

Kominowe syderytowe dajki karbonatytowe w bazaltoidach Kopalni Węgla Brunatnego Turów (Sudety)

Magdalena Jęczmyk*, Eugeniusz Sztromwasser**

Prowadzone w ostatnich latach przez autorów badania koncentratów minerałów ciężkich, wydzielonych z serii płonnych pola eksploatacyjnego złoża węgla brunatnego „Turów”, wykazały m.in. obecność znacznych nagromadzeń wysokiej czystości syderytu krystalicznego, często w postaciach automorficznych kryształów romboedrycznych. Spotykano je w sąsiedztwie diatrem, w zwietrzelinie bazaltoidów i trachyfonolitów *in situ* oraz w seriach podwęglowych (Jęczmyk i in., 1996).

Dzięki uprzejmości dyrekcji oraz nadzoru geologicznego KWB Turów, autorzy mogli pobrać dodatkowe próbki z odsłaniających się w podłożu kopalni zwietrzelin *in situ*. Pracę tę wykonano w celu uzupełnienia informacji o składzie jakościowym i ilościowym koncentratów, które miały posłużyć do przygotowania oferty nowego tematu *Prognozy występowania mineralizacji ekshalacyjno-hydrotermalnej i metasomatozy węglanowej w niecce żyławskiej*.

Interesujące wyniki wstępnych badań mineralogicznych i kilku analiz chemicznych zebranych próbek skłoniły autorów do ich opublikowania w niniejszym artykule.

Pierwsze dane dotyczące występowania syderytów i sferosyderytów w zwietrzałym słupie bazaltowym kopalni Turów II pochodzą z pracy Stocha i in. (1977). Autorzy ci ustalili, że bazalt niezwiertzały zawiera do 7,1% obj. syderytu a zalegająca wyżej, całkowicie już zwietrzała skała — do 72% obj. tego minerału. Ich zdaniem jest on minerałem wtórnym, produktem wietrzenia prakryształów oliwinów i piroksenów, w miejsce których tworzy pseudomorfozy, a powszechnie występujące w niecce żyławskiej płaskury syderytowe i sferosyderyty mogą stanowić „zachowany płaszcz żelazisty, przykrywający pokrywę wietrzeniową”. O powszechnym występowaniu syderytów w zwietrzelinie bazaltoidów i w warstwach międzywęglowych KWB Turów pisali również Kowalski & Szpila (1979).

Odmienne stanowisko w sprawie genezy mineralizacji węglanowej obserwowanej we wschodniej części obrzeżenia niecki żyławskiej zajęli późniejsi badacze. Przejawy metasomatozy węglanowej (często wraz z fosforanową) stwierdzono w skałach alkaliczno-zasadowych, zasadowych, żyłowych skałach subwulkanicznych i w ich zwietrzelinach, jak również w proterozoicznych łupkach i granitoidach rejonu Markocic i Bogatyni (Jęczmyk i in., 1982; Nowakowski & Olszyński, 1982; Jęczmykowa & Kanasiewicz, 1987). Autorzy ci byli wówczas skłonni uznać, że mineralizacja węglanowa (ankerytowo-kalcytowa) stanowi końcowy etap trzeciorzędowej działalności magmo-wulkanicznej. Zgodne z tą hipotezą były również wyniki badań uzyskane w rejonie Rybarzowic (Panasiuk & Jęczmyk, 1982). W żyłach syderytowo-kwarcowych i w dajkach skał zasadowych zmienionych procesami metasomatozy węglanowej przecinających skały metamorficzno-magmowe podłoża krystalicznego, stwierdzono przejawy minerali-

zacji Th i REE, niekiedy z pirytem i siarczkami Cu, As i Sb. Okruszcowanie wiązano również z wulkanizmem trzeciorzędowym.

Poszukiwania syderytu prowadzone przez Państwowy Instytut Geologiczny w niecce żyławskiej wykazały obecność serii kaolinowo-syderytowej podścielającej złoża węgla brunatnego w otworze wiertniczym 9/53, w interwale 275–294 m (Kanasiewicz, 1990).

Pierwsze, udokumentowane badaniami izotopowymi informacje na temat występowania w Masywie Czeskim skał karbonatytowych kończących etap magmowy orogenezy waryscyjskiej i alpejskiej, opublikował Kopecký i in. (1987). W strefie ryftu Ohrzy skały karbonatytowe związane z młodym wulkanizmem opisano z dwóch miejsc: w sąsiedztwie bazaltowego komina wulkanicznego w Košťálu oraz w kalderze pseudotrachitu w miejscowości Roztok, blisko granicy z Polską. Według Le Basa (1977), w kontynentalnych prowincjach wulkanicznych, karbonatyty zwykle współwystępują z nefelinitami ubogimi w oliwin i z fonolitami. Roztwory węglanowe mogą wydzielać się zarówno z magmy nefelinitowej, jak i fonolitowej i są zwykle wzbogacone w REE, F, Ba, Nb, Th i U. Metasomatyczne przemiany skał są wynikiem infiltracji roztworów o różnym składzie chemicznym. Obok karbonatyzacji powszechnie obserwuje się syenityzację, fosfatyzację i silną infiltrację związkami Fe i Mn.

Informacje na temat występowania żył syderytowych i rud Fe w trzeciorzędowych bazaltoidach na terenie Czech, zebrał Sylwestrzak (1993). Szczególnie liczne wystąpienia tego typu są w zachodniej części Sudetów, na przedłużeniu ryftu Ohrzy. Ich obecność stwierdzono w sąsiedztwie miejscowości: Zboží, Podulší, Dílce i Jičín. Powołując się na szczegółowo rozpoznaną mineralizację węglanową w rejonie Bogatyni, autor wysuwa wniosek, że obecność żył węglanowych w kominach wulkanicznych może świadczyć o przejawach mineralizacji karbonatytowej.

