

SULFIDICKÁ A U-Zr-Ti MINERALIZACE Z NESILICIFIKOVANÝCH A SILICIFIKOVANÝCH PÍSKOVců BŘEZENSKÉHO SOUVRSTVÍ (MILŠTEJN V LUŽICKÝCH HORÁCH)

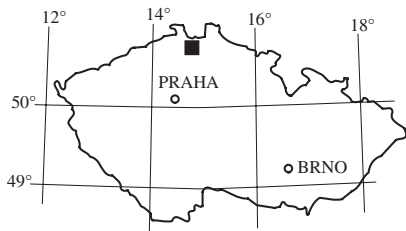
Sulphide and U-Zr-Ti mineralization in unsilicified and silicified sandstones of the Březno Fm. (Milštejn, Lužické hory Mts.)

KAREL D. MALÝ

Geologický ústav Akademie věd České republiky, Rozvojová 269, 165 02 Praha 6

Česká geologická služba, Geologická 6, 152 00 Praha 5

Ústav geochemie, mineralogie a nerostných zdrojů, Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, Albertov 6, 128 43 Praha 2



Key words: geology, sandstones, quartzites, mineralogy, ore minerals, U-Zr-Ti phase, Březno Formation, Bohemian Cretaceous Basin, Czech Republic

Abstract: Coniacian quartzose sandstones of the Březno Formation build a prominent crest with the ruin of the Milštejn Castle, ca. 5 km N of Cvikov. The sandstones host irregular quartzite bodies, which were found to contain specific ore mineralization with pyrite, sphalerite, anatase and a U-Zr-Ti phase. This mineralization is older than the silicification process and parallels Cenomanian occurrences reported from the Stráž and Tlustec blocks of the Bohemian Cretaceous Basin.

Přibližně 5 km severně od Cvikova (Lužické hory) se nachází pískovcový hřbet se zříceninou hradu Milštejn. Výrazný morfologický reliéf je podpořen výskytem křemenců, které vytvářejí nepravidelná deskovitá až čočkovitá tělesa v křemitých pískovcích březenského souvrství. V minulosti zde byly těženy bloky na výrobu mlýnských kamenů. Při výzkumu zdejších křemenců z hlediska jejich mineralogie a podmínek vzniku byla zjištěna zajímavá rudní mineralizace, která nebyla z této lokality dříve popsána.

Geologická situace studované lokality a blízkého okolí

V oblasti Milštejna bylo provedeno několik hlubokých vrtů, kterými bylo zastiženo podloží křídových sedimentů. Převažujícími horninami jsou granodiority lužického plutonu a epizonálně metamorfované horniny jejich pláště (KUČERA a PEŠEK 1982).

Skalní výchozy na Milštejně jsou tvořeny křemennými pískovci, které byly původně považovány za středoturonské (ANDERT 1929). Na základě nových poznatků získaných z vrtu SK-9c Rousínov (2 km jz. od Milštejna) jsou pískovce interpretovány jako coniacké – březenské souvrství (VALEČKA 2000). Mocnost erozních zbytků březenského a teplického souvrství dosahuje v okolí Milštejna přibližně 200 m. V jejich podloží byly vrty zastiženy horniny jizerského a bělohorského souvrství a v nejnižší části i perucko-korycanského souvrství. Zjištěné horniny jsou vzhledem k blízkosti zdrojové oblasti a rychlému poklesu pánevního dna během sedimentace většinou pískovcového charakteru.

Tektonická stavba Milštejna a širokého okolí je do velké míry ovlivněna průběhem tektonického pásma lužického zlomu směru VJV-ZSZ až V-Z. Hlavní zlom tohoto pásma, který dnes tvoří severní omezení české křídové pánve, prochází přibližně 5 km s. od Milštejna (COUBAL et al. 1996). Většina tektonických struktur má směr SSV-JJZ, který je kolmý na směr Lužického zlomu. Těchto struktur pravděpodobně využila některá žilná tělesa kyselých vulkanitů. Ve stejném směru jsou rovněž protažené výchozy těles kvarcitů. Další tektonické struktury jsou rovnoběžné s lužickým zlomem.

Do pískovců pronikají různě mocné pravé a ložní intruze znělců, jejichž výchozy jsou většinou překryté zvětralina-mi. Podrobné mapování vulkanických těles provedli pomocí magnetometrie ADAMOVIČ a HAVRÁNEK (2005). V západní části Milštejna se nachází pokračování velké ložní intruze ze Suchého vrchu. Jižně od Milštejna se vyskytuje ložní žíla Trávníckého vrchu. Dále byla vymapována menší znělcová tělesa přímo v okolí skalních výchozů.

