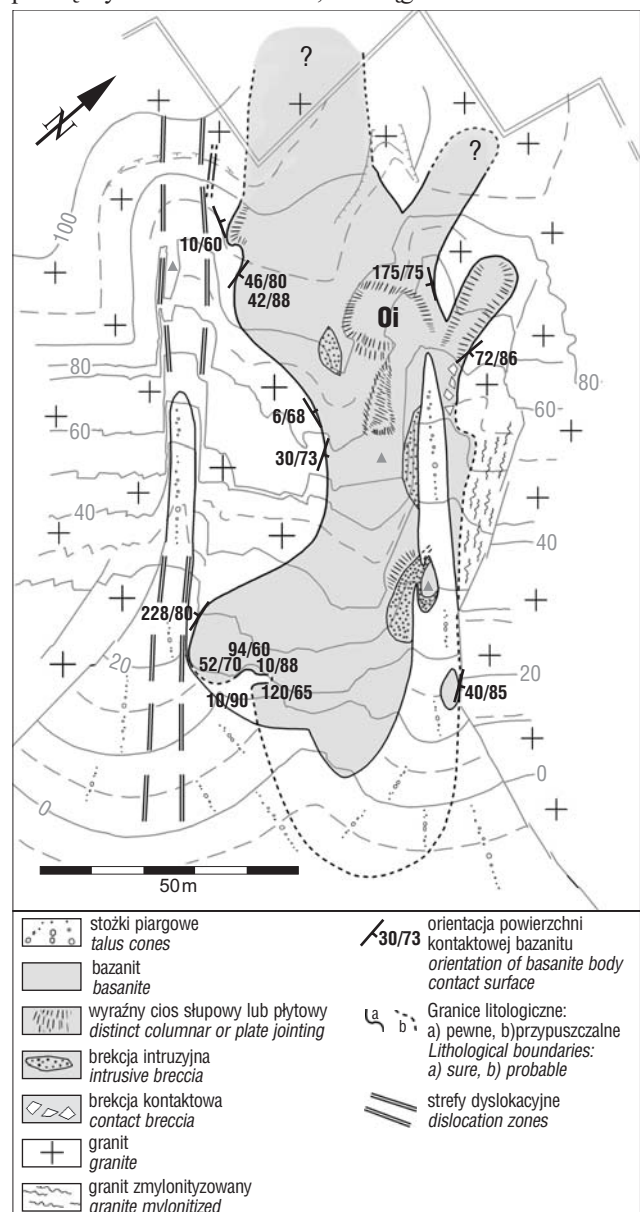
Tab. 2. Zawartość pierwiastków śladowych (Birkenmajer i in., 2007)

Table 2. The content of trace elements (Birkenmajer et al., 2007)

Pierwiastek Element	ppm	Pierwiastek Element	ppm
As	4	Ni	209
Ba	518	Pb	3
Bi	3	Rb	79
Ce	119	Sr	1803
Co	35	Ta	4
Cr	392	Th	3
Cu	61	U	2,6
Ga	17	V	213
Hf	5	W	5
La	41	Y	30
Mo	3,2	Zn	101
Nb	90	Zr	376

Znaczne pionowe rozwinięcie rzeźby terenu silnie komplikuje prowadzenie badań, dodatkowych trudności nastrocza brak zdjęcia kartograficznego w odpowiedniej skali. W związku z tym pierwszym etapem prac terenowych było stworzenie, z wykorzystaniem prostych metod polowych (kompas geologiczny, taśma miernicza) szkicu morfologicznego. Objął on obszar o wymiarach ok. 100 x 150 m obejmujący Żleb Bazaltowy, sąsiadujący od południa żleb wykształcony w obrębie granitu, związane z nimi piargi na dnie kotła oraz fragment wierzchowiny (ryc. 2). Na szkicu uwzględniono wyraźne zróżnicowanie form Żlebu Bazaltowego, szerszego, wykształconego na kontakcie granitu i bazaltu oraz sąsiedniego wąskiego żlebu o genezie wyraźnie tektonicznej. Widoczne jest też odmienne ukształtowanie ścian kotła w zależności od litologii tworzących je skał (granitu i bazaltu).

