

JÁN TURAN — LÍDIA TURANOVÁ

Uhličitanová mineralizácia ložiska Nižná Slaná

14 obr., 8 tab.

A b s t r a c t. Carbonate bodies at Nižná Slaná are composed of alternating siderite, ankerite and limestone layers. Their typical features include bedding and distinctive lamination. From a mineralogic point of view, siderite and ankerite occurrences amidst laminated limestone are particularly interesting. Because of their Mg/Fe ratio, the carbonates can mostly be classified as sideroplesite and ankerite, while Fe-dolomite is present in marginal parts of the deposit. Mn-rich carbonates — manganosiderite and kutnohorite — occur locally. The limestone is also enriched in Mn and Fe. The data obtained on the occurrences, forms of distribution as well as mineral and chemical compositions of the investigated carbonates suggest that their formation was controlled by sedimentary, diagenetic and metamorphic processes.

Key words: carbonates, mineralization, West Carpathians

Úvod

V rámci výskumných úloh Metalogenetický výskum centrálnych Západných Karpát a Minerálne asociácie vo formáciách čiernych bridlíc gemerika prebiehal aj výskum uhličitanovej mineralizácie v ložisku Nižná Slaná a jeho bezprostrednom okolí. Ložisko Nižná Slaná bolo jedným z významných ložísk sideritových rúd. Aj v súčasnosti, v čase útlmového programu rudného baníctva na Slovensku, by mala pokračovať ťažba sideritu v tomto závode (MALÍK, 1993).

Ložisko sa skladá z dvoch uhličitanových telies, západnejšie je vyvinutá časť Manó, východnejšie Gabriela. Obe časti sa vyskytujú v rovnakej geologickej pozícii a rovnakom horninovom prostredí. Ležia vo vrchnosilúrskom sedimentárno-vulkanickom komplexe hornín staršieho paleozoika, v centrálnej časti gelnickej skupiny, v súvrství Bystrého potoka (BAJANÍK — VOZÁROVÁ et al., 1983).

Cieľom nášho výskumu bolo charakterizovať rozšírenie, formy vystupovania a vzájomné vzťahy uhličitanov, stanoviť ich minerálne a chemické zloženie, poukázať na ich vzťah k čiernym bridliciám a v konečnom dôsledku prispieť k riešeniu genézy stratiformných Mg-Fe ložísk v Spišsko-gemerskom rudohorí.

Odber vzoriek a metodika výskumu

Podstatná časť vzoriek bola odobraná bodovo z deviatich hlbokých štruktúrnych vrtov, ktoré prenikli celý profil ložiska Nižná Slaná, ďalej boli odobrané vzorky z dostupných častí banského diela na úrovni X. obzoru, medziobzoru, XI. a XII. obzoru z časti Manó i Gabriela, ako aj z povrchových častí ložiska a starých banských prác v oblasti Rimberga.

Na určenie charakteru uhličitanov sme jednotlivé uhličitaný separovali plavením vo vode alebo v ťažkých kvapalinách, prípadne oboma spôsobmi, a dočisťovali elektromagneticky na aparátúre Cook.

Pôvodné i takto pripravené vzorky sme analyzovali jednak manometrickou alebo derivatografickou metódou, jednak pomocou AAS. Obsah stopových prvkov bol stanovený spektrochemickou analýzou. Distribúciu prvkov sme sledovali pomocou mikroanalýzátora Edax PV 9100 a elektrónovým rastrovacím mikroskopom JSM-840.

Uhličitaný, ich rozšírenie, zloženie a vzájomné vzťahy

Stavba uhličitanových telies

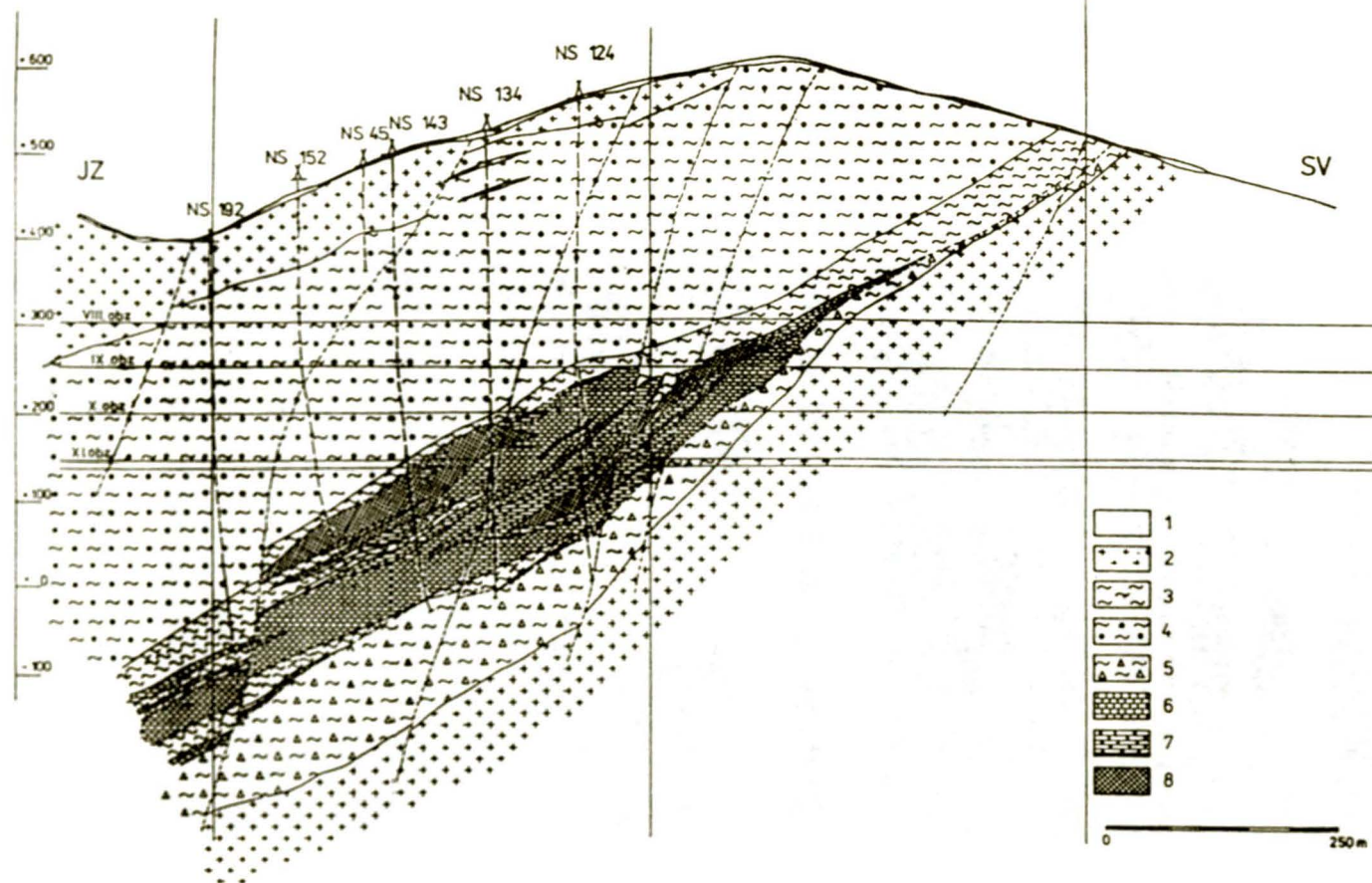
Uhličitanové telesá ložiska Nižná Slaná sú zložené zo striedajúcich sa polôh sideritu, ankeritu a vápenca. Okolo uhličitanových polôh sa vyskytujú spravidla čierne bridlice s lyditmi, sericiticko-grafitické fylity, kvarcity a pieskovce a na periférii porfyroidy (obr. 1).

Typické rytmické striedanie sideritových, ankeritových a vápencových polôh vo vertikálnom reze opisuje už ILAVSKÝ (1974). Ďalej je potrebné zdôrazniť, že nápadným znakom uhličitanových telies v Nižnej Slanej je ich laticovitosť a výrazná laminácia, ktorá sa uplatňuje vo vápenci (obr. 2), ankerite (obr. 3) aj siderite (obr. 4).

