

Izotopický pomer $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ v baryte gemerika

MARTIN RADVANEC¹, KAREL ŽÁK², PAVOL GREČULA³

¹ Geologický prieskum, š. p., 052 40 Spišská Nová Ves

² Ústřední ústav geologický, Malostranské nám. 19, 118 21 Praha 1

³ Geologický prieskum, š. p., Garbanova 1, 040 11 Košice

(Doručené 26. 6. 1989)

Isotopic ratio of $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ in baryte of Gemericum

Considering high Sr and low Rb contents, the ratio of Sr isotopes in barite is almost constant, which corresponds with the ratio of Sr isotopes in hydrothermal solution at the time of its origin. This can be used for the estimation of sources of hydrothermal solution. The above was reason for collecting barite from vein deposits of Gemericum and for analysing the isotopic ratio of $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ in it. Measured values range from 0.71042 to 0.71541 (Tab. 1).

We have ascertained, by the investigation of the isotopic ratio of strontium in barites of Gemericum, that this is derived neither from the mantle, nor from basic and ultrabasic magmatites deriving from the mantle. Neither strontium is derived directly from evaporites or from marine limestones of the Gemeric Permian. Strontium in barites is derived from crustal rocks. Ascertained variability in the Sr isotopic ratio eliminates single magmatic source of Sr for the Gemericum area. It is obvious that during accumulation of Sr in barites, various local influences took place on veins. We have explained these influences by different composition of original rocks and source solutions. The origin of solutions is connected with regional metamorphism.

The Sr isotopic ratio is close to granitized rocks of Gemericum to anatectic granites, which were formed in processes of regional metamorphism under the conditions of amphibolite facies. It is possible to assume mixing of Sr from two different sources — fluids on some localities of Gemericum (Krompachy-Zahura, Košická Belá). Deep-seated fluids and fluids from shallow circulating convection currents were mixed on these localities in the Permian, during the origin of barite.

Úvod

Vzhľadom na vysoký obsah Sr a nízky obsah Rb sa pomer izotopov Sr v baryte v čase takmer nemení a zodpovedá pomeru izotopov Sr v rudotvornom roztoku v dobe jeho vzniku. To umožňuje využiť tento pomer na určenie pravdepodobného zdroja hydrotermálneho roztoku. Z toho dôvodu sme z rôznych lokalít gemerika vyzbierali baryt na stanovenie pomeru izotopov $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Pre kvantitatívne prognózovanie mineralizácie v gemeriku má určenie zdroja hydrotermálnych roztokov a doplnenie genetického modelu žilnej mineralizácie zásadný význam.

Priestorové rozmiestnenie barytovej mineralizácie

Hydrotermálnu barytovú mineralizáciu ekonomického významu nachádzame pri severnom a južnom okraji gemerika. Najvýznamnejším ložiskom tohto minerálu na severe sú Rudňany. Tu sa baryt v hojnom množstve vyskytuje najmä na žilách Zlatník a Droždiak. Žilu Droždiak vo vrchnej časti tvorí takmer iba baryt, ktorý vo vertikálnej zonálnosti žily zastupuje hlbšie ležiacu sideritovú mineralizáciu. V najvrchnejších častiach rudnianske žily prenikajú do najspodnejších komplexov permu. Spodné časti žíl ležia v horninách staršieho paleozoika volovskej skupiny. Barytové žily v oblasti Krompách a Jakloviec sú nevelkých rozmerov a nachádzajú sa prevažne

v bazálnych zlepencoch permu. Žilky barytu bez ekonomického významu sú aj v amfibolitoch v okolí Košickej Belej. Všetky lokality na severe gemerika sú v rakoveckom príkrove.

Najvýznamnejšou akumuláciou barytu pri južnom okraji gemerika sú lokality v oblasti Malého vrchu pri Krásnohorskom Podhradí a pri Drnave (Štefan, Jozef, Piatok-Potok, Anton, Harast) ležiace v horninách staršieho paleozoika jedloveckého príkrovu.

Názory na vznik barytu v gemeriku

Barytová mineralizácia v Spišsko-gemerskom rudohorí je neoddeliteľnou súčasťou sideritovo-sulfidických žíl.

Kryštalizáciu barytu zaraďuje Varček (1985) a Rojkovič (1977) na koniec druhej (sideritovej) etapy mineralizácie gemerika, ktorá sa považuje za staršiu, ako je intrúzia gemerických granitov. Mineralizačné etapy zodpovedajú samostatným prínosovým etapám hydroteriom a na ložiskách sú oddelené intermineralizačnou tektonikou (Varček, 1973, 1985).

Vznik väčších barytových akumulácií z hlbinných hydroteriom podmieňuje Varček (1983). Varček a Háber (1988) obohatením roztokov sulfátom z paleometeorickej vody z permských hornín. Hlbinné hydrotermy sú generované v alpínskom tektonicko-magmatickom a metamorfnom procese kriedového veku, v čase, keď metamorfóza, ale hlavne grani-

toový magmatizmus spôsobili vznik rozsiahleho hydrotermálneho frontu (1. c.).

