ISSN 1211-8796

Acta Mus. Moraviae, Sci. geol.
CVI (2021): 2, 81–123, 2021

EPIGENETICKÉ MINERÁLY ČESKÉ ČÁSTI HORNOSLEZSKÉ PÁNVE

EPIGENETIC MINERALS FROM THE CZECH PART OF THE UPPER SILESIAN BASIN

PETR WELSER, MAREK SLOBODNÍK, ONDŘEJ MALEK, MICHAL OSOVSKÝ, JAKUB JIRÁSEK, DALIBOR MATÝSEK

Abstract

Welser, P., Slobodník, M., Malek, O., Osovský, M., Jirásek, J., Matýsek, D., 2021: Epigenetické minerály české části hornoslezské pánve. – Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae, 106, 2, 81–123 (with English summary).

Epigenetic minerals from the Czech part of the Upper Silesian Basin

The paper presents a summary of findings of epigenetic minerals (minerals of the hydrothermal association) in the Czech part of the Upper Silesian Basin. These were gradually acquired during the exploitation of bituminous coal in the Ostrava, Karviná and Příbor areas. The overview of epigenetic minerals includes both minerals from the fillings of tectonic structures and minerals known from the fissures of carbonate concretions. Findings of sulphides (galena, chalcopyrite, marcasite, millerite, pyrite, siegenite, sphalerite), oxides (anatase, quartz), carbonates (calcite, dolomite–ankerite series, siderite), sulphates (baryte), phosphates (fluorapatite), silicates (chlorite group mineral), and organic compounds (evenkite?) are described in detail. The following paragenetic series are assumed based on the mineral succession: (I) quartz I → carbonates I (dolomite, Fe-rich dolomite, Mg-rich ankerite, siderite) → (II) pyrite I → sulphides (chalcopyrite, pyrite II, millerite, sphalerite, galena, marcasite, siegenite) → (III) baryte → carbonates II (calcite), quartz II → dickite → (IV) hydrocarbons (e.g. evenkite, hatchettine). The age of low-temperature hydrothermal mineralization has not yet been verified reliably. Hydrothermal fluids were rich in hydrocarbons and can be characterized as H_2O – NaCl ± hhc, resp. hhc ± H_2O – NaCl.

Key words: epigenetic mineralization, fluid inclusion, Upper Silesian Basin, Coal Mining, Czech Republic

Petr Welser, Papírenská 787, 739 21 Paskov, e-mail: petr.welser@seznam.cz

Marek Slobodník, Department of Geological Sciences, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czech Republic, e-mail: marek@sci.muni.cz

Ondřej Malek, Green Gas DPB, a.s., Rudé armády 637, 739 21 Paskov, e-mail: on.malek.dra@centrum.cz

Michal Osovský, Emila Holuba 5, 736 01, Havířov-Podlesí, e-mail: m.osovsky@seznam.cz

Jakub Jirásek, Department of Geology, Faculty of Science, Palacký University Olomouc, 17. listopadu 1192/12, 771 46 Olomouc, Czech Republic, e-mail: jakub.jirasek@upol.cz

Dalibor Matýsek, Department of Geological Engineering, Faculty of Mining and Geology, Vysoká škola báňská – Technical University of Ostrava, 17. listopadu 15/ 2172, 708 33 Ostrava-Poruba, Czech Republic, e-mail: dalibor.matysek@vsb.cz

1. ÚVOD

Pojmem epigenetické minerály označujeme v rámci české části hornoslezské pánve (dále jen ČHP) minerály nízkoteplotní hydrotermální minerální asociace. Tyto minerály, zpravidla křemen, karbonáty, sulfidy a baryt, tvoří výplně poruchových pásem zlomů či puklin a trhlin ve svrchně karbonských sedimentech a vulkanoklastických horninách. Ge-

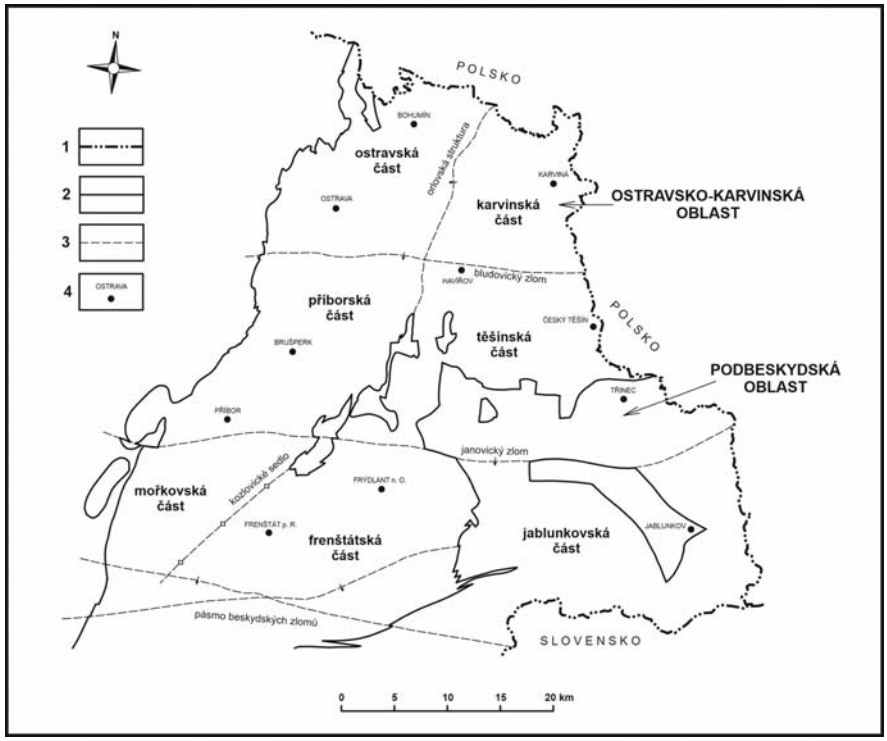
neze lokalizačních struktur je spojena především s progresivním rozvojem dilatačních struktur, které umožňovaly cirkulaci nízkoteplotních hydrotermálních fluid. Je pravděpodobné, že se přitom uplatnil jak pozdně variský, permokarbonský, tak zejména křídový i terciérní extenzní tektonický režim (SLOBODNÍK *et al.* 1995, 2008a, KUČERA *et al.* 2010).

Předkládaný příspěvek se opírá zejména o vlastní nálezy autorů a studium epigenetických minerálů z příborské a karvinské oblasti. Těžba uhlí v ostravské dílčí části pánve byla počátkem 90. let minulého století utlumena a přístupné ukázky se dochovaly pouze v muzeích či školních sbírkách. V současné době dochází k masivnímu útlumu hornické činnosti i na zbývajících dolech ostravsko-karvinského revíru, technické projekty likvidace jsou již realizovány na dolech Paskov, Lazy, Darkov a ČSA. Krátkou životnost má před sebou i poslední činný důl ČSM. Uvedené skutečnosti nám umožňují komplexně mineralogicky bilancovat právě tuto mineralogickou skupinu, neboť byla dostupná především v důlních provozech, které již nejsou prakticky k dispozici a také na odvalech, které jsou z větší části rekultivovány nebo rozváženy na liniové stavby.

2. GEOLOGICKÁ SITUACE

Hornoslezská pánev patří mezi nejvýznamnější evropské černouhelné pánve. Je situována na územích Polska a České republiky. Známá rozloha pánve činí cca 7 000 km², z toho česká část hornoslezské pánve zaujímá rozlohu cca 1550 km² (např. DOPITA *et al.* 1997).

V rámci ČHP jsou vyčleněny 3 regionální části, které respektují jak aspekty regionálně geologické, tak hospodářské: ostravsko-karvinská, příborsko-těšínská a podbeskydská (DOPITA *et al.* 1997). Z hlediska mineralogického poznání jsou významné pouze první dvě jmenované, neboť byly hornicky dlouhodobě přístupné (obr. 1).



Obr. 1. Územní členění české části hornoslezské pánve (DOPITA a AUST, 1997).
Fig. 1. Regional division of the Czech part of the Upper Silesian Basin (DOPITA and AUST, 1997).

Vlastní sedimentární výplň ČHP reprezentuje litologicky pestrý vrstevní sled. Počínaje spodním namurem (serpuchov) ustupuje mořská sedimentace, typická pro flyšové horniny kulmu Nízkého Jeseníku. V prostředí ČHP tak dochází především ke kontinentální sedimentaci, která je epizodicky ovlivňována mořskými transgresemi. Tato sedimentace je reprezentována paralickým vrstevním sledem, souhrnně označovaným jako ostravské souvrství (serpuchov, spodní namur). Mladší, ryze terigenní sedimenty jsou zastoupeny karvinským souvrstvím (baškir, střední namur až stephan). Geologickou situaci pánve komplikuje post–sedimentární eroze vrstevních sledů, která je v různých částech pánve rozdílná. Zatímco na Karvinsku jsou dochované i sedimenty vyšších stratigrafických úrovní, na Ostravsku chybí celé karvinské souvrství a v příborsko-těšínské části byly erodovány i vrstvy spodní části ostravského souvrství (např. Dopita *et al.* 1997).

V rámci ostravského souvrství rozlišujeme bazální petřkovické vrstvy, na které konformně navazují hrušovské, jaklovecké a porubské vrstvy. Karvinské souvrství tvoří (od báze) vrstvy sedlové, sušské a doubravské (Žídková *et al.* 1997, Dopita *et al.* 1997). Prezentované epigenetické minerály pocházejí především z petřkovických a spodních hrušovských vrstev ostravského souvrství v příborsko-těšínské části. V ostravsko-karvinské části jsou pak lépe zdokumentované mineralizace na puklinách sedlových a sušských vrstev karvinského souvrství a porubských vrstev ostravského souvrství.

V minulosti si řada dolů zavedla vlastní pojmenování a číslování slojí. Po 2. světové válce byly proto pro lepší celorevírní orientaci zavedeny pro každou sloj unikátní přečíslené kódy (Dopita 1959), které v textu uvádíme spolu s šachetním číslem sloje.