Siderit sa koncentruje prevažne v strednej a spodnejšej časti uhličitanových telies, kde tvorí niekoľko paralelných polôh s premenlivou mocnosťou, ktorá bežne dosahuje 20 až 30 m. Zriedkavosťou nie sú ani mocnejšie, 50 až 60 m mocné polohy sideritu. Okrem toho v uhličitanovom telese, ale aj mimo neho, sa vyskytuje nespočetné množstvo drobných, často iba milimetrových polôh sideritu.

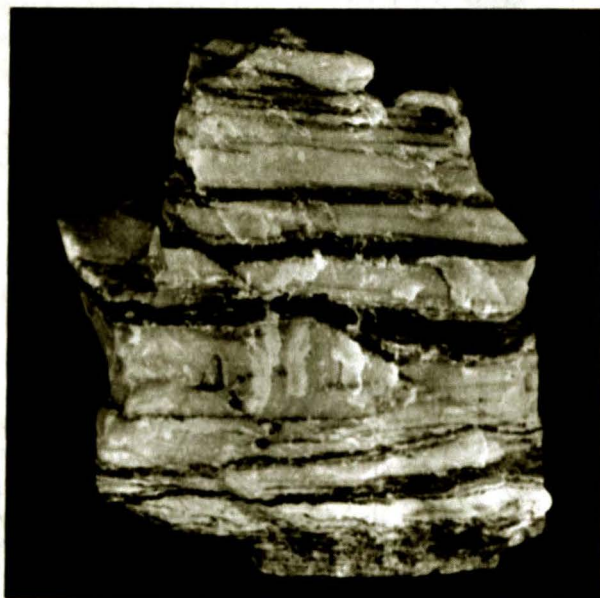
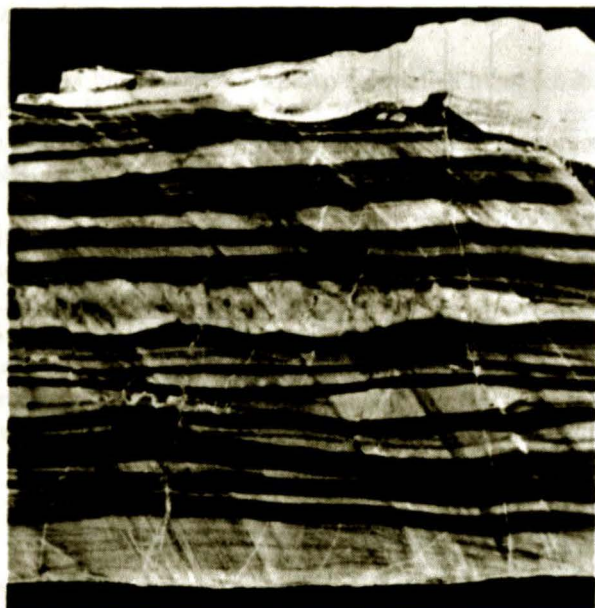
Uhličitaný dolomitovo-ankeritového radu tvoria viac-menej samostatné polohy na okraji sideritových polôh, ale vyskytujú sa aj priamo v sideritových polohách. Ankeritový lem na okraji sideritovej polohy nie je vždy rovnako mocný, ale sa mení od niekoľkých cm až do niekoľkých metrov. Spravidla však platí zásada, že mocnejšie sideritové polohy majú i mocnejší ankeritový lem. Nakoľko hranica medzi sideritom a ankeritom je postupná, makroskopicky ťažko rozlíšiteľná, štatistické vyhodnotenie tejto závislosti by sa mohlo využiť na riadenie ťažby.

V mikritickom, výrazne laminovanom, silno znečistenom ankerite sa ojedinele vyskytuje organický detrit (obr. 5), úlomky ostrakódov a vlákien stromatolitov (Mišik, ústne podanie), ktoré poukazujú na plytkovodné prostredie, lagúny, prípadne plytké more.



Obr. 1 Nižná Slaná, priečný rez ložiskom Manó, rez 32 (podľa MLYNÁRA in SLÁVIK, 1967, upravil TURAN)

1 — hĺina, sutina, 2 — porfyroidy, 3 — grafiticko-sericitické a sericitické fylity, 4 — sericiticko-grafitické fylity s lyditmi, 5 — podložné sericitické fylity, 6 — vápenec, 7 — ankerit, 8 — siderit



Obr. 2 Tenkovrstevnatý vápenec s početnými tmavými laminami tvorenými pigmentom organického pôvodu. Foto: L. OSVALD

Obr. 3 Výrazne laminovaný, silno znečistený ankerit s obsahom nerozpustného zvyšku až 40 %. V tmavých laniách sa zachoval organický detrit. Foto: L. OSVALD

Značnú časť uhličitanového telesa tvorí laminovaný vápenec, ktorý sa koncentruje hlavne v nadložnej časti, menej i v podloží (najmä v západnej časti ložiska). Jeho podrobnejším štúdiom sa zistilo, že obsahuje, aj keď len vo veľmi malom množstve, spravidla okolo 1 %, tiež siderit a ankerit. Siderit spolu s ankeritom tvorí drobné zrná alebo zhluky zŕn vo veľmi tenkých, iba 0,1 mm mocných paralelných vrstvičkách, ktoré sa v profile vápenцovej polohy mnohonásobne opakujú (obr. 6).

Na početných tektonických plochách sú vyvinuté žilky uhličitanov. Ich kvalita je vždy závislá od kvality rozptýlenej uhličitanovej mineralizácie. Kalcitové žilky sú obmedzené iba na polohy vápenca, v ktorom sa vyskytujú aj žilky dolomitu. V sideritových polohách sa vyskytujú najčastejšie sideritové žilky, ale pomerne hojné sú i ankeritové žilky. V nadložnom a podložnom vápenci sa sideritové ani ankeritové žilky nevyskytujú.

Podobne aj kremenné, prípadne kremenno-sulfidické žilky vyskytujúce sa vo všetkých typoch uhličitanov sa koncentrujú iba tam, kde boli vytvorené jednak vhodné tektonické podmienky, jednak kde bol dostatok kremičitanov a sulfidov v okolí.

Kremenno-uhličitanové (sideritovo-ankeritové žilky) nachádzame aj mimo uhličitanových telies, v čiernych bridliciach (obr. 7), ojedinele aj v metapsamitoch a porfyroidoch. Táto skutočnosť však neprekvapuje, pretože aj v týchto horninách sú zastúpené uhličitanové sideritovo-ankeritovej asociácie, najčastejšie v rozptýlenej, voľným okom neviditeľnej forme.