Rozložník (1973, 1989) zaraďuje baryt do siderito-vo-barytovej asociácie, ktorá podľa neho kryštalizovala po asociácii magnezit — dolomit — mastenec a po intrúzii granitu. Minerály sideritovej formácie, ktorej súčasťou je aj baryt a sulfidy, majú pôvod v hlboko ležiacom zdroji bázeickej povahy (ofiolitový komplex; Rozložník, 1989), ktorý sa nachádza pod celým územím interníd Západných Karpát (1. c.). Rozsiahla hlboká mobilizácia Fe, Mn a iných kovov je spojená s výnosom do vrchných častí zemskej kôry pozdĺž strižných zón na konci kriedy až spodného eocénu (1. c.).

Grecula (1982), Grecula a Kucharič et al. (1989) hodnotia barytovú mineralizáciu v žilných ložiskách ako súčasť prirodzenej postupnosti kryštalizácie pevných fáz uhličitánov (siderit), sírníkov (pyrit, chalkopyrit, tetradrit) na žilnej štruktúre z jedného rudonosného fluida. Rudonosné fluidá generovali počas metamorfných procesov v amfibolitovej fácií, pričom sa predpokladá aj vplyv konvekčných tokov počas variských udalostí. Bárium sa mobilizovalo počas uvedených procesov z hornín staršieho paleozoika (Radvanec, 1988).

Zachovanie pôvodných hodnôt $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ v baryte

Informáciu o pôvode rudonosného fluida môžeme zistiť pomocou izotopického pomeru $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ vtedy, keď počas mineralizačných procesov vznikol taký minerál, ktorý koncentruje Sr. Takým minerálom je aj baryt, ktorý má všeobecne vysoký obsah Sr. Hydrotermálny baryt väčšinou obsahuje Sr v rozsahu 0.1—2 % hmotnosti a zároveň má nízky obsah Rb, väčšinou pod 100 ppm (v našich vzorkách je obsah Rb < 5 ppm), v dôsledku čoho sa izotopické zloženie Sr v baryte v čase takmer nemení. Izotopy Sr sa neovplyvňujú žiadnymi procesmi izotopickými frakciáciami, ktoré sú známe zo štúdia ľahkých prvkov (H, C, O, S). Z toho vychádza, že pomer izotopov Sr v baryte zodpovedá pomeru izotopov Sr v rudotvornom roztoku v dobe vzniku minerálnej výplne žily.

Táto vlastnosť izotopického pomeru Sr v baryte sa využíva pri tvorbe metalogenetických modelov (Hedger, 1974; Kessen et al., 1981; Dill a Carl, 1987; Hoffmann a Baumann, 1984; Barbieri et al., 1984, 1987; Ruiz et al., 1988; Frimmel, 1988 a ďalší).

Zdroj rudonosných fluid

V súčasnosti poznáme tri najvýznamnejšie zdroje Sr, ktoré sa môžu uplatniť v ložiskotvorných procesoch. Je to:

1. plášť Zeme a z neho derivované magmatické horniny,

2. morská voda, vápence a evapority,

3. ostatné horniny zemskej kôry.

Tieto tri zdroje sa od seba odlišujú charakteristickým izotopickým pomerom Sr. Plášť, resp. bázeický až ultrabázeický magmatizmus plášťového pôvodu má nízky obsah Rb (< 100 ppm). Z toho dôvodu je izotopický vývoj Sr v plášti veľmi pomalý (obsah Rb významne ovplyvňuje pomer izotopov Sr v čase). Od vzniku Zeme („primordial value — BABI“, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0.69897$; Faure, 1986) sa pomer izotopov $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ v plášti pomaly zvyšoval až na dnešnú hodnotu 0.700—0.706 (Veizer et al., 1982 in Taylor a Mc Lennan, 1986; Guilbert a Park, 1986; Taylor a Mc Lennan, 1986). Keď zistíme v baryte hodnoty blízke izotopickému pomeru Sr v plášti, tak aj fluidá, z ktorých baryt kryštalizoval, by mali mať plášťový pôvod.

Druhým možným zdrojom Sr je morská voda alebo morské sedimenty s vysokým obsahom Sr a nízkym obsahom Rb (evapority a karbonátové sedimenty). V prostrediach, kde je obsah Sr oveľa vyšší ako obsah Rb, je izotopický vývoj Sr v čase taký pomalý, že pomer izotopov Sr takmer zodpovedá izotopickému zloženiu Sr morskej vody počas sedimentácie. Obsah Sr v morskej vode v čase je známy. Vo fanerozoiku jeho hodnoty dosahovali 0.7067—0.7091 (Veizer a Compston, 1974). Karbonáty fanerozoika majú rovnaké hodnoty ako vtedajšia morská voda (Veizer, 1983). V perme mala morská voda najvyššiu hodnotu pomeru 0.7084 (Burke et al., 1982; Kump, 1989; Taylor a Mc Lennan, 1986). Pomer izotopov Sr v dnešnej morskej vode je okolo 0.709 (Burke et al., 1982).