Tělesa křemenců vytvářejí výrazný hřbet, protažený ve směru SSV-JJZ, složený z několika samostatných skalních výchozů označených jako Milštejn I až III (ADAMOVIČ a HAVRÁNEK 2005). Na jednotlivých výchozech jsou dobře patrné polohy s různým stupněm silicifikace. Na Milštejně I jsou silicifikované polohy subhorizontální, na Milštejně III potom téměř vertikální. V detailu je možné pozorovat jak ostré, tak i pozvolné přechody do nesilicifikovaných pískovců. Ostré kontakty mají velmi často laločnatý tvar.

Tělesa křemenců vytvářejí výrazný hřbet, protažený ve směru SSV-JJZ, složený z několika samostatných skalních výchozů označených jako Milštejn I až III (ADAMOVIČ a HAVRÁNEK 2005). Na jednotlivých výchozech jsou dobře patrné polohy s různým stupněm silicifikace. Na Milštejně I jsou silicifikované polohy subhorizontální, na Milštejně III potom téměř vertikální. V detailu je možné pozorovat jak ostré, tak i pozvolné přechody do nesilicifikovaných pískovců. Ostré kontakty mají velmi často laločnatý tvar.

Použitá metodika

Z odebraných vzorků byly zhotoveny leštěné výbrusy, které byly podrobeny studiu v procházejícím a odraženém světle. Vzorky s rudní mineralizací byly studovány za pomoci elektronového mikroskopu CamScan CS 3400 s EDS systémem Link ISIS 300 (15 keV, 150 μ A) v laboratoři LAREM, Česká geologická služba. Z některých vzorků byly ručně vyseparovány minerály, které byly určeny pomocí difraktografu Philips X'pert v laboratoři Geologického ústavu Akademie věd ČR.

Minerály zjištěné v pískovcích a křemencích

Většina vzorků pro mineralogický výzkum pochází ze skalního výchozu Milštejn III. Tento výchoz má tvar vertikálního deskovitého tělesa, protaženého ve směru SSV-JJZ, s ostře omezenou ssz. stěnou a laločnatými až pozvolnými přechody do nealterovaného pískovce směrem k jvv. Vzorky byly odebrány z poloh s různým stupněm silifikace.

Přes 99 % hmoty pískovců tvoří klastický křemen. Dále se vyskytují běžné světlé minerály: živec, slídy, apatit a zirkon. Z tmavých klastických minerálů jsou nejhojnější ilmenit, rutil, monazit a xenotim.

Klastický křemen vytváří jak oválné klasty o velikosti prvních centimetrů ve štěrkových polohách, tak i ostrohranná zrna desetiny milimetru velká v tlakově namáhaných zónách. Z mikroskopického studia vyplynulo, že přibližně 40 % zrn křemene je monokrystalických a z nich asi polovina undulózně zháší. Další 40 % zrn je polykrystalických se suturovitými srůsty krystalů nebo mozaikovou stavbou. Do 20 % zrn je polykrystalických s doškovitou stavbou, původem jednoznačně z metamorfovaných hornin.

Poměrně vzácné slídy vytvářejí max. 100 μm dlouhé štěpné agregáty, které jsou většinou chloritizované (biotit) a kaolinizované (muskovit).

Velmi vzácným klastickým minerálem je živec, který byl pomocí rtg.-difrakce v jednom vzorku zjištěn jako akcesorická fáze. Jako xenomorfní zrna velká 10–50 μm byl zjištěn za pomoci elektronového mikroskopu. Draselný živec převažuje nad plagioklasem (albit až oligoklas). Zrna jsou silně kaolinizovaná.

Akcesorické minerály zirkon a méně častý apatit vytvářejí jak xenomorfní, tak i hypidiomorfní a idiomorfní krystalky o velikosti 10–50 μm . Převažují xenomorfní oválná zrna.

Ilmenit je nejhojnějším klastickým tmavým minerálem. Vytváří xenomorfní až idiomorfní hnědá zrna velká až 0,5 mm. Větší zrna jsou většinou oválná, menší jsou ostrohranná.

Rutil se vyskytuje v podobě hypidiomorfních zrn 50–100 μm velikých.

Monazit tvoří oválná zrna i hypidiomorfně až idiomorfně omezené sloupcovité krystaly jako inkluze v klastickém křemenu. Jejich velikost dosahuje 10–50 μm .

Xenotim byl zjištěn ve formě jednoho oválného zrna, které je po puklinách vyhojené autigenním křemem.