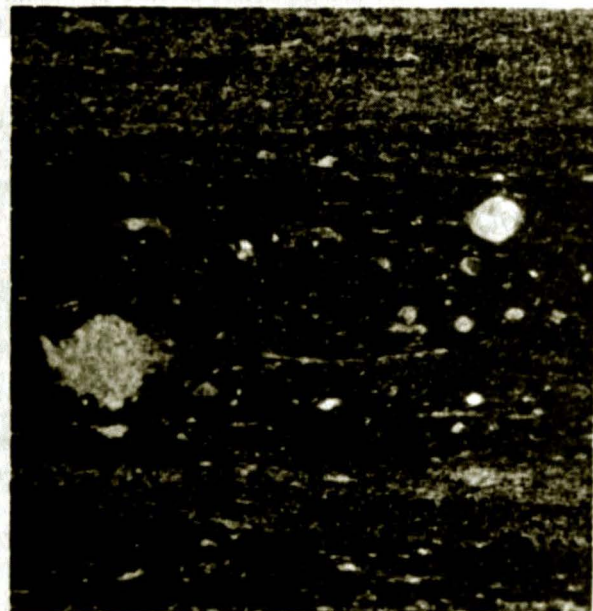
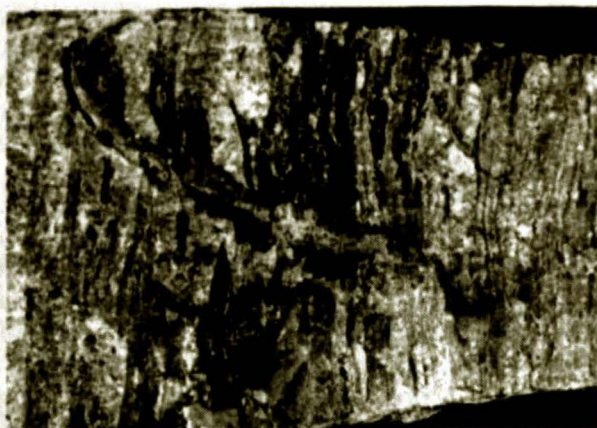
Napriek tomu, že polohy vápenca, ankeritu a sideritu, ktoré sa vo vertikálnom reze ložiska mnohonásobne opakujú, majú stratiformný charakter a hľadať medzi nimi sukcesívne vzťahy stráca opodstatnenie, názory na ich vzájomný vekový vzťah sa značne líšia. Všeobecne za najstarší sa považuje vápenec, z ktorého účinkom hydrotermálnych roztokov bohatých na železo, čiastočne aj na horčík, by mali v epigenetickom štádiu vzniknúť Fe-Mg uhličitanové siderit a ankerit, ale názory na vekový vzťah medzi sideritom a ankeritom sú rozdielne. Niektorí autori predpokladajú, že základné typy sideritu a ankeritu (tzv. metasomatické) vznikli v jednej etape mineralizácie. Iní, napr. HANUŠ (1960, 1961), uvádzajú, že ide o dve samostatné mineralizačné etapy, navzájom oddelené tektonickým hiátom. Posledne uvedený autor však zaraďuje do jednej mineralizačnej etapy vznik základného a žilného sideritu. ILAVSKÝ (1974), TURAN – TURANOVÁ (1988) považujú žilné formy uhličitanov za metamorfne mobilizáty z blízkeho okolia, čo znamená, že medzi týmito dvoma typmi sideritu je značný časový odstup.

Ak predpokladáme sedimentárno-diagenetický vznik primárnych uhličitanov, musíme predpokladať aj viac-menej súčasný vznik vápenca a hlavnej masy sideritu a ankeritu.

Siderit

Zo štruktúrno-textúrneho hľadiska možno siderit nižnoslanského ložiska zaradiť k dvom typom: 1. základný siderit (tzv. metasomatický siderit), 2. žilný siderit.

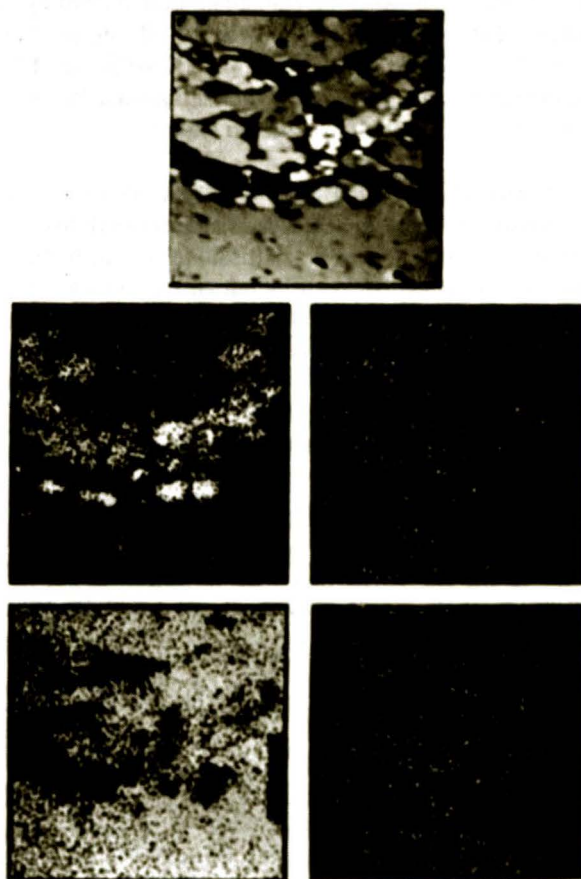
Hlavnú masu ložiska tvorí základný typ sideritu (obr. 4). Je jemnozrnný, niekedy až afanitický, tmavosivý. Najčastejšie tvorí tenké, cca 5 cm mocné lavice, zriedkavejšie



Obr. 4 Jemnozrný základný typ sideritu, lokálne čiastočne rekryštalizovaný (svetlejšie časti) so zachovanou paralelnou textúrou. Foto L. OSVALD

Obr. 5 Tmavé laminy s hojným, pomerne dobre zachovaným organickým detritom (úlomky ostrakódov a vlákien stromatolitov). Detail z fotografie 5. Zväčšenie 30 x. Foto L. OSVALD

aj mocnejšie 10 – 15 cm lavice. Má typickú plošne paralelnú textúru podmienenú tenkými vložkami jemnolupeňovitého sericitu (pôvodne vulkanického materiálu) a tmavého pigmentu organického pôvodu (obr. 8). Charakteristickým znakom je nepravidelný, alotriomorfny vývoj zŕn, spravidla čiastočne usmernených s priebehom lamiel. Veľkosť zŕna závisí od stupňa rekryštalizácie. Rekryštalizácia základného sideritu je pomerne častá, veľkosť zŕn rekryštalizovaného sideritu sa najčastejšie pohybuje v stotínach mm, ale dosahuje až niekoľko mm, čím siderit nadobúda charakter žilného sideritu.



Obr. 6 Zŕn sideritu a ankeritu viazané na tmavé laminy vo vápenci (fotografie z elektrónového mikroanalýzátora). Foto: D. JANČULA.

a — kompozícia, zväčšenie 600 x, b — plošná distribúcia Fe, c — plošná distribúcia Mn, d — plošná distribúcia Ca, e — plošná distribúcia Mg

Žilný siderit je hrubozrnný, svetlohnedo až medovo sfarbený. Tvorí žilky s mocnosťou niekoľko cm až do 1 m, ktoré prerážajú predovšetkým cez hlavnú masu sideritu, ale môžu mať aj konformný vzťah k okoliu.

Siderit spolu s ankeritom je nepatrne zastúpený aj v laminovanom vápenci, v ktorom tvorí drobné, obyčajne nepravidelné zrná alebo zhluky zrn výlučne viazané na tmavé laminy bohaté na bituminóznú hmotu (obr. 6). V mikroskope sa dá dobre rozlíšiť vďaka klencovej stavbe, vyššiemu reliéfu a optickým znakom (vyšší lom a dvoj-lom, výraznejšia pseudoabsorpcia) charakteristickým pre siderit.

V tabuľkách 1 a 2 uvádzame minerálne a chemické zloženie základného typu sideritu a žilného sideritu a ich základné štatistické charakteristiky. V oboch typoch je zastúpený ankerit. Frekvencia výskytu ankeritu v siderite je vysoká, dosahuje až 70 %, priemerný obsah, naopak, je nízky. Najvýraznejší rozdiel medzi základným a žilným sideritom pozorujeme v zastúpení nerozpustného zvyšku, ktorý v základnom type sideritu dosahuje takmer 10 %, zatiaľ čo v žilnom siderite je zastúpený v priemere iba 2 %.

Ukazuje sa, že nižnoslanský siderit je vysokoželeznatý a má aj zvýšený obsah MnO. Úmerne so zvyšovaním obsahu FeO a MnO klesá obsah MgO. Obsah MgO ani v jednom type sideritu spravidla neprevyšuje 10 %, ale zdá sa, že žilný siderit je o málo horečnatejší ako základný typ sideritu. V niektorých vzorkách, napr. NS-55/86, pozorovať síce náznaky určitej zonality (obr. 9), ale celkovo je obsah MgO v nižnoslanskom siderite oveľa vyrovnannejší ako v siderite z iných ložísk v Spišsko-gemerskom rudohorí.