Velkou zásluhu na mineralogickém poznání měli šachetní geologové a další pracovníci z jiných úseků, kteří se nenechali unavit pracovními povinnostmi spojenými s hektickým důlním provozem a velmi fundovaně zajišťovali jak hmotnou, tak grafickou dokumentaci nálezů. Odvozenou geologickou dokumentaci důlních podniků ČHP dnes uchovává těžební organizace OKD a.s. a společnost DIAMO s.p.. U ní bude tato dokumentace pro budoucí generace snad v archivu zachována, takže v textu dále uvádíme i bližší lokalizace nálezů v důlních dílech, pokud jsou autorům známy.

Na závěr této kapitoly patří zcela jistě pár slov k šachetní terminologii, ať už se jedná o číslování jednotlivých lokalit či jiné pojmy (viz tabulka 1).

Tabulka 1. Základní důlní terminologie použitá v textu.
Table 1. Basic mining terminology used in the text.

jáma, šachta	vertikální otvírkové hlavní důlní dílo
překop	horizontální otvírkové důlní dílo
důlní třída, chodba	důlní dílo ražené zpravidla v uhelné sloji
porub, rubání	důlní dílo, ve kterém probíhá těžba uhlí
st., staničení, štufa	metráž důlního díla
kra	tektonicky vymezená oblast dolu
60 14 03	číslo porubu, 60 – číslo sloje, 14 – číslo kry, 03 – pořadové číslo
074 5357	číslo třídy, 074 – kódové číslo sloje, 5357 – pořadové číslo třídy
II-1127-2001	číslo vrtu, II – lokalita, 1127 – pořadové číslo vrtu, 2001 – rok realizace
Rotschildova dislokace	zlom (tektonická porucha) regionálního významu pojmenovaný po Rotschildovi
	**toto byla běžná praxe (zpravidla se používala světová strana, jméno či destinace)*
DP	dobývací prostor

3. PROSTŘEDÍ VÝSKYTU EPIGENETICKÉ MINERALIZACE

Pojmem prostředí se v případě epigenetické mineralizace rozumí horninové prostředí a tektonické struktury. Horniny svým minerálním složením ovlivňují chemické složení cirkulujících fluid. Tektonické struktury mají roli komunikační (přívodní kanály cirkulujících fluid) a hostitelskou, přičemž poruchové zóny zlomů, pukliny či trhliny vytvořily prostor pro žilnou hydrotermální minerální výplň.

3.1 Charakteristika horninového prostředí

Stratigrafické jednotky uhlonosného karbonu jsou budovány téměř výhradně sedimentárními horninami, které jsou zastoupeny aleuropelity (jílovce, prachovce), psamity (drobové pískovce, zřídka arkózy), psefity (slepence), karbonátovými horninami a uhelnými slojemi. Velmi podružně se na litologické náplni podílejí karbonská vulkanoklastika a mladší vulkanogenní horniny, zastoupené zejména lokálními intruzemi bazaltoidů.

Aleuropelity jsou zastoupeny ve všech typech depozičního prostředí hornoslezské pánve, tj. v mořském, brakickém i sladkovodním. Typické jsou přechody prachovců do jemnozrnných pískovců nebo do jílovců, s oběma litotypy často vytváří laminity, které jsou produktem dynamické sedimentace. Na složení aleuropelitů se podílí křemen (do 20 %), detritický muskovit a biotit, terigenní illit a kaolinit, vzácný je živec. Během diageneze vznikl postupně pyrit, siderit a karbonáty dolomit–ankeritové řady. Pozdně diagenetický je illit a chlorit. Tmavošedé zbarvení prachovců způsobuje rozptýlená organická hmota (Dopita *et al.* 1997, Žídková *et al.* 1997).

Psamity (pískovce) jsou nejrozšířenějším svrchně karbonským litotypem. Jejich jemnozrnné až středně zrnité variety vytvářejí tabulovitá (rozlivová) tělesa nebo lineární (korytovitá) tělesa (Jansa 1967, Filák 2006). Klastická frakce je v pískovcích zastoupena především křemenem, který pochází z granitoidů, křemenných žil a méně pak z metamorfitů. Podíl křemene činí až 60 %. Živce jsou zastoupeny ortoklasem a mikroklinem, které výrazně převažují nad plagioklasem (2–4 : 1). Křemen a živce jsou doprovázeny úlomky stabilních hornin, mezi nimiž jsou nejvíce rozšířeny kvarcity, prokřemenělé grafiticko-chloritické břidlice, lydity, metalydity a rohovce. Nestabilní úlomky pak zastupují granitoidy, porfyrity, metasedimenty a samozřejmě i karbonské sedimenty, včetně uhlí. Detritické minerály jsou zastoupeny biotitem, muskovitem a chloritem (klinochlorem). Těžké minerály reprezentuje ponejvíce zirkon, turmalín, apatit, rutil, méně pak granát, staurolit, kyanit a sillimanit (Žídková *et al.* 1997). Tmel je tvořen především karbonáty dolomit–ankeritové řady, křemenem, illitem, kaolinitem a vzácně i diagenetickým pyritem.

Psefity patří k nejméně zastoupeným sedimentům. V ostravském souvrství nepřesahuje jejich podíl 1%, v karvinském souvrství se pohybuje kolem několika %, přičemž mineralogické složení valounového materiálu i základní hmoty je přibližně stejné jako u psamitů (Žídková *et al.* 1997).

Významnou roli při extrakci chemických složek z hornin a saturaci cirkulujících fluid v procesu interakce s horninami hrály i **uhelné sloje**, **vulkanogenní horniny a karbonátové horniny**. Zejména uhelné sloje zpravidla obsahují podíl jílových minerálů, chloritů, fosfátů, karbonátů a sulfidů (Dopita a Králík 1979) a reprezentují polohy s výrazně odlišným chemickým složením a oxidačně–redukčním potenciálem.

3.2 Tektonika

Variská tektonická stavba ČHP je polytypní. Podílí se na ní jak starší vrásovo–násunový tektonický styl (kompresní), tak mladší styl poklesový (extenzní) – Kumpera a Foldyna (1997), Welser (1998, 2003).

Kompresní tektonika patří k nejstarším tektonickým prvkům v ČHP. Byla formována během pozdně variské komprese pánevních sedimentů vlivem kolize variského akrečního klínu (Český masiv) s proterozoikem brunovistulika. Její prostorovou geometrii reprezen-

tují strukturní směry SV–JZ a SSV–JJZ. Jako nositel epigenetické mineralizace se uplatnila pouze okrajově.

Extenzní tektonika je reprezentována téměř výhradně poklesy. Mezi nimi výrazně převládají poklesy podélné nad příčnými. Jejich geneze spočívá v SV–JZ roztažení již komprimované pánve. Chronologicky starší jsou příčné poklesy k SSV se směrem ZSZ–VJV. Poruchová pásma regionálních poklesových zlomů dosahovala značné mocnosti, v řádech desítek metrů a měla významný hloubkový i horizontální rozsah. Jak v pozdně povariské extenzi pánve, tak při alpinské rejuvenaci (oživení) variských struktur reprezentovala zejména poklesová tektonika migrační kanály fluid. Drobné tektonické struktury – poruchová pásma poklesových zlomů nižších řádů, puklinové systémy či trhliny se staly lokalizačním prostředím nízkoteplotní hydrotermální mineralizace.

4. NEJLÉPE DOKUMENTOVANÉ ČÁSTI ČHP Z POHLEDU VÝSKYTU EPIGENETICKÉ MINERALIZACE

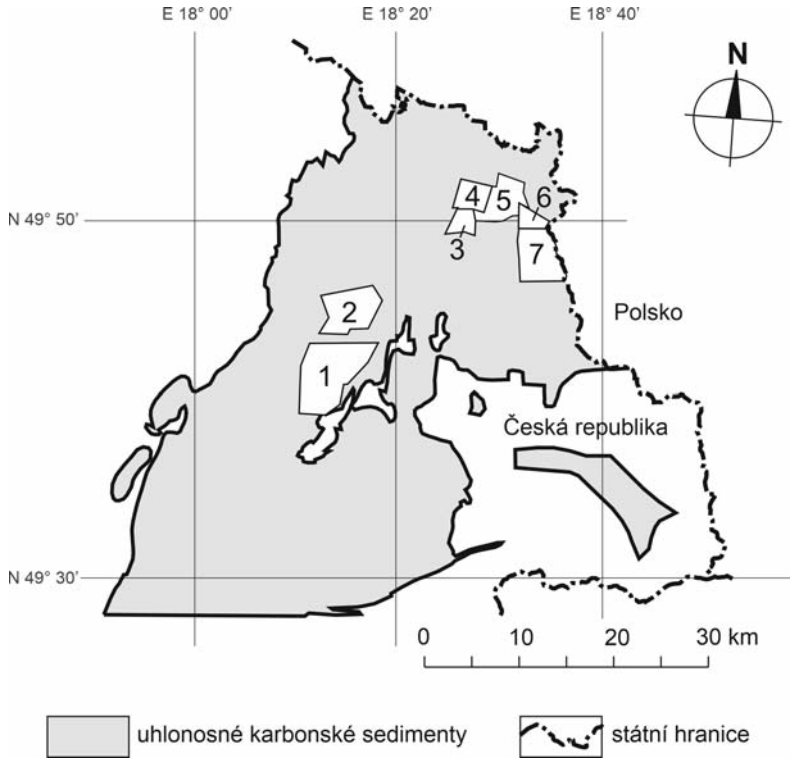
Z pohledu topografické mineralogie lze členit ČHP na celkem tři „geografické“ části s nejlépe dokumentovanou mineralizací: ostravskou, příborskou a karvinskou (obr. 1). Ostravská a příborská část poskytla možnost studovat epigenetické minerály v rámci litostratigrafických jednotek ostravského souvrství, karvinská část pak v rámci jednotek karvinského souvrství a rovněž jednotek svrchní části ostravského souvrství, přičemž porubské vrstvy byly exploatovány na řadě dolů, a jaklovecké vrstvy tam byly částečně ověřeny geologicko-průzkumnými vrty.