Křemence jsou složeny z klastického křemene, novotvořeného krystalického křemene, chalcedonu a akcesorických minerálů, mezi kterými byla při podrobném studiu zjištěna novotvořená rudní mineralizace

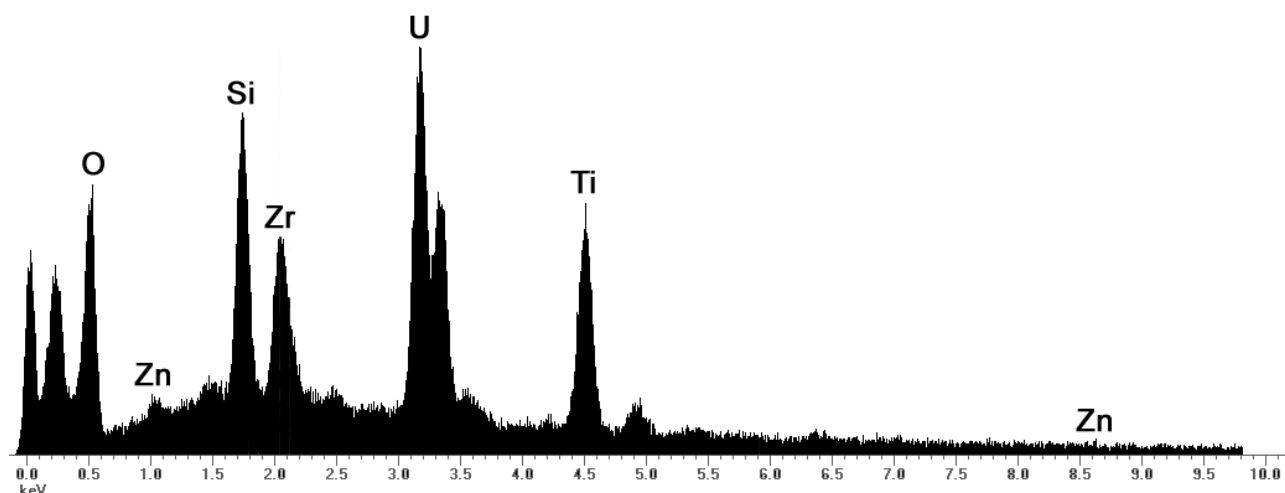
Krystalický křemen vytváří několik μm mocné syntaxiální obrůsty okolo klastických zrn. Ve větší míře vyplňuje pórový prostor mezi klastickými zrny. Velmi vzácně byly zjištěny několik centimetrů mocné žilky nejmladšího křemene, které vyplňují drobné trhliny v křemencích. V dutinách těchto žilek se vyskytují dobře omezené krystalky max. 100 μm velké. Místa byly zjištěny dutiny s krystalky křemene i v některých polohách křemence.

Chalcedon se vyskytuje pouze ve vzorcích s rudními minerály. Nasedá na syntaxiální obrůsty krystalického křemene a vyplňuje póry mezi klastickými zrny. V detailu je dobře patrné střídání jednotlivých generací, které se liší jak barevně, tak i strukturou a tvoří „achátové“ textury. Střed „achátů“ je většinou vyplněn krystalickým křemem.

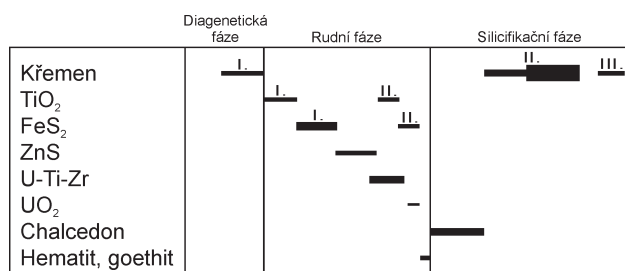
Rudní mineralizace

Rudní minerály tvoří zrnité agregáty, které nasedají na syntaxiální obrůsty krystalického křemene. Tyto minerály jsou místy zatlačovány chalcedonem. Za pomoci elektronového mikroskopu byl zjištěn pyrit, sfalerit, anatas, směs U-Ti-Zr, uraninit a směs oxidů Ti.

Pyrit byl zjištěn ve dvou generacích. Pyrit I vytváří idiomorfní krystalky 5–10 μm velké, čtvercových a obdélníkových průřezů. Pyrit II vytváří xenomorfní (někdy kulovité) agregáty velké do 5 μm . V odraženém světle byl pro svou velikost zjištěn pouze v několika větších agregátech. Che-



Obr. 1. EDS spektrum agregátu U-Zr-Ti minerálů.



Obr. 2. Sukcesní schéma novotvořených minerálů.

mické složení bylo potvrzeno pomocí elektronového mikroskopu s EDS systémem.

Sfalerit byl zjištěn pouze za pomoci elektronového mikroskopu. Nejčastěji vytváří lem okolo pyritu I max. 2 µm mocný. Dále se vyskytuje ve formě shluků drobných cca 5 µm xenomorfních agregátů.

Společně s pyritem I se vyskytují 3–5 µm velké idiomorfní krystalky anatasu.