Tab. 1 Siderit (základný typ) — minerálne a chemické zloženie

$\bar{x}$ FeCO₃ = 86,82 %
 $\bar{x}$ NZ = 9,73 %

F_{ank.} = 76,92 %
 $\bar{x}_{ank.}$ = 5,66 %

	n	$\bar{x}$	Rozsah	Medián	S	V %
FeO	18	56,66	53,15 — 60,59	56,50	2,13	3,76
MgO	18	4,15	1,02 — 6,83	3,99	1,59	38,18
CaO ⁺	13	0,44	0,02 — 1,10	0,42	0,36	82,64
MnO ⁺	13	3,33	2,26 — 5,70	3,24	0,84	25,28
CO ₂	18	39,16	38,26 — 40,02	39,13	0,52	1,33

Vysvetlivky: n = počet údajov, $\bar{x}$ = priemerný obsah, S = štandardná odchýlka, V = variačný koeficient, NZ = nerozpustný zvyšok, F = frekvencia výskytu

Obsah FeO, MgO a CO₂ bol stanovený manometrickou metódou a prepočítaný na 100 % uhličitán.

Analýzovali: Doc. RNDr. J. TURAN, CSc., M. HACUROVÁ, Geologický ústav Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave

Obsah CaO a MnO bol stanovený metódou AAS. Analýzovali: Ing. V. STREŠKO, CSc., A. GALLAYOVÁ, Geologický ústav Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave

Tab. 2 Siderit žilný — minerálne a chemické zloženie

 $\bar{x}$ FeCO₃ = 91,96 %F_{ank.} = 71,11 % $\bar{x}$ NZ = 2,39 % $\bar{x}_{\text{ank.}}$ = 3,57 %

	n	$\bar{x}$	Rozsah	Medián	S	V %
FeO	13	53,54	47,48 — 58,18	53,15	3,45	6,45
MgO	13	6,54	2,95 — 11,21	6,83	2,68	40,89
CaO ⁺	8	2,79	2,45 — 3,13	2,95	0,26	9,28
MnO ⁺	8	0,70	0,31 — 1,20	0,70	0,38	53,99
CO ₂	13	39,94	38,87 — 41,31	40,02	0,78	1,96

Vysvetlivky ako pri tab. 1

Pre základný siderit je charakteristická asociácia stopových prvkov Ba, Cu, Mn, Pb, V a Ti, ktorých obsah sa pohybuje v desiatkach, výnimočne v stovkách ppm. Žilný siderit, zrejme v dôsledku procesov mobilizácie a rekryštalizácie pôsobiace ako čistiace procesy, je podstatne chudobnejší na obsah stopových prvkov (obr. 10). Markantný rozdiel pozorujeme práve v zastúpení Ba, Cu, Pb, Ti a V.

Veľmi zaujímavé sa ukázali analýzy sideritu viazaného v čiernych bridliciach. V niektorých prípadoch tento siderit obsahoval približne 3x viac Mn ako siderit z uhličitánových polôh. Obsah MnO sa pohyboval od 6,5 do 22,5 %, v priemere až okolo 10 % MnO, takže možno hovoriť o zastúpení manganosideritu (tab. 3).

Chemické zloženie sideritu viazaného v tenkých vrstvičkách laminovaného vápenca sa pohybuje v rozmedziach chemického zloženia hlavnej masy sideritu a žilného sideritu (tab. 4).

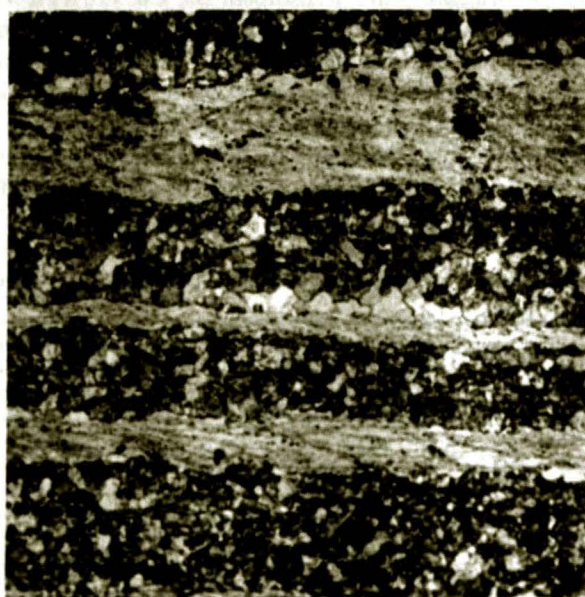
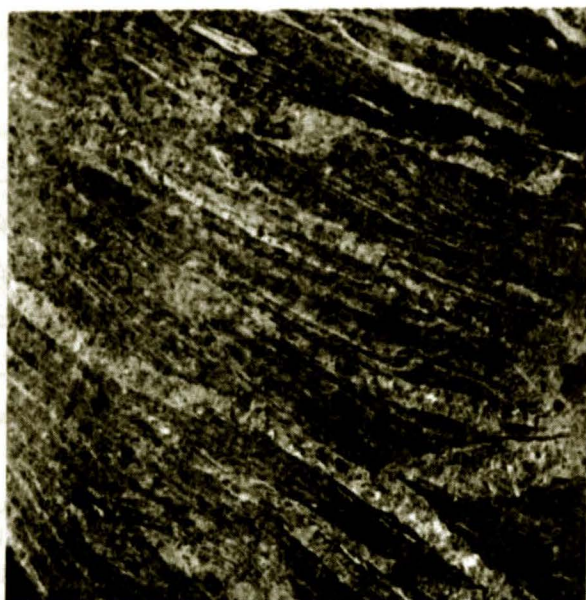
Tab. 3 Siderit z čiernych bridlíc — chemické zloženie, základné štatistické charakteristiky

	n	$\bar{x}$	Rozsah	Medián	S	V %
FeO	11	44,34	27,43 — 50,20	47,39	8,34	18,81
MgO	11	5,67	0,88 — 11,02	5,32	3,06	53,89
CaO	11	0,45	0,08 — 1,50	0,32	0,40	88,18
MnO	11	9,79	6,15 — 22,45	7,12	5,40	55,18
CO ₂	11	39,79	38,34 — 41,51	39,77	0,94	2,37

Vysvetlivky: = počet údajov, $\bar{x}$ = priemerný obsah, S = štandardná odchýlka, V = variačný koeficient
Vzorky boli analyzované na mikroanalýzátore EDAX PV 9100.

Analýzy boli prepočítané na 100 % uhličitán.

Analýzovali: E. DRUSCOVÁ, GÚDŠ, RNDr. L. TURANOVÁ, Geologický ústav Prírodovedeckej fakulty v Bratislave



Obr. 7 Čierne bridlice s početnými tenkými sideritovo-ankeritovými polohami, ktoré väčšinou rešpektujú bridličnosť. Často pozorovať ich detailné zvrásnenie. Foto L. OSVALD

Obr. 8 Jemnozrný siderit s výrazne plošne paralelnou textúrou. Typickým znakom je mnohonásobné striedanie tenkých polôh sideritu (tmavšie polohy) so svetlejšími polohami sericitu. Zväčšenie 30 x. Foto L. OSVALD

Tab. 4 Siderit z polôh vo vápenci — chemické zloženie, základné štatistické charakteristiky

	n	$\bar{x}$	Rozsah	Medián	S	V %
FeO	10	50,88	45,40 — 54,38	50,86	2,54	4,99
MgO	10	5,19	2,88 — 10,60	4,40	2,32	44,67
CaO	10	1,10	0,00 — 3,90	0,45	1,40	126,88
MnO	10	3,17	2,54 — 4,12	3,10	0,54	17,11
CO ₂	10	39,66	39,02 — 41,19	39,54	0,64	1,61

Vysvetlivky ako pri tab. 3

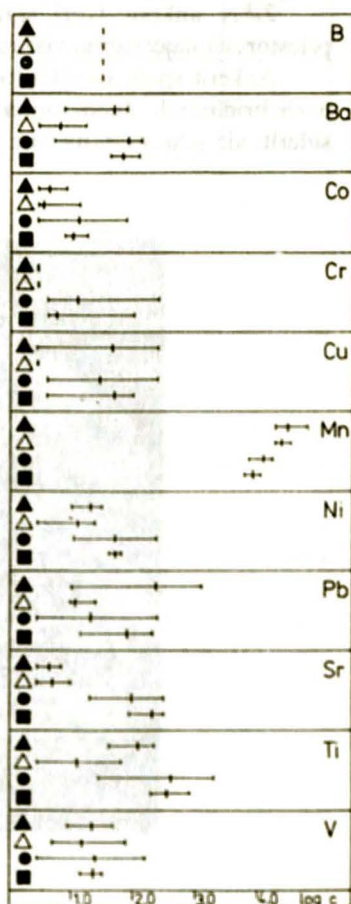
- 1 ▲ Siderit základný
2 △ Siderit žilný
3 ● Ankerit
4 ■ Vápenec



Obr. 9 Slabo sa prejavujúca zonálnosť sideritu. Kompozícia z rastrovacieho elektrónového mikroskopu. Zväčšenie 750 x. Foto D. BARÁTHOVÁ.