Zarys budowy geologicznej

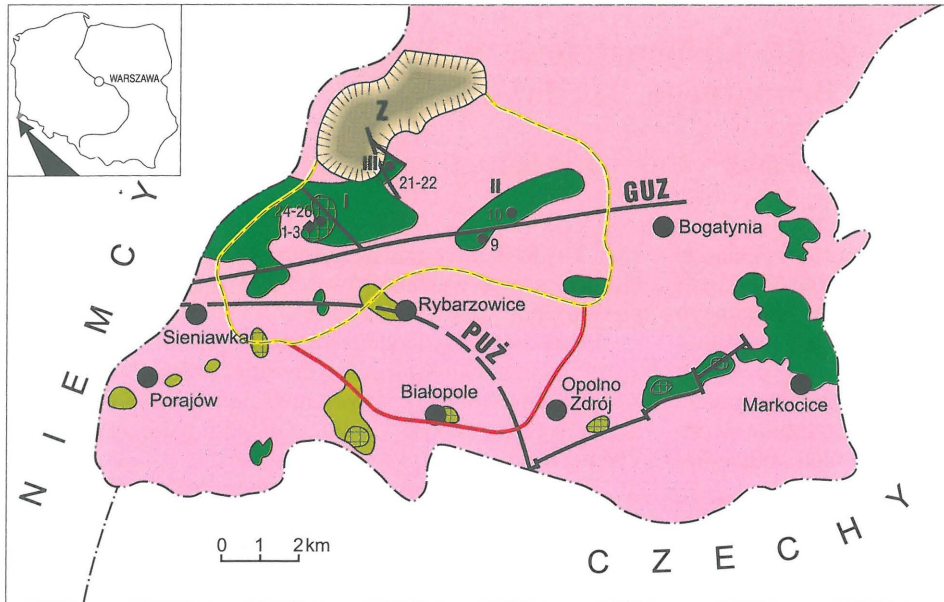
Niecka żyławska stanowi fragment Sudetów Zachodnich, z występującym w jej granicach złożem węgla brunatnego Turów (ryc. 1). Jest ona zapadliskiem tektonicznym, które rozwinęło się na skrzyżowaniu dwóch regionalnych stref silnej aktywności: rowu kruszcogórskiego (ryft Ohrzy) i łuzycokołabskiej strefy tektoniczno-wulkanicznej (Kopecký, 1979).

Według Berezowskiego (1973a, b) podłoża krystaliczne niecki żyławskiej jest zbudowane ze skał plutonicznych i metamorficznych: granitoidów rumburskich, granitognejsów, gnejsów i łupków krystalicznych wieku prekambryjskiego i kambryjskiego. Utwory te odznaczają się złożoną budową tektoniczną. Wpłynęła na to działalność kolejnych orogenez: assyntyjskiej, kaledońskiej, waryscyjskiej i alpejskiej modelując oraz przebudowując ich styl tektoniczny.

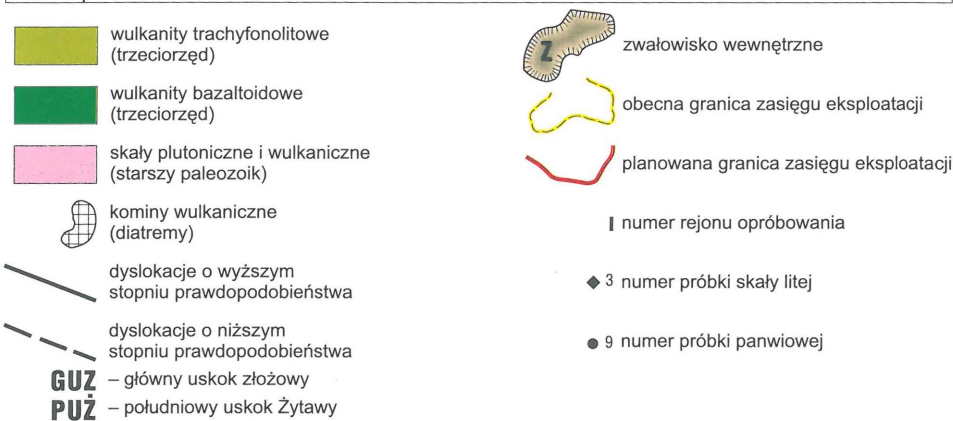
Na podstawie szczegółowych badań mineralogicznych niecki żyławskiej przedstawiono inną koncepcję budowy geologicznej tego rejonu (Juskowiakowa & Jęczmyk, 1989; Jęczmyk & Juskowiakowa, 1989). Występują tu dwie róż-

*ul. Słowackiego 27/33, m. 13, 01-592 Warszawa

**Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Dolnośląski, ul. Jaworowa 19, 53-122 Wrocław

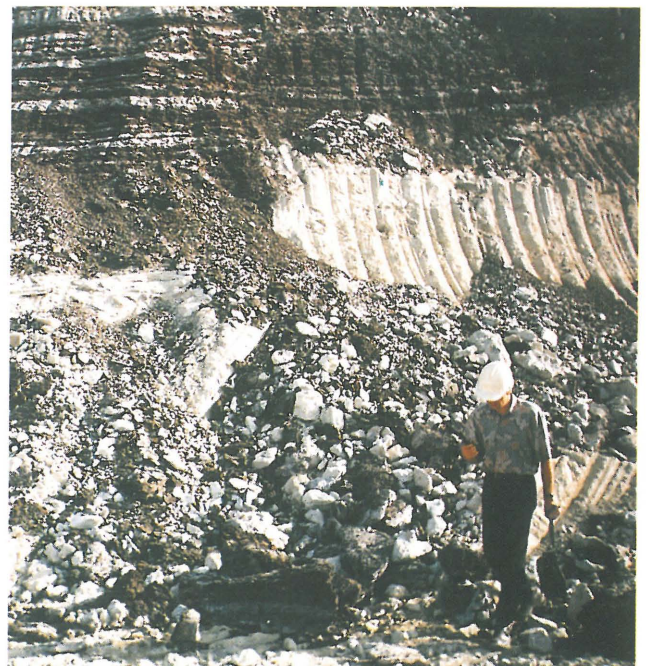


Ryc. 1. Mapa strukturalna podłoża trzeciorzędu południowej części niecki żytawskiej z lokalizacją opróbowanych odsłoneń w Kopalni Węgla Brunatnego Turów (wg J. Kasińskiego. [W:] Jęczmyk i in., 1996, z uzupełnieniami)



Ryc. 2. Widok ogólny odsłoneń bazaltoidów. Cios słupowy, promienisty komina wulkanicznego. Rejon I, miejsca pobrania skał litych, próbki nr 1–3 i próbek panwiowych nr 24–26

Ryc. 3. Fragment odsłoneń jw. w miejscu pobrania próbki nr 3. Komin bazaltoidu pod pokładem węgla brunatnego