U-Zr-Ti minerály nejčastěji obrůstají starší sulfidy a oxidy. Na základě charakteru těchto minerálů je zřejmé, že pravděpodobně jde o směsné hydratované silikáty, oxidy nebo amorfní fáze, které zatím nebyly identifikovány.

Inkluze uraninitu byly zjištěny v agregátech pyritu II.

Část agregátů pyritu je zatlačována goethitem/hematitem.

Posloupnost mineralizace křemenných pískovců

Při podrobném výzkumu byly zjištěny tři fáze mineralizace: I – diagenetická, II – rudní, III – silicifikační (obr. 2).

V I. stadiu mineralizace došlo k obrůstání klastických zrn cca 10 µm mocným syntaxiálním lemem tvořeným původně opálem nebo chalcedonem a později rekrystalovaným na krystalický křemen.

II. stadiem je mineralizace rudními minerály. První generaci rudních minerálů reprezentuje pyrit I, sfalerit I a dále anatas. U-Ti-Zr minerály nejčastěji obrůstají starší sulfidy a oxidy. Společně s touto asociací byl rovněž zjištěn pyrit II. Velmi často obsahuje drobné inkluze uraninitu. Společně s pyritem II se vyskytují samostatné xenomorfní agregáty směsi Ti-oxidů – „leukoxen“. Nejmladšími minerály této fáze jsou goethit a hematit.

Ve III. stadiu mineralizace na minerály rudní fáze kolmo nasedají vláknité agregáty chalcedonu. Na agregáty chalcedonu a syntaxiální obrůsty tvořené krystalickým křemem narůstají drobné krystalky mladší generace křemene, která vyplňuje zbylý pórový prostor.

Podobnost rudní mineralizace s výskyty v oblasti strážského a tlusteckého bloku

Podobný typ mineralizace byl dříve zjištěn v cenomanských pískovcích české křídové pánve v oblasti strážského a tlusteckého bloku (ČADEK et al. 1975). Tyto výskyty jsou situovány především na rozhraní sladkovodní/mořský cenoman a jsou provázány zvýšeným obsahem jílových minerálů, organických látek a pyritu. ČADEK et al. (1975) uvádějí několik generací pyritu, sfalerit, uranové fáze vázané na metakoloidní zirkon a Ti-oxidy, které vytváří agregáty „leukoxenu“. Rudní mineralizace na Milštejně je však vázána na coniacké horniny březenského souvrství.

Závěr

V coniackých křemenných pískovcích březenského souvrství se vyskytují tělesa křemenců, jejichž vznik probíhal ve třech etapách. V první etapě vznikaly syntaxiální obrůsty klastických zrn, které jsou dnes tvořené krystalickým křemem. V druhé etapě vznikla zajímavá rudní mineralizace a ve třetí etapě došlo k vyplnění pórového prostoru chalcedonem a krystalickým křemem.

Zjištěná rudní mineralizace je tvořena pyritem, sfaleritem, anatasem a U-Zr-Ti fázemi. Tato asociace je velmi podobná cenomanským výskytům v české křídové pánvi.

Poděkování

Autor děkuje za pomoc a věcné připomínky kolegům z Geologického ústavu AV ČR. Terénní a laboratorní práce byly financovány z výzkumného záměru CEZ: AV0 Z30130516.

Použitá literatura

- ADAMOVIČ, J. – HAVRÁNEK, P. (2005): Prokřemenění pískovců na Milštejně v Lužických horách. – *Bezděz* 14, 133–162, Česká Lípa.
- ANDERT, H. (1929): Die Kreideablagerungen zwischen Elbe und Jeschken. – II. Die nordböhmsche Kreide zwischen Elbsandsteingebirge und Jeschken und das Zittauer Sandsteingebirge. – *Abh. Preuss. Geol. Landesanst., Neue Folge*, 117, Berlin.
- COUBAL, M. – ADAMOVIČ, J. – PAZDÍREK, O. (1996): Lužický zlom a severní okraj české křídové pánve. – *Sedimentární geologie v České republice*, 23. a 24. ledna 1996 v Praze. *Abstrakty*, 5–6, Přírodověd. fak. Univ. Karl. Praha.
- ČADEK, J. – MIROVSKÝ, J. – NOVÁK, F. – VAVŘÍN, I. (1975): Association of uranium and zirconium in the sandstone type uranium deposits in northern Bohemia. – *Čas. Mineral. Geol.*, 20, 2, 131–140.
- KUČERA, M. – PEŠEK, J. (1982): Geologické poměry v českokamenické svrchnopaleozoické pánvi a jejím okolí. – *Acta Univ. Carol., Geol., Poucha*, 3, 285–295.
- VALEČKA, J. (2000): Vysvětlivky k základní geologické mapě České republiky 1 : 25 000, list 02–242 Dolní Podluží. – *Čes. geol. úst. Praha*.