Wystąpienie bazanitu w Małym Kotle Śnieżnym jest wydłużone w kierunku E-W, jego szerokość waha się pomiędzy 30 a 60 metrami, rozciągłość zaś w kierunku



Ryc. 2. Plan geologiczny rejonu Żlebu Bazaltowego; poziom „0” ustalony arbitralnie, Oi — osiowa część intruzji

Fig. 2. The geological sketch of the Żleb Bazaltowy; the „0” level set arbitrarily, „Oi” — the axial part of intrusion

równoleżnikowym można obserwować na odcinku ok. 120 m. Ciało to jest wyraźnie dwudzielne, przewężone w części środkowej (ryc. 2, 3). Najlepiej, ze względu na stopień odsłonięcia, rozpoznany został przebieg kontaktu w wyższej części wystąpienia. Ciało bazanitowe dzieli się tam na izolowane formy diapirowe o szerokości rzędu 10 m i zmierzonej wysokości sięgającej 15 m (ryc. 2–4). Niezwykle skomplikowany przebieg kontaktu, ulegający gwałtownym zmianom na przestrzeni kilku metrów stwierdzono w skrajnej południowo-wschodniej części wystąpienia (ryc. 2, 3). Na pozostałych odcinkach forma powierzchni kontaktowej wydaje się mało urozmaicona. Przebieg tej granicy w częściach skrajnych — najniższej i najwyższej — został wykreślony w sposób przybliżony, ze względu na zakrycie piargami oraz zaroślami kosodrzewiny. Wstępne badania geofizyczne (które będą przedmiotem odrębnego opracowania) sugerują, że granica ciała bazanitowego na wierzcholinie może przebiegać nawet kilkadziesiąt metrów na zachód od krawędzi kotła. Ponadto, na wierzcholinie ponad żlebami, stwierdzono obecność niewielkiej apofizy bazaltoidowej o miąższości ok. 1 m i zbliżonej do równoleżnikowej orientacji biegu.

Obserwowane kontakty są ostre. W części centralnej północny kontakt jest dodatkowo urozmaicony występowaniem brekcji kontaktowej z fragmentami granitu o rozmiarach dochodzących do 30 cm.

Pomiary orientacji powierzchni kontaktowej wykazały zmienne wartości biegu i ogólnie strome kąty upadu (60–90°). Stwierdzić można, że w zachodniej części ciała bazanitowego notuje się niższe wartości kątów upadu, powierzchnia zaś kontaktowa nachylona jest ku wnętrzu

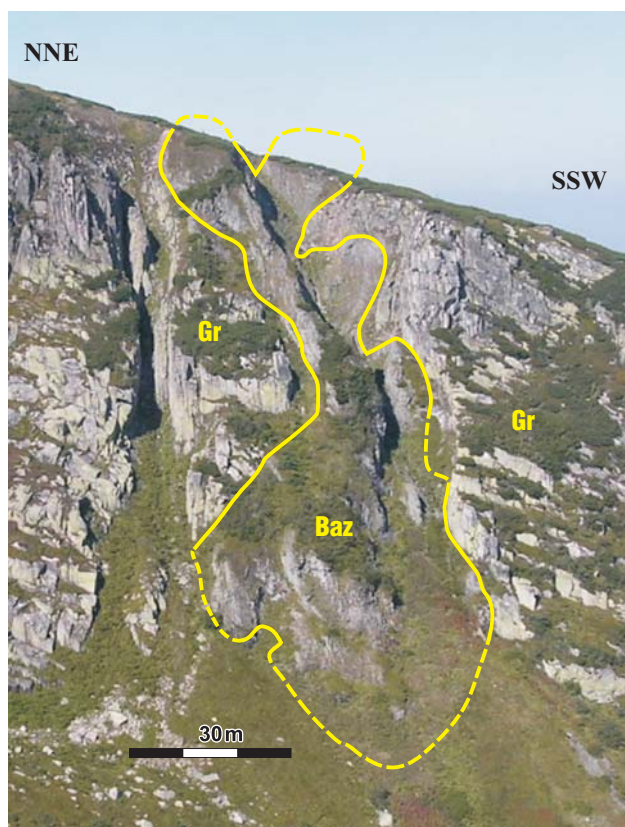
struktury. Odmienne, w części wschodniej (poza niewielkim obszarem o silnej zmienności orientacji kontaktu) wartości kąta upadu są zbliżone do 90° a powierzchnia kontaktowa zapada raczej pod osłonę granitową.

W zachodniej części ciała bazanitowego, na południowej ścianie żlebu, stwierdzono obecność struktury zinterpretowanej jako szczytowy fragment osiowej części intruzji. Została ona udokumentowana dzięki istnieniu radialnego układu ciosu słupowego i płytowego. Jej średnica wynosi ok. 15 m (ryc. 2). Wykartowano także niewielkie strefy występowania skały określonej jako brekcja intruzyjna, których wydłużenie jest w przybliżeniu zgodne z dłuższą osią ciała bazanitowego.