Poznáme aj pomer izotopov Sr v súčasných hydrotermálnych výlevoch fluid na morské dno. Je v rozsahu od 0.70279 do 0.70997 (Palmer a Edmond, 1989) a kolíše medzi hodnotou pomeru izotopov Sr v plášti Zeme a v morskej vode. Je to preto, že v týchto fluidách sa často mieša Sr plášťového pôvodu a Sr z konvekčného prúdenia morskej vody.

Tretím a najvýznamnejším zdrojom Sr pre ložiskotvorné procesy sú horniny zemskej kôry. Súčasný model rastu kôry v geologickej histórii Zeme vychádza z nepretržitého alebo epizodického rastu kôry počas celého geologického obdobia (Taylor a Mc Lennan, 1986). Najvýznamnejším medzníkom vo vývoji kôry bolo obdobie staršieho archaika. Najväčší podiel na raste kôry v tomto období mala silná magmatická aktivita, ktorá podmienila vznik staroarchaických granitov a zelenokamenných pásiem. Granitoidy z archaika majú hodnoty iniciálneho pomeru Sr v rozsahu 0.701—0.703 (1. c.), teda hodnoty blízke hodnotám vtedajšej evolúcie plášťa.

Ďalšie významné obdobie v raste zemskej kôry bolo v období permu, keď vznikla hlavná časť (okolo 70 %) kontinentálnej kôry. Pod vplyvom vnútrokôro-

vého tavenia sa vrchná kôra obohatila litofilnými prvkami s veľkým atómovým polomerom (teda aj Rb), kým v spodnej časti kôry tieto prvky chýbajú. Vzhľadom na variabilný a často vysoký obsah Rb vo vrchnej časti kôry sa rýchlo zvyšoval pomer izotopov Sr, a preto má v kôrových horninách veľmi variabilné hodnoty (0.706–0.740; Taylor a Mc Lennan, 1986).

Okrem zmeny izotopického pomeru $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ v plášti, v kôre a morskej vode v závislosti od času poznáme aj hodnoty tohto pomeru vo vode súčasných významných riek, ktoré sú v rozsahu 0.7046–0.7384 (Palmer a Edmond, 1989). Izotopický pomer sedimentov náplavových kužeľov významných riek je veľmi podobný hodnotám izotopického pomeru (0.7061–0.7219; l. c.).

Vyššie opísané tri zdroje Sr vo fluidách ložiskotvorných procesov sa dajú odlišiť charakteristickým pomerom izotopov Sr. Využíva sa to pri rekonštrukcii a riešení genetických problémov hydrotermálnych ložísk.

Lokalizácia odberu vzoriek

Odobrali a analyzovali sme reprezentatívne vzorky barytu z rôznych lokalít gemerika tak, aby sme pokryli čo najväčší plošný rozsah vystupovania barytovej mineralizácie (tab. 1). Z ložiska Rudňany a jeho najbližšieho okolia sme analyzovali dve vzorky zo žily Droždiak (6. obzor a východ žily na Baniskách), jednu vzorku zo žily Zlatník (16. horizont) a jednu vzorku z úlomkov barytu na povrchu asi 700 m JZ od Suchého vrchu (lokalita Sihliny). Z lokality Kropachy-Zahura sme analyzovali dve vzorky a jednu vzorku z Banísk pri Jaklovciach. Južne (asi 1 km) od Košickej Belej sme pri verifikácii profilov na úlohe SGR-geofyzika našli úlomok barytu v sutine medzi amfibolitom. Z toho výskytu sme analyzovali dve vzorky — jednu z čistého „bieleho“ a druhú z „tmavého až čierneho“ barytu. Z južného pruhu barytovej mineralizácie gemerika sme analyzovali

vzorky z lokality Malý vrch (žila Jozef, Štefan a Piatok-Potok). Všetky známe žilné štruktúry s barytom sa tu nachádzajú v tesnej blízkosti. Z tohto dôvodu sme analyzovali z rôznych žíl len tri vzorky.

Postup a metodika prác

Z každej lokality sme odobrali viacej vzoriek, z ktorých sme vybrali také, v ktorých sa baryt nachádzal čistý, bez prímiesí. Pri drvení a separácii sa použil mažiar a veľkú pozornosť sme venovali všetkým možným zdrojom kontaminácie. Aby sa zabránilo kontaminácii prachom, vyseparovaný baryt sme v množstve 20 g zatavili do PE vrecúšok. Čistotu separovaného barytu sme kontrolovali na duplikátoch vzoriek, v ktorých sme kvantitatívne analyzovali obsah Ba, Sr, Rb, Si, Al, Fe, Na, Ca, K, Ti, P, Mn, Mg, S, H_2O a stratu žiňaním. Obsahy prvkov (okrem Ba, Sr a S) boli nízke, preto ich neuvádzame. Obsah Rb bol vo všetkých vzorkách nižší ako 5 ppm.