Obr. 10 Porovnanie obsahu stopových prvkov v siderite, ankerite a vápenci

1 — siderit, základný typ, 2 — žilný siderit, 3 — ankerit, 4 — vápenec

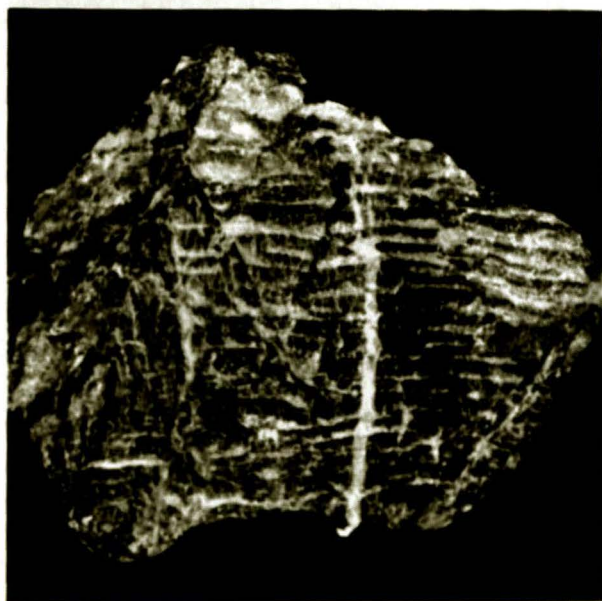


Ankerit v nižnoslanskom ložisku vystupuje, rovnako ako siderit, vo dvoch typoch: 1. základný ankerit (tzv. metasomatický ankerit), 2. žilný ankerit. Z kvantitatívneho hľadiska úplne prevláda prvý typ ankeritu.

V základnom type ankeritu pomerne často nachádzame jemnovrstevnatý siderit tzv. tigererze (obr. 11), t. j. nebilančný siderit s vysokým obsahom Mg a Ca, podrobne charakterizovaný práve z tohto ložiska (HANUŠ, 1960; ROZLOŽNÍK, 1989). Ukázalo sa, že ankerit s jemnovrstevnatým sideritom tvorí prechodnú zónu medzi sideritom a ankeritom (obr. 11), veľmi podobnú prechodnej zóne medzi magnezitom a dolomitom, tak, ako ju definovali TURAN – VANČOVÁ (1979) pre ložiská magnezitu v pruhu Podrečany – Košice. HANUŠ (1960, 1961) práve tieto textúrne znaky považuje za významný dôkaz na podporu svojej teórie o uplatnení solvatačno-apozičných účinkov pri formovaní nižnoslanského ložiska.

Žilný ankerit tvorí spravidla početné, ale iba niekoľko cm mocné žilky, priestorovo najčastejšie viazané na polohy tzv. metasomatického ankeritu a sideritu.

Ankerit spolu so sideritom sa vyskytuje i v laminovanom vápenci, ako aj v čiernych bridliciach. Jeho forma vystupovania v týchto horninách je rovnaká akú má siderit, ale jeho kvantitatívne zastúpenie je spravidla vyššie.



Obr. 11 Prechodná zóna medzi sideritovou (svetlá časť) a ankeritovou (tmavá časť) polohou, tzv. tigererz. Pravú žilku tvorí ankerit. Foto L. OSVALD.

Minerály dolomitovo-ankeritového radu sú zastúpené v podstate iba ankeritom, ojedinele Fe-dolomitom.

Vzorky ankeritu pomerne často obsahujú siderit, frekvenciu jeho výskytu v ankerite, ako aj chemické zloženie a jeho základné štatistické charakteristiky uvádzame v tabuľke 5.

Tab. 5 Ankerit (základný typ) — minerálne a chemické zloženie, základné štatistické charakteristiky

$\bar{x}$ CaMg, $\text{Fe}(\text{CO}_3)_2$	= 81,33 %	$F_{\text{sid.}}$	= 23,20 %
$\bar{x}$ NZ	= 16,67 %	$\bar{x}_{\text{sid.}}$	= 3,01 %

	n	$\bar{x}$	Rozsah	Medián	S	V %
FeO	43	16,73	3,80 — 24,72	18,06	4,94	29,54
MgO	43	10,79	5,63 — 19,36	9,92	3,19	29,56
CaO	43	28,12	25,58 — 29,90	27,99	0,75	2,67
MnO ⁺	16	2,12	0,95 — 5,26	1,80	0,95	44,90
CO ₂	43	44,28	42,55 — 46,94	44,06	1,05	2,38

Vysvetlivky ako pri tab. 1

Obsah FeO v ankerite je vysoký, najčastejšie sa pohybuje v rozmedzí 15 až 20 % FeO, v priemere okolo 16,5 %. Obsah FeO menej ako 10 % sme v ložiskovej časti nezaznamenali. Prítomnosť Fe-dolomitu až dolomitu možno pozorovať iba v okrajových častiach ložiska na styku s vápencami.

Ak by sme porovnali obsah FeO (tiež MnO) v nižnoslanskom ankerite s obsahom týchto prvkov v ankerite z ložísk Rudňany alebo Slovinky, zistíme, že obsah FeO a MnO je podstatne vyšší.

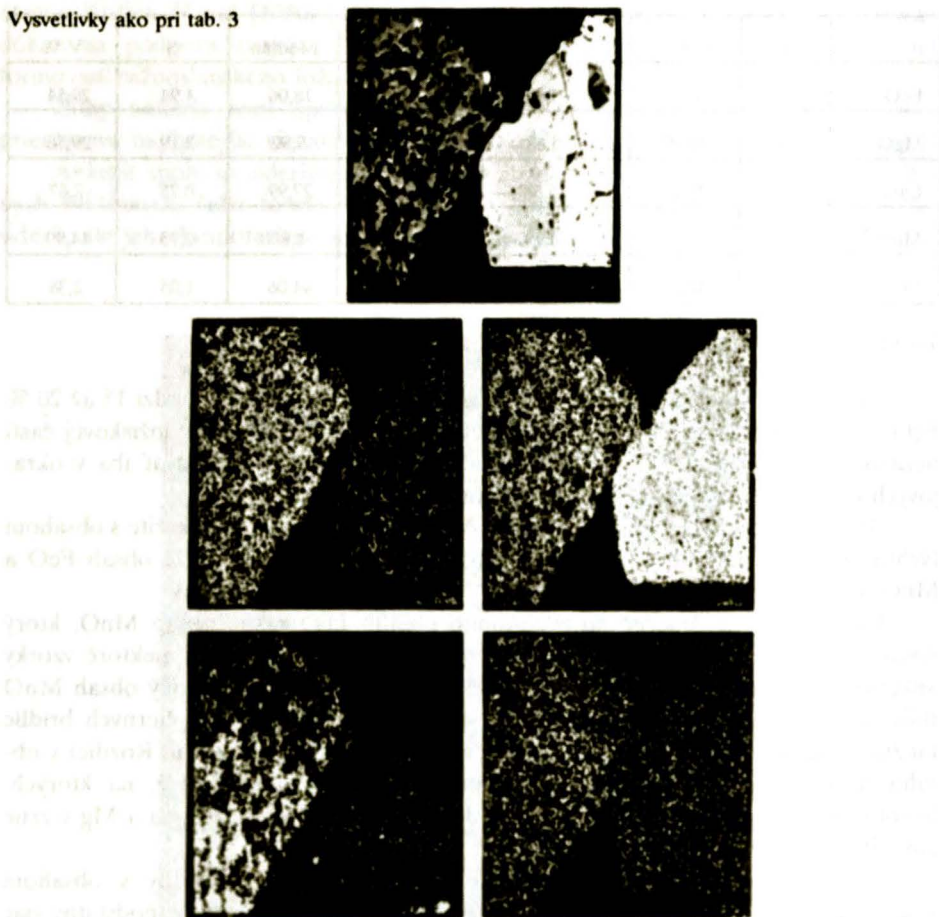
Ukázalo sa, že úmerne so zvyšovaním obsahu FeO rastie obsah MnO, ktorý dosahuje v priemere 2,1 %. Prekvapujúce je však najmä zistenie, že niektoré vzorky ankeritu viazaného v čiernych bridliciach mali mimoriadne vysoký obsah MnO (tab. 6), dokonca vyšší ako v siderite. Vysokomanganatý ankerit z čiernych bridlíc možno označiť v zmysle klasifikácie TRDLÍČKU (1965) až ako kutnohorit. Rozdiel v obsahu MnO v prospech ankeritu dokumentujeme na fotografiách 12 a-c, na ktorých je zobrazená kompozícia vzorky a plošné distribúcie prvkov Mn, Fe, Ca a Mg v zrne ankeritu (A) a sideritu (B) separované zo vzorky NS-31/86.

