

GEOCHEMICZNE ROZPOZNANIE ZJAWISK HYDROTHERMALNEJ MINERALIZACJI SKAŁ REJONU PIENIŃSKIEGO PASA SKAŁKOWEGO

Maciej PAWLIKOWSKI*, Marta WARDAS, Marian Kosuth*****

**/ Katedra Mineralogii, Petrografii i Geochemii,*

***/ Katedra Geologii Ogólnej, Ochrony Środowiska i Geoturystyki, Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków, Polska*

****/ Wydział Górnictwa, Ekologii i Geotechnologii, Techniczny Uniwersytet Koszyce, ul Letna 9/A, 042 00 Kosice, Słowacja*

Streszczenie

Wykonano prace terenowe oraz badania mineralogiczno-petrograficzne i chemiczne żyłek występujących w skałach z otoczenia Pienińskiego Pasa Skałkowego, po stronie polskiej i słowackiej. Miały one na celu rozpoznanie obecnych w nich objawów procesów wtórnej mineralizacji skał a zwłaszcza ich składu chemicznego, w tym szczególnie pierwiastków śladowych w powszechnych w tym rejonie żyłkach tnących różne rodzaje skał. Podjęto próbę wstępnego rozpoznania ewentualnych aureoli geochemicznych, zarówno w otoczeniu pienińskich andezytów, jak i Pienińskiego Pasa Skałkowego.

Praca jest efektem współpracy naukowej Wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH (Polska) z Uniwersytetem Technicznym w Koszycach (Słowacja).

Wstęp

Badania geologiczne Pienińskiego Pasa Skałkowego) i jego otoczenia ja też różnego rodzaju mineralizacji andezytów mają długą historię i bogatą literaturę. Dotyczy ona stratygrafii, tektoniki, sedimentologii, paleontologii, geotermii i mineralogii (Małkowski 1923, 1948, 1958, Wojciechowski 1950, Birkenmajer 1958, 1962, 1965, 1979, 1986, Birkenmajer et al. 1987, Birkenmajer & Pecskay 2000, Parachoniak & Pawlikowski, 1980, Książek et al. 1980, Banaś et al. 1993, Chowaniec, 1989, Sokołowski (red.) 1995, Chowaniec et al. 1999, Kępińska et al. 2000, Pawlikowski & Wiewiórka 1979, Pawlikowski & Mazurek 2000, Kępińska et al. 2001 Kępińska, 2001, Szeliga & Michalik 2001, Kępińska & Ławczowska 2002, Jurkiewicz 2005, Golonka et al. 2006, Golonka & Krobicki 2007, Pawlikowski et al. 2009).

Szczególnie interesujące są badania mineralogiczno-geochemiczne utworów powierzchniowych prowadzone na obszarze Pienińskiego Pasa Skałkowego (PPS), które można uznać za potencjalnie korzystne dla pozyskiwania wód geotermalnych (Pawlikowski i in. 2009). Na obecnym etapie badań trudno jednak ustalić zarówno głębokość zalegania horyzontów wód termalnych jak też ich temperatury bez wykonania kosztownych wierceń i towarzyszących badań hydrologicznych.

Badania powierzchniowe wskazują, że możliwym jest jednak występowanie w tym rejonie wód geotermalnych na stosunkowo niskiej głębokości i o odpowiedniej temperaturze i wydajności (Browne 1978, 1993, Kristmannottire &

Tomasson 1978, Fedak et al. 1995, Sokołowski 1995, Fedak & Franko 2000, Pomianowski 1988, Jurkiewicz 2005, Pawlikowski et al. 2009).

Z wcześniejszych badań PPS i skał które go otaczają wynika, że obecne są tu strefy o mocniejszym i słabszym nasileniu mineralizacji żyłowej (Wojciechowski 1950, Banaś et al. 1993) świadczącej zarówno o aktywności tektonicznej, jak i o migracji zmineralizowanych wód geotermalnych systemami pęknięć powstałymi w wyniku tych zjawisk. Dotyczy to, zarówno częstości występowania żyłek, jak też ich średniej grubości. Wspomniane obszary o większej aktywności tektonicznej i mocniejszej mineralizacji żyłowej w skałach to:

rejon między Krościenkiem a Szczawnicą

teren znajdujący się na zachód od Krościenka (dolina Piekiełko) j

obszar znajdujący się na Słowacji między Starą Spiską Wsią a Czerwonym Klasztorem.

Na podstawie badań stwierdzono, że w wymienionych rejonach można się spodziewać relatywnie korzystnych warunków geologicznych z punktu widzenia pozyskiwania wód termalnych.

Wykonane analizy mineralogiczno-petrograficzne żyłek pobranych z wielu lokalizacji, które zaznaczono na mapie (Fig.1), pozwoliły na selekcję szczególnie interesujących próbek do dalszych szczegółowych badań chemicznych (zaznaczone czerwonymi wyróżnikami znaczników).