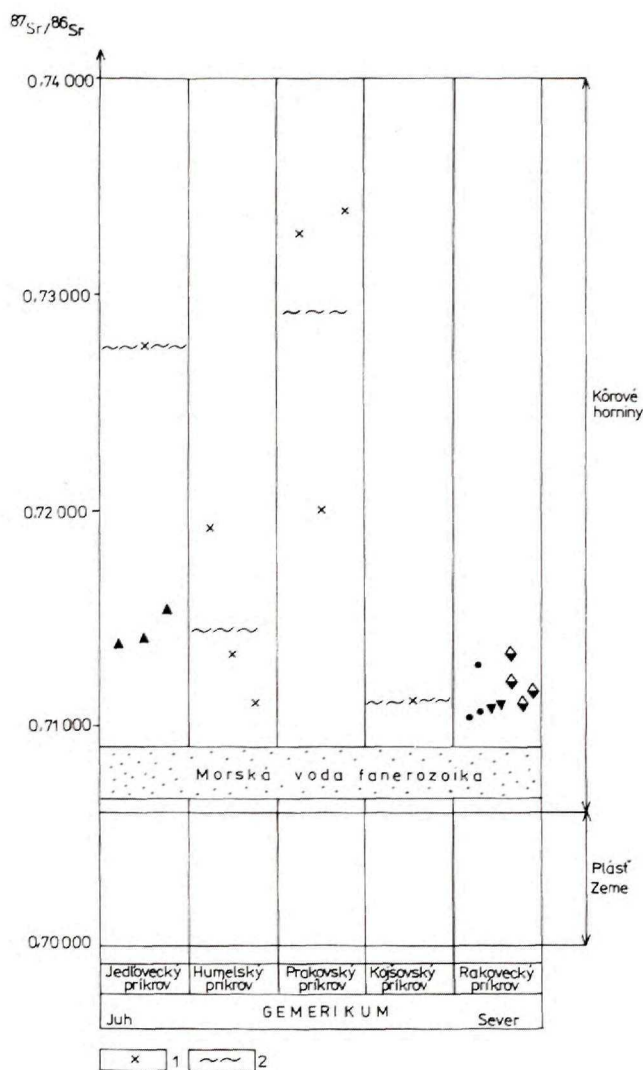
Meranie izotopov Sr sa urobilo v Ústave jadrového výskumu v Reži tak, že vzorka sa vyluhovala v dvoj- až šesťmolárnej HCl. Sr z tohto roztoku bolo oddelené na kolóne vyplnenej katexom Ostion zrnitosti 100–200 mesh. Získané Sr sa ďalej vyluhovalo v dvojmolárnej HCl. Meralo sa na hmotnostnom spektrometri MAT-261 fy Finnigan. Na Re vlákno bolo nanášané 0,1 mikrogramu Sr (analýzy robil Sus. Klosová, Poloczeková a Suchá).

Zistené výsledky a ich interpretácia

Všetky merané hodnoty pomeru $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ sú v rozsahu od 0.71042–0.71541. Najnižšie hodnoty (0.71042–0.71061) má baryt zo žíl v horninách severogemerického permu (Kropachy-Zahura). Vzorky z ostatných lokalít majú hodnoty izotopického pomeru vyššie (tab. 1). Z toho vychodí, že Sr v baryte nepochádza priamo z plášťa a nepochádza ani z báziických alebo ultrabáziických magmatitov

TAB. 1
Izotopický pomer Sr v baryte gemerika
Isotopic ratio of Sr in barite of Gemericum

Por. čís.	Značka	Lokalita	Izotopický pomer $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ chyba (SD)	Sr (hmot. %)
1	●	Kropachy, ž. Zahura	0,71042 ± 0,00010	0,765
2	●	Kropachy, ž. Zahura	0,71061 ± 0,00006	0,815
3	◆	Rudňany, ž. Droždiak, Baniská	0,71174 ± 0,00010	0,693
4	◆	Rudňany, ž. Zlatník, 16. hor.	0,71102 ± 0,00008	0,621
5	◆	Rudňany, Sihliny	0,71216 ± 0,00006	0,419
6	▲	Malý vrch, ž. Štefan	0,71386 ± 0,00004	0,850
7	▲	Malý vrch, ž. Piatok-Potok	0,71408 ± 0,00008	0,835
8	▲	Malý vrch, ž. Jozef	0,71541 ± 0,00007	0,464
9	▼	Košická Belá	0,71091 ± 0,00004	1,54
10	●	Jaklovce, ž. Baniská	0,71295 ± 0,00005	0,775
11	▼	Košická Belá	0,71076 ± 0,00006	0,847
12	◆	Rudňany, ž. Droždiak, 6. obz.	0,71349 ± 0,00005	0,4 ?



