

ALKALIE V KARBONÁTOVÝCH HORNINÁCH MACOŠKÉHO A LÍŠEŇSKÉHO SOUVRSTVÍ VE VELKOLOMU MOKRÁ (MORAVSKÝ KRAS)

Alkaline elements in carbonate rocks of the Macocha and Líšeň Formations in the Mokrý quarry (Moravian Karst)

Jindřich Štelcl^{1,2}, Jiří Zimák³, Roman Donocik⁴

¹ Ústav geologických věd PřF MU, Kotlářská 2, 611 37 Brno; e-mail: stelcl@sci.muni.cz

² Katedra biologie PedF MU, Poříčí 7, 603 00 Brno

³ Katedra geologie PřF UP, tř. 17. listopadu 12, 771 46 Olomouc

⁴ Českomoravský cement, a. s., 664 04 Mokrý-Horákov

(24-41 Vyškov)

Key words: Moravian Karst, alkaline elements, limestones, calciturbidites

Abstract

Concentrations of alkaline elements (sodium and potassium) were determined by EDX analysis and also by laboratory gamma-ray spectrometry (in case of potassium) in carbonate rocks of Macocha Fm. and Líšeň Fm. (limestones and calciturbidites) exploited in the Mokrý quarry in the southern part of the Moravian Karst. Platform carbonates of the Macocha Fm. and deep-subtidal to basin-floor nodular limestones of the Líšeň Fm. (so-called Křtiny Lmst.) have only low concentrations of sodium and potassium (in most of samples less than 0.5 wt. % Na₂O and less than 0.5 wt. % K₂O). The concentrations of alkaline elements in calciturbidites of the Líšeň Fm. in the Moravian Karst are higher: siliciclastic beds of calciturbidites contain 0.6–3.4 wt. % K₂O and 0.04–1.8 wt. % Na₂O. Increased potassium concentrations in calciturbidites are linked to a presence of phyllosilicates (illite) in siliciclastic beds. Sodium concentrations in siliciclastic beds could be linked to authigenic albite that was identified by electron micro probe analysis.

Úvod

Na mnoha úsecích vozovek z cementobetonových krytů se vyskytují trhliny, které jsou dávány do souvislosti s alkalicko-křemičitou reakcí (podrobněji viz Breitenbücher 2006). Při této reakci se tvoří alkalicko-křemičitý gel a dochází k objemové expanzi a ke vzniku zmíněných trhlin. Jednou z příčin této reakce je obsah alkálií v cementu. Tento obsah je velmi variabilní a závisí na složení výchozích surovin, přísad a na technologickém procesu výroby. Reakce kameniva s alkáliemi byla identifikována jako jedna z hlavních příčin porušování betonu již v 1. polovině 20. století v USA.

V betonové směsi cement představuje jen relativně malý hmotnostní podíl. Jednou z možností, jak zabránit alkalicko-křemičité reakci je omezení obsahu alkálií v cementu. Pokud je v betonu obsaženo kamenivo citlivé na alkálie, je nutno použít cement s jejich nízkým obsahem. Takový cement by měl vykazovat ekvivalent Na₂O maximálně 0,6 hm. % (ekvivalent Na₂O = Na₂O + 0,658 K₂O) – viz např. Modrý (2002).

Cílem prováděného výzkumu bylo zhodnocení obsahu alkálií v horninách macošského a líšeňského souvrství, těžných ve všech třech částech velkolomu Mokrý.

Metody

Pro potřeby laboratorního výzkumu byly odebrány vzorky karbonátových hornin ze všech tří částí velkolomu Mokrý; soubor vzorků obsahuje zástupce všech litostratigrafických členů macošského a líšeňského souvrství vystupujících ve velkolomu.

Laboratorní stanovení obsahů draslíku v horninových vzorcích bylo provedeno na katedře geologie PřF UP

v Olomouci pomocí gamaspektrometru SG-1000 LAB s vyhodnocovacím programem LAB Center.

Ke stanovení kvantitativního chemického složení odebraných vzorků byla využita energiově disperzní analýza na elektronovém skenovacím mikroskopu JEOL JSM-6490LV vybaveném EDX analyzátozem (Oxford Instruments) na PEMM Ústavu geologických věd PřF MU Brno. Doba načítání spektra činila 60 s.