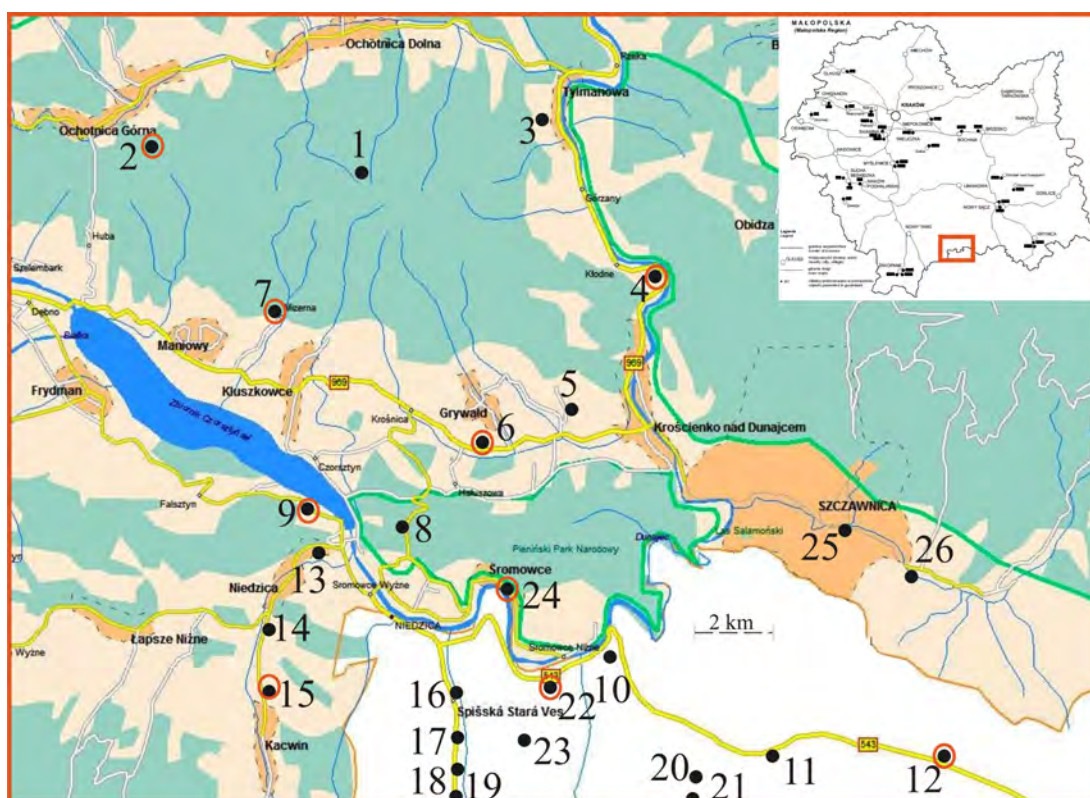


Fig. 1. Lokalizacja miejsc pobrania próbek, do badań. Czarne znaczniki – miejsca badań makro- i mikroskopowe (Pawlikowski i in. 2009)– czarne znaczniki z czerwoną obwódką - miejsca pobrania prób do badań chemicznych prezentowanych w pracy.

Należy podkreślić, że w Pieninach, a zwłaszcza w pobliżu andezytów prowadzono od lat badania geochemiczne i mineralogiczne między innymi występujących tu żył (Wojciechowski, 1950 a, b, Banaś et al., 1993 i in.). Jednak znana mineralizacja żyłkowa nie była dotychczas szczegółowo analizowana, zwłaszcza z zastosowaniem nowoczesnych metod takich jak ASA. Wynikało to głównie z powszechnego przekonania, że obok kalcytu, we wspomnianych żyłkach, praktycznie żadne inne minerały nie występują. Jednak ich badania mineralogiczne wykazały, że obok kalcytu występuje w nich mineralizacja kwarcem, kaolinitem, dolomitom, syderytem, siarczkami i in. (Pawlikowski et al. 2009). Badania te sugerują także, że obok rozpoznawalnej mikroskopowo mineralizacji, w żyłkach może występować także mineralizacja śladowa, możliwa do wykrycia tylko czułymi metodami chemicznymi takimi właśnie jak ASA.

Prezentowana praca ma na celu wyjaśnienie tego zagadnienia.

Metody badań

Do realizacji założonego tematu wykonano obserwacje terenowe i badania laboratoryjne.

Prace terenowe

Wybór lokalizacji opróbowania, przedstawionej na mapie (*vide* Fig. 1). Opróbowanie prowadzono w naturalnych odsłonięciach w skarpach potoków.