Obr. 1. Hodnoty izotopického pomeru $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ v baryte a iniciálneho pomeru v granite variských príkrovov gemerika. 1 — hodnoty iniciálneho pomeru Sr v granite (Kováč et al., 1986). 2 — priemerná hodnota iniciálneho pomeru Sr pre granit jednotlivých príkrovov. Ostatné vysvetlivky sú v tab. 1.

Fig. 1. Values of $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ isotopic ratio in barite and values of initial Sr ratio in granite of Variscan nappes in Gemericum. 1 — values of initial Sr ratio in granite (Kováč et al., 1986). — mean value of initial Sr ratio in granite of individual nappes. Other explanations are in Tab. 1.

plášťového pôvodu (ofiolity). Hodnoty iniciálneho pomeru Sr v baryte sú vyššie ako v plášti (obr. 1).

Stroncium v baryte nepochádza priamo ani z evaporitov alebo morských vápencov fanerozoika (permu), pretože pomer by musel byť nižší než 0.709, čo je horná hranica pre morskú vodu fanerozoika (obr. 1).

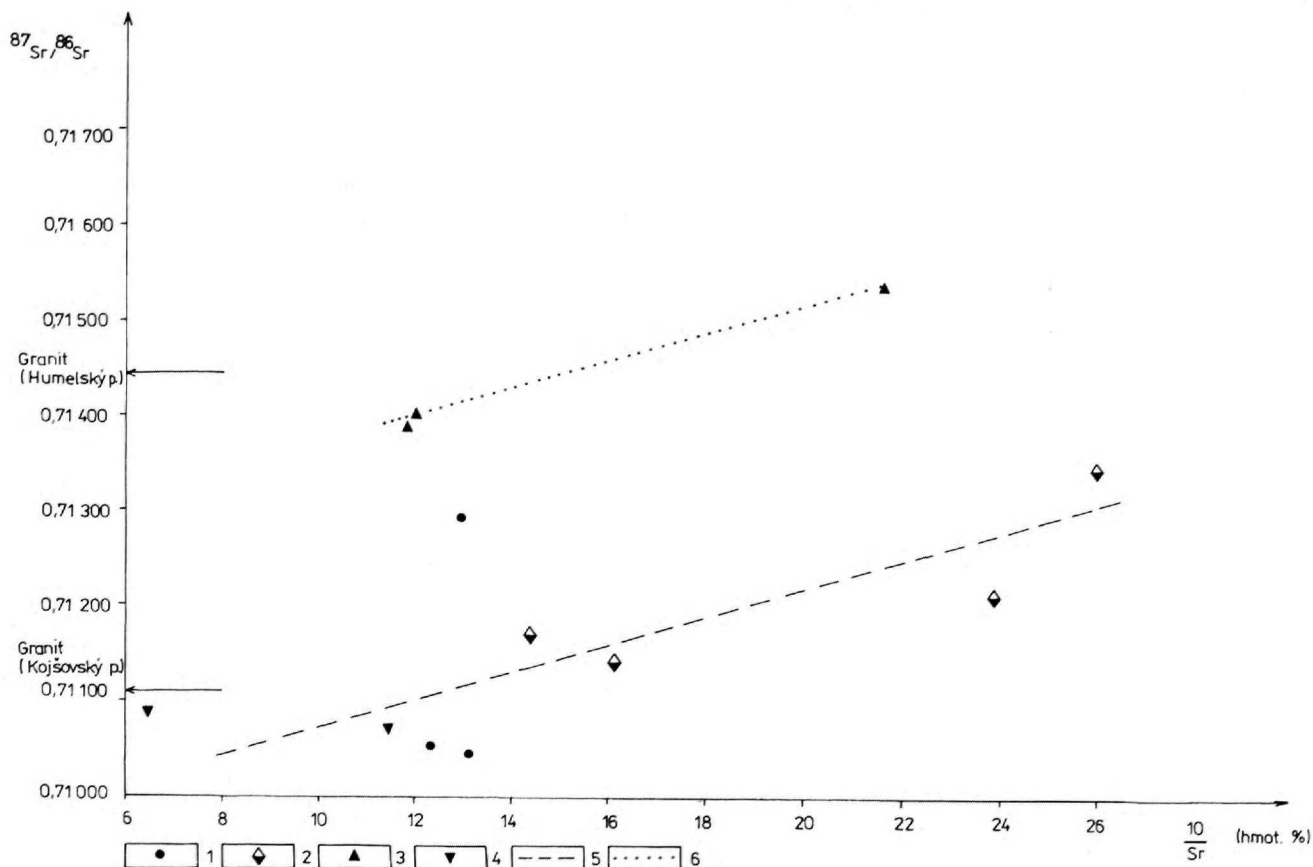
Veľký rozsah hodnôt izotopického pomeru vylučuje možnosť, že baryt v gemeriku kryštalizoval z jedného homogénneho fluidného zdroja — hydrotermálneho systému, ako sa doteraz predpokladalo

(tab. 1). Príčina rozdielov v nameraných hodnotách je v rôznych protolitových fluidách, z ktorých na žilných štruktúrach baryt kryštalizoval. Z toho dôvodu sme vzorky barytu rozdelili podľa tektonických jednotiek — variských príkrovov (Grecula, 1982; Grecula a Kucharič et al., 1985, 1989). Zistili sme, že pomer Sr v baryte z juhu gemerika (jedľovecký príkrov, žila Štefan, Jozef a Piatok-Potok) je vyšší ako na severe gemerika (rakovecký príkrov, Rudňany, Krompachy, Košická Belá, Jaklovce; obr. 1).