Obsah stopových prvkov v ankerite (obr. 10) je porovnateľný s obsahom stopových prvkov v základnom siderite, oproti ktorému ankerit obsahuje podstatne viac Sr. Vyšší je i obsah Ba, Co, Ni a V a naopak, klesá obsah Mn, čo zrejme súvisí s prednostnou orientáciou Sr na uhličitany obsahujúce Ca (jeho obsah zreteľne stúpa v rade siderit – ankerit – Fe-dolomit – vápenc) a s vyšším obsahom neuhličitánového podielu.

Tab. 6 Ankerit z čiernych bridlíc — chemické zloženie, základné štatistické charakteristiky

	n	$\bar{x}$	Rozsah	Medián	S	V %
FeO	3	12,26	10,46 — 14,21	12,11	1,88	8,16
MgO	3	8,97	7,67 — 10,01	9,22	1,19	13,27
CaO	3	21,84	19,41 — 23,21	22,91	2,11	9,67
MnO	3	13,88	11,50 — 15,84	14,29	2,20	15,84
CO ₂	3	43,18	42,82 — 43,86	42,86	0,59	1,36

Vysvetlivky ako pri tab. 3



Obr. 12 Zrná sideritu a ankeritu (kutnohoritu) separované z čiernych bridlíc (fotografie z elektrónového mikroanalýzátora). Foto D. JANČULA.

a — kompozícia, zväčšenie 300 x, b — plošná distribúcia Mn, c — plošná distribúcia Fe, d — plošná distribúcia Ca, e — plošná distribúcia Mg

Vápencové polohy v podloží a nadloží sideritových polôh sa vyznačujú pestrými štruktúrne-textúrnymi znakmi. Pre väčšinu sú charakteristické páskované, jemne lavicovité textúry zvrásnené spolu so svojím okolím, teda aj s polohami sideritu. Vo vápenci, menej ako v siderite a ankerite, pozorovať prejavy rekryštalizácie, čo možno vysvetliť tým, že kalcit v porovnaní s ankeritom a sideritom je termicky najstabilnejší. Jeho tektonická porušenosť je zhruba na rovnakej úrovni akú má siderit a ankerit.

Pre polohy vápenca sú charakteristické početné drobnejšie, rôzne orientované žilky ako mobilizáty z blízkeho okolia (obr. 13).

Laminovaný vápenec je obyčajne silno znečistený, obsah nerozpustného zvyšku sa pohybuje až do 30 %, priemerný obsah nerozpustného zvyšku = 16,22 %. Vápenec s masívnejšou textúrou je spravidla čistejší, obsah CaCO_3 dosahuje až 90 %.

Jednoznačne sme potvrdili prítomnosť sideritu i ankeritu v laminovanom vápenci bohatom na organickú hmotu tým, že sme uhličitaný zachytili v ťažkej frakcii. Separáciou v ťažkých kvapalinách sme získali dostatočné množstvo sideritových a ankeritových zŕn na ďalšie štúdium.

Prítomnosť sideritu a ankeritu v polohách vápenca bola potvrdená – manometricky, derivatograficky, opticky pomocou merania indexov lomu a na energo-disperznom mikroanalyzátore Edax.

Priemerné minerálne a chemické zloženie vápenca, ako aj jeho základné štatistické charakteristiky a frekvenciu výskytu ankeritu a sideritu vo vápenci uvádzame v tab. 7. Stupeň dolomitizácie vápenca je veľmi nízky, spravidla stúpa s obsahom kremičitanovej a organogénnej zložky.

Pre nižnoslanské vápence je typický vysoký obsah FeO a MnO , viazaný predovšetkým na heterogénne uhličitaný (siderit, ankerit) vo vápenci, zriedkavejšie na pyrit. V niektorých častiach ložiska, v ktorých sa výraznejšie uplatnili oxidačné pod-

Tab. 7 Vápence — minerálne a chemické zloženie, základné štatistické charakteristiky

$$\bar{x} \text{ CaCO}_3 = 77,81 \%$$

$$\bar{x} \text{ NZ} = 16,22 \%$$

$$\bar{x}_{\text{ank.}} = 67,90 \%$$

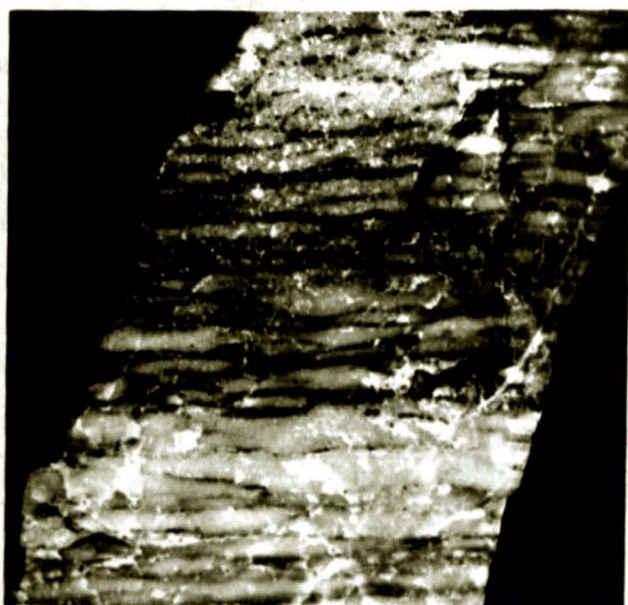
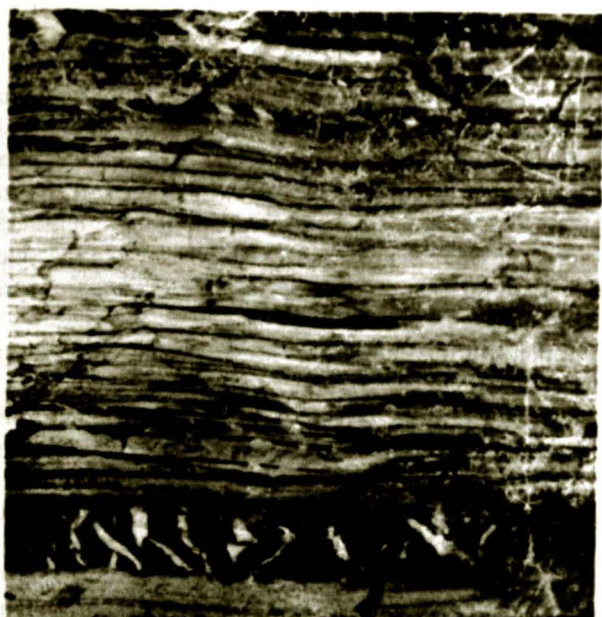
$$\bar{x}_{\text{ank.}} = 5,21 \%$$

$$F_{\text{sid.}} = 22,20 \%$$

$$\bar{x}_{\text{sid.}} = 0,62 \%$$

	n	$\bar{x}$	Rozsah	Medián	S	V %
CaO	22	49,67	44,12 — 54,80	52,80	1,07	2,15
MgO	22	1,33	0,00 — 2,07	0,62	0,15	11,60
FeO	22	4,93	0,65 — 12,72	3,20	1,62	32,93
MnO ⁺	22	0,98	0,53 — 1,57	0,93	0,26	26,10
CO ₂	22	44,03	42,74 — 51,91	43,77	0,27	0,61

Vysvetlivky ako pri tab. 1



Obr. 13 Výrazne laminovaný vápenec s tenkou vrstvičkou Fe-dolomitu (tmavá časť) s výrazným zastúpením sekundárnych žiliek dolomitu (biele) sekrečného pôvodu v polohe základného typu ankeritu.
Foto L. OSVALD.