Badania laboratoryjne

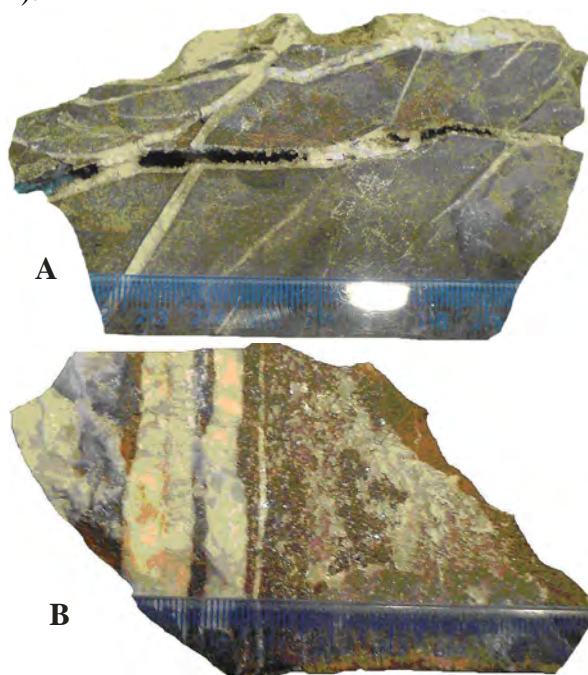
Makroskopową charakterystykę analizowanych próbek koncentrowano na żyłkach i minerałach zapożyczających żyłki. Badania mikroskopowe w świetle przechodzącym prowadzono na standardowych płytkach cienkich wykonanych z próbek skał, oznaczonych symbolami 1–26. Zwrócono przede wszystkim uwagę na charakter mineralogiczno-petrograficzny żyłek. Obserwowane zjawiska dokumentowano mikrofotografiami. Na podstawie wykonanych badań wytypowano 9 szczególnie interesujących próbek do dalszych badań chemicznych, w których bądź występowały minerały kruszcowe, bądź zachodziło podejrzenie występowania metali, jako podstawień wapnia w strukturze węglanów.

Fragmety żyłek rozdrobniono w moździerz agatowy i suszono w stałej masie przez dwie godziny w temperaturze 105°C. Na wadze analitycznej odważono ok. 1,0000 g z każdej próbki i umieszczono w opisanych kolbach mineralizacyjnych. Do każdej naważki umieszczonej w kolbie dodano 10 cm³ stężonego HNO₃ i w mineralizatorze ekstrahowano metale do roztworu, przez 2 godziny, w temperaturze 130°C. Po wyjęciu z mineralizatora ekstrakt przeniesiono w sposób ilościowy i uzupełniono wodą destylowaną do objętości 25 ml. Następnie przy użyciu metody absorpcyjnej spektrometrii atomowej (ASA) w roztworach oznaczono Cd, Cr, Ni, Cu, Pb, Zn, Mn i Fe. Wyniki koncentracji metali w roztworach przeliczono na masę próbki, używając do wyrażania stężeń jednostki mg/kg (ppm). W celach kontroli poprawności analiz stosowano certyfikowane materiały referencyjne, próbki „0” i równoległe.

Wyniki badań

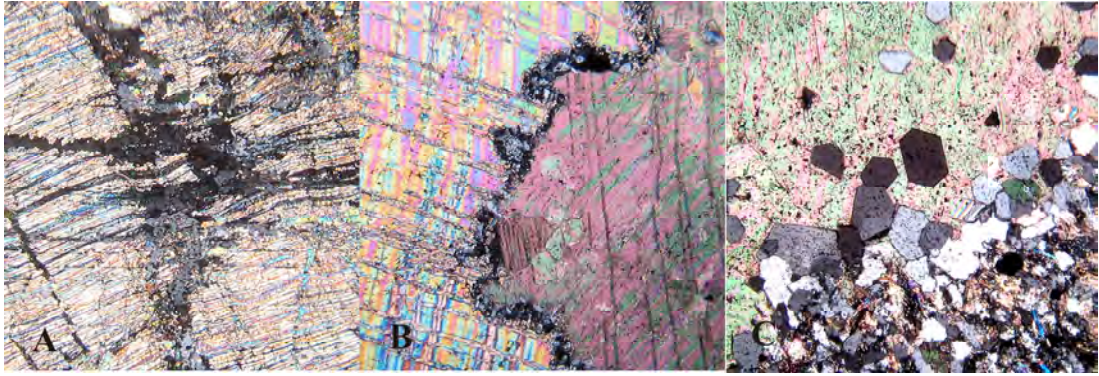
Badania terenowe a następnie mikroskopowe pozwoliły stwierdzić, że w wielu żyłkach węglanowych i to zarówno z obszaru Pienin polskich, jak i słowackich, obserwuje się kilka generacji kalcytu, których krystalizacja zachodziła prawdopodobnie przy wielokrotnym poszerzaniu się szczelin pęknięć występujących

w skałach otaczających. Obok mineralizacji żyłek rozpoznano także zjawiska ich rozpuszczania (Fot. 1).