Zistený izotopický pomer Sr v baryte sme porovnávali s iniciálnym izotopickým pomerom Sr v granite gemerika, ktoré zistil Kováč et al. (1986). Hodnoty iniciálneho pomeru Sr v granite sú v jednotlivých príkrovoch rôzne (0.7119—0.7339; obr. 1). Granity s vyššími izotopickými iniciálnymi pomermi $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ majú hrubozrnné variety s veľmi častými restitmi primárnych hornín rôzneho zloženia (l. c.). Pri formovaní iniciálneho pomeru Sr v granitoidoch gemerika sa prejavil veľký vplyv rôzneho protolitu a rôzna intenzita teplotného prepracovania pôvodnej horniny pri tavení, a teda rôzne dokonalá homogenizácia izotopov Sr v tavenine (l. c.). Vysoký iniciálny pomer Sr v granite v jedľoveckom a prakovskom príkrove a jeho vysoká variabilita poukazujú na „nedokonale pretavenú“ granitoidnú taveninu, ktorá len lokálne intrudovala, pričom nedošlo ani k izotopickej homogenizácii Sr (Kováč et al., 1986; obr. 1). V kojšovskom príkrove (Hnilec) má granit najnižšiu hodnotu iniciálneho pomeru Sr (0.7119), a to je najpravdepodobnejšia hodnota intrudovanej granitoidnej magmy. Čiastočne intruzívny charakter majú aj granity v humelskom príkrove. Doterajšie práce poukazujú na to, že vznik granitoidnej magmy (tavenie) v gemeriku, ako aj regionálnu metamorfózu spôsobil ten istý tepelný zdroj, takže granit je produktom metamorfózy v podmienkach amfibolitovej fácie (Grecula, 1982; Grecula a Kucharič et al., 1985, 1989). Iniciálny pomer Sr granitu gemerika odráža horninový protolit, z ktorého vznikol (Kováč et al., 1986).

Hodnoty pomeru izotopov Sr v baryte hydrotermálnych žíl na juhu a severe gemerika úzko korelujú s hodnotami iniciálneho pomeru Sr v granite príslušných príkrovov (obr. 1). Baryt jedľoveckého príkrovu má priemernú hodnotu približne rovnakú ako priemerná hodnota iniciálneho pomeru Sr pre granit humelského príkrovu (0.7144). Baryt rakoveckého príkrovu má priemernú hodnotu pomeru rovnakú ako pomer Sr v granite kojšovského príkrovu (0.7119; obr. 1).

Porovnávali sme aj hodnoty izotopického pomeru Sr barytu s prevrátenou hodnotou obsahu $10/\text{Sr}$ (hmot. $\%^{-1}$) v diagrame. Zistili sme dva trendy — dva rôzne zdroje Sr pre hydrotermálne roztoky (obr. 2). Odlíšili sme baryt z juhu od barytu zo severu



Obr. 2. Závislosť pomeru $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ a obsahu Sr vyjadreného ako $10/\text{Sr}$ (hmot. $\%^{-1}$) v baryte gemerika. 1 — baryt zo žíl v permie gemerika. 2 — baryt z oblasti Rudňan. 3 — baryt z oblasti Malého vrchu. 4 — baryt z oblasti Košickej Belej. 5 — regresná krivka barytu rakoveckého príkrovu — sever gemerika. 6 — regresná krivka barytu jedľoveckého príkrovu — juh gemerika.

Fig. 2. Relation of $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio and Sr content expressed as $10/\text{Sr}$ (wt. $\%^{-1}$) in barite of Gemicum. 1 — barite from veins of the Permian of Gemicum. 2 — barite from the Rudňany area. 3 — barite from the Malý vrch Mt. area. 4 — barite from the Košická Belá area. 5 — regression curve for barite from the Rakovec nappe, the North of Gemicum. 6 — regression curve for barite from the Jedľovec nappe, the South of Gemicum.

gemerika. Z týchto poznatkov vychodí, že izotopický pomer Sr v baryte je rozdielny na juhu a na severe gemerika podobne, ako je rozdielny pomer v granite na juhu (humelský príkrov) a severe (kojšovský príkrov) gemerika. Na juhu sú hodnoty pomeru izotopov Sr v baryte vyššie a na severe nižšie v závislosti od izotopického pomeru Sr v granitizovanom protolite a od rudonosných fluíd, ktorých vznik podmieňujeme procesmi regionálnej metamorfózy.