Ostravská část byla hornicky nejdéle exploatovanou částí v ČHP. Do začátku 90. let 20. století byla zaznamenána řada výskytů minerálů, k jejichž ukázkám se autoři dostali bohužel pouze omezeně, a to v muzejních či univerzitních sbírkách. K nálezům minerálů z této části pánve existují zpravidla pouze kusé informace, byť se historicky ostravské části věnovala řada autorů (viz následující kapitola).

V **části příborské** byla během posledních padesáti let zjištěna řada výskytů epigenetických minerálů, které v pánevním měřítku patří k nejvýznamnějším. Tato skutečnost byla dána především provozem Dolu Paskov a Dolu Staříč (obr. 2), jejichž dobývací prostory (dále jen DP) v součtu přesáhly rozlohu 60 km^2 a vertikální rozpětí těžených slojí činilo více než 1 km. Byl tak získán velmi reprezentativní soubor vzorků epigenetických minerálů, což umožnilo sestavit parageneticko u řadu nízkoteplotní mineralizace spodní části ostravského souvrství.

V karvinské části, která je jako jediná část pánve v ČR dosud těžena, byly nejvýznamnější nálezy učiněny prakticky až od počátku jednadvacátého století, a to na dolech Doubrava, Lazy, ČSA a ČSM (obr. 2). V mnoha případech se jednalo o šťastnou souhru náhod, která znamenala pro nálezce být ve správnou dobu na správném místě. Rychlý důlní provoz, v posledních letech již zcela mechanizovaný, nepřál systematickému sledování či sbírání. Co nebylo sebráno a zdokumentováno ihned po odkrytí, bylo následně nemilosrdně odtěženo.

Určitou zajímavostí je, že některé nálezy v této oblasti jsou vázány na horizont s karbonátovými konkrecemi (pelosiderity) v nadloží svrchní sušské sloje revírního čísla 722, která je provozně označována číslem 22 – na dole ČSA a 23b – na Dole Doubrava. Je to stejný horizont, z něhož v minulosti pocházely známé vzorky V. Šusta (millerit, galenit) nebo P. Ruska a Č. Valoška. Zatímco v jiných částech karvinské dílčí pánve byl horizont již dávno opuštěn, v obou DP Dolu ČSA byl zachován v mohutné příkopové propadlině severně od doubravského zlomu, v níž jsou horniny proti okolí zakleslé až o 500 m.



Obr. 2. Situační plán dobývacích prostorů zmiňovaných v textu – orientační informace vztažená zhruba k roku 2010.

Fig. 2. Situation of mining areas mentioned in the text – indicative information related approximately to the year 2010.

5. STRUČNÝ POHLED DO HISTORIE MINERALOGICKÉHO ZKOUMÁNÍ ČHP ZAMĚŘENÝ NA EPIGENETICKÉ MINERÁLY

Nejstarší zmínky o minerálech ČHP pocházejí z 19. století např. od A. Heinricha, V. Jičínského či V. Zepharoviche. Z těchto dob do začátku 20. století bylo z revíru známo okolo 7 minerálních druhů a jejich počet narůstal jen pozvolna. Shrnutí informací z tohoto nejstaršího období podává KRUŤA (1951). Z osobností první republiky, které se mineralogii hornoslezské pánve věnovaly, je možno uvést např. F. Slavíka, J. Folprechta nebo V. Šustu. Předmětem zájmu uvedených autorů byla mineralizace septáriových puklin karbonátových konkrecí (pelokarbonátů, „pelosideritů"). Např. SLAVÍK (1926–1928) uvádí ze zdejších „sférosideritů" kalcit, pyrit, sfalerit (z haldového materiálu jámy Františka), nehojný chalkopyrit, pořídku křemen „s plochami značně drúzovitými" a konečně nakrit, podobný některým kaolinitům kladenské pánve. Sukcesi ztotožňuje se sukcesí sférosideritů kladenských, „které jsou ještě obohaceny o baryt a whewellit". Celkem udává pouhých 7 minerálních druhů sdružených v 8 paragenezích. V uvedeném výčtu jsou sfalerit a chalkopyrit pro revír nové. FOLPRECHT (1929) v práci nazvané „Sférosiderity", zaměřené spíše na vznik a vlastnosti konkrecí popisuje v septáriích vápenec (*pozn.: kalcit*), ocelek (*siderit*), křemenec (*křemen*), natrolit (*nejspíše mylná identifikace*) a kyz železný (*pyrit*). ŠUSTA (1932) popisuje z nevelké konkrece nalezené v nadloží sušské 22. sloje na karvinském Dole Hlubina galenit a millerit, tehdy pro revír nové minerály. KUČERA (1923) ve svém „Se-

znamu nerostů moravských a jejich nalezišť“ zná rovněž pouhých 7 druhů včetně harmotomu z čedičů. Jako první uvádí z pánve baryt z puklin v uhlí, ovšem bez konkrétní lokalizace. Brněnský sběratel a mineralog BURKART (1953) se ve svém monumentálním díle „Moravské nerosty a jejich literatura“ zabýval moravskou částí pánve. Popisuje odtud ankerit, baryt, pyrit, dolomit, markazit a nakrit.

Zásadním počinem pro poznání mineralogického bohatství pánve se stala Kruťova práce „O nerostech z ostravsko-karvinského revíru“ z roku 1951 s doplňky z roku 1952, která byla produktem jeho terénních výzkumů v OKR. Tehdy s týmem spolupracovníků postupně navštěvoval jednotlivé doly revíru a na odvalech případně v kancelářích získával a studoval mineralogické vzorky. Posléze vyčlenil 8 minerálních skupin, z nichž 3 lze označit za epigenetické nerosty z trhlin v uhlí, z trhlin v průvodních horninách a v pelokarbonátech. Následně sestavil parageneticku řadu, která prakticky souhlasí se závěry dnešních badatelů: 1. oxidy a karbonáty I, 2. sulfidy I, 3. sulfidy II, 4. oxidy II, karbonáty II, 5. oxidy III, karbonáty III, 6. silikáty, organické sloučeniny. Na uvedenou práci později navazovaly informace obsažené ve dvousvazkovém kompendiu Moravské nerosty a jejich literatura z roku (1965) a Slezské nerosty a jejich literatura (1973) a dále v příspěvcích k moravské a slezské topografické mineralogii, publikovaných v časopisech Moravského a Slezského muzea (1958, 1960, 1963, 1965a,b, 1972). Kruťovými současníky působícími v pánvi byli P. Rusek s Č. Valoškem, kteří popisují millerit ze 7. patra Dolu ČSA z překopu 200 a z haldy Dolu ČSA (RUSEK a VALOŠEK 1959, VALOŠEK 1964). Z další generace je třeba se zmínit i o pracovnících akademických, J. Králíkovi a P. Martincovi. Druhý jmenovaný napsal v Dopitově monografii (1997) kapitolu o mineralogii OKD, v níž tuto problematiku pojímá poněkud netradičním způsobem. Vyčleňuje zde 3 autigenní minerální asociace – 1) v sedimentárních horninách, kde popisuje pelokarbonáty a prostředí jejich kontrakčních trhlin, 2) autigenní mineralizaci fosilií – např. pyritizace z Gaeblerova mořského patra, a 3) autigenní mineralizaci uhelných slojí. U epigenetické mineralizace puklin v karbonských sedimentech vypisuje sedm různých asociací tvořených křemenem, karbonáty, sulfidy, sulfáty a křemičitany (jílové minerály), MARTINEC (1997).

Nejnověji byly epigenetické minerály ČHP, především však z příborské části, přiblíženy v pracích WELSERA (2001, 2004), WELSERA a UHRA (2002), SMUTNÉHO a WELSERA (2006), PAULIŠE a BENEŠE (2006), WELSERA *et al.* (2017). Zcela zásadní význam měly genetické studie M. Slobodníka a J. Kučery, kteří se zaměřili na analýzu fluid epigenetických minerálů (SLOBODNÍK *et al.* 1995, KUČERA *et al.* 2004, KUČERA *et al.* 2010), na jejichž základě bylo možné definovat podmínky vzniku epigenetické mineralizace. K významným nálezům a také k důkladnému studiu karvinských minerálů dochází až v posledních dvaceti letech, přičemž nálezy jsou dokumentovány zejména na dolech Lazy, ČSA a ČSM (např. WELSER *et al.* 2005, JIRÁSEK a OSOVSKÝ 2012, OSOVSKÝ a PAULIŠ 2013, PAULIŠ *et al.* 2014, OSOVSKÝ *et al.* 2019). K epigenetické mineralizaci karvinské oblasti náleží také výplně puklin karbonátových konkrecí (pelosideritů).

6. PŘEHLED ZJIŠTĚNÝCH EPIGENETICKÝCH MINERÁLŮ

V rámci předkládaného přehledu epigenetických minerálů je nezbytné deklarovat, že všechny minerály byly identifikovány minimálně RTG–difrakcí, řada z nich dále doplňkovými chemickými analýzami (viz tabulka 2). V přehledu nerozlišujeme regionální pozici nálezů a v případě minerálů s hojným výskytem jsou prezentovány zejména výjimečné nálezy. V příspěvku zároveň nejsou uváděny minerály, jejichž příslušnost k epigenetické mineralizaci není jasně prokázána nebo je nedostatečně popsána. U nálezů bez odkazu na zdroj jde v případě Karvinska o nepublikované pozorování jednoho z autorů tohoto příspěvku – M. Osovského. Minerály jsou probrány v abecedním pořadí.