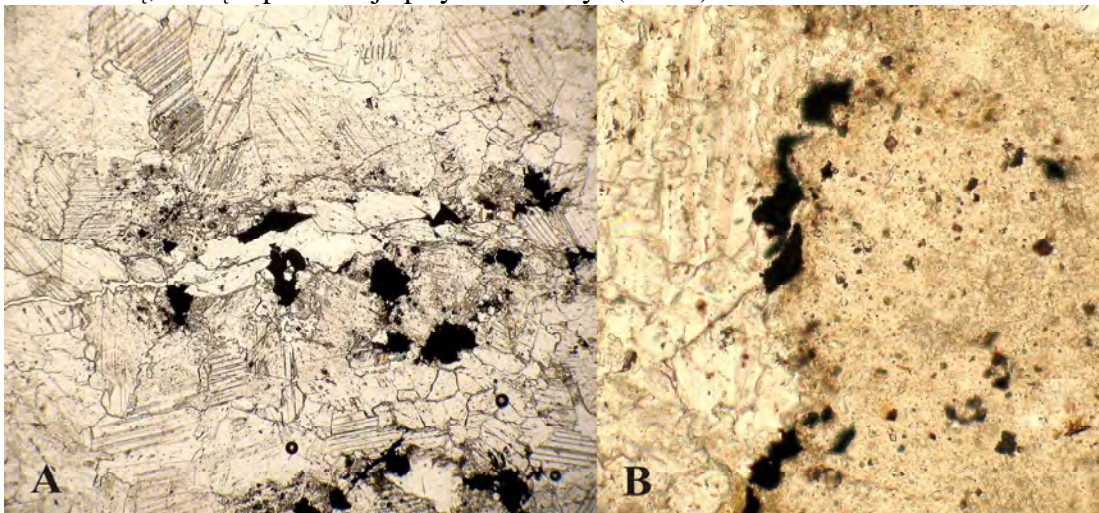
Fot. 1. A. Żyłki węglanowe o wielokierunkowym przebiegu, widoczne różne fazy wypełnienia pęknięć w piaskowcu. B. Trzy generacje żyłek o równoległym przebiegu dowodzące występowania kilku faz odnawiania się (poszerzających się) pęknięć tektonicznych w piaskowcu.

Badaniami katodoluminiscencyjnymi natrafiono także w jednej z żyłek (próbka 13) na ankeryt (Pawlikowski i in. 2009). Każda generacja węglanów wypełniająca badane żyłki dowodzi także wielokrotnego wznowienia migracji roztworów pochodzących z większych głębokości, które przemieszczały się przez kolejne generacje spękań. Efekty zjawisk tektonicznych i procesów postdiagenetycznych w omawianych piaskowcach manifestują się także w żyłach kalcytowych deformacją i przemieszczeniem kryształów kalcytu. Wielokrotnie obserwowano obecność wtórnych wygięć włóknistych form tego minerału. Po odnowieniu i poszerzeniu szczeliny, w skutek oddziaływujących zjawisk mechanicznych, powstała wówczas nowa generacja idiomorficznie wykształconych osobników kalcytu. Z obserwacji mikroskopowych wynika również, że żyłki występujące w Neogeńskich piaskowcach po słowackiej stronie Pienin zawierają kwarc, którego nie obserwowano w żyłkach tnących skały po stronie polskiej (tzw. diamenty marmarowskie - Fot. 2). Dowodzi to krzemionkowej mineralizacji żyłek.



Fot. 2. A. Różnokierunkowe żyłki tnące spękany kryształ kalcytowy, wypełnione kwarcem i minerałami kruszczowymi. B. Kwarc z okruszczeniem koncentrującym się na granicy dwóch generacji kalcytu. C. Idiomorficzne kryształy kwarcu (diamenty marmarowskie) na kontakcie żyłki kalcytowej z piaskowcem. Mikroskop polaryzacyjny, polaroidy X, powiększenie 120 x.

W niektórych żyłkach napotkano także czysty kaolinit. W jego otoczeniu obserwuje się także niekiedy koncentracje minerałów kruszczowych. W żyłkach węglanowych rejonu góry Wżar i jej okolic stwierdzono także śladową mineralizację siarczkową, którą reprezentuje piryt i markasyt (Fot. 3).



Fot. 3. A. Ciemne ziarna minerałów kruszczowych występujące wewnątrz żyłki kalcytowej. B. Okruszczenie na kontakcie żyłki kalcytowej i piaskowca (ciemne ziarna). Mikroskop polaryzacyjny, polaroidy częściowo X, powiększenie 60 x

Obserwacje mikroskopowe wskazują także, że roztwory penetrujące spękane skały niosły ze sobą węglowodory. Ich obecność stwierdzono m.in. w skałach pobranych po słowackiej stronie Pienin.

Badania chemiczne próbek żyłek traktowano jako wstępne, stąd nie użyto mieszaniny kwasów fluorowodorowego i nadchlorowego, które dopiero są w stanie rozpuścić całkowicie próbki, zwłaszcza jeśli zawierają krzemiany. Można zatem uznać, że uzyskane wyniki mogą odzwierciedlać nieco zaniżone, niż w rzeczywistości obecne w próbkach koncentracje metali.