V případě jednoho vzorku reprezentujícího kontakt břidličné a karbonátové desky z calciturbiditu byla využita vlnově disperzní analýza, provedená na elektronovém mikroanalyzátoru CAMECA SX-100 na PEMM Ústavu geologických věd PřF MU Brno. Cílem této analýzy bylo stanovit plošnou distribuci hlavních chemických prvků a dokumentovat jejich vazbu na dvě látkové rozdílné součásti horniny.

Na₂O a K₂O ve 12 vzorcích vápenců a calciturbiditů byly stanoveny metodou ICP-ES v laboratořích ACME Vancouver.

Výsledky a jejich diskuze

Výsledky chemických analýz vzorků vápenců a calciturbiditů ze všech tří částí velkolomu Mokrý jsou uvedeny

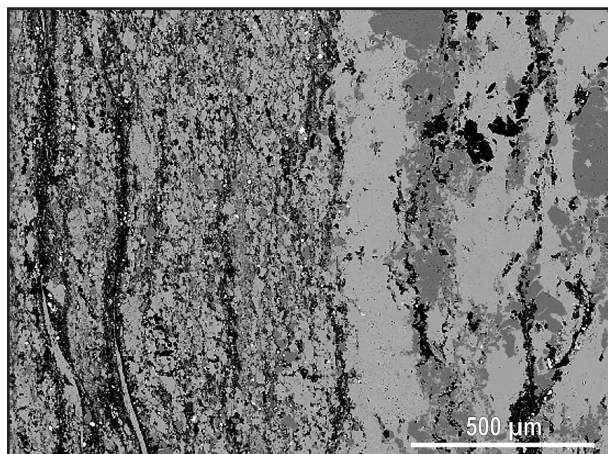
typ horniny	Na ₂ O	K ₂ O
vilémovický vápenec	<0,01	0,05–0,09
křtinský vápenec	0,01–0,02	0,61–1,24
říčské vápence – karbonátová deska	0,01–0,05	0,04–0,91
říčské vápence – břidličná deska	0,04–1,83	0,62–3,39

Tab. 1: Koncentrace Na₂O a K₂O (hm. %) stanovené metodou ICP-ES (8 vzorků).

Tab. 1: Na₂O and K₂O concentrations (wt. %) based on ICP-ES analyses (8 samples).

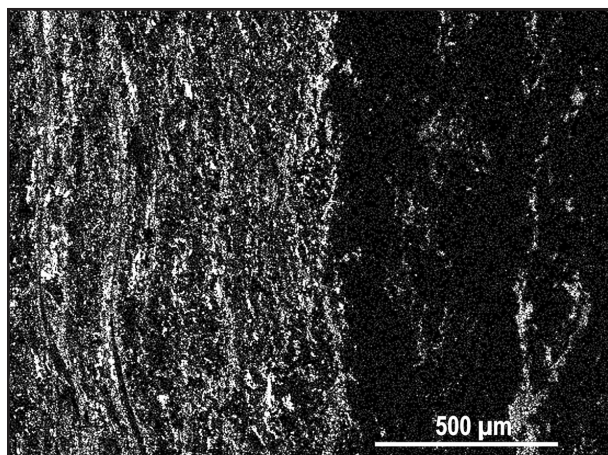
v tab. 1. Je zřejmé, že vilémovické vápence mají jen nízký obsah alkálií. Koncentrace sodíku jsou v analyzovaných vzorcích vilémovických vápenců dokonce pod mezí detekce použité metody ICP-ES, tj. pod 0,01 hm. % Na₂O.