Tabulka 2. Publikované WDS analýzy epigenetických minerálů ČHP.
Table 2. Published WDS analyses of the epigenetic minerals of the Czech part of the Upper Silesian Basin.

minerál	lokalizace	zdroj	empirický vzorec	pozn.
millerit	Důl ČSA, DP Karviná-Doly I, pelokarbonátové konkrece nad slojí 22 (723)	Jirásek a Osovský (2012)	$Ni_{0,92}Co_{0,05}Fe_{0,03}S_{1,00}$	průměr z 5 bodů
galenit	Důl ČSA, 15. kra DP Doubrava, pelokarbonátové konkrece nad slojí 23b (719)	Pauliš et al. (2014)	$Pb_{0,98}Sb_{0,01}S_{1,02}$	průměr ze 7 bodů
pyrit			$Fe_{0,99}S_{2,01}$	průměr ze 12 bodů
siegenit			$Ni_{1,50}Co_{1,29}Fe_{0,19}S_{4,03}$	průměr z 10 bodů
sfalerit			$Zn_{0,97}Fe_{0,01}S_{1,02}$	průměr z 15 bodů

Anatas

První a překvapivý nález anatasu byl učiněn při vyhodnocování důlního jádrového vrtu č. 275–07, který byl realizován na Dole Darkov v roce 2007. Vrt zachytil puklinovou zónu, v níž na krystalovaný křemen nasedaly drobné sytě modré tabulkové krystalky anatasu o max. velikosti 0,2 mm. Další součástí parageneze byl galenit, sfalerit a pyrit. Nález učinil Z. Smutný v laboratořích DPB Paskov. Minerál byl kvalitativně určen nepublikovanou energiově-disperzní analýzou, kterou byl pozitivně detekován Ti (Welser a Smutný 2008).

V obdobném postavení, tj. na puklinových zónách doprovázejících velké tektonické poruchy, byl tento minerál vícekrát nalézán v sousedních dobývacích prostorech Dolu ČSA. Jednalo se o doubravský zlom a poruchu Olše, které byly procházeny otvírkovými ražbami zpřístupňujícími zásoby spodních sušských slojí v 11. dobývací kře. Hostitelskými horninami jsou hrubozrnné drobové pískovce. Anatas vždy vystupoval v podobě jasně modrých či čirých tabulkových krystalů samostatných či ve skupinách několika jedinců (obr. 3). V některých krystalech byla patrná barevně rozlišená zonální stavba. Dalšími členy parageneze byly křemen, Fe-bohatý dolomit, siderit, baryt, pyrit a chlorit. Krystaly anatasu jsou většinou čtvercového či obdélníkového obrysu a nízce dipyramidálního habitu. Morfologicky jde o spojky báze {001}, hranolu {100} a dipyramidy {112}. Nejčastěji se druží s křemenem, byl však nalezen i vrostlý v barytu a nasedající na siderit. Anatas byl identifikován Ramanovou spektroskopií a energiově disperzní spektroskopií (EDS), pro klasickou rentgenovou difrakci nebylo dosud možno získat dostatečné množství materiálu. V elektronovém mikroskopu se zřetelně odlišuje od okolí a na několika vzorcích byl takto zjištěn v překvapivě velkém množství.

Anatas byl rovněž zjištěn v rámci mineralizace pískovce v jádře průzkumného vrtu č. K72 v 11. kře Dolu ČSA. Základní asociace je tvořena křemenem, dolomitem a sideritem, k nimž přistupují baryt a sulfidy (zejména pyrit). Anatas byl nalezen v jediném exempláři, v podobě modré tabulky 0,X mm velké (Osovský *et al.* 2019).

Ze známého horizontu v nadloží sloje 23b v 15. kře DP Doubrava pochází úlomek karbonátové konkrece, která je rovněž nositelem TiO_2 mineralizace. Na obvyklou výstelku v septáriové dutině, tvořenou Fe–bohatým dolomitem, narůstá křemen v tzv. marmarošském vývoji částečně uzavírající max. 0,3 mm velkou tmavě modrou tabulku identifikovanou Ramanovou spektroskopií rovněž jako anatas. Druhý podstatně menší jedinec stejného minerálu je v křemeni zcela uzavřen. Je to prozatím jediný anatas z ČHP rozlišitelný prostým okem (obr. 4). Veškeré ostatní nálezy byly učiněny až při mikroskopickém studiu vzorků. V podobném postavení na popisovaném jedinci křemene se nachází i částečně uzavřený krystal fluorapatitu Osovský *et al.* (2018).

Obr. 3. Tabulka anatasu v dutině mezi krystaly křemene. Důl ČSA, 11. kra, chodba 113404. Šířka záběru 0,7 mm. Sbírka: M. Osovský. Foto: P. Fuchs.

Fig. 3. Tabular anatase in the cavity of quartz crystals. ČSA Mine, 11th block, gallery 113404. FOV 0,7 mm. Collection: M. Osovský. Photo: P. Fuchs.

Obr. 4. Modře prosvítající tabulkový krystal anatasu (cca 0,3 mm velký) zčásti uzavřený v krystalu křemene marmarošského typu, pocházející ze septáriové pukliny pelokarbonátové konkrece z nadloží 23. sloje (svrchní sušské vrstvy karvinského souvrství). Důl ČSA, 15. kra dobývacího prostoru Doubrava u Orlové. Šířka záběru 0,5 mm. Sbírka: M. Osovský. Foto: O. Malek.

Fig. 4. Bluish anatase crystal with tabular habit cca 0,3 mm large, pyrtly enveloped in the double-terminated quartz, comming from the carbonate concretion fissure. ČSA Mine, Doubrava Plant, 15th block, hanging wall of the Coal No. 23, Upper Suchá Member of the Karviná Formation. FOV 0,5 mm. Collection: M. Osovský. Photo: O. Malek.

V parageneticke řadě epigenetické mineralizace (Welser a Uher 2002) je možno anatas umístit přibližně mezi karbonáty I a křemen II. Nasnadě je domněnka, že rozšíření TiO_2 mineralizace v pánvi se neomezuje jen na tektonická pásma, ale bude nepochybně rozsáhlejší.

Baryt

První, blíže nespecifikovaná zmínka o barytu je přibližně 100 let stará (Kučera 1923). Další, již bezpečně verifikované nálezy pocházejí z příborské oblasti. Z Dolu Staříč, a to ze všech třech lokalit – Sviadnov, Staříč a Chlebovice – popisuje baryt Stáhalík (1972). K nejhezčím ukázkám patří především sviadnovské vějířovité agregáty barytu s krystaly až 2 cm dlouhými, zbarvenými do hnědočervené (nález r. 1978) nebo baryty z Chlebovic, které vytváří dlouze prizmatické čiré krystaly až 1,5 cm velké, vyplňující hojně pukliny v pískovcích (obr. 5).

Obr. 5. Vějířovité agregáty krystalů barytu z lokality Sviadnov Dolu Staříč. Velikost ukázky 20 × 22 mm. Sběr: J. Stáhalík. Sbírka Ostravského muzea. Foto: O. Malek.

Fig. 5. Fan-shaped baryte aggregate. Staříč Mine, Sviadnov Plant. Size 20 × 22 mm. Collected by J. Stáhalík, collection: Ostrava Museum. Photo: O. Malek.

Na Dole Staříč, lokalitě Sviadnov, byl baryt nalezen v silně rozpukaných pískovcích v nadloží sloje 10 (041), dobývané porubem 041 510 v roce 2003. Pukliny o mocnosti až 5 cm byly vyhojeny světle šedým, slabě narůžovělým Fe-bohatým dolomitem. Dolomit do dutin drobně klencově krystaluje a je doprovázen krystaly pyritu, chalkopyritu a markazitu do velikosti 5 mm a až 2 cm dlouhými jehlicemi milleritu. Vzácně byl nalezen baryt, který tvoří i 1,5 cm velké, tenké, čiré až světle šedobílé tabulky. Ty jsou zpravidla více i méně zabarveny do žluta. Tabulky barytu jsou vnitřně porušeny sítí trhlin (obr. 6).

Další nálezy barytu z Dolu Staříč pocházejí z lokality Chlebovice. Geologicko-průzkumným jádrovým vrtem III–1136–2001 byly v hloubce 84,2–84,6 provrtány jemnozrnné pískovce, porušené otevřenou puklinou do mocnosti 0,5 cm. Ta byla vystlána drobnými, do 0,5 mm velkými krystaly Fe–bohatého dolomitu, na které hojně nasedaly čiré, tence i tlustě tabulkovité nebo lištovité (rakvičkovité) krystaly barytu do velikosti 1,5 cm. Lokálně jsou krystaly mléčně zakalené a jsou skelně až matně lesklé. Některé krystaly jsou slabě korodovány nebo jemně rozpraskány.

Na Dole Paskov byl baryt nalezen až v roce 1997. Nadloží sloje, dobývané porubem 60 44 07, tvořily světle šedé a silně rozpukané písčité prachovce až pískovce. Pukliny a trhliny o mocnosti do 1 cm byly zpravidla vyhojeny karbonáty dolomit–ankeritové řady bílé až světle šedé barvy, lokálně zbarvené do oranžově žluté. V otevřených puklinách se vyskytl drobně krystalovaný pyrit, který vytváří hroznovité zlatožluté až bronzově zbarvené agregáty do velikosti 3 cm a čirý baryt, tzv. *wolnyn*. Baryt krystaluje v podobě tlustě tabulkových krystalů a vzácněji tvoří tabulkové prorostlice do velikosti 1 cm. Krystaly barytu nasedají přímo na průvodní horniny nebo na starší karbonáty či pyrit. Někteří jedinci jsou uvnitř porušeni sítí trhlin a prasklin. Bazální plochy jedinců jsou zpravidla rovné a silně lesklé, prizmatické plochy jemně příčně rýhované (Welser *et al.* 2017).

Nálezy barytu z karvinské části revíru se datují až po roce 2008 a pocházejí z dolů Lazy Doubrava a ČSA. Baryt se vyskytuje jak v puklinách poruchových zón, tak v puklinách a dutinách karbonátových konkrecí, které jsou situovány v nadloží několika svrchních sušských a doubravských slojí.

Obr. 6. Nažloutlý krystal barytu o rozměrech 10 × 5 mm, vrostlý mezi světle růžové klence Fe-dolomitu. Důl Staříč, lokalita Sviadnov, porub 041 510. Sběr: R. Gajdzica (2003). Sbírka: P. Welser. Foto: O. Malek.
Fig. 6. Yellowish baryte crystal between pink rombohedrical Fe-rich dolomite. Crystal 10 × 5 mm. Staříč Mine, Sviadnov Plant, face 041 510. Collected by R. Gajzdica in 2003, collection: P. Welser. Photo: O. Malek.