Wyniki analiz chemicznych przeprowadzonych dla 9 próbek, odpowiadających 9 lokalizacjom (*vide* Fig. 1) wykazały, że średnie zawartości w

wypreparowanych z nich minerałach, wypełniających żyłki, występują odpowiednio na poziomach (mg/kg); Cd 3,36, Cr <0,2, Ni 23,88, Cu 4,97, Pb 52,32, Zn 18,22, Mn 752,91 i Fe 3471,41 (Tab. 1). Poza Mn i Fe, największymi koncentracjami wyróżniają się próbki z rejonu oznaczonego nr 7 i 22 (Fig. 1) natomiast najmniejszymi z rejonu 2. Najwięcej Fe i Mn stwierdzono w próbkach z rejonu 15 i 24, najmniej 9 i 6.

Największe, blisko 0,5% zawartości Fe wykazują próbki z rejonu 15 i 24 a Mn, ponad 0,1% z rejonu 15 i 2. Interesującym faktem jest podwyższona, ok. 100 ppm zawartość Pb w próbce z rejonu 22 i 7. Cynk, wykazuje największe koncentracje w rejonie reprezentowanym przez próbkę nr 7 i 6. Równocześnie średnie zawartości (mg/kg) Pb i Zn, to koncentracje odpowiednio 52,32 i 18,22.

W najmniejszych ilościach (mg/kg) występowały w badanych próbkach kolejno: Cd – 3,36 oraz Cu – 4,97. W żyłkach nie stwierdzono obecności Cr. Zatem uwzględniając poziom wykrywalności zastosowanego aparatu AAS, można powiedzieć, że chromu w żyłkach jest mniej niż 0,5 mg/kg. Z kolei średnie koncentracje (mg/kg) Fe, Mn i Ni to odpowiednio, 3471,41, 752,91, 23,88.

Na mapach (Fig. 2 i 3) przedstawiono diagramy obrazujące sumaryczne wzbogacenie żyłek w Cd, Cr, Ni, Cu, Pb i Zn oraz Mn i Fe.

Analizując współwystępowanie oznaczanych metali można zauważyć, że najbliższe sobie są poziomy zawartości Pb i Ni - współczynnik korelacji 0,73, Cd i Zn oraz Fe i Ni - współczynnik korelacji > 0,5. Natomiast Mn i Fe, Zn i Ni oraz Cu i Mn wykazują współczynnik korelacji około 0,4, a Pb i Zn tylko 0,30.

Tab. 1. Zawartość (mg/kg) metali w badanych żyłkach węglanowych

lokalizacja	Cd	Cr	Ni	Cu	Pb	Zn	Mn	Fe
	mg/kg							
2	4,1	<0,2	20,5	5,8	36,8	7,8	1181,3	2138,5
4	3,7	<0,2	20,4	3,0	37,3	19,8	590,5	3609,6
6	3,8	<0,2	21,7	4,7	52,0	26,7	455,7	2440,6
7	4,7	<0,2	29,0	5,5	68,0	44,6	853,8	3639,5
9	4,1	<0,2	22,2	5,1	42,9	10,8	319,4	2305,2
12	2,4	<0,2	22,5	5,4	52,9	14,8	337,8	3402,8
15	2,1	<0,2	25,4	5,7	43,0	13,1	1712,6	5211,5
22	2,6	<0,2	28,1	4,5	96,9	13,9	629,3	3667,9
24	2,9	<0,2	25,0	5,0	41,1	12,7	695,8	4827,1

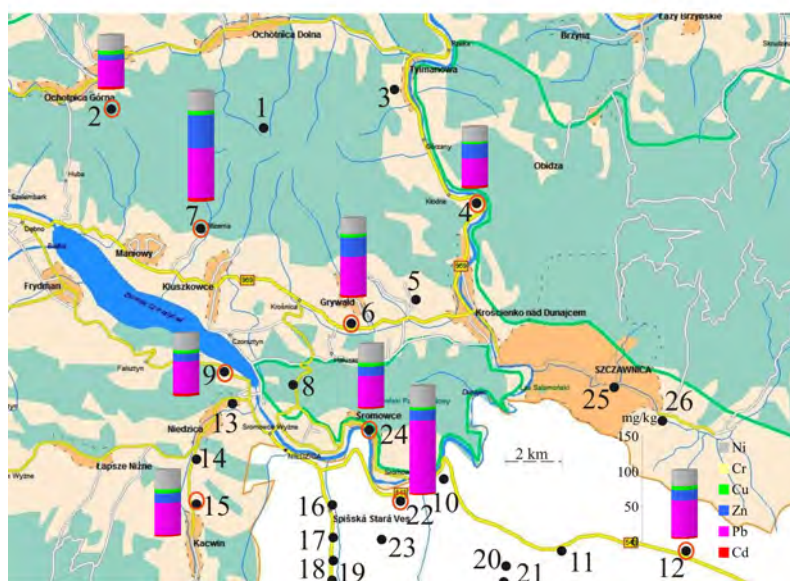


Fig. 2. Sumaryczne wzbogacenie analizowanych próbek (mg/kg) w Cd, Cr, Ni, Cu, Pb i Zn