Na lokalite Kropachy-Zahura, Košická Belá a čiastočne aj na žile Droždiak má baryt najnižšie hodnoty izotopického pomeru Sr (tab. 1). Podľa nízkych hodnôt pomeru Sr môžeme predpokladať, že sa tu s najväčšou pravdepodobnosťou zmiešali dve fluída. Jedno má hodnotu blízku izotopickému pomeru Sr pre kojšovský príkrov (0.7119) a odvodzovalo sa od hlbinného zdroja (podobnú hodnotu má vzorka z najhlbšieho výskytu barytu v Rudňanoch; 0.71102 — 16. horizont). Druhé fluidum má hodnotu izotopického pomeru Sr okolo 0.707—0.708, z čoho usu-

dzuje, že zdroj Sr pochádza z plytkého konvekčného prúdenia meteorickej vody v horizontoch permu s evaporitmi. Zmiešaním týchto dvoch fluíd je možné dosiahnuť pomer Sr okolo 0.7090. Tento izotopický pomer Sr má baryt vrchných častí žíl, ktoré zasahujú do spodných súvrství severogemerického permu (tab. 1). Baryt týchto žíl kryštalizuje z fluida, ktoré vzniklo z dvoch zložiek. Hlbinná mala hlavný význam, kým zložka fluida z plytkého konvekčného prúdenia horninami permu mala pri kryštalizácii barytu v žile len vedľajší význam. Pomer miešania fluíd sme veľmi hrubo odhadli podľa iniciálnych pomerov Sr hlbinných fluíd v severnej oblasti gemerika a izotopického pomeru Sr v permskej vode na 3 : 1 v prospech „hlbinného“ fluida. Ani jedna hodnota iniciálneho pomeru Sr v baryte permu gemerika (vzorky 1.2, 11; tab. 1) nie je blízka morskej vode alebo evaporitom permskej sedimentácie (0.707—0.7078).

Stroncium v baryte gemerika teda jednoznačne

pochádza z kôrových hornín. Zistená variabilita izotopického pomeru Sr vylučuje odvodenie stroncia v celej oblasti gemerika z jedného veľkého magmatického zdroja (tab. 1, obr. 1). Z hodnôt pomerov vychádza, že sa pri mobilizácii Sr v hydrotermálnych fluidách gemerika uplatnili rôzne lokálne vplyvy, najmä rozličný izotopický pomer Sr východiskových hornín, z ktorých sa rudné fluidá pri metamorfóze generovali.

Záver

Štúdiom izotopického pomeru stroncia v baryte gemerika sme zistili, že stroncium v baryte nepochádza priamo z plášťa ani z bazických alebo ultrabazických magmatitov, ktoré sú z plášťa odvodené, ani priamo z evaporitov alebo morských vápencov permu gemerika, ale z kôrových hornín. Zistená variabilita izotopického pomeru Sr vylučuje, aby malo Sr celej oblasti gemerika jeden magmatický zdroj. Je zrejmé, že pri akumulácii Sr v baryte sa na žilách uplatnili rôzne lokálne vplyvy, ktoré vysvetľujeme rôznym zložením pôvodných hornín a zdrojových roztokov. Vznik roztokov odvodzujeme od regionálnej metamorfózy.

Izotopický pomer Sr v baryte má hodnoty blízke granitizovaným horninám gemerika až anatektickým granitom, ktoré vznikli v procese regionálnej metamorfózy v amfibolitovej fáci.

Na niektorých lokalitách gemerika (Krompachy-Zahura, Košická Belá) možno s najväčšou pravdepodobnosťou predpokladať miešanie sa Sr z dvoch zdrojov — fluid. Na týchto lokalitách sa pri vzniku barytu miešalo hlbinné fluidum a fluidum z plytko cirkulujúceho konvekčného prúdenia vody v horninách permu.

Podakovanie. Úprimnou vďakou sme zaviazaní P. Jakešovi za cenné pripomienky k práci a kolektívu analytikov pod vedením F. Susa z Ústavu jadrového výskumu v Reži za analýzy izotopov Sr.