Baryt v puklinách a dutinách, provázejících poruchové zóny se vyskytuje v podobě rakvičkovitých krystalů, tj. krystalů protažených dle osy „a“ a zpravidla nasedá ve shlucích přímo na stěny puklin bez jakékoli doprovodné mineralizace. Krystaly maximální velikosti 1 cm bývají čiré a silně lesklé. Pěkné ukázky tohoto typu pocházejí například z úpadního překopu 01195/1, který přecházel ca 50 m mocnou poruchovou zónu severní větve doubravského zlomu. Ve vrtu K40 realizovaném v 11. kře Dolu ČSA byla ve stratigrafické úrovni spodních sušských vrstev přecházena puklina, v níž lesklé rakvičkovité krystalky barytu vystupovaly v paragenezi se sideritem, jemným pyritem a šedozeleným chloritem (obr. 7). Podobně na Dole Lazy při vrtném průzkumu porubských vrstev ostravského souvrství byla průzkumným vrtem D72 zachycena puklina vyplněná karbonátem – pravděpodobně dolomitem s hojnými drobnými kavernami, v nichž vykrystaloval baryt až v jehličkovitém vývoji doprovázený pyritem, nehojným chalkopyritem a karbonátem mladší generace.

Baryt z karbonátových konkrecí bývá nalézán podstatně častěji. Vyskytuje se většinou v podobě tabulkových krystalů až několik cm velkých. Některé dutiny bývají barytem zcela vyplněny. Krystaly bývají čiré nebo bílé většinou však zakalené sítí prasklin a trhlin. Nezřídka jsou také nažloutlé od bituminózních příměsí, kterými jsou některé konkrece nasyceny. Baryt také často nese stopy naleptání, což pravděpodobně způsobují solanky obsažené v některých konkrecích. Velmi estetický krystal barytu se vyskytl na puklině karbonátové konkrece v nadloží svrchní sušské sloje č. 707-24. střední lávka v 11. kře dolu ČSA. Jednalo se o cca 2 cm dlouhý (2 × 1 × 1 cm) slabě narůžovělý hranolovitý krystal (omezený tvary {011}, {111}, {102} a {110}) uzavírající hojné vláskovité krystalky milleritu (obr. 8). V septáriích bývá baryt doprovázen obvyklými členy místní parageneze, tj. křemenem, karbonáty ankerit-dolomitové řady a sulfidy, tj. pyritem, chalkopyritem, méně sfaleritem, galenitem a vzácně i milleritem (např. Osovský a Pauliš (2013).

Obr. 7. Baryt na puklině pískovce. Šířka záběru 17 mm. Důl ČSA, doubravský zlom, úpadní překop 01195/1. Sbírka: M. Osovský. Foto: O. Malek.
Fig. 7. Baryte on the sandstone fissure. FOV 17 mm. ČSA Mine, inclined drift 01195/1, Doubrava Fault. Collection: M. Osovský. Photo: O. Malek.

Obr. 8. Mimořádný krystal barytu z pukliny pelokarbonátové konkrece. Velikost ukázky 23 × 10,5 × 9,5 mm. Důl ČSA, porub 11495, nadloží střední lávky 24. sloje, 11. kra. Sbírka: M. Osovský. Foto: O. Malek.
Fig. 8. Exceptional baryte crystal from the carbonate concretion fissure. Size 23 × 10,5 × 9,5 mm. ČSA Mine, 11th block, face 11495, hanging wall of Coal No. 24 (middle seam). Collection: M. Osovský. Photo: O. Malek.

Fluorapatit

První nález epigenetického fluorapatitu učinil M. Osovský v roce 2012 v 15. kře DP Doubrava (Důl ČSA) v přímém nadloží sloje 718–23b. Výskyt fluorapatitu se váže na sideritové konkrece spíše větších rozměrů. Základní hmota konkrecí je celistvá, čokoládově hnědá až šedohnědá, často obsahuje zuhelnatělé zbytky rostlinných pletiv. Pukliny vyplňuje starší dolomit s malou příměsí Fe, jehož tmavohnědé zabarvení je patrně způsobeno příměsí uhelné nebo živičné substance. Na dolomit narůstá mladší generace Fe–bohatého dolomitu, který tvoří bílé čočkovité až tabulkové krystaly. Fluorapatit vytváří tabulkové krystaly až 4 mm velké, které jsou průhledné až průsvitné a zbarveny jsou bíle až světle šedobíle, ojediněle i zeleně (obr. 9). Vyznačují se čočkovitým tvarem, který je dán převahou dipyramidálních ploch a téměř úplným potlačením báze a hranolu. Vyskytují se buď samostatně, nebo vytvářejí nepočetné krystalové agregáty. Fluorapatit v dutinách asociuje s oboustranně ukončenými, až 15 mm velkými krystaly křišťálu, někdy vyvinutými i v podobě tzv. marmarošských diamantů a Fe–bohatým dolomitem. Minerální asociaci puklin konkrecí doplňuje pyrit, baryt, sfalerit, galenit, millerit, siegenit a jílové minerály (Osovský a Pauliš 2013). Fluorapatit byl nalezen pouze v karbonátových konkrecích pocházejících z výše uvedeného horizontu nad slojí č. 23b, v jehož rámci se vyskytoval relativně hojně. Ovšem nenápadnost daná krystalovým omezením a zbarvením, jimiž se velmi podobal okolním karbonátům, je příčinou jeho spíše náhodných nálezů. Zdroj fosforu, který se na složení fluorapatitu podílí, je možno hledat ve hmotě karbonátových konkrecí, které obsahují až 1,48 hmot. % P_2O_5 (Skoček 1961). Chemická analýza fluorapatitu potvrdila složení: 56,5 hmot. % CaO, 41,0 hmot. % P_2O_5, 2,5 hmot. % F.

Obr. 9. Tabulkový nazelenalý krystal fluorapatitu na dolomitu z dutiny pelokarbonátové konkrece. Důl ČSA, DP Doubrava, 15. kra, porub 152351. Velikost jedince 11 × 4 mm. Sbírka: M. Osovský. Foto: O. Malek.

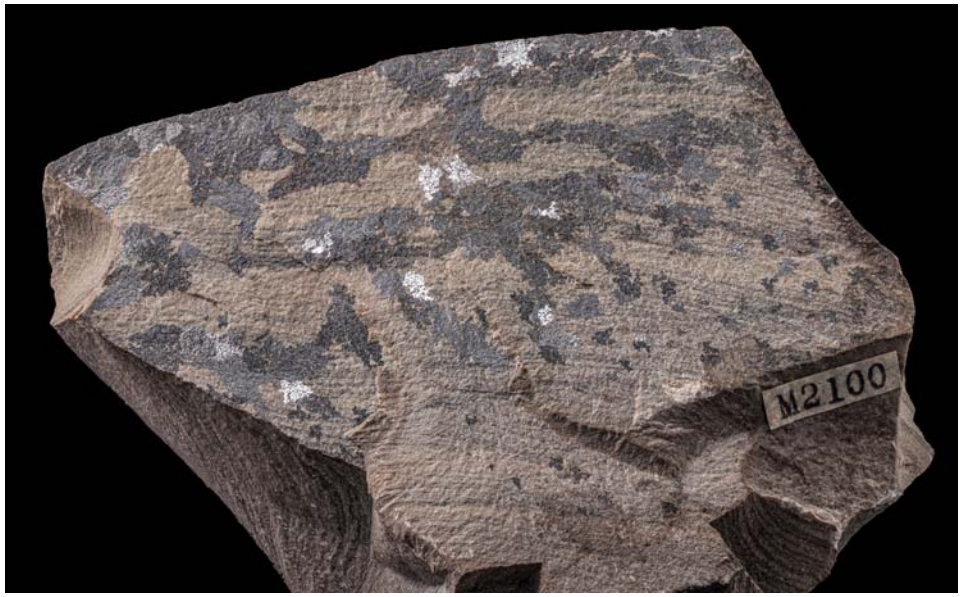
Fig. 9. Greenish fluorapatite crystal with tabular habit on the dolomite from the carbonate concretion fissure. ČSA Mine, Doubrava Plant, 15th block, face 152351. Crystal size 11 × 4 mm. Collection: M. Osovský. Photo: O. Malek.

Galenit

Galenit patří k vzácným sulfidům. Ukázky galenitu, které byly historicky nalezeny v ostravské části pánve, se na výjimky nepodařilo podchytit.

V příborské oblasti byl galenit zjištěn jak na Dole Paskov, tak na Dole Staříč (Welser 2004). Galenit vytváří drobné krychle nebo spojky krychle s osmistěnem o velikosti do několika milimetrů, dále korodované krystaly až 0,5 cm velké nebo povlaky na puklinách hornin (obr. 10). Je zpravidla kovově šedý a matně lesklý. Dokonalé jedince galenitu o velikosti až 2 mm poskytly mineralizované pukliny v pískovci, které byly obnaženy ražbou překopu 5. patra 2252. Pukliny mocné až 5 mm byly vyhojeny drobnými klenci karbonátů dolomit-ankeritové řady, na které hojně nasedaly nepravidelné krystaly chalkopyritu disfenoidového typu a vzácně i galenit. Galenit tam vytvářel dokonalé krystaly kovově šedé barvy omezené spojkou krychle a osmistěnu (obr. 11).

Galenit byl zjištěn také v karvinské oblasti, a to v 11. kře Dolu ČSA. Na stěnách puklin provázejících poruchu Olši vytvářel v paragenezi s dolomitem, pyritem a chloritem úhledné spojky krychle a osmistěnu až 2,5 mm velké s náběhovými barvami. Na dickitem pokrytých puklinách karbonátové konkrece na jihozápadním okraji 11. kry se objevily ojedinělé krystaly galenitu o velikosti do 2 mm, často ve formě tzv. *steinmannitu* v asociaci s drobnými prizmatickými krystaly křemene nebo milleritem (Pauliš *et al.* 2014). Poměrně jednoduché je i chemické složení tohoto galenitu (tab. 2), vedle základních složek v něm byly zjištěny nevelké koncentrace Sb (0,003–0,008 apfu) a Hg (0,001–0,003 apfu). Galenit je známý i z přesmykové zóny severně od doubravského zlomu, kde byl pozorován ve formě mázdřitých povlaků na puklinách spolu s dickitem nebo z horizontu karbonátových konkrecí v DP Doubrava. Zajímavý je jeho výskyt v centrech radiálně paprsčitých agregátů milleritu z některých karbonátových konkrecí. V této pozici se zastupuje s červeným sfaleritem.