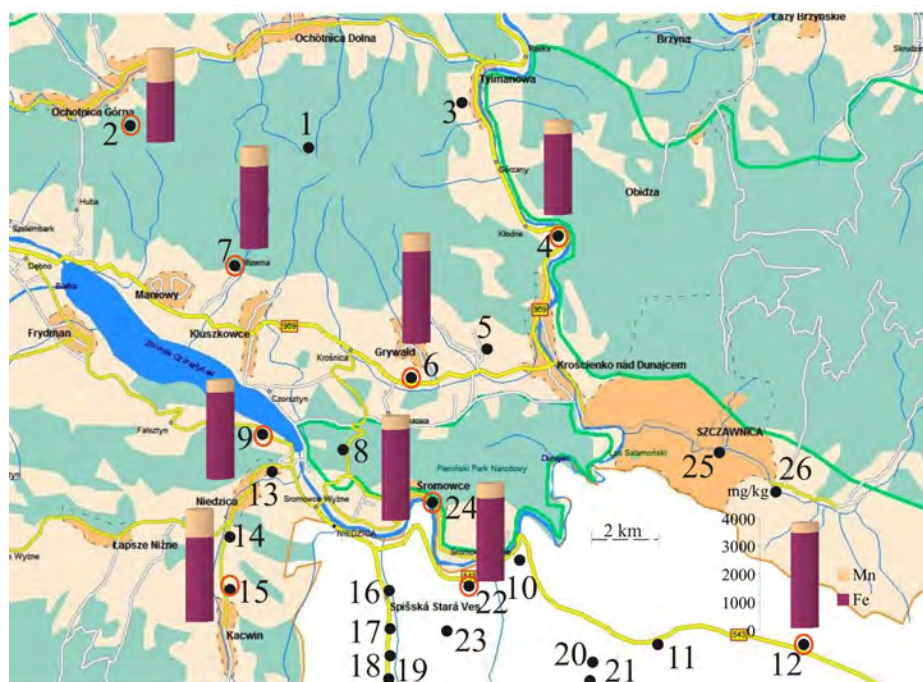


Fig. 3. Sumaryczne wzbogacenie analizowanych próbek (mg/kg) w Mn i Fe
Mn – kolor żółty, Fe kolor fioletowy.

Wnioski

Wcześniejsze badania mineralogiczno-petrograficzne prowadzone na rdzeniach wiertniczych z obszaru Podhala (Chowaniec et al., 1999, Kępińska, 2001) wykazały, że żyłki obecne w skałach otaczających PPS wypełnia głównie: kalcyt (kilka generacji), dolomit, podrzędnie: syderyt, ankeryt, kwarc, minerały ilaste oraz siarczki Fe i materia organiczna (węglowodory). Przykładowo w skałach z otworu PGP-2 na Podhalu natrafiono na grube (do kilkudziesięciu cm), różnokierunkowe żyły pirytu zawierającego domieszkę markasytu.

Wykonane analizy chemiczne dowodzą, że w żyłkach występujących w badanym terenie w miarę wypełniania ich głównie przez węglany miało miejsce dosyć wyraźne wzbogacenie w Pb. Wykonane znaczne zawartości tego metalu są 6-cio krotnie wyższe niż stwierdzane w skałach typu andezytu, a nawet 10-cio krotnie wyższe niż występujące np. w piaskowcach.

W rejonie Pienin wykazywano asocjacje geochemiczne pierwiastków, takich jak Fe, Cu, Pb, Zn (Banaś, Salamon 1993), szczególnie w przeobrażonych hydrotermalnie skałach otoczenia PPS. Jak wykazują badania petrograficzne przejawia się to występowaniem w tych skałach żyłek z kalcytem i kwarcem oraz minerałami rudnymi, jak pirotyn, piryt i chalkopiryt (Banaś et al., 1993). Prezentowane badania potwierdzają powyższe spostrzeżenia.

Badania skał z otoczenia PPS w tym mineralizacji żyłkowej dowodzą występowania wielu faz tektonicznych o zmiennej intensywności zjawiska. Powstałe w ich wyniku pęknięcia postrzegane obecnie jako żyłki wypełniały kolejne generacje minerałów (głównie kalcytu) krystalizującego z wód wglębnych. Potwierdza to przypuszczenie to, że w obszarze PPS jak i w jego otoczeniu występują wglębne wody termalne. Oznaczenie ich temperatur oraz właściwości zbiornikowych skał pod kątem praktycznego wykorzystania wód geotermalnych wymaga w badanym rejonie wglębnego rozpoznania struktur geologicznych metodami wiertniczymi.