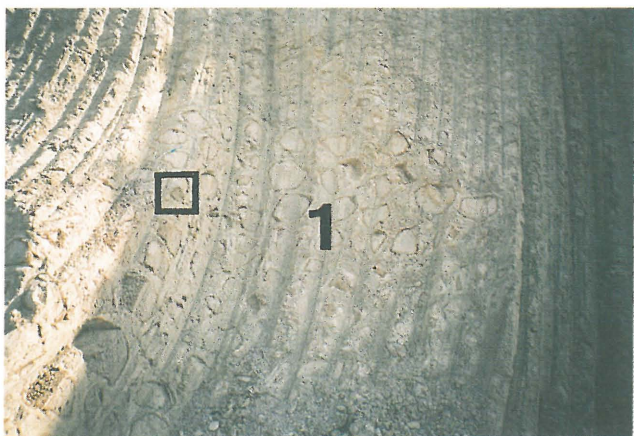


→

nowiekowe grupy utworów krystalicznych. Skały starsze, datowane na dolny paleozoik, są reprezentowane przez granitoidy właściwe (granity rumburskie, granitognejsy, gnejsy), granitoidy skataklazowane i zmylonityzowane. Charakterystyka mineralogiczno-petrograficzna granitoidów oraz oznaczone w nich zawartości pierwiastków głównych i rzadkich

uzasadniają, zdaniem autorek, przyjęcie dla tych utworów genezy magmowej.

W zespół skał granitoidowych intrudowały skały młodsze o ograniczonym rozprzestrzenieniu, zwykle nie noszące



Ryc. 4. Struktura ciosowa zwietrzałego bazaltoidu, miejsce pobrania próbki nr 1



Ryc. 5. Struktura ciosowa zwietrzałego bazaltoidu, miejsce pobrania próbki nr 2



Ryc. 6. Kominowa żyła syderytowa (metasomatyczny karbonatyt) biegnąca wzdłuż ciosu słupowego bazaltoidu, miejsce pobrania próbki nr 3



Ryc. 7. Próbkę nr 1 — okruchy syderytu (metasomatycznego karbonatytu) tkwiące w zwietrzałym bazaltoidzie



Ryc. 8. Próbkę nr 2 — całkowicie zwietrzały bazaltoid z kominą wulkanicznego



Ryc. 9. Próbkę nr 3 — kominowa żyła syderytowa jw. z druzą młodszego syderytu krystalicznego

Tab. 1. Wyniki analiz chemicznych skał litych z odsłonięcia w KWB Turów (próbki 1–3) na tle średniego składu chemicznego podobnych skał

Numer próbki		Syderyty			Zwietrzelnina bazaltoidów		Bazaltoidy dolnośląskie
		1	3	4	2	5	6
Składniki główne:							
SiO ₂	(%)	7,1	8,2	18,74	39,5	40,24	41,22
CaO		0,24	0,12	17,28	0,20	2,28	11,61
MgO		3,72	0,66	7,86	1,34	0,94	9,45
FeT		49,10	53,30	16,08 ¹⁾	8,15	5,57 ¹⁾	13,85 ¹⁾
Na ₂ O		0,05	0,12	0,08	0,62	0,85	2,72
K ₂ O		0,05	0,03	0,78	2,20	2,50	1,06
MnO		0,519	0,167	0,46	0,173	0,06	0,15
Al ₂ O ₃		5,22	7,36	6,86	24,0	19,87	12,96
TiO ₂		1,3	1,6	1,86	5,0	4,17	2,28
Składniki poboczne:							
Ba	(%)	0,035	0,024		0,114	0,16	n.o.
V		0,017	0,026		0,040	0,03	n.o.
Zn	ppm	526	38		87	n.o.	n.o.
Cu		12	16		97	125	n.o.
Pb		<1 ⁴⁾	<1		6	90	n.o.
Sr		105	96		446	640	n.o.
Rb		9	<2		31	n.o.	n.o.
Oznaczenia fluoru:							
F	(%)	0,01	0,01		0,08	n.o.	n.o.
Oznaczenia całkowitego węgla węglanowego:							
CO ₂	(%)	32,9			4,95	0,40	n.o.
Inne oznaczenia:							
S	(%)	-0,003 ²⁾	0,198	0,32	<0,031	1,71 ²⁾	n.o.
P		0,060	0,063	0,39 ³⁾	<0,595	0,49 ³⁾	0,24 ³⁾
Zr	ppm	87	143		490	780	n.o.
Sc		16	30		47,3	n.o.	n.o.
Nb		31	44		123	n.o.	n.o.
Ce		66	74		170	n.o.	n.o.
Dy		11	4		11	n.o.	n.o.
Er		8	-2 ⁴⁾		5	n.o.	n.o.
Eu		2	1,5		2,8	n.o.	n.o.
Gd		8	5		10	n.o.	n.o.
Ho		3	-2		2	n.o.	n.o.
La		18	45		96	n.o.	n.o.
Lu		-1,5	-1,5		-0,5	n.o.	n.o.
Nd		20	30		66	n.o.	n.o.
Pr		7	11		17	n.o.	n.o.
Sm		4	3		11	n.o.	n.o.
Tb		-2	-2		1,6	n.o.	n.o.
Tm		-1,5	-1,5		-1,5	n.o.	n.o.
Y		76	9		40	n.o.	n.o.
Yb		7	-1		3	n.o.	n.o.
Suma RRE		~223	~193	170–520	~438	n.o.	n.o.
Lekkie RRE		117	165		363	n.o.	n.o.

Próbki pobrane w KWB Turów: 1 — okruh syderytu tkwiący w zwietrzałym bazaltoidzie, 2 — całkowicie zwietrzały bazaltoid, 3 — żyła syderytu przecinająca słup zwietrzałego bazaltoidu, 4 — skarbonatyzowany bazaltoid, otwór kierunkowy IG 1, Markocice k. Bogatynii (Jęczmyk M., Kąsiewicz 1987), 5 — zwietrzelnina bazaltoidu (Stępisiewicz & Szpila, 1991), 6 — średni skład chemiczny bazaltoidów Dolnego Śląska (wg Pendiassa & Ryki, 1981). Oznaczenia próbek 1–3 wykonano w Centralnym Laboratorium Chemicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie; składniki główne i poboczne — A. Bellok, E. Maciołek z pracowni ASA, fluor — A. Chabło z Pracowni Metod Chemicznych, węgiel całkowity — A. Bellok, G. Jaskólska z Pracowni Chromatografii, inne oznaczenia — B. Kudowska, I. Jaroń z Pracowni ICP. 1) — przeliczono na FeT, 2) — przeliczono na S, 3) — przeliczono na P, 4) — granica oznaczalności dla pierwiastków rzadkich, n.o. — nie oznaczono

oznak zaawansowanej kataklazy i mylonityzacji. Są to: mikrogranity, mikrogranodiority, grejzeny, kwarcolity, diorytoidy, metabazyty, aplity i syenitoidy.