Obr. 10. Nálety galenitu na puklinách v pískovci. Důl Staříč, lokalita Chlebovice, 2. patro. Velikost ukázky 55 × 38 mm. Sbírka Ostravského muzea, ev. č. M2100. Foto: O. Malek.

Fig. 10. Galena coating on the sabdstone fissure. Staříč Mine, Chlebovice Plant, 2nd level. Size 55 × 38 mm. Collection: Ostrava Museum, inventory No. M2100. Photo: O. Malek.

Obr. 11. Dokonalý krystal galenitu o velikosti 2 mm, narostlý na drobné klence dolomit–ankeritu a doprovázený hojným chalkopyritem. Důl Staříč, lokalita Staříč, překop 2252. Sbírka: P. Welser. Foto: O. Malek.

Fig. 11. Well-developed galena crystal on the dolomite-ankerite carbonate with chalcopyrite. Crystal size 2 mm. Staříč Mine, Staříč Plant, gallery 2252. Collection: P. Welser. Photo: O. Malek.

Chalkopyrit

Výskyt chalkopyritu je příznačný zejména pro příborskou oblast, kde je typickým sulfidem epigenetické mineralizace. Primárně byl zjištěn na Dole Paskov, nicméně jeho výskyty byly dokumentovány především na Dole Staříč (Welser a Uher 2002, Welser 2004). Typický chalkopyrit je zlatožlutý a silně lesklý, má lasturnatý lom. Obvykle bývá korodovaný a značně deformovaný. Vyskytuje v pseudooktaedrických nebo tetragonálních krystalech disfenoidového typu až několik mm velkých (obr. 12).

Obr. 12. Krystal chalkopyritu o rozměrech 6 × 4 mm na Fe-bohatém dolomitu. Důl Paskov. Sbírka Ostravského muzea, ev. č. M2823. Foto: O. Malek.

Fig. 12. Chalcopyrite crystal on Fe-rich dolomite. Crystal size 6 × 4 mm. Paskov Mine. Collection: Ostrava Museum, inventory No. M2823. Photo: O. Malek.

V rámci Dolu Staříč docházelo k častým nálezům chalkopyritu především na lokalitě Sviadnov, kde byl typickým zástupcem sulfidů v mineralizaci poruchových pásem poklesových zlomů, které dosahovaly mocnosti až prvních decimetrů. Tyto byly zpravidla vyhojeny masivním Fe-bohatým dolomitem, který vytváří plochá deskovitá až čočkovitá tělesa v ploše až několik m² a maximální mocnosti do 25 cm. Textura výplně těchto žil je brekciová, přičemž masivní Fe-bohatý dolomit uzavírá úlomky pískovců a laminovaných prachovců do velikosti 10 cm. Barva dolomitu je narůžověle bílá, lesk matný až perleťový a jeho štěpná zrna dosahují velikosti až 2,5 cm. Poměrně četné jsou dutiny o rozměrech až 10 × 5 × 3 cm, do nichž dolomit krystaluje v podobě drobných, hustě nahloučených, kolem 1 mm velkých průsvitných klenců s matným leskem. Hojně byly zastoupeny sulfidy. Pyrit 1. generace tvoří mosazně žlutá a na čerstvém lomu silně lesklá zrna do velikosti 2 × 1,5 cm vrostlá do dolomitu. Zrna pyritu I jsou zčásti omezena krychlí, dále také oktaedrem nebo jejich spojkou. Povrch krystalových ploch je nerovný, částečně korodovaný a matný. V dutinách nasedají na drobné na drobné klence dolomitu krystaly chalkopyritu, pyritu II a milleritu. Chalkopyrit je dominantním sulfidickým minerálem. Tvoří zlatožluté pseudooktaedrické krystaly disfenoidového typu až 4 mm velké. Patrná je jejich deformace a výrazné rýhování krystalových ploch (Welser a Uher 2002).

Unikátní ukázky chalkopyritu byly nalezeny na Dole Staříč, lokalitě Sviadnov v porubu 041 510. Odtud pocházejí velmi estetické ukázky krystalů chalkopyritu až 0,6 cm velkých nasedající na narůžovělý Fe-bohatý dolomit (Welser a Uher 2002, Welser 2004).

Lokálně byl chalkopyrit zjištěn jako jediný reprezentant sulfidické mineralizace. Ve vrtu II-771-01 na lokalitě Staříč Dolu Staříč byla v hloubce 129,5 až 136,3 m provrtána lavice světle šedého jemnozrnného pískovce situovaná v nadloží sloje 21a (074). Střední část lavice pískovce byla značně rozpukána, přičemž v hloubce 132,0-132,6 m obsahovala otevřené pukliny, paralelní s vrstevnatostí. Plochy puklin byly vyhojeny křemenem až křišťálem, který byl přítomen v dlouze prizmatických krystalech velikosti od 1 do 3 mm. Křemen byl souvisle překryt drobnými čirými klenci ankeritu až 2 mm velkými. Chalkopyrit tam tvořil pseudotetraedrické zlatožluté jedince i 3 mm velké, narostlé na ankeritu (obr. 13).

Obr. 13. Bohatá chalkopyritová výzdoba pukliny vyhojené Fe-bohatým dolomitem. Důl Staříč, lokalita Staříč, vrt II - 770, st. 100,60-100,70 m. Šířka záběru 6 cm. Sbírka: P. Welser. Foto: O. Malek.

Fig. 13. Chalcopyrite on the Fe-rich dolomite on the rock fissure. Staříč Mine, Staříč Plant, borehole II - 770, depth 100,6-100,7 m. FOV 6 cm. Collection: P. Welser. Photo: O. Malek.

Krystalové plochy nalezeného chalkopyritu jsou hladké. Přítomen byl rovněž křemen II, rovněž nasedající na ankerit, a to v podobě krátce prizmatických bipyramidálních krystalech až 0,6 cm velkých. Parageneticku řadu mineralizace lze vyjádřit následovně: křemen – ankerit – chalkopyrit – křemen II (WELSER a UHER 2002).

V karvinské části revíru byl chalkopyrit nalézán s ostatními sulfidy jednak v septáriích karbonátových konkrecí a jednak na puklinách provázejících některá velká poruchová pásma např. na dolech ČSA a Doubrava. V obou případech vystupoval v podobě drobných deformovaných krystalů často s náběhovými barvami ve společnosti křemene, dolomitu a dalších sulfidů.

Chlorit

Mikroskopický minerál chloritové skupiny byl zjištěn u řady výskytů puklinové mineralizace. Minerál nebyl dosud blíže studován.

Kalcit

Kalcit je nejmladším karbonátem. Často mu byla mylně přisuzována role výstelky dutin či puklin, kterou ale tvoří výhradně zástupci dolomit–ankeritové řady. Zpravidla se nachází v centrálních částech epigenetických žil nebo krystaluje do dutin, v obou případech reprezentuje jeden z posledních epigenetických minerálů parageneticke řady.

Z ostravské oblasti se vzorky s kalcitem podchytit nepodařilo. Existující ukázky se vážou především na karvinskou nebo příborskou oblast české části hornoslezské pánve. V příborské oblasti tvoří kalcit buď dokonale štěpné a po hranách průsvitné agregáty bílé barvy a skelného lesku nebo krystaluje do dutin v podobě nízkých klenců i 3 cm velkých. Klence jsou čiré, silně lesklé a jejich plochy jemně pravidelně rýhované (WELSER a UHER 2002, WELSER 2004). Masivní drúzy s šedobílými krystaly kalcitu až 3 cm velkými byly nalezeny V. Švecem na Dole Paskov (obr. 14).

Obr. 14. Drúza masivních krystalů kalcitu na pískovci. Důl Paskov, 18. kra, 30. sloj. Velikost ukázky 100 × 63 mm. Sběr V. Švec, 1990. Sbírka: P. Welser. Foto: O. Malek.

Fig. 14. Massive calcite crystals on the sandstone. Paskov Mine, 18th block, Coal No. 30. Size 100 × 63 mm. Collected by V. Švec in 1990, collection: P. Welser. Photo: O. Malek.

Pozoruhodné ukázky kalcitu byly nalezeny na Dole Staříč, lokalitě Sviadnov. Třídami č. 050 7131/1, 050 7131/2 a 050 5143 raženými ve sloji 13 (050 bylo nafáráno několik poklesových zlomů směru S-J až SSV-JJZ se středním až strmým sklonem k V, resp. Z. Výška přemístění na zlomech se pohybovala od 0,5 až po 4 metry. Mocnost poruchových zón poklesů tam činila i několik desítek centimetrů a obsahovala pestrou epigenetickou mineralizaci. Kalcit byl nalezen v nízkých klencích až 2 cm velkých. Klence jsou čiré, silně lesklé a jejich plochy jemně pravidelně rýhované. Nasedají na Fe-dolomit, pyrit I. a další sulfidy. Parageneticko řadu této mineralizace lze vyjádřit následovně: dolomit-pyrit I-chalkopyrit-pyrit II-millerit-kalcit. V první fázi krystalizoval Fe-bohatý dolomit a pyrit I, následovala krystalizace dutinových sulfidů a jako poslední se uplatnila karbonátová fáze, reprezentovaná kalcitem (Welser a Uher 2002). Podobná mineralizace byla lokalitě Staříč, třídě 084 5249 ve st. 111–123 m. Strmá tektonická zóna s výrazným puklinovým systémem směru S-J až SSV-JJZ obsahovala bohatou mineralizaci, zastoupenou dvěma generacemi křemene, ankeritem, méně pak pyritem a chalkopyritem a hojným kalcitem. Na křemen a ankerit nasedají nízké klence čirého kalcitu do velikosti 2 cm. Jejich krystalové plochy jsou silně lesklé a jemně rýhované (obr. 15). Minerální sukcesi vyjadřuje řada křemen-ankerit-chalkopyrit-pyrit-kalcit (Welser a Uher 2002).