Bazaltoid budujący wystąpienie w Małym Kotle Śnieżnym wykazuje duże zróżnicowanie pod względem obecności i rodzaju obserwowanych drobnych struktur dysjunktywnych. Wyróżnić można jego trzy zasadnicze odmiany: 1) skałę o nieregularnej oddzielności i nierównych powierzchniach przełamu, 2) skałę o wyraźnie wykształconej oddzielności pseudosłupowej lub płytowej oraz 3) skałę o oddzielności drobnopłytkowej lub prętowej. Pierwsza z nich jest najlepiej widoczna we wnętrzu osiowej części intruzji. Odmiana o wyraźnej oddzielności pseudosłupowej i płytowej jest przestrzennie związana z granicami całego wystąpienia, z peryferiami osiowej części intruzji, a także ze strefami brekcji intruzyjnej (ryc. 2). Trzecia z wymienionych odmian bazaltu ma znaczenie podrzędne.

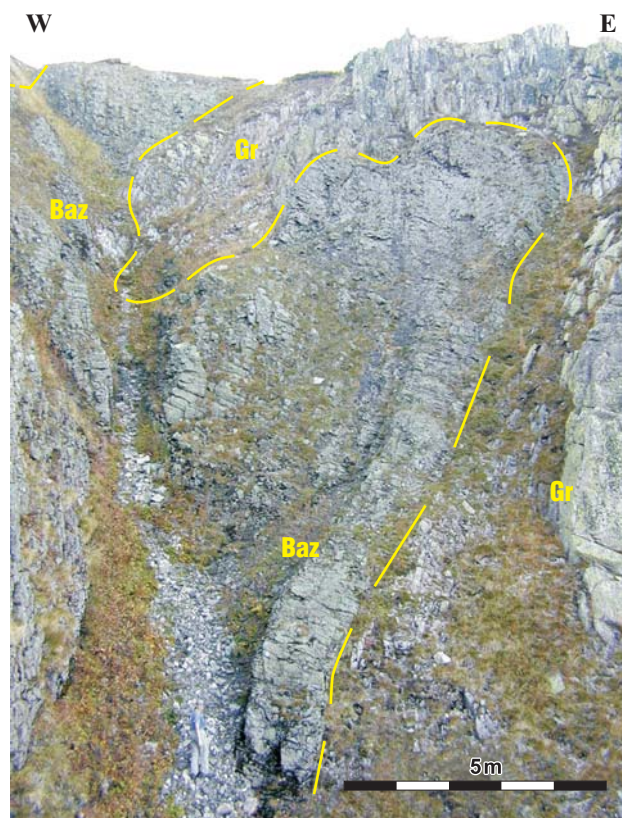
Analiza wyników badań i wnioski

Przedstawione wyniki pozwalają na określenie formy i wewnętrznej budowy wystąpienia bazaltoidowego w Małym



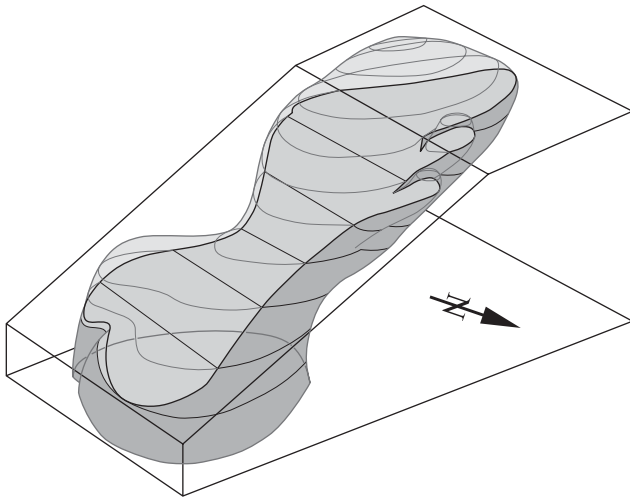
Ryc. 3. Ogólny widok ciała bazanitowego w Małym Kotle Śnieżnym; Baz — bazanit, Gr — granit

Fig. 3. The general view of a basaltic body in Mały Kocioł Śnieżny; Baz — basanite, Gr — granit



Ryc. 4. Struktura diapirowa w wyższej części Żlebu Bazaltowego; Baz — bazanit, Gr — granit