Pro sedimenty líšeňského souvrství jsou charakteristické zvýšené až velmi vysoké koncentrace alkálií. Projevuje se to již ve spodní části tohoto souvrství ve vápencích křtinských. Říčské vápence mají převážně charakter kalciturbiditů, v nichž lze rozlišit dvě litologicky odlišné složky, tvořící (1) karbonátové desky nebo lavice a (2) siliciklastické desky. Obsah nekarbonátové složky v karbonátových deskách (lavicích) je velmi proměnlivý, variabilní jsou i koncentrace alkálií: Na₂O a K₂O jsou často jen v 0,0X hm. %, v případě K₂O však může jeho množství narůstat až k 1 hm. %. Břidličné desky lze z petrografického hlediska charakterizovat jako vápenné břidlice, v některých případech jako vápence s vysokým podílem nekarbonátové složky, jindy, s ohledem na jejich zrnitost, jako jílové



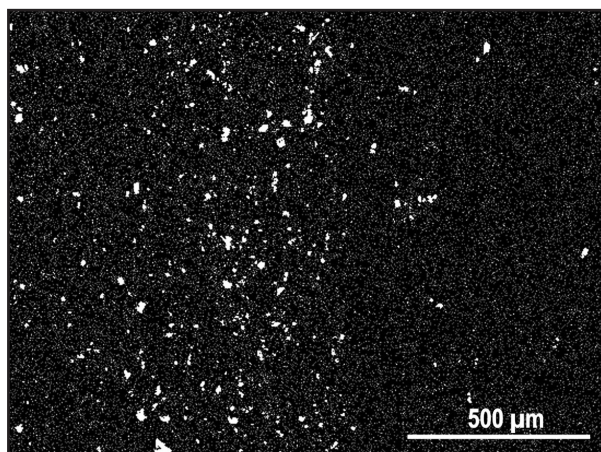
Obr. 1: Kontakt siliciklastické (levá polovina snímku) a karbonátové desky (pravá polovina snímku) ve zpětně odražených elektronech (měřítko je vyznačeno graficky).

Fig. 1: Contact of a siliciclastic bed (left part of the field) and a carbonate bed (right part of the field) in the back scattered electrons image (the scale is graphically marked).



Obr. 2: Kontakt siliciklastické (levá polovina snímku) a karbonátové desky (pravá polovina snímku) – distribuce draslíku (analyzovaná část je shodná s plochou na obr. 1).

Fig. 2: Contact of a siliciclastic bed (left part of the field) and a carbonate bed (right part of the field) – the distribution of potassium (the analyzed area is the same as in the Fig. 1).



Obr. 3: Kontakt siliciklastické (levá polovina snímku) a karbonátové desky (pravá polovina snímku) – distribuce sodíku (analyzovaná část je shodná s plochou na obr. 1).

Fig. 3: Contact of a siliciclastic bed (left part of the field) and a carbonate bed (right part of the field) – the distribution of sodium (the analyzed area is the same as in the Fig. 1).

nebo prachové břidlice s jen malým podílem karbonátu. V závislosti na poměru siliciklastické a karbonátové složky vykazují břidličné desky vysokou variabilitu koncentrací alkálií. Ve všech analyzovaných vzorcích výrazně převládá draslík nad sodíkem. Koncentrace alkálií se v námi studovaných břidličných deskách pohybují v rozpětí 0,62–3,39 hm. % K₂O a 0,04–1,83 hm. % Na₂O.

Na obrázku 1 je ve zpětně odražených elektronech zachyceno rozhraní siliciklastické a karbonátové desky ve vzorku říčského vápence. Na obrázku 2 a 3 je zobrazena distribuce K a Na na tomto rozhraní (světlejší barva odpovídá vyššímu obsahu daného prvku). Z obrázků je patrná vazba alkálií na siliciklastickou složku kalciturbiditu. Morfologie objektů se zvýšenými obsahy K a Na naznačuje, že v případě vazby draslíku lze uvažovat nejspíše o fylsilikátech (illit), v případě sodíku se jako nejpravděpodobnější jeví vazba na autigenní albit.

Výsledky všech provedených laboratorních gamaspektrometrických stanovení draslíku jsou sumarizovány v tabulce 2. Provedená měření prokázala nízké koncentrace draslíku ve vilémovických vápencích (do 0,2 hm. % K). Vzhledem k výrazné převaze K nad Na v těchto horninách je zřejmé, že i celkový obsah alkálií bude nízký. Horniny líšeňského souvrství mají koncentrace draslíku zřetelně vyšší. To se projevuje již ve spodní části souvrství v případě křtinských vápenců – i když byly studovány

skupina hornin	n	K (hm. %)	
		rozpětí	median
vilémovické vápence	45	<0,1–0,2	<0,1
křtinské vápence	4	0,3–0,4	0,3
říčské vápence – karbonátové desky a lavice	44	<0,1–0,7	<0,1
říčské vápence – siliciklastické desky	7	1,5–3,0	2,5

Tab. 2: Gamaspektrometricky stanovené koncentrace draslíku (hm. %) ve studovaných horninách (n = počet měření).