Kompleks skał metamorficzno-magmowych podlegał

lokalnie intensywnym procesom metasomatozy alkalicznej, silifikacji, kaolinizacji, karbonatyzacji i infiltracji tlenkami i wodorotlenkami Fe i Mn.

W dnie basenu niecki występują obniżenia i wypiętrze-

Tab. 2. Wyniki analiz mineralogicznych koncentratów z próbek panwiovych wydzielonych ze zwietrzelin bazaltoidów

Nr próbki	masa koncentratu	Minerały ciężkie (g/m ³)							
		syderyty		siarczki	anataz	picotyty	cyrkon	topaz	turmalin
9	2144	2143	% (99,9)	1	*1)	*	*	0,1	*
10	279	278	(99,6)	*	0	*	*	0,1	*
21	212	198	(93,4)	7	*	0	*	0	0
22	78	76	(97,4)	2	0	*	*	0	0
24	5513	5513	(100,0)	*	*	0	0	0	0
25	2700	2672	(98,9)	2	*	27	*	0	0
26	6500	6500	(100,0)	0	0	*	*	0	0

* zawartość śladowa

nia przebiegające wzdłuż dwóch głównych kierunków tektonicznych: SE–NW i NE–SW, które mają starsze, przedkenozoiczne założenia tektoniczne i były selektywnie uaktywniane podczas kolejnych etapów rozwoju zapadliska (Berezowski, 1973a).

W toku kenozoicznej ewolucji, w wyniku ruchów fazy saskońskiej orogenezy alpejskiej powstał nowy system uskoków o kierunku W–E formujący basen niecki żyta-wskiej, pocięty w podłożu na wiele bloków (Kasiński & Panasiuk, 1987). Najmłodszy system uskoków ma dominujące znaczenie w strukturalnej budowie zapadliska. Wyraźnie rysujące się dyslokacje tego wieku można obserwować w kopalni Turów. Dla dwóch z nich można przyjąć wysoki stopień prawdopodobieństwa. Są to:

— główny uskok Żytawy wyznaczony przez Kasińskie-go ([W:] Jęczmykowa i in., 1996), przebiegający przez centralną część odkrywki, na mapach kopalnianych jest nazywany głównym uskokiem złożowym (ryc. 1). Jego przebieg częściowo pokrywa się z przebiegiem znanych z publikacji dwóch równoleżnikowych dyslokacji: uskoku Bogatyni i głównego uskoku Żytawy;

— południowy uskok Żytawy.

Na przełomie kredy i paleogenu, w fazie laramijskiej orogenezy alpejskiej, obszar niecki żyta-wskiej uległ wypiętrzeniu i podlegał intensywnym procesom wietrzenia w warunkach klimatu subtropikalnego. Doprowadziło to do uformowania się na skałach, metamorficzno-magmowych pokryw zwietrzelinowych o znacznej miąższości. Wspomniane procesy objęły również wulkanity bazaltoidowe i trachyfonolitowe, których obecność znaczyła kolejne etapy aktywności wulkanicznej tego okresu. Procesy wietrzenia w granicach basenu przebiegały początkowo w warunkach subakwalnych, później zachodziły również pod przykryciem osadów wczesnego stadium diagenetycznego (Stępi-siewicz & Szpila, 1991).

Na skałach krystalicznych podłoża przedkenozoicznego i na pokrywie zwietrzelinowej zalega kompleks trzeciorzę-

dowych skał osadowych i wulkanicznych. W skład skał osadowych wchodzi: ły, mułki, piaski i żwiry kwarcowe oraz pokłady węgla brunatnego. Trzeciorzędowa sekwencja osadowa powtarzała się w kilku cyklach sedymentacyjnych rozpoczynających się utworami gruboklastycznymi, po nich następowały serie ilaste i osady torfowe dające początek pokładom węgla brunatnego (Kasiński, 1983). Maksymalna miąższość serii osadowej trzeciorzędu dochodzi do 360 m.

Erupcje wulkaniczne związane ze wzrostem aktywności tektonicznej powtarzały się kilkakrotnie w okresie trzeciorzędowego rozwoju zapadliska. Inicjalna faza wulkanizmu, poprzedzająca uformowanie niecki żyta-wskiej jest datowana na środkowy lub późny eocen (Albert i in., 1987). Kolejne etapy miały miejsce w późnym oligocenie, w miocenie dolnym, środkowym i górnym, aż po pliocen (Brause, 1989). Wulkanity poszczególnych etapów różnią się składem chemicznym, przechodząc od bardziej zasadowych do kwaśnych. Wśród skał wulkanicznych wyróżnia się bazalty, tufy bazaltowe, fonolity, tufy fonolitowe, brekcje, a także zasadowe skały żyłowe w obrębie starszego kompleksu (Szymkowiak & Panasiuk, 1985; Jęczmyk & Juskowiakowa, 1989). Występują one zarówno w obrębie basenu żyta-wskiego, jak i na jego obrzeżach.

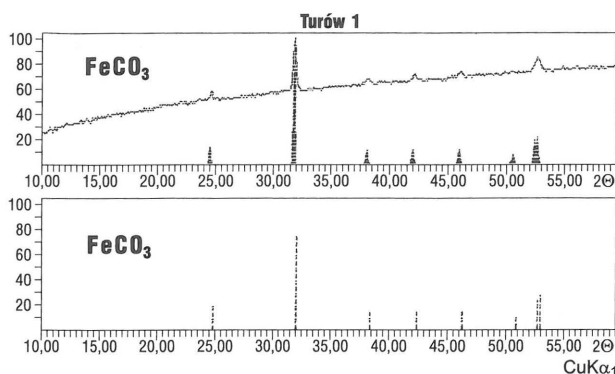
Na podstawie badań geofizycznych, w podłożu serii osadowej wykryto kilka kominów wulkanicznych — diatrem (Kasiński, 1991; ryc. 1). Osady czwartorzędowe w granicach niecki żyta-wskiej są wykształcone w postaci cienkiej pokrywy glin morenowych oraz fluwioglacjalnych i rzecznych serii piaszczysto-żwirowych.