Literatura

- BANAŚ J., NIEĆ M., SALOMON W. 1993 - Bismuth tellurides from the Jarmuta hill (Pieniny Mst.). *Mineralogia Polonica* vol.24, no. 1-2, 33-39
- BIRKENMAJER K., 1958 - Nowe dane o geologii skał magmowych okolic Szczawnicy. *Prace Muz. Ziemi* nr 1: 89-99
- BIRKENMAJER K., 1962 - Forma geologiczna andezytów Wżaru. *Acta Geol. Pol.* 12 (2) : 201-209
- BIRKENMAJER K., 1965 - Zarys budowy geologicznej Pienińskiego Pasa Skałkowego. *Rocz. Pol. Tow. Geol.* no 35 (3) : 327-356
- BIRKENMAJER K., 1979 - Przewodnik geologiczny po Pienińskim Pasie Skałkowym. *Wyd. Geol. Warszawa*: 236.
- BIRKENMAJER K., 1986 - Stages of structural evolution of the Pieniny Klippen Belt, Carpathians. *Studia. Geol. Pol.* 88: 7-27
- BIRKENMAJER K. & PECSKAY Z. 2000 - K-Ar dating of the Miocene andesite intrusions, Pieniny Mst, West Carpathian, Poland: a supplement. *Studia Geol. Pol.*, v.117: 7-23.
- BROWNE P.R.L., 1978 - Hydrothermal alternation in active geothermal fields. *Ann.Rev. Earth Planet Sci.* No 6: 229-250.
- BROWNE P.R.L., 1993 - Application of mineralogical methods to assess thermal stabilities of geothermal reservoirs. *Proc. 18th workshop on geothermal reservoir engineering.* Sandford Univ. California :. 615-646.
- CHOWANIEC J., 1989 - Hydrogeologiczne warunki zasilania i przepływu wód podziemnych w otworach trzeciorzędowych Podhala między Zakopanem a Białym Dunajcem. *Praca dr. CAG. PIG.* Warszawa: 161
- CHOWANIEC J., KĘPIŃSKA B., MAZUREK J., PAWLIKOWSKI M., POPRAWA D., 1999 - Badania mineralogiczno-petrograficzne skał

- zbiornikowych wód termalnych otworu Bukowina Tatrzańska PIG/PNiG-1. *Przegl. Geol.*, 12: 1096-1100
- FENDEK M., FRANKO J., 2000 - Geothermal energy country update of the Slovak Republic. *Proc. of the world Geothermal Congress, Japan*: 615-646.
- FENDEK M., REMSIK A., KEAL M., 1995 - Geothermal energy of Slovakia. *Slovak Geol. Mag.*: 3/95., 59-64
- GOLONKA J., GAHAGAN L., KROBICKI M., MARKO F., OSZCZYPKO A., ŚLĄCZKA A., 2006 - Platet tectonic evolution and palaeogeography of the Circum-Carpathian region. In: Golonka J., Picha F., (Eds.) *The Carpathians and their foreland: Geology and hydrocarbon resources*. Amer. Assoc. *Patrol. Geol. Memoir* 84: 11-87.
- GOLONKA J., KROBICKI M., 2007 - The Dunajec River rafting – one of the most interesting geoturistic excursions in the future trans border Pieniny Geopark. *Geoturystyka*, 3: 29-43.
- JUREWICZ E., 2005 - Geodynamic evolution of the Tatra Mts. and the Pieniny Clippen Belt. (Western Carpathians): problems and coments. *Acta Geol. Pol. Nr* 3: 293-327.
- KĘPIŃSKA B., PAWLIKOWSKI M., NAGIEL J., 2000 - Tufy biotytowe w eocenie otworu Biały Dunajec PAN-1 na Podhalu. *Przegl. Geol.* 1. Warszawa: 159-161
- KĘPIŃSKA B., 2001 - Warunki hydrotermalne i termiczne podhalańskiego systemu geotermalnego w rejonie otworu Biały Dunajec PAN-1 *Studia, rozprawy i monografie. Inst. Gosp. Sur. Miner. i Energią PAN Kraków*, 93: 141
- KĘPIŃSKA B., ŁOWCZOWSKA A., 2002 - Wody geotermalne w lecznictwie, rekreacji i turystyce. *Studia, rozprawy i monografie. Inst. Gosp. Sur. Miner. i Energią PAN Kraków*, 113: 78
- KRISTMANNSDOTTIR H., TOMASSON J., 1978 - Zeolite zones in geothermal areas in Iceland; (w: *Natura Zeolitem Occurence ; Properties.*, Use. Pergamon Press. Oxford.: 615-646.
- KSIĄŻEK E., PARACHONIAK W., PAWLIKOWSKI M., WIEWIÓRKA J., 1980 - Badania amfiboli z andezytowego tufitu wielickiego i andezytów pienińskich. *Prace Miner. nr* 66: 29-38.
- MAŁKOWSKI S., 1948 - Metamorfizm kontaktowy i żyła kruszcowa w Jarmucie pod Szczawnicą. *Spraw. Tow. Nauk. Warszawa Wydz. XI, T II*: 681-700
- MAŁKOWSKI S., 1958 - Przejawy wulkanizmu w dziejach geologicznych okolic Pienin. *Prace. Muz. Ziemi* 1: 11-50
- MAŁKOWSKI ST. 1923 - O stosunku żył andezytowych do budowy geologicznej okolic Pienin. *Spraw. PIG t. II Warszawa*: 159-161
- PARACHONIAK W., PAWLIKOWSKI M., 1980 - Hornblenda z tufitu andezytowego z Wieliczki. *Spraw. z Pos. Kom. Nauk. PAN. Oddz. Kraków T.XXI/2*: 127-128.
- PAWLIKOWSKI M., WIEWIÓRKA J., 1979 Wieliczka, Kopalnia soli. *Przewodnik Jubileusz. Zjazdu PTMin.*: 8-12
- PAWLIKOWSKI M., KĘPIŃSKA B., HEFLIK W., NATKANIEC- NOWAK L., DUMAŃSKA- SŁOWIK M., KOSUTH M., SIKORSKA M., (w druku) - Badania mineralogiczno-petrograficzne produktów oddziaływań hydrotermalnych i diagenetycznych w skałach osłony Neogeńskich