Fig. 4. Diapiric structure in the upper part of Żleb Bazaltowy; Baz — basanite, Gr — granit



Ryc. 5. Schemat budowy ciała bazanitowego
Fig. 5. Schematic diagram of the basaltic body structure

Kotle Śnieżnym. Przebieg intersekcji powierzchni kontaktowej i wyniki pomiarów jej orientacji skłaniają do twierdzenia, iż ciało to ma skomplikowaną formę w poglądowy sposób przedstawioną na ryc. 5. Obecność brekcji intruzyjnej, a także częściowo izolowanych struktur w najwyższej części stanowiska obserwacyjnego interpretować można jako świadectwo wieloetapowości tworzenia się tego ciała. Zarówno forma całego ciała, wyniki pomiarów orientacji jego powierzchni kontaktowej, jak też obecność niewielkich, zamykających się w najwyższej części odsłonięcia, struktur typu diapirowego wskazują na istnienie tu przystropowej partii intruzji subwulkanicznej. Głębokość jej posadowienia można oszacować na ok. 800 m w oparciu o podany wiek bazanitu ($26 \pm 1,2$ mln lat) oraz średnie tempo denudacji Karkonoszy ($0,031$ mm/rok) wyliczone przez Mierzejewskiego (1985).

Penetracja najwyższej części opisywanego wystąpienia oraz wierzchołki ponad Żlebem Bazaltowym pozwoliła na wyjaśnienie przyczyny powstania opinii o istnieniu „dwóch równoległych żył bazaltowych” (Berg, 1923). Jak wspomniano, ścieżka, którą poruszał się podczas prac terenowych Georg Berg prowadziła zygzakami wzdłuż górnej krawędzi kotła (ryc. 1). Stając na jednym z jej zakrętów autor ten znalazł się w miejscu, z którego mógł obserwować jedynie drobną apofizę bazaltową odsłaniającą się tuż obok ścieżki oraz niewielki, choć dobrze widoczny fragment ciała bazaltoidowego, będący w rzeczywistości wąską strefą przykontaktowej facji bazaltu o zauważalnym ciśnie pseudosłupowym. Te obserwacje stały się podstawą do opisanego dwóch cienkich żył bazaltowych ze słabo zaznaczającą się oddzielnością słupową (Berg, 1923).

Przyjmowanie opinii Berga co do formy ciała bazaltoidowego w Małym Kotle Śnieżnym prowadzi do błędnych konkluzji. Niezrozumiałe jest np. stwierdzenie, iż „w centralnej części dajki bazaltoidowej” fenokryształy euhedralnych oliwinów przeważają nad piroksenami jednoskośnymi (Bakun-Czubarow & Białowolska, 2002). W związku z odmienną formą wystąpienia bazaltoidu trudno uznać, czy opinia ta ma się odnosić do przykontaktowej części intruzji, czy też raczej do jej wnętrza. Podobnie myląca jest opinia na temat gwałtownego chłodzenia „wewnątrz analizowanych dajek” o bardzo nikłej miąższości.

Rezultaty przeprowadzonych badań są świadectwem konieczności ciągłego prowadzenia prac kartograficznych na terenie Sudetów oraz potrzeby weryfikacji wcześniej-

szych opinii. W przeciwnym wypadku wyniki bardzo szczegółowych badań mogą być fałszywie interpretowane w związku z niewłaściwie rozpoznaną budową geologiczną analizowanych struktur.

Dalsze prace będą miały na celu wykonanie zdjęcia topograficznego o odpowiedniej szczegółowości, określenie zmienności bazaltoidu na podstawie badań mikroskopowych, analizę wyników badań geofizycznych dla precyzyjnego wyznaczenia zasięgu bazaltu na wierzchołku ponad Żlebem Bazaltowym oraz stworzenie trójwymiarowego cyfrowego modelu analizowanej struktury.

Autorzy dziękują Dyrekcji Karkonoskiego Parku Narodowego, w szczególności panu Arturowi Pałuckiemu za umożliwienie przeprowadzenia prac terenowych.

Badania prowadzono dzięki finansowemu wsparciu Łżyckiej Kopalni Bazaltu Księginki S.A. w Lubaniu.