Opróbowanie i metody badań

Lokalizację miejsc do opróbowania autorzy wytypowali podczas penetracji dna odkrywki kopalni Turów w 1995 r. Zdecydowano wówczas opróbować i przygotować koncentraty panwiove (szlichowe), zarówno z podwęglowych zwietrzelin skał krystalicznych i bazaltoidów *in situ*, jak i z osadów plioceńskich (żwiry Gozdnicy), a także z czwartorzędowych serii piaszczysto-żwirowych. Zadania tego podjęła się firma „Geodez” pod nadzorem autora.

Do niniejszego artykułu wykorzystano wyniki badań części pobranych próbek skał litych i próbek panwiovych przemitych ze zwietrzelin bazaltoidowych, zlokalizowanych w trzech rejonach opróbowania (ryc. 1, I–III).

W granicach rejonu I prace eksploatacyjne doprowadziły do odsłonięcia komina wulkanicznego z wyraźnym promienistym ciosem słupowym, w sąsiedztwie uskoku o kierunku NW/SE i upadzie na SW (ryc. 2–4, 5). Pobrano tu



Ryc. 10. Dyfraktogram syderytu (próbka nr 1)

próbki o nr 1–3. Z przestrzeni międzysłupowej wybrano okruchy skały węglanowej tkwiące w zwietrzałym bazaltoidzie (próbka nr 1, ryc. 4, 7). Nieco dalej, w kierunku zachodnim odsłonięcia natrafiono na pionową węglanową żyłę kominową o przekroju owalnym, którego większa oś sięga 6,5 cm, a mniejsza 5,0 cm. Żyła odsłoniła się na odcinku 0,6 m (próbka nr 3, ryc. 6, 9). Z całkowicie zwietrzałego bazaltoidu bez makroskopowo widocznych śladów metasomatozy węglanowej pochodzi próbka nr 2 (ryc. 5, 8). W tym samym rejonie pobrano również próbki panwiowe ze zwietrzeli bazaltoidowej podścielającej pokład węgla brunatnego (ryc. 1, próbki nr 24–26).

W granicach II i III rejonu pobrano po dwie próbki panwiowe. W strefie uskokowej na kontakcie ze zwietrzelną granitoidową (w sąsiedztwie archiwalnego, kopalnianego otworu 15/19) próbki nr 21 i 22, próbkę nr 9 na linii uskoku głównego (blisko odwiertu 1w/31) i próbkę nr 10 (obok otworu 6w/28).

Dla próbek skał litych wykonano oznaczenia chemiczne. Dla skał węglanowych dodatkowo analizy fazowe oraz obserwacje mikroskopowe w świetle przechodzącym i w świetle odbitym. Większość badań wykonano w Państwowym Instytucie Geologicznym w Warszawie: oznaczenia chemiczne — zespół pracowników Centralnego Laboratorium Chemicznego, rentgenowskie analizy fazowe — W. Narkiewicz z Pracowni Rentgenowskiej, natomiast obserwacje petrograficzno-mineralogiczne zrobiono w Zakładzie Geologii Surowców Mineralnych. Badania zgładów w świetle odbitym to wynik pracy W. Olszyńskiego, zaś analizy mineralogiczne próbek panwiowych — M. Jęczmyk. Opis syderytu żyłowego na podstawie obserwacji w świetle przechodzącym podał A. Nowakowski z Wydziału Geologii UW.

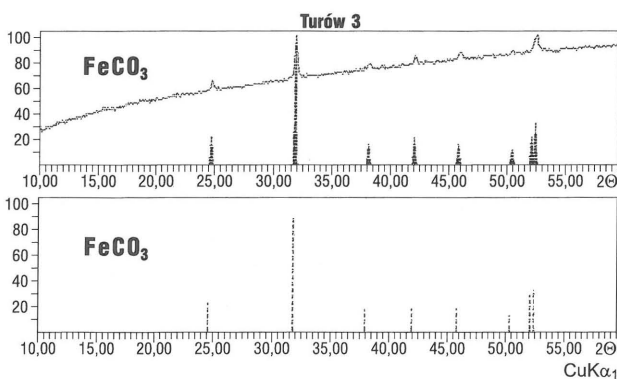
Wyniki badań

W niniejszym artykule autorzy omówili wyniki badań pobranych przez siebie próbek syderytów oraz koncentratów minerałów ciężkich ze zwietrzelin bazaltoidów i porównali z wynikami podobnych skał analizowanych wcześniej w rejonie niecki żyłowej (tab. 1).

Syderyty (metasomatyczne karbonatyty)

Skały węglanowe z wyglądu przypominające syderyty masywne, o barwie beżowej z odcieniem wiśniowym, odznaczają się dużą gęstością i pobudliwością magnetyczną (próbka nr 1, ryc. 5 i próbka nr 3, ryc. 9).

Dla sprawdzenia czystości fazy mineralnej wykonano rentgenowską analizę fazową. Zarówno skała żyłowa (prób-



Ryc. 11. Dyfraktogram syderytu (próbka nr 3)

ka nr 3) jak i okruch tkwiący w bazaltoidzie (próbka nr 1) wykazały obecność tylko jednej fazy mineralnej. Jest nią czysty syderyt (ryc. 10, 11).

Analiza chemiczna dwóch wspomnianych próbek syderytów wykazała podobny rząd wielkości dla większości składników głównych, pobocznych, pierwiastków śladowych i pierwiastków ziem rzadkich. Próbka nr 1 ma jedynie nieco wyższe zawartości MgO, MnO i Zn.

