

## Mineralogie výplní puklin melechovského masivu

### Mineralogy of fissure fillings of the Melechov Massif

IVAN VAVŘÍN - MILAN DRÁBEK

(23-12 Ledeč nad Sázavou)

*Central Moldanubian Pluton, Melechov Massif, Mineralogy, Fissure fillings, HLW disposal*

V rámci úkolu 3308 „Geologický výzkum bezpečného uložení vyhořelých palivových článků jaderných elektáren“ byl řešen dílčí úkol „Geologický výzkum oblasti melechovského masivu“. V jeho rámci byl také mineralogický výzkum. Pro zabezpečení radioaktivního odpadu (dále jen RAO) uloženého v úložišti, bude využíván tzv. multi-bariérový zabezpečovací systém. Mimo inženýrské bariéry bude úložiště zabezpečeno i tzv. geologickou bariérou, tvořenou horninovým masivem. Při oceňování bezpečnosti úložiště RAO je nutno počítat s katastrofickým scénářem selhání inženýrských bariér doprovázeným proniknutím vody k radioaktivnímu odpadu a následné migraci radionuklidů v podzemních vodách mimo vlastní úložiště. Tyto tzv. vzdálené interakce (far-field interaction) budou probíhat především podél disjunktivní poruch, představovaných zlomy a síť puklin, jako hlavních dráhach pohybu radionuklidů v horninovém masivu. Reakce mezi horninou a roztoky s radionuklidy budou v podstatné míře ovlivněny především mineralogickým složením stěn a výplní zlomů a puklin. Proto byla při studiu melechovského masivu, který je výzkumnou lokalitou pro testování metod a postupů, jenž budou aplikovány při budování úložiště RAO, věnována mimořádná pozornost také puklinové mineralizaci.

#### Mineralogie puklinových mineralizací

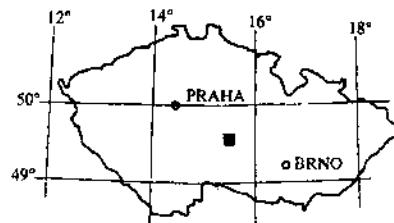
Vlastní výzkum puklinových mineralizací byl prováděn na třech lokalitách v melechovském masivu: lom Březek u Kamenné Lhoty, Lipnice lom č. 3 a lom u Dolní Březinky.

Materiál pro mineralogický a geochemický výzkum byl odebrán přímo na výchozech a též z haldového materiálu vzhledem k vzácnosti výskytu některých typů mineralizací. Klasifikace puklin byla převzata ze zprávy o strukturálně-geologickém výzkumu sledovaných lokalit (Coubal 1994). Byl rozlišen prototektonický puklinový systém, který využily pegmatitové žily. Všechny ostatní mineralizace jsou vázány na postmagmatické ruptury, které jsou v této zprávě podrobně specifikovány.

Podle mineralogického složení byly rozlišeny 4 hlavní typy puklinových mineralizací:

- A) pegmatitové žily a puklinové výskyty turmalinu s muskovitem;
- B) puklinové mineralizace typu alpských žil;
- C) hydrotermální žilky křemenné, křemen - fluoritové, lokálně s příměsí sulfidů;
- D) supergenní mineralizace oxidů a hydroxidů železa a mangani.

Ad A) Na studovaných lokalitách naleží k nejstarším puklinovým mineralizacím pegmatity jednoduchého složení s muskovitem, biotitem, turmalinem a apatitem. Nej-



častěji vytváří tenké žily mocností do 10 cm a délky v prvních desítkách metrů směru SV-JZ. V lomu Dolní Březinka a v lomu Březek subhorizontální pegmatity využily l-puklinky.

V lomu Dolní Březinka byl vzácně nalezen černý turmalín, hustě vtroušený na puklinách v podobě hypidiomorfických sloupečkovitých krystalků orientovaných paralelně se směrem puklin, doprovázený hojným muskovitem.

Ad B) Alpské žily jsou převážně zastoupeny minerální asociací typu A podle dělení Bernarda et al. (1981). Pro tuto asociaci je charakteristický křišťál, chlorit, adulár, muskovit a kalcit, akcesoricky je zastoupen anatas, brookit, rutil (sagenit) a fluorit. Sporadickejší přítomnost prehnitu, analcimu a sulfidů barevných kovů ukazuje na přechod k minerální asociaci typu B.

Mineralizace typu alpských žil na studovaných lokalitách je vázána hlavně na pukliny směru SSZ-JJV. Na všech lokalitách se vyskytuje křemen s kolíksavě zastoupeným adulárem a hojným chloritem v podobě nesouvislých tenkých výplní puklin, lokálně s drobnými drúzovými dutinkami. Dále se vyskytly tenké žilky milimetrových mocností s masivní texturou, tvořené jemnozrným agregátem křemene a aduláru, často výrazně tlakově postižené.