Obr. 14 Tenkovrstevnatý jemnolaminovaný vápenec s hojným zastúpením hematitu v tmavých laminách.
Foto L. OSVALD.

mienky, môže byť Fe, prípadne aj Mn, viazané na hematit. Jemné šupinky hematitu sú spravidla rovnomerne rozptýlené vo vápenci, ale môžu sa tiež koncentrovať do paralelných, cca 1 mm mocných vrstvičiek (obr. 14).

Aj samotné kalcitové zrná však majú vyšší obsah FeO a MnO (tab. 8), ktorý mnohonásobne prekračuje obsah týchto zložiek napr. v porovnaní s vápencami Malých Karpát (HANÁČEK, 1969; LINTNEROVÁ, 1989).

Obsah stopových prvkov vo vápenci, okrem podstatne vyššieho obsahu Sr a nižšieho obsahu Mn, je zhruba na rovnakej úrovni ako v ankerite, čiastočne aj v hlavnej mase sideritu (obr. 10).

Tab. 8 Zrná kalcitu — chemické zloženie, základné štatistické charakteristiky

	n	$\bar{x}$	Rozsah	Medián	S	V %
CaO	20	53,72	52,44 — 54,76	53,43	0,78	1,45
MgO	20	0,02	0,00 — 0,21	0	0,05	312,43
FeO	20	1,61	0,46 — 3,05	1,73	0,85	52,91
MnO	20	0,92	0,53 — 1,26	0,92	0,19	20,14
CO ₂	20	43,73	43,59 — 43,84	43,71	0,08	0,17

Vysvetlivky ako pri tab. 3

Diskusia

Nížnoslanské ložisko je všeobecne považované za hydrotermálne — metasomatické. ANDRUSOV (1958), VARGA (1970) a ďalší autori predpokladali, že ide o biohermné útvary, v ktorých sa rozmiestnenie sideritových a ankeritových polôh riadilo predovšetkým predrudnou tektonikou a selektívnou metasomatózou. Neprítomnosť organických zvyškov sa pripisovala na vrub metasomatóze.

V poslednom období sa podarilo zistiť v mikritickom, výrazne laminovanom, silno znečistenom ankerite ojedinelý výskyt organického detritu, ktorý MIŠÍK (ústne podanie) určil ako úlomky ostrakódov a vlákien stromatolitov. Nájdený organický detrit poukazuje na plytkovodné prostredie, lagúny, prípadne plytké more. Jeho nález nás však utvrdzuje v domnienke, že nemohlo ísť o biohermy organického pôvodu. V opačnom prípade by sme museli nachádzať organické zvyšky na mnohých miestach uhličitanového telesa, najmä vo vápencoch.

Proti teórii metasomatického vzniku uhličitanov svedčí celý rad ďalších skutočností. Sú to predovšetkým textúrne znaky uhličitanov v ložisku, ktoré nie sú typické pre biohermné útvary. V ložisku sa nevyskytuje iba jedna sideritová poloha, ako by sa dalo predpokladať, ale bilančný charakter má až 6 polôh sideritu. Okrem

toho v uhličitanovom telese, ale aj mimo neho, sa vyskytuje nespočetné množstvo drobných, často iba mm polôh sideritu.

Jedným z vážnych argumentov pri posudzovaní genézy tohto ložiska je aj skutočnosť, že v laminovaných vápencoch v nadloží ani v podloží neboli zistené žiadne sideritové žilky, hoci žily a žilky sideritu a ankeritu sú hojne zastúpené v samotných sideritových a ankeritových polohách. V okolných horninách, napr. v čiernych bridliciach, sa vyskytujú drobné sideritové a ankeritové žilky v tých prípadoch, keď koncentrácia týchto minerálov v rozptýlenej forme je pomerne vysoká. Skutočnosť, že zastúpenie uhličitanov v žilkách sa riadi kvalitou rozptýlenej uhličitanovej mineralizácie, svedčí najskôr o mobilizačnom pôvode uhličitanových žiiek, ktoré sú výsledkom metamorfnych pochodov.

Ďalej sa zistilo, že aj laminované vápence v okrajových častiach ložiska "nevhodné na metasomatózu" obsahujú ankerit i siderit. Výskyt týchto minerálov vo vápencoch je obmedzený iba na výrazne laminované polohy bohaté na tmavý pigment organického pôvodu. Vo vápencoch bez tmavých lamín sa, naopak, lokálne uplatnil hematit. Siderit v tmavých laminách je sprevádzaný chloritom, kremeňom a hojne pyritom.

Zreteľná priestorová väzba sideritu na tmavé laminy poukazuje na to, že pri vzniku Fe (Mn) uhličitanov, ktoré vyžadujú pre svoj vznik redukčné prostredie, sa výrazne uplatnil litologický faktor. Rozhodne významnú úlohu pri tvorbe sideritového ložiska v Nižnej Slanej zohrala organická hmota.

Vhodné prostredie v tomto smere mohli zabezpečiť sedimenty bohaté na organickú hmotu, z ktorých v diagenetickom a metamorfnom štádiu vznikli čierne bridlice, prípadne lydity. Tieto horniny v rámci ložiska vytvorili nielen redukčné prostredie, ale mohli poskytnúť i CO_2 potrebný na tvorbu uhličitanových minerálov.

Z geochemického hľadiska asociácia siderit – ankerit – pyrit sa do značnej miery vylučuje. Podľa MOZLEYA et al. (1992) prítomnosť iónov síry blokuje tvorbu sideritu, ale naopak, spôsobuje tvorbu pyritu. K tvorbe sideritu môže dôjsť iba za vhodných podmienok (prítomnosť CO_2) až po vyčerpaní síry.

V našom prípade išlo zrejme o mierne redukčné prostredie, pravdepodobne už v diagenetickom štádiu, ktoré vyhovovalo tvorbe sideritu a ankeritu. Pri rozklade planktónových foriem organizmov dochádzalo, najskôr v ranodiagenetickom štádiu, k spotrebe O_2 a prostredie bolo vhodné na tvorbu sideritu.

Podľa BERNERA (1981) v postoxidickom štádiu po úplnej spotrebe kyslíka dochádza síce k tvorbe sulfidov, ale po ich vyžrážaní v tzv. metánovom štádiu môže tiež vznikáť siderit. BERNER (1981) i MAYNARD (1982) uvádzajú početné príklady tvorby sideritu v sedimentoch devónu – karbónu v USA, ktorým pripisujú diagenetický pôvod. Uvedení autori vychádzajú z toho, že v redukčnom prostredí vytvorenom rozkladom planktónových organizmov sa spotreboval všetok O_2 a postoxidické až metánové prostredie bolo vhodné na tvorbu sideritu a ďalších minerálov – rodochroitu, vivianitu, glaukonitu atď.

Na druhej strane, prítomnosť hematitu vo vápenci v ložisku Nižná Slaná poukazuje na skutočnosť, že na určitom stupni vývoja sa v sedimente uplatnilo aj oxidické prostredie.

Základné typy uhličitanov sú si svojím chemickým zložením, stupňom znečistenia a obsahom stopových prvkov veľmi blízke. Zvýšený obsah Mn a zdá sa, že aj P, v siderite, ankerite i vápenci poukazuje i na skutočnosť, že sedimentárne, diagenetické a metamorfne procesy zohrali významnú úlohu pri ich vzniku.