Analizowana wcześniej żyła bazaltoidu o strukturze porfirowej, zmieniona metasomatozą węglanową (Jęczmyk & Kanasiewicz, 1987), którą nawiercono w granitoidach rejonu Markocic (otw. IG 1) różni się od syderytów z Turowa zarówno strukturą jak i składem chemicznym (tab. 1, próbka nr 4). Odnotowany wyższy udział CaO i MgO, przy niższej zawartości FeT potwierdza kalcytowo-ankerytowy charakter mineralizacji, a wyższy udział SiO₂ wskazuje na to, że procesy metasomatyczne w tym rejonie — bardziej odległym od centralnej osi strefy Ohrzy — miały odmienny chemizm i mniejszą intensywność.

Zawartość sumy pierwiastków ziem rzadkich (REE) w syderytach pobranych w niecce żyłowej waha się w granicach 200 ppm, a w zmetasomatyizowanym bazaltoidzie z Markocic od 170 do 520 ppm (tab. 1). We wspomnianych próbkach zawartość pierwiastków podgrupy cerowej (lekkie REE — Ce, La, Nd, Pr, Sm i Eu) jest wyższa od udziału pierwiastków podgrupy itrowej (Y, Ga, Dy). Takie wyniki oznaczeń metasomatyków węglanowych sugerują ich magmową genezę.

W stosunku do średniej zawartości pierwiastków ziem rzadkich w osadowych skałach węglanowych, badane próbki wykazują wyraźnie podwyższone wyniki. Według Turekiana & Wedepohla ([W:] Polański & Smulikowski, 1969), średnia zawartość REE w osadowych skałach węglanowych wynosi bowiem zaledwie 53 g/t. Największy udział mają Y — 30 i Ce — 11,5 g/m³.

Obserwacje w świetle przechodzącym potwierdziły prawie monomineralny, syderytowy skład próbek nr 1 i 3. Kaolin i relikty szkliwa wulkanicznego (?) występują w nich śladowo. Struktura skały w próbce nr 3 jest automorficznie ziarnista. Syderyt reprezentuje jedna generacja. W próbce nr 1 automorficzne skupienia starszego syderytu przecina siatka żyłek syderytu młodszego o zarysie struktur konsolidacyjnych.

Badania w świetle odbitym wykazały, że pomimo całkowitej metasomatozy węglanowej, bazaltoid zachował relikty pierwotnej struktury. Agregaty syderytowe osiągają do 2 cm średnicy. Skupienia FeCO₃ w pobliżu kontaktu z otaczającą je skałą bazaltoidową są zwarte i składają się z ziaren ksenomorficznych, w centralnych partiach kawern natomiast występują rozetkowe skupienia kryształów automorficznych.

Wśród minerałów kruszcowych stwierdzono śladową obecność piryty, sfalerytu i chalkopiryty. Piryt występuje wewnątrz agregatów syderytu wypełniających kawernę oraz jest rozproszony w żyłce metasomatycznej przecinającej bazaltoid. W agregatach syderytowych piryt ma postać drobnych, automorficznych osobników, często o zarysie pentagonalnym, które są rozmieszczone wzdłuż granicy ziaren syderytu lub tworzą owalne skupienia przypominające tzw. „fromboidy pirytowe”.

Zwietrzały bazaltoid

Opróbowanie zwietrzeli bazaltoidowej *in situ* odsłaniającej się w dnie wyrobiska KWB Turów przeprowadzono w trzech rejonach pobierając 7 próbek (ryc. 1). Frakcje

minerałów ciężkich uzyskane z tych skał, o masie od 0,078 do 6,5 kg/m³ próbki wyjściowej, są praktycznie monomineralne (tab. 2). Syderyt krystaliczny stanowi w nich bowiem od 93,4 do 100% masy koncentratu. Siarczki Fe, anataz, picotyt, cyrkon, topaz i turmalin mają nieznaczny lub śladowy udział.

Z komina wulkanicznego, przeciętego żyłami syderytowymi (I rejon opróbowania) pobrano próbkę całkowicie zwietrzałego bazaltoidu bez makroskopowo widocznych oznak metasomatozy węglanowej (próbka nr 2, ryc. 5, 8), w celu porównania uzyskanych dla niej wyników analizy chemicznej składników głównych i pobocznych z wynikami podobnych oznaczeń zwietrzeli bazaltowej z Turowszowa (Stępisiewicz & Szpila, 1991, próbka nr 5) i ze średnim składem chemicznym dolnośląskich bazaltoidów (Pendias & Ryka, 1981, próbka nr 6, tab. 1).

Interesujące jest również porównanie zawartości pierwiastków, w tym także sumy pierwiastków ziem rzadkich (REE) w syderytach, bazaltoidach objętych metasomatozą węglanową i w zwietrzelinie bazaltoidów w niecce żytańskiej (tab. 1).

Ilość opublikowanych wyników analiz chemicznych wykonanych dla zwietrzelin i skał bazaltoidów w kopalni Turów jest bardzo skromna. Zdając sobie sprawę ze szczupłości materiału, autorzy zdecydowali się jednak zestawić wyniki i podjąć próbę porównania danych.

Wyniki analizy chemicznej zwietrzałego bazaltoidu (próbka nr 2) nie odbiegają swym składem od analizowanej wcześniej zwietrzeli bazaltoidu z Turowszowa (próbka nr 5). Większy udział FeT i CO₂ w pobranej przez nas próbce może sugerować, że roztwory węglanowe (syderytowe) penetrowały całą strukturę komina wulkanicznego siecią drobnych, makroskopowo niewidocznych żyłek, a zwiększony udział glinu świadczy o bardziej intensywnej procesach wietrzenia.

Dyskusja wyników

W niecce żytańskiej oraz na jej obrzeżeniu zarówno w skałach granitoidowych jak i w kompleksie trzeciorzędowych skał osadowych i wulkanicznych, zaobserwowano przejawy metasomatozy węglanowej o zmiennym chemizmie i intensywności.

W centralnej części niecki żytańskiej na przedłużeniu ryftu Ohrzy, procesy te wykazują większą intensywność i syderytowy charakter. Potwierdzają to następujące zaobserwowane fakty, udokumentowane analizami próbek pobranych ze skał podłoża KWB Turów i z rdzeni otworów kopalnianych w rejonie Rybarzowic i Białopola:

— występowanie syderytów i sferosyderytów w zwietrzałych bazaltoidach,

— obecność kominowych żył syderytowych przecinających diatremy,

— bogate nagromadzenia okrucowego, automorficznego syderytu w zwietrzałych pokrywach bazaltoidów wokół diatrem,

— liczne płaskury syderytowe i sferosyderyty w warstwach międzywęglowych i spagowych złoża węgla brunatnego,

— obecność 19 metrowej serii kaolinowo-syderytowej podścielającej złoża węgla brunatnego w otw. 9/53 usytuowanym między Rybarzowicami i Białopolem,

— występowanie żył syderytowo-kwarcowych i dajek skał zasadowych zmienionych procesami metasomatozy węglanowej, przecinających skały krystaliczne podłoża w rejonie Rybarzowic.