Z karvinské oblasti známe výskyty kalcitu jak z výplní tektonických struktur, tak z karbonátových konkrecí. Kalcit ale patří k méně zastoupeným minerálům. Z puklin konkrecí je uváděn řadou autorů jako běžný minerál (např. Slavík 1926–28, Šusta 1932). V posledních letech však nebyl v žádné zkoumané konkreci potvrzen. Veškeré ověřované karbonáty z míst výskytu v DP Doubrava nebo Karviná Doly I (Důl ČSA), ze starých odvalů nebo vrtných jader se zpravidla ukázaly být železnatým dolomitem. Jedinými vzorky kalcitu z tohoto typu prostředí jsou v depozitáři Ostravského muzea uložené staré sběry V. Šusty, pocházející z karvinského Dolu Hlubina (obr. 16).

Až několik cm mocné pukliny v pískovcích tělesa pestrých vrstev nad stropem 39. sloje v porubu 139 102 na Dole Lazy byly vyplněny oranžově zbarveným kalcitem, jehož protáhlá individua byla uspořádána kolmo na průběh puklin. Nález silně připomínal tzv. me-

Obr. 15. Nízké klence kalcitu nasedající na ankerit. Velikost ukázky 66 × 60 mm. Důl Staříč, lokalita Staříč, třída 0845249, st. 114 m Sběr 2001 a sbírka: P. Welser. Foto: O. Malek.

Fig. 15. Rombohedrical calcite on dolomite. Size 66 × 60 mm. Staříč Mine, Staříč Plant, gallery 084 5249, stationing 114 m. Collected in 2001 by V. Švec, collection: P. Welser. Photo: O. Malek.

Obr. 16. Kalcit s povlakem limonitu. Důl Hlubina. Šířka záběru 50 mm. Sbírka Ostravského muzea, ev. č. M560. Foto: O. Malek.
Fig. 16. Calcite with limonite coating. Hlubina Mine. FOV 50 mm. Collection: Ostrava Museum, inventory No. M560. Photo: O. Malek.

dovec známý z některých lokalit ve vápencových územích (např. Stránská skála u Brna). Rozpukané horniny pestrých vrstev zde byly rovněž nositeli zeolitové mineralizace, a to agregátů drobného harmotomu. Drúzovitý kalcit s pyritem byl zjištěn ve výplni tektonické poruchy v severním poli Dolu Lazy v úrovni sedlové sloje č. 530-38, na chodbách č. 38205-1 a 38205-5 (obr. 17). Ložní prostředí mineralizace tam tvořila tektonická brekcie kerného poklesu Anna o výšce skoku cca 5 m, v níž byly úlomky hornin pokryty a tmeleny pyritem a kalcitem (M. Osovský, nepublikováno).

Velmi estetické vzorky epigenetického kalcitu pocházejí z Dolu ČSM z tektonické pukliny, obnažené při ražbě chodby č. 24 031. Jednalo se o otevřenou puklinu cca 3 cm širokou, jejíž stěny pokrýval agregát bílého kalcitu. Velikost krystalových jedinců se pohybovala kolem 1 cm, krystaly byly sedlovitě prohnuté, tvořené hypoparalelně srostlými drobnými jedinci. V paragenezi s kalcitem se objevoval pouze velmi drobně krystalovaný pyrit (P. Waclawik, ústní sdělení).

Karbonáty dolomit–ankeritové řady

Mezi karbonáty zcela dominují karbonáty dolomit-ankeritové řady (Welser a Uher 2002, Kučera *et al.* 2009). Tvoří společně s křemenem hlavní výplň otevřených zlomů nebo puklin. Podle rentgenometrického a chemického studia nejsou zastoupeny svými koncovými členy, ale většinou se jedná o Mg-bohatý ankerit nebo Fe-bohatý dolomit.

Pro identifikaci karbonátů dolomitové skupiny, tedy izomorfní řady dolomit-Fe-bohatý dolomit-Mg-bohatý ankerit-ankerit, nepostačuje pro kvalitní identifikaci minerální fáze RTG-difrakce. Pouze u malého množství dostupných analýz však byla doplněna chemickou analýzou, a tak u řady publikovaných ankeritů se podle nepublikovaných dat jednoho z autorů (D. Matýsek) jedná podle platné klasifikace o Fe-bohaté dolomity.

Obr. 17. Kalcitové krystaly společně s pyritem vyhojují tektonickou brekcii poruchové zóny. Velikost ukázky 49 × 44 mm. Důl Lazy, 2. kra, třída 38 207–5. Sbírka: M. Osovský. Foto: O. Malek.

Fig. 17. Calcite crystals with pyrite are cementing the tectonic breccia. Size 49 × 44 mm. Lazy Mine, 2nd block, gallery 38 207-5. Collection: M. Osovský. Photo: O. Malek.

Pro identifikaci karbonátů se superstrukturou založenou na kalcitové struktuře, tedy izomorfní řady dolomit–Fe-dolomit–Mg-ankerit–ankerit, byla XRD doplněna kvantitativní chemickou analýzou hlavních složek. Uvedené karbonáty byly studovány a identifikovány podle metodiky WEISSE a CHMIELOVÉ (1981). Pro analyzovaný ankerit a Fe-dolomit byly vypočteny krystalochemické vzorce. Smluvní hranice při identifikaci Fe-dolomitu a ankeritu je závislá na výpočtu RTG-spekter a na poměru Mg:Fe s tím, že je-li větší než 4 jde o Fe-dolomit, je-li menší než 4 jedná se o ankerit. Chemicky byly analyzován ankerit z vrtu Staříč II-787-01: $Ca_{0,57}(Mg_{0,30}Fe_{0,125}Mn_{0,04})(CO_3)_2$ a Fe-dolomit (Sviadnov, třída 050 7131/2): $Ca_{0,51}(Mg_{0,42}Fe_{0,07})(CO_3)_2$.

Poruchové zóny bývají vyhojeny masivním Fe-bohatým dolomitem, který vytváří plochá deskovitá až čočkovitá tělesa o ploše až několik m² a maximální mocnosti do 25 cm. Textura výplně je brekciová, neboť dolomit uzavírá úlomky pískovců a laminovaných prachovců do velikosti 10 cm (obr. 18). Barva dolomitu je narůžověle bílá, lesk matný až perleťový a jeho štěpná zrna dosahují rozměrů až 2,5 cm. Poměrně četné jsou až decimetrové dutiny, do nichž dolomit krystaluje v podobě drobných, hustě nahloučených, až 3 mm velkých průsvitných klenců s matným leskem. Mg-bohatý ankerit je v příborské části bílý až světle šedobílý a na čerstvém lomu skelně lesklý. Karbonáty dolomit-ankeritové řady drobně klencově krystalují do velikosti 3 mm. Pokud jsou popisované karbonáty vystaveny exogenním vlivům, získávají typické zlatavě žluté až oranžové zbarvení (WELSER a UHER 2002, WELSER 2004).

V karvinské části jsou karbonáty dolomit-ankeritové řady zastoupeny především Fe-dolomitem, který je doprovázen sideritem a Mg-bohatým sideritem. Dolomit tvoří buď masivní výplně nebo drúzy bílých, průsvitných, občas až čirých romboedrů s rovnými hranami. Na rozdíl od puklin v pelosideritech, kde mívá převážně čočkovitý tvar a zoubkované okraje (obr. 19).

Obr. 18. Masivní Fe-dolomit jako tmel tektonické brekcie. Důl Staříč, lokalita Sviadnov, třída 050 7131/2, st. 110 m. Šířka záběru 20 cm. Sbírka: P. Welser. Foto: O. Malek.

Fig. 18 Masive Fe-rich dolomite cementing the tectonic breccia. Staříč Mine, Sviadnov Plant, gallery 050 7131/2, stationing 110 m. FOV: 20 cm. Collection: P. Welser. Photo: O. Malek.

Obr. 19. Dolomit z pukliny v pelokarbonátu. Důl ČSA, lokalita Doubrava, porub 152351. Šířka záběru 52 mm. Sbírka: M. Osovský. Foto: O. Malek.

Fig. 19 Dolomite from the carbonate concretion fissure. ČSA Mine, Doubrava Plant, face 152351. FOV: 52 mm. Collection: M. Osovský. Photo: O. Malek.

Křemen

Křemen je poměrně hojným minerálem. Je přítomen minimálně ve dvou generacích. Křemen I patří k nejstarším minerálům epigenetických žil. Přímo nasedá na stěny puklin a trhlin v průvodních horninách. Je zpravidla drobně krystalovaný a vytváří dlouze prizmatické krystaly do velikosti 3 mm. Často je zastoupen křišťálem. Křemen II tvoří krystalové jedince, bývá vrostlý do karbonátů nebo nasedá na starší epigenetické minerály. Je reprezentován křišťálem nebo světlou záhnědou. Vyskytuje se v bipolárních krystalech do velikosti 6 cm. Větší krystaly jsou nepravidelně vyvinuté, silně lesklé a obsahují četné praskliny, trhliny, plynokapalné inkluze a jemně dispergovanou uhelnou hmotu (Welser a Uher 2002). Vzácné jsou drúzové prorostlice do velikosti 10 cm. Nezřídka tvoří křemen lité žíly plošně čočkovitého tvaru a mocnosti několika centimetrů až prvního decimetru. Tyto žíly lze sledovat na vzdálenost několika, výjimečně i prvních desítek metrů (Welser 2004).

V ostravské části byl typický křemen I nalezen na puklinách v pískovci na Dole E. Urx v Koblově, kde vytvářel bohaté plošné krystalové agregáty s krystaly křemene a křišťálu, ve vybraných případech i v bipolárním vývoji do velikosti 3 mm.