Tab. 2: Gamaspectrometrically determined potassium concentrations (in wt. %) in the studied rocks (n = number of measurements).

skupina hornin	n	Na ₂ O (hm. %)	K ₂ O (hm. %)
křtinské vápence	2	<0,5	0,6–0,7
říčské vápence – karbonátové desky a lavice	15	<0,5–0,8	<0,2–1,0
říčské vápence – siliciklastické desky	5	<0,5–0,8	4,1–6,0
rozstáňské břidlice	11	<0,5–2,8	<0,2–5,6

Tab. 3: Koncentrace alkálií (hm. %) ve studovaných horninách na základě EDX analýz (n = počet měření).

Tab. 3: Alkaline elements concentrations (in wt. %) in the studied rocks based on EDX analyses (n = number of measurements).

pouze čtyři vzorky, jsou stanovené koncentrace draslíku víceméně shodné (0,3–0,4 hm. % K). Kalciturbidity jsou z hlediska distribuce alkálií značně nehomogenní. Zatímco v karbonátových polohách jsou koncentrace draslíku relativně nízké (převážně pod 0,1 hm. %, max. 0,7 hm. % K), jsou v siliciklastických deskách koncentrace draslíku v rozptěti 1,5–3,0 hm. %.

S ohledem na nízké koncentrace alkálií ve vápencích macošského souvrství byla metoda EDX použita hlavně při výzkumu hornin líšeňského souvrství, v jehož rámci byly analyzovány jak lavice říčských vápenců, tak i karbonátové a siliciklastické desky kalciturbiditů. Sumarizované výsledky analýz jsou uvedeny v tabulce 3.

Koncentrace Na₂O ve vápencích (včetně vápencových desek) jsou převážně pod mezí detekce metody EDX (tj. pod 0,5 hm. % Na₂O), maximální hodnoty dosahují 0,8 hm. % Na₂O. Koncentrace draslíku ve většině vzorků jsou nad mezí detekce (tj. nad 0,2 hm. % K₂O, dosahují max. cca 1 hm. % K₂O).

V břidličných deskách byly prokázány vysoké podíly nekarbonátové složky. Koncentrace sodíku jsou v nich převážně pod detekčním limitem, k draslíku jsou však výrazně zvýšené a pohybují se v intervalu 4 až 6 hm. % K₂O.

Závěr

Předložená zpráva představuje pilotní projekt, jehož cílem bylo prověřit možnosti analytického stanovení obsahu alkálií v cementářských surovinách těžných v dobývacím prostoru velkolomu Mokrá. Studie prokázala, že použitými metodami lze relativně spolehlivě sledovat distribuci alkálií v cementářských surovinách těžných ve velkolomu a lze jimi vymezit úseky se zvýšenými koncentracemi draslíku a sodíku. Ve vápencích macošského souvrství jsou koncentrace alkálií jen velmi nízké. Pro líšeňské souvrství jsou charakteristické karbonátové horniny s příměsí siliciklastického materiálu, tvořícího v typickém případě břidličné desky. Právě v tomto siliciklastickém materiálu byly zjištěny relativně vysoké koncentrace draslíku i sodíku. Z hlediska zvýšených koncentrací alkálií se jako nepříznivé jeví kulmské sedimenty rozstáňského souvrství (tzv. rozstáňské břidlice) vystupující a těžené ve v. části velkolomu Mokrá.

Literatura

- Breitenbücher, R. (2006): Alkali-Kieselsäure-Reaktion (AKR) – Folgerungen für den Betonstraßenbau. – Strasse + Autobahn, 4, 205–209, Kirschbaum Verlag, Bonn.
- Modrý, S. (2002): Vyloučení alkalické reakce kameniva v betonu na stavbách pozemních komunikací. – MS, ČVUT Praha.