We wschodnim obrzeżeniu niecki żytańskiej w rejonie Markocic i Bogatyni procesy karbonatyzacji są mniej intensywne. Kuliste konkrecje sferosyderytowe spotyka się tylko w redeponowanych i przeobrażonych zwietrzelinach trzeciorzędowych skał zasadowych, natomiast mineralizacja ankerytowo-kalcytowa, której niekiedy towarzyszy fluoryt objęła lokalnie:

— kompleks dolnopaleozoicznych skataklastycznych skał metamorficzno-magmowych w rejonie Markocic i Bogatyni,

— subwulkaniczne żyły trzeciorzędowych bazaltoidów przecinające granitoidy w rejonie Markocic.

Na podstawie liczących się publikacji literatury światowej dotyczących wystąpień karbonatytów na świecie (Bell & Keller, 1995; Stoppa & Cundari, 1995; Morogan & Lindblom, 1995; Ambrustmacher, 1988; Kopecký, 1977; Kopecký i in., 1987; Le Bas, 1977, 1980; Gittings, 1966; Wimmenauer, 1966) oraz własnych wieloletnich badań i obserwacji, autorzy zebrali wiele przekonujących przesłanek przemawiających za podobną genezą dla metasomatytów syderytowych i ankerytowo-kalcytowych z rejonu niecki żytańskiej. Są to:

1) pozycja tektoniczna — strefa głębokiego rozłamu Ohrzy charakteryzująca się intensywną tektoniką blokową o wielokierunkowych systemach spękań;

2) intensywne, pięciocykliczne erupcje magmowo-wulkaniczne, których najstarszym ogniwem oznaczonym petrograficznie są ubogie w oliwin nefelinity, a ostatnim alkaliczno-skaleniove trachity (fonolity) oraz ich brekcje i tufy.

W prowincjach wulkanizmu kontynentalnego, karbonatyty są zwykle związane właśnie z bezoliwinowymi nefelinitami i fonolitami. Roztwory węglanowe kończące etap magmatyzmu o zmiennej zawartości krzemianów mogą się wydzielać zarówno z magmy nefelinowej jak i fonolitowej;

3) wystąpienia skał karbonatytowych w Kościele i Roztoky, związanych z młodym wulkanizmem strefy Ohrzy. Etap magmatyzmu karbonatytowego zwykle kończą niskotemperaturowe, metasomatyczne karbonatyty zubożone chemicznie, powstałe z wtórnie uruchomionych roztworów węglanowych (metasomatyczne karbonatyty). Pierwotna skała w wyniku procesu metasomatycznego zostaje w części lub w całości zmieniona w skałę węglanową lub węglanowo-krzemianową. Wśród nich występują karbonatyty ankerytowo-kalcytowe i syderytowe. Do tej grupy skał autorzy są skłonni zaliczyć metasomatyczne karbonatyty niecki żytańskiej. Wskazuje na to czysta faza mineralna i forma wystąpień: żyły kominowe z zachowanymi strukturami konsolidacyjnymi syderytów oraz automorficzne kryształy syderytu w zwietrzelinie bazaltoidów;

4) w rozwoju frakcjonalnym magmy karbonatytowej mogą powstawać roztwory bogate w grupę lekkich REE, Ba, F, Nb, Th, U, Zr i in. Karbonatyty z niecki żytańskiej i jej wschodniego obrzeżenia w stosunku do osadowych skał węglanowych wykazują podwyższone zawartości lekkich REE, Zr, Nb, Ba, Sc, Ti, V, Cu i Zn, a w syderycie okrucowym ze zwietrzeli bazaltoidowej w kopalni Turów stwierdzono wysoką zawartość: Mn, Zn, Co i Ni. Oznaczenia pierwiastków promieniotwórczych nie były wykonywane;

5) analizy mineralogiczne próbek panwiowych (szlichowych) przemytych ze zwietrzelin oraz z międzywęglowych osadów klastycznych niecki żytańskiej wykazały obecność znaczących koncentracji minerałów okrucowych zwykle współwystępujących z karbonatytami: barytu (do 0,5

kg/m³), wodorotlenków i tlenków Fe i Mn (do 7 kg/m³), markasytu (wraz z pirytem do 8,7 kg/m³), którym towarzyszą siarczki Pb, Cu, Zn i As;

6) procesom karbonatyzacji w rejonie niecki żytańskiej towarzyszy lokalna syenityzacja i fosfatyżacja. We wschodnim obrzeżeniu niecki żytańskiej, w granitoidach rejonu Markocic odsłaniają się różowe syenitoidy — skały, które są często opisywane jako współwystępujące z karbonatytami. Skały te są przecięte siecią drobnych dajek młodych bazaltoidów, wzdłuż których spotyka się gniazdową mineralizację Th-TR-Nb. Oznaczono tu minerały typowe dla magmatyzmu karbonatytowego: ferrotoryt, brockit, pirochlor, rutyl niobonośny i in. (Jęczmyk i in., 1982).

Wnioski

1. Zarówno wyniki prac badawczych poprzednich etapów, jak i ostatnich lat skłaniają autorów do postawienia hipotezy o obecności niskotemperaturowych skał magmowych typu metasomatycznych karbonatytów kończących proces rozwoju trzeciorzędowej działalności magmowo-wulkanicznej. W centralnej części niecki żytańskiej metasomatoza ma charakter syderytowy, a na jej wschodnim obrzeżeniu — ankerytowo-kalcytowy.

2. Obserwowane w omawianym rejonie procesy metasomatozy węglanowej, fosforanowej, syenityzacji oraz obecność w warstwach płonnych złoża węgla brunatnego bogatych koncentracji okrucowego barytu, siarczków Fe, tlenków Fe i Mn wskazuje na to, że możemy się tu spodziewać na większych głębokościach niskotemperaturowej mineralizacji związanej z trzeciorzędową działalnością wulkaniczną.