wulkanitów Pienińskiego Pasa Skałkowego (PPS). Rocznik PTG, v. 79, str177-185

PAWLIKOWSKI M., MAZUREK J., 2000 - System poboru próbek i analizy chemizmu wody w instalacji geotermalnej Bańska-Biały Dunajec na Podhalu. Technika Poszuk. Geol. Geosynoptyka i Geotermia, z. 2: 11-19.

POMIANOWSKI P., 1988 - Anomalie termiczne nad strefą kontaktu pienińskiego pasa skałkowego z fliszem podhalańskim. Przegl. Geol. 2: 127-128

SOKOŁOWSKI J., (red.) 1995 - Prowincje i baseny geotermalne Polski. Wyd. Roma-Pol. Kraków: 121

SZELIGA W. & MICHALIK M. 2001 - Zmiany kontaktowe i hydrotermalne w obrzeżeniu intruzji andezytowej Jarmuty w Małych Pieninach. Przegląd Geologiczny vol.49, 4: 350

WOJCIECHOWSKI J. 1950 - Złoto rodzime i minerały towarzyszące w żyłce kruszcowej pod Szczawnicą. V. 1, 2: 143-148

Streszczenia i abstrakty

ROZPOZNANIE ZJAWISK HYDROTHERMALNEJ MINERALIZACJI SKAŁ REJONU PIENIŃSKIEGO PASA SKAŁKOWEGO

Geochemical determination of hydrothermal mineralization of Pieniny Clipping Belt rocks

Field study as well as, mineralogical-petrological and chemical investigations of veins, occurring in rocks surrounding the Pieniny Clipping Belt, on both Poland and Slovakia sides, have been performed. Their aim was to recognize the symptoms of the secondary mineralization of the rocks, as well as their chemical composition, particularly, the presence of trace elements. The attempt of initial recognition of the possible geochemical aureoles in surroundings of both Pieniny andesites and Pieniny Clipping Belt has been undertaken.

According to the chemical analyses of the vein mineral constituents, separated from the rocks, the increased concentrations of metals, particularly Pb, have been found. The determined concentrations of Pb were six times higher than observed in the rocks of andesite type, or even ten times as high as those in sandstones. Within Pieniny region some geochemical associations of elements like Fe, Cu, Pb, Zn have been found, especially, in rocks hydrothermally altered.

Geochemiczne rozpoznanie zjawisk hydrotermalnej mineralizacji skał rejonu Pienińskiego Pasa Skałkowego

Wykonano prace terenowe oraz badania mineralogiczno-petrograficzne i chemiczne żyłek występujących w skałach z otoczenia Pienińskiego Pasa Skałkowego, po stronie polskiej i słowackiej. Miały one na celu rozpoznanie obecnych w nich objawów procesów wtórnej mineralizacji skał oraz ich składu chemicznego, w szczególności obecności pierwiastków śladowych. Podjęto próbę wstępnego rozpoznania ewentualnych aureoli geochemicznych, zarówno w

otoczeniu pienińskich andezytów, jak i Pienińskiego Pasa Skałkowego. Analizy chemiczne dowodzą, że w wypreparowanych ze skał składnikach mineralnych żyłek nastąpiło podkoncentrowanie metali, szczególnie Pb. Oznaczone zawartości Pb są 6-cio krotnie wyższe niż stwierdzone w skałach typu andezyt, czy nawet 10-cio krotnie wyższe niż występujące w piaskowcach. W rejonie Pienin wykazywano asocjacje geochemiczne pierwiastków, takich jak Fe, Cu, Pb, Zn, szczególnie w przeobrażonych hydrotermalnie skałach.