Literatura

- AWDANKIEWICZ M. 2005 — Reconstructing and eroded scoria cone: the Cainozoic Sośnica Hill volcano (Lower Silesia, SW Poland). *Geological Quart.*, 49: 439–448.
- BAKUN-CZUBAROW N. & BIAŁOWOLSKA A. 2002 — Śnieżne Kotły basaltoid dike (Karkonosze-Izera block): a case of granitic contamination of basaltic magma. *Min. Soc. of Poland. Spec. Pap.*, 20: 63–65.
- BERG G. 1923 — Der Granit des Riesengebirges und seine Ganggesteine (Petrographische Studien). *Abhandl. der Königlich Preussischen Geol. Landesanstalt, Neue Folge*. H. 94. Berlin.
- BERG G. 1940 — Geologische Karte des Deutschen Reiches 1 : 25 000. Blatt Schreiberhau u. Schnee gruben-Baude. Berlin.
- BERG G. 1941 — Geologische Karte des Deutschen Reiches 1 : 25 000. Erläuterungen z. Blatt Schreiberhau u. Schnee gruben-Baude. Berlin.
- BIRKENMAJER K. 1967 — Bazalty dolnośląskie jako zabytki przyrody nieożywionej. *Ochrona Przyrody. Roczn. Ochr. Przynr.*, 32: 15–276.
- BIRKENMAJER K., PÉCSKAY Z., GRABOWSKI J., LORENC M.W. & ZAGOŹDŹON P.P. 2007 (w druku) — Radiometric dating of the tertiary volcanics in Lower Silesia, Poland. VI. Oligocene basaltic rocks of the Karkonosze — Izera block. *Ann. Soc. Geol. Pol.*
- BORKOWSKA M. 1966 — Petrografia granitu Karkonoszy. *Geol. Sud.*, 2 : 7–119.
- CZERWIŃSKI J. 1985 — Główne rysy rzeźby i rozwój geomorfologiczny [W:] Jahn A., Karkonosze Polskie. *Wyd. Ossolineum. Wrocław*: 53–76.
- FABISZEWSKI J. 1985 — Szata roślinna. [W:] Jahn A., Karkonosze Polskie. *Wyd. Ossolineum. Wrocław*: 53–76.
- GROCHOLSKI W. (red.) 1969 — Przewodnik geologiczny po Sudetach. *Wyd. Geol.*
- JERZMAŃSKI J. 1956 — Bazalty w okolicy Jawora na Dolnym Śląsku. *Biul. Inst. Geol.*, 106: 119–135.
- Katalog** analiz chemicznych skał i minerałów Polski. Cz. I, 1900—1950. *Pr. Inst. Geol.*, 25, 1959.
- KOZŁOWSKA-KOCH M. 1987 — Klasyfikacja i nomenklatura trzeciorzędowych wulkanitów Dolnego Śląska i Śląska Opolskiego. *Arch. Miner.*, 42: 43–91.
- MIERZEJEWSKI M.P. 1969 — Wycieczka 7. [W:] Grocholski W., *Przewodnik geologiczny po Sudetach*. *Wyd. Geol.*
- MIERZEJEWSKI M.P. 1985 — Denudacja Prakarkonoszy w permokarbonie i mezozoiku. *Geol. Sud.*, 20: 197–225.
- MIERZEJEWSKI M.P. 1985 — Geologia granitowej części Karkonoszy. [W:] Jahn A. (red.), Karkonosze Polskie. *Wyd. Ossolineum. Wrocław*: 17–42.
- MIERZEJEWSKI M.P. 1980 — Szczegółowa mapa geologiczna Sudetów 1 : 25 000, ark. Szklarska Poręba. *Wyd. Geol.*
- MIERZEJEWSKI M.P., MAJEROWICZ A. & CZERWIŃSKI J. 1983 — Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Sudetów 1 : 25 000, ark. Szklarska Poręba. *Wyd. Geol.*
- PÉCSKAY Z., LORENC M.W., BIRKENMAJER K. & ZAGOŹDŹON P.P. 2004 — Recent geochronological studies of Tertiary volcanics in Lower Silesia, Poland. *Internat. Workshop „Basalts 2004” (mat. konf.)*: 24–25.
- SMULIKOWSKI K. 1960 — Wulkanity trzeciorzędowe. [W:] Książkiewicz M. (red.), *Regionalna geologia Polski, t. III Sudety, z. 2*. *Kraków*: 321–334.
- ŚLIWA Z. 1971 — Struktury kontrakcyjne wylewnych form bazaltów na Dolnym Śląsku w rejonie Leśnej i Lubania. *Roczn. Pol. Tow. Geol.*, 40: 411–430.

Praca wpłynęła do redakcji 18.07.2005 r.
Akceptowano do druku 18.10.2005 r.