W strefie rozłamu Ohrzy, która przebiega przez centralną część niecki żytańskiej mogą występować: strefy okruszcowane Th-TR-Nb (podobnie jak w Markocicach), żyłowe złoża barytu i fluorytu (?) oraz masywna mineralizacja siarczkowa.

L i t e r a t u r a

ALBERT C., LETERRIER J., PANASIUK M., ZIMMERMANN J.L. 1987 — *Lithos*, Amsterdam, 20: 311–321.
AMBRUSTMACHER T.J. 1988 — *Geology and Resources of Thorium and Associated Elements in the Wet Mountains Area, Fremont and Custer Counties, Colorado*. United States Government Printing Office. Washington.
BELL K. & KELLER J. 1995 — *Carbonatite Volcanism Oldoinyo Len Gai and the Petrogenesis of Natrocarbonatites*. IAVCEI Proceedings in Volcanology. Springer-Verlag, Berlin, Heilderberg.
BEREZOWSKI Z. 1973a — *Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Sudetów*, ark. Bogatynia, 1 : 25 000. Wyd. Geol.
BEREZOWSKI Z. 1973b — *Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Sudetów*, ark. Turoszów, 1 : 25 000. Wyd. Geol.
BRAUSE H. 1989 — *Wissensch.-Techn. Infor. Dienst WTI 30A*, Berlin, 1: 31–34.
GITTINS J. 1966 — [W:] O.F. Tittle, J. Gittins (eds.), *Carbonatites*: 379–382. Wiley Interscience, New York.
JĘCZMYK M., BERESTKA A., BELLOK A., BITTMAROWA A., IWASIŃSKA I., JUSKOWIAKOWA M., KANASIEWICZ J., KOŚCIÓWKO H., MARCINKOWSKI B., MORAWSKA T., PANASIUK M. & SOKOŁOWSKA G. 1982 — Wyniki rozpoznania geologiczno-surowcowego mineralizacji toru i pierwiastków towarzyszących „rejon Markocice–Opolno Zdrój”, Warszawa, grudzień 1982, CAG, 4520/130.

JĘCZMYK M. & JUSKOWIAKOWA M. 1989 — *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 360: 5–38.
JĘCZMYK M. & KANASIEWICZ J. 1987 — Young alkaline volcanism and related metasomatic processes in the vicinity of Bogatynia, Poland. Proceedings of the first seminar on carbonatites and alkaline rocks of the Bohemian Massif and ambient regions. Geological Survey, Prague: 167–175.
JĘCZMYK M., KASIŃSKI J.R., SZTROMWASSER E., KAZIMIERSKA B., GÓRECKA E.W. 1996 — *Prz. Geol.*, 44: 897–904.
JUSKOWIAKOWA M. & JĘCZMYK M. 1989 — *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 360: 39–70.
KASIŃSKI J.R. 1983 — *Prz. Geol.*, 31: 237–243.
KASIŃSKI J.R. 1991 — *Spec. Publ. Int. Ass. Sediment.*, 13: 93–107.
KASIŃSKI J.R. & PANASIUK M. 1987 — *Biul. Inst. Geol.*, 357: 5–35.
KANASIEWICZ J. 1990 — Wyniki badań geologicznych podłoża krystalicznego w rejonie niecki żytańskiej. CAG, nr 255/91.
KOPECKÝ L. 1979 — [W:] M. Mahel, P. Reichwalder (eds.): *Czechoslovakia Geology and Global Tectonics*: Veda, Bratislava: 167–181.
KOPECKÝ L. 1987 — *Časopis pro mineralogii a geologii*, 32:
KOPECKÝ L., SMEJKAL V. & HLADIKOVA J. 1987 — Isotopic composition and origin of carbonates in alkaline-metasomatic and cognate rocks of the Bohemian Massif, Czechoslovakia. Proceedings of the first seminar on carbonatites and alkaline rocks of the Bohemian Massif and ambient regions. Geological Survey, Prague: 177–196.
KOWALSKI W. & SZPILA K. 1979 — *Mineralogia i geochemia niecki żytańskiej*. Symp. UW, Bogatynia.
LE BAS M.J. 1977 — *Carbonatite-nephelinite volcanism* — Wiley Interscience. London.
LE BAS J. 1980 — [W:] *Geodynamic evolution of the Afro-Arabian rift system*. *Atti dei convegni Lincei*, 47: 111–122. *Accademia Nazionale dei Lincei Roma*.
MOROGAN V. & LINDBLOM S. 1995 — *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 122: 262–275.
NOWAKOWSKI A. & OLSZYŃSKI W. 1982 — *Badania paragenety mineralnych z rejonu Markocic*. *Arch. Wydz. Geol. UW*.
PANASIUK M. & JĘCZMYK M. 1982 — Wyniki badań uranowości i torowości utworów podłoża krystalicznego niecki żytańskiej w rejonie Rybarzowic (gmina Bogatynia, woj. jeleniogórskie). CAG, nr 4520/127.
PENDIAS H. & RYKA W. 1981 — *Arch. Miner.*, 37: 84–147.
POLAŃSKI A. & SMULIKOWSKI K. 1969 — *Geochemia*, Wyd. Geol.
STĘPISIEWICZ M. & SZPILA K. 1991 — [W:] *Eurolat'91, Mineralogy and geochemistry of the basaltic weathering crust. Supergene Ore Deposits of Mineral Parageneses*, Berlin: 186–189.
STOPPA F. & CUNDARI A. 1995 — *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 122: 275–289.
SYLWESTRZAK H. 1993 — *Asocjacje mineralne Sudeckiej Prowincji Masywu Czeskiego i ich pozycja genetyczna. Występowanie minerałów w czeskiej części Sudetów*. CAG, nr 920/93.
STOCH L., DYJOR S., SIKORA W. & KALMUS M. 1977 — *Zwierzelniny bazaltowe Dolnego Śląska*. *Pr. Mineral.* 56, Wrocław, Warszawa, Kraków, Gdańsk, Z-d Narodowy im. Ossolińskich. Wyd. PAN.
SZYMKOWIAK A. & PANASIUK M. 1985 — *Kwart. Geol.*, 29: 727–754.
WIMMENAUER W. 1966 — [W:] O.F. Tittle - J. Gittings (eds.), *Carbonatites*: 183–204. Wiley Interscience. New York.