Je na škodu veci, že sa zatiaľ nepodarilo realizovať stanovenie izotopov uhlíka a kyslíka z uhličitanov tohto ložiska.

Záver

Na základe súčasného stavu poznatkov ťažko možno zaujať jednoznačné stanovisko k zdroju železa a podmienkam tvorby uhličitanov v ložisku Nižná Slaná. Nie je však potrebné za každú cenu hľadať vysvetlenie v hlbinných magmatických zdrojoch, ako sa to doteraz tradovalo.

Proti prínosu hydrotermálnych roztokov s vysokým obsahom Fe (Mn) z hlbinných magmatických zdrojov hovorí celková lokalizácia sideritovo-ankeritových polôh v rámci karbonátového telesa, ale hlavne skutočnosť, že v ložisku nebadat' využitie predrudnej tektoniky pri predpokladanom výstupe hydroterm.

Ložisko má výrazne stratiformný charakter. Domnievame sa, že aj samotný sedimentárno-vulkanický komplex mohol poskytnúť dostatok materiálu na tvorbu uhličitanov. Rozhodujúcu úlohu pri tvorbe a formovaní nižnoslanského ložiska okrem tektoniky zohrali sedimentárno-diagenetické a metamorfne procesy.

Nižnoslanské siderity a ankerity sa vyznačujú pomerne stabilným chemickým zložením. Obsah Fe a Mn je pomerne vysoký, naopak, obsah Mg je nižší než má väčšina sideritových ložísk Spišsko-gemerského rudohoria. Lokálne má siderit aj ankerit zvýšený obsah Mn. Faktorom limitujúcim posudzovanie bilančnosti ťaženej suroviny je však obsah SiO_2 , As, Pb a lokálne i Sb.

Literatúra

- ANDRUSOV, D., 1958: Geológia Československých Karpát, zv. 1. Bratislava, vyd. Slov. Akad. Vied, 1—302.
- BAJANÍK, Š. — VOZÁROVÁ, A. et al., 1983: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského rudohoria, východná časť, 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 — 223.
- BERNER, R. A., 1981: A new geochemical classification of sedimentary environments. *J. sed. Petrology* (Tulsa), 51, 2, 359 — 365.
- HANÁČEK, J., 1969: K problému geochemie vápencov triasu Malých Karpát. *Geol. Práce, Spr.* (Bratislava), 49, 123 — 139.
- HANUŠ, V., 1960: Hydrothermal metasomatism and its relationship to other ore-forming processes. Report Intern. Geol. Congress., XXI. Ses., Part XVI, Genetic Problems of Ores, Copenhagen, 67 — 78.
- HANUŠ, V., 1961: Über die Entstehungsgeschichte metasomatischer Sideritlagerstätten in Westkarpaten (Tschechoslowakei). *Sbor. Ústř. Úst. geol., Odd. geol.* (Praha), XXVIII, 497 — 522.
- ILAVSKÝ, J., 1974: Príspevok k paleogeografii gelnickej série gemerid na základe rozšírenia stratiformných zrudnení. *Západ. Karpaty, Sér. Mineral. Petrogr. Geochém. Lož.* (Bratislava), 1, 51 — 97.
- LINTNEROVÁ, O., 1989: Mikropŕvkové štúdium karbonátových hornín a paleoprostredie: triasové vápence

- a dolomity Malých Karpát. In: CAMBEL, B. — BROSKA, I. — VRÁNA, K. (eds.), 1989: Geochémia geologických procesov a životného prostredia. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 111 — 114.
- MALÍK, P., 1993: Na baňu už klopať nebudú. Nový čas (Bratislava), 3, 49, 10 — 11.
- MAYNARD, J. B., 1982: Extension of Berner's "new geochemical classification of sedimentary environments" to ancient sediments. *J. sed. Petrology* (Tulsa), 52, 1325 — 1331.
- MOZLEY, P. S. — CAROTHERS, W. W., 1992: Elemental and isotopic of siderite in the Kuparuk Formation, Alaska: Effect of Microbial Activity and Water/Sediment Interaction on Early Pore-water Chemistry. *J. sed. Petrology* (Tulsa), 62, 4, 681 — 692.
- ROZLOŽNÍK, L., 1989: Problémy veku a zdroja sideritovej formácie Západných Karpát. *Geol. Průzk.* (Praha), 31, 67 — 72.
- TRDLÍČKA, Z., 1965: K chemizmu a terminologii dolomitové řady. *Geol. Průzk.* (Praha), 3, 84 — 85.
- TURAN, J. — VANČOVÁ, L., 1979: Strukturen und Texturen der Lagerstättenausfüllung von Magnetitlagerstätten im Karbon der Westkarpaten. *Geol. Zbor. Geol. carpath.* (Bratislava), 30, 2, 207 — 226.
- TURAN, J. — TURANOVÁ, L., 1988: Charakteristika uhličitanovej mineralizácie v ložisku Nižná Slaná. Manuscript — archív Geol. Úst. Prírodoved. Fak., Bratislava, 1 — 51.
- VARGA, I., 1970: Niektoré zákonitosti vzniku a vývoja geologického prostredia metasomatických karbonátových ložísk v Spišsko-gemerskom rudohorí. *Miner. slov.* (Spišská Nová Ves), 2, 85 — 92.

Explanations to Figures

Fig. 1 Nižná Slaná, section across Manó deposit, section 32 (after MLYNÁR in SLÁVIK, 1967, modified by TURAN)

1 — loam, talus, 2 — porphyroids, 3 — graphite-sericite and sericite phyllites, 4 — sericite-graphitic and graphitic phyllites with lydites, 5 — subjacent sericite phyllites, 6 — limestone, 7 — ankerite, 8 — siderite

Fig. 2 Thin-bedded limestone intercalated with numerous dark laminae coloured with organic pigment. Photo: L. OSVALD

Fig. 3 Distinctly laminated, very impure ankerite whose content of insoluble residue is as much as 40 %. Organic detritus was preserved in dark laminae. Photo: L. OSVALD

Fig. 4 Fine-grained, basic type of siderite, locally partly recrystallized (lighter parts) with preserved parallel structure. Photo: L. OSVALD

Fig. 5 Dark laminae with abundant fairly well preserved organic detritus (ostracod fragments and stromatolite fibres). Close-up view: Magn. 30 x, parallel nicols. Photo: L. OSVALD

Fig. 6 Siderite and ankerite grains bound to dark laminae in limestone (electron-microprobe photograph). Photo: D. JANČULA

a — composition, magn. 600 x, b — Fe areal distribution, c — Mn areal distribution, d — Ca areal distribution, e — Mg areal distribution

Fig. 7 Black shales with a number of thin siderite-ankerite layers which mostly follow schistosity. They are often folded in detail. Photo: L. OSVALD

Fig. 8 Fine-grained siderite of distinctive planparallel structure. Its typical feature is siderite layers (dark) repeatedly alternating with lighter sericite layers. Magn. 30 x, parallel nicols. Photo: L. OSVALD

Fig. 9 Poorly visible zoning of siderite. Composition taken by a scanning electron microprobe. Magn. 750 x. Photo: D. BARÁTHOVÁ

Fig. 10 Comparison of trace elements in siderite, ankerite and limestone
1 — siderite, basic type, 2 — vein siderite, 3 — ankerite, 4 — limestone

Fig. 11 Transient zone between a siderite (light) and ankerite (dark) layer, so-called tigererz. The right veinlet consists of ankerite. Photo: L. OSVALD

Fig. 12 Siderite and ankerite (kutnohorite) grains separated from black shales (electron-microprobe photographs). Photo: D. JANČULA

a — composition, magn. 300 x, b — Mn areal distribution, c — Fe areal distribution, d — Ca areal distribution, e — Mg areal distribution

Fig. 13 Distinctly laminated limestone with a thin Fe-dolomite layer (dark) and a layer of basic-type ankerite interlaced with abundant secretion veinlets of secondary dolomite (white). Photo: L. OSVALD

Fig. 14 Thin-bedded limestone finely intercalated with dark hematite-rich laminae. Photo: L. OSVALD