Adulár je podle chemických analýz (tab. 1) dosti čistý, pouze s malou příměsí Na. Chlorit černozelené barvy vytváří nejčastěji jemnozrné šupinkovité agregáty a též drobné tabulkovité krystalky. Svým chemismem (tab. 1) odpovídá železnatému chloritu s nízkým obsahem Mg a slabou příměsí Mn. Nejčastější akcesorií v těchto výplních je fluorit (lom Březek a lom Dolní Březinka) v podobě světle fialových izometrických zrn či krychlových krystalků. Ojediněle byl zjištěn prehnit v drobných dutinkách mezi krystalky křemene spolu s analcimem a kalcitem jako nejmladšími minerály. Vzácný idiomorfický anatas temně modrošedé barvy v krystalických dipyramidalních habitu byl spolu s chloritem zjištěn v lomu Dolní Březinka. Zde se též ojediněle vyskytly sulfidy barevných kovů na puklině s nesouvislými agregáty jemnozrného chloritu. Relativně hojnější chalcopyrit vytváří izometrická zrna, vzácně zčásti krystalograficky omezená, velikost do 3 mm. Je doprovázen akcesorickým tmavohnědým sfaleritem se zvýšeným obsahem Fe a hojnými odmíseninami chalcopyritu.

V lomu Dolní Březinka byly též vzácně nalezeny pukliny s krátce sloupečkovitými krystalky záhnedy, doprovázené hojným tabulkovitými krystalky muskovitu a chloritu a vzácnějším adulárem v podobě bělavých, zčásti průsvitných plochých pseudoklencových krystalků.

Tabulka 1. Chemické analýzy

	1	2	3	4	5	6
SiO <sub>2</sub>	65,06	64,26	43,44	24,44	24,27	56,29
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,10	18,60	24,10	19,67	19,34	21,39
CaO	–	–	27,92	0,05	0,06	–
FeO	–	–	–	41,93	40,54	0,02
MgO	–	–	–	3,99	4,12	–
MnO	–	–	–	0,48	0,41	–
K <sub>2</sub> O	16,60	15,73	–	–	–	0,03
Na <sub>2</sub> O	0,30	0,82	–	–	–	12,59
Σ v %	100,06	99,41	95,46	90,56	88,73	90,33

1–2 adulár, lom Horní Březinka; 3 – prehnit, lom Březek; 4–5 chlorit, lom Horní Březinka; 6 – analcim, lom Březek

Mikrosondové analýzy byly provedeny na SEM MicroScan s EDS firmy Link.

Ad C) Křemenné žilky – šedý masivní křemen vytváří v lomu Březek žilky o mocnosti 3–10 mm na puklinách směru SSZ–JJV. Na stěnách žilců jsou výrazné striace. V polarizačním mikroskopu je patrné usměrnění žilek, tvořených čočkovitě omezenými jedinci křemene se silně undulujícím až mozaikovitým zhášením. Při stěnách žilek uzavírá křemen malé množství sericitu, ojedinělý apatit a kyselý plagioklas.

Křemen-fluoritové žilky milimetrových mocností byly zjištěny v lomu Březek a Dolní Březinka. Jejich hlavní součástí je bělošedý obecný křemen, zčásti v drúzovém vývoji. Mezery mezi krystalky křemene vyplňuje zelenavý a světle fialový fluorit a zčásti též jemnozrnný chlorit. V lomu Dolní Březinka vytváří fluorit rozsáhlé drúzové povlaky na puklině směru SV–JZ, tvořené fialovými zonálními krychlovými krystalky, doprovázenými malým množstvím křemene a akcesorickým pyritem. Křemenné žilky s pyitem byly zjištěny hlavně v lomu Lipnice č. 3

na puklinách směru SV–JZ. Hojně vtroušený pyrit v podobě krychlových krystalků je zarostlý v křemenné žilovině s příměsí chloritu, lokálně vytváří téměř monominerální akumulace bez žiloviny.

Ad D) Supergenní limonitizace hornin je obecně rozšířena ve svrchním zvětrávacím profilu granitoidů (skrývkový materiál) a způsobuje jejich rezavě hnědé zbarvení. Limonitizace zasahuje i do nealterovaných granitoidů hlavně podél puklin směru SV–JZ a subhorizontálních puklin. Na stěnách puklin jsou často tenké limonitové povlaky a též patrná limonitizace horniny do vzdálenosti 15 cm od puklinové plochy. Limonitová výplň je rtg strukturně amorfni, vzácně byl identifikován goethit (pouze hlavní linie). Méně často se na puklinách vyskytly hydroxydy Mn v podobě nesouvislých černých povlaků. Podle kvalitativních analýz (WDX-Microspec) se spolu s Mn vyskytly v nižších koncentracích Fe, Al, Si, Ba a K. Podle chemismu lze uvažovat o zastoupení psilomelanu jako hlavního minerálu s kolíšavou příměsí kryptomelanu a příp. lithioforitu (obsah Al). Na hydroxydy Mn jsou sorpčně vázány nízké koncentrace Cu, Zn, Pb, Ni a Co. Za jejich zdroj je též možno uvažovat sulfidickou mineralizaci puklin.

Mineralizace puklin probíhala v několika stadiích a lze předpokládat, že cirkulující roztoky využily vícekrát stejných struktur. Vzácně bylo též zjištěno podrcení a částečné usměrnění minerální výplně puklin (křemenné a křemenn-adulárové žilky) opakoványmi tektonickými pohyby.

#### Literatura

- Coubal, M. (1994): Zpráva o strukturně geologických výzkumech na lokalitě melechovský masív. – MS Čes. geol. úst. Praha.  
 Jenks, G. J. (1977): Overview of OWI Waste/Rock Interaction Studies, in „NWTS Program Conference on Waste-Rock Interactions.“, D. M. Roy Ed., Y/OWI/SUB-77/14268. The Pennsylvania State University.

Český geologický ústav, Klárov 3/131, 118 21 Praha 1