Literatúra

- Barbieri, M., Masi, U. a Tolomeo, L. 1984: Strontium Geochemical Evidence for The Origin of The Barite Deposits from Sardinia, Italy. *Econ. Geol.*, 79, 1 360—1 365.
- Barbieri, M., Bellanca, A., Neri, P. a Tolomeo, L. 1987: Use of strontium isotopes to determine the sources of hydrothermal fluorite and barite from northwestern Sicily (Italy); *Chem. Geol. (Isotope Geoscience Section)*, 66, 273—278.
- Burke, W. H., Denison, R. E., Hethrington, E. A., Koepnick, R. B., Nelson, H. F. a Otto, J. B. 1982: Variation of seawater $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ throughout Phanerozoic time. *Geol.*, 10, 516—519.
- Dill, H. a Carl, C. 1987: Sr isotope variation in vein barites from the NE Bararian Basement: Relevance for the source of elements and genesis of unconformity — related barite deposits. *Miner. Petrol.*, 36, 27—39.
- Faure, G. 1986: Principles of isotope Geology, 2nd ed. Wiley, 589 s.
- Frimmel, H. 1988: Strontium isotopic evidence for origin of siderite and magnesite mineralization in the Eastern Alps. *Mineral. Depos.*, 23, 268—275.
- Grecula, P. 1982: Gemerikum — segment riftogénneho bazénu Paleotetýdy. *Mineralia slov. — Monogr., Bratislava, Alfa*, 263 s.
- Grecula, P. a Kucharič, L. et al. 1985: SGR-geofyzika-VP, rudy a nerudy. [Čiastková záverečná správa.] *Manuskript — archív GP Spišská Nová Ves*.
- Grecula, P. a Kucharič, L. et al. 1989: SGR-geofyzika-VP, rudy a nerudy. [Čiastková záverečná správa.] *Manuskript — archív GP Spišská Nová Ves*.
- Guilbert, J. M. a Park, Ch. F. 1986: The geology of ore deposit. New York, Freeman and co., 985 s.
- Hedge, C. E. 1974: Strontium isotopes in economic geology. *Econ. Geol.*, 69, 823—825.
- Hoffmann, R. a Baumann, A. 1984: Preliminary report on the Sr isotopic composition of hydrothermal vein barites in the Federal Republic of Germany. *Mineral. Depos.*, 19, 166—169.
- Kessen, K. M., Woodruff, M. S. a Grant, N. K. 1981: Gangue mineral $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios and the origin of Mississippi-Valley type mineralization. *Econ. Geol.*, 76, 913—920.
- Kováč, A., Svingor, E. a Grecula, P. 1986: Rb-Sr isotopic ages of granitoid rock from the Spišsko-gemerské rudohorie Mts., Western Carpathians, Eastern Slovakia. *Mineralia slov.*, 18, 1—14.
- Kump, L. P. 1989: Alternative modeling approaches to the geochemical cycles of carbon, sulfur and strontium isotopes. *Amer. J. Sci.*, 289, 333—361.
- Palmer, M. R. a Edmond, J. M. 1989: The strontium isotope budget of the modern ocean. *Earth Planet. Sci.*, 92, 11—26.
- Radvanec, M. 1988: Mobilizácia prvkov v regionálnej metamorfóze staršieho paleozoika gemerika. [Kandidátska dizertačná práca.] *Manuskript — GP Spišská Nová Ves*.
- Rojkovič, I. 1977: Mineralogicko-geochemické štúdium opakných minerálov na ložisku Rudňany. *Manuskript — archív PF UK Bratislava*, 2—321.
- Rozložník, L. 1973: Vzťah zrudnenia k tektonike SGR. In: Bartalský, J. a Grecula, P. (Red.): *Geologicko-ložisková štúdia Spišsko-gemerského rudohoria*. *Manuskript — archív GP Spišská Nová ves*.
- Rozložník, L. 1989: Problémy veku a zdroja sideritovej formácie Západných Karpát. *Geol. Průzk.*, 31, 3, 67—72.
- Ruiz, J., Richardson, C. K. a Patchett, P. J. 1988: Strontium isotope geochemistry of fluorite, calcite and barite of the Care-In-Rock fluorite district, Illinois. *Econ. Geol.*, 83, 203—210.
- Taylor, S. R. a Mc Lennan, S. M. 1986: The continental crust: Its composition and evolution. *Ruský preklad — Moskva, Mir*, 1988, 380 s.
- Varček, C. 1973: Zdroj a vek hydrotermálneho zrudnenia SGR. In: Bartalský, J. a Grecula, P. (Red.): *Geologicko-ložisková štúdia Spišsko-gemerského rudohoria*. *Manuskript — archív GP SNV*.
- Varček, C. 1983: Vplyv geologického prostredia na hydrotermálnu mineralizáciu Spišsko-gemerského rudohoria. In: *Zbor. konf. Vplyv geologického prostredia na zrudnenie*. Bratislava, 73—79.
- Varček, C. 1985: Charakteristika metalogenézy Spišsko-gemerského rudohoria a postavenie rudnianskeho rudného poľa. In: Cambel, B. a Jarkovský, J. (Red.): *Rudnianske rudné pole, geochemicko-metalogenetická charakteristika*. Bratislava, Veda, 363 s.
- Varček, C. a Háber, M. 1988: Barite Mineralization in Spišsko-gemerské Rudohorie Mts. *Symposium Barite, Abstracts*. Praha, 65—68.
- Veizer, J. a Compston, W. 1974: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ composition of seawater during phanerozoic. *Geochim. cosmochim. Acta*, 38, 1 461—1 484.
- Veizer, J. 1983: Trace elements and isotopes in sedimentary carbonates. *Rev. Mineral.*, 11, 265.