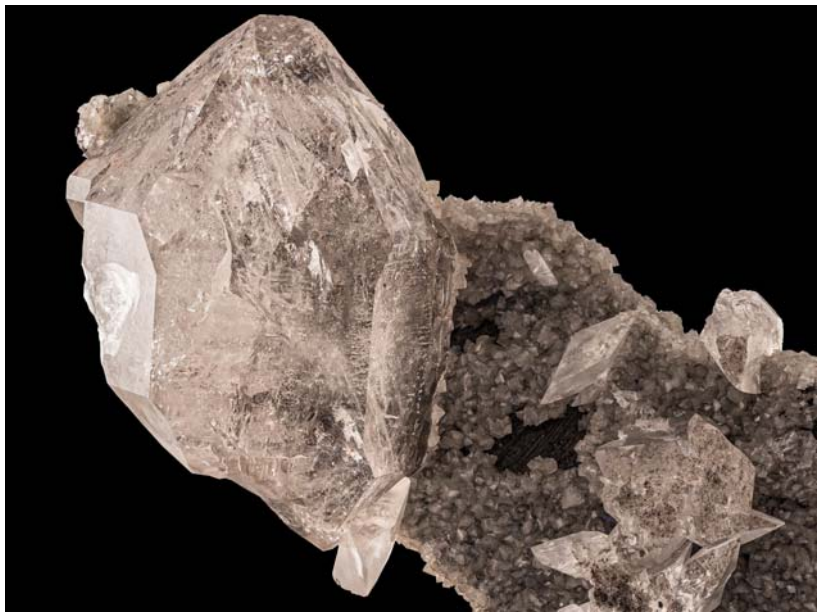
Nejkvalitnější nálezy křemene z Dolu Paskov pocházejí z nadloží porubu 60 44 07, které tvořily silně rozpukané hnědošedé pískovce. Stěny puklin byly vystlány drobnými klenci ankeritu nebo krystalky křemene I do velikosti 1 mm. Křemen II byl reprezentován krystaly křišťálu nebo světle hnědé záhnědy, které dosahovaly rozměrů až 5,5 × 3,5 cm. Hojně byly zastoupeny bipolární jedince, které společně s ostatními krystaly vytvářely prorostlice až 10 cm velké (obr. 20). K dalším zastoupeným minerálům patřil baryt, kalcit, pyrit, chalkopyrit a sfalerit (Welser 2001).

Unikátní křemeny z Dolu Staříč byly nalezeny na lokalitě Staříč II. Tam byla třídou 084 5249, raženou v nadloží sloje 22f (084) od st. 111 m do st. 123 m sledována strmá tektonická zóna s výrazným puklinovým systémem směru S–J až SSV–JJZ, který byl vyplněn křemen–karbonátovou žilovinou o mocnosti do 10 cm. Průhledný kouřově šedý křemen vy-

Obr. 20. Drúza bipolárních krystalů křemene s chalkopyritem a dolomitem. Velikost ukázky 58 × 31 mm. Důl Paskov, porub 60 44 07, 1997, Sběr: L. Hanák, sbírka: P. Welser. Foto: O. Malek.

Fig. 20. Double-terminated quartz crystals accompanied by chalcopyrite and dolomite. Size 58 × 31 mm. Paskov Mine, face 60 44 07. Collected by L. Hanák, collection: P. Welser. Photo: O. Malek.

tváří agregáty, drúzy, nebo volné tzv. plovoucí, oboustranně ukončené krystaly do velikosti 2 cm. Jednoduché krystalové omezení tvoří tvary prizmatu m = {1010} a romboedrů r = {10-11}, z = {01-11}. Křemen hojně obsahuje uzavřeniny černé uhelné hmoty a plynokapalné inkluze. V dutinách byl doprovázen klencovým ankeritem do 2 mm a vzácně i pyritem a chalkopyritem. Ve staničení 122 až 123 m na uvedené třídě byla obnažena puklina o šířce 40 cm a délce zhruba 1 metr situovaná do jemnozrnného křemenného pískovce. Dutina poskytla unikátní krystaly křemene a kalcitu doprovázené drobnými krystalky ankeritu. Křemen je ponejvíce zastoupen světlou záhnědou, méně křišťálem. Tvoří až 6 × 4,5 cm velké, zpravidla oboustranně ukončené a nepravidelné krystaly (obr. 21). Vzhledem ke své velikosti jsou krystaly vnitřně porušené nepravidelnou sítí trhlin a obsahují cizorodé částice, např. uhelnou hmotu. Krystaly křemene nasedají přímo na stěny pukliny. Nalezeny byly i drúzové prorostlice maximálního rozměru 10 cm. Doprovodnými minerály byl starší „ankerit“ a mladší kalcit (Welser a Uher 2002).



Obr. 21. Bipolární krystal křemene narostlý na úlomek brekcie s doprovodným ankeritem a kalcitem. Velikost krystalu 59 × 42 mm. Důl Staříč, lokalita Staříč, třída 084 5249, st.114 m. Sběr 2001 a sbírka: P. Welser. Foto: O. Malek.

Fig. 21. Double-terminated quartz crystal on the breccia accompanied by dolomite and calcite. Size 59 × 42 mm. Staříč Mine, Staříč Plant, gallery 084 5249, stationing 114 m. Collected in 2001, collection: P. Welser. Photo: O. Malek.

Plynokapalné (fluidní) inkluze byly mikrotermometricky studovány v křemenech a kalcitech (Paskov, Staříč) což přineslo důležité informace k jejich genetickému zařazení a postavení celé předmětné epigenetické mineralizace a její minerální asociace. V křemenech byly rozpoznány inkluze s plynnými složkami a inkluze s vodným roztokem, které jsou často doprovázeny kapalnými uhlovodíky (hhc) se světle modrou fluorescencí v UV záření. Plynné inkluze homogenizují na plynnou fázi nejčastěji mezi −47 a −25 °C, což je vysoko nad kritickou teplotou metanu, což znamená, že inkluze obsahují i další plynné uhlovodíky. Kromě toho byly zaznamenány i teploty pro tání pevné fáze CO_2 (okolo intervalu −99/−105 °C). Tento uzavřený fluidní systém je proto možné definovat jako CH_4-CO_2.

Inkluze s vodným systémem nejčastěji homogenizují mezi +150 a +240 °C a jejich vodné roztoky mají nízkou salinitu (0,53–2,24 hm% ekv. NaCl) zastoupenou dominantně NaCl (podle eutektických teplot mezi −20 a −28 °C, (Davis *et al.* 1990, Spencer *et al.* 1990). Často obsahují i kapalné uhlovodíky, a tak tento fluidní systém můžeme definovat jako H_2O-NaCl±hhc.

V křemenech byl zjištěn ještě další fluidní systém, v tzv. sekundárních inkluzích (vznikají podél prasklin v křemenech), který je shodný s vodným systémem v primárních inkluzích v mladším kalcitu. Tento vodný systém má jiné složení. Podle zjištěných eutektických teplot mezi −50 a −70 °C má významně zastoupeny, kromě NaCl, další chloridy, např. $CaCl_2$ a $MgCl_2$ (Davis *et al.* 1990, Spencer *et al.* 1990). Navíc jde o vysokosalinní vodné roztoky se salinitou 19-29 hm% NaCl+$CaCl_2$ (podle rozsahu teplot tání ledu a hydrohalitu, −15/−23 °C, resp. −23/−33 °C). Podle teplot homogenizace mezi +60 a +120 °C lze odhadovat, že půjde o významně nížeteplotnější fluidní systém než výše popisovaný H_2O-NaCl±hhc.

Křemen se v paragenezích vyskytuje zpravidla ve formě obecného křemene, křišťálu, vzácněji je zastoupena záhněda. Na puklině vrtu II–869–06 realizovaném na lokalitě Staříč byly mezi krystalovaným obecným křemenem a křišťálem zjištěny i dva krystaly světle fialového ametystu o velikosti 1 mm.

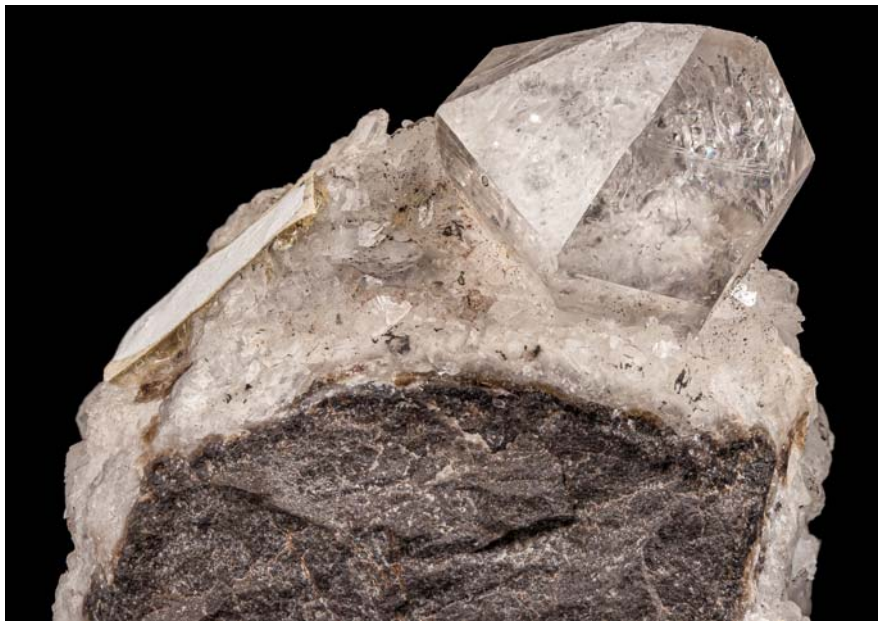
V karvinské části pánve vystupuje křemen ve všech typech prostředí výskytu epigenetické mineralizace. Ve formě křišťálu nebo slabě kouřového křemene krystaluje v septáriových puklinách karbonátových konkrecí ve zřetelně vícegeneračním vývoji. Jako drobné všestranně orientované krystaly narůstají přímo na stěny puklin, dále vytvářejí až 2 cm velké jedince v marmarošském vývoji, na něž narůstají drobné křišťály druhé generace paralelně s osou c (obr. 22). Často uzavírají minerální zrna jiných minerálů – karbonátů či sulfidů starších generací včetně organických látek.

Obr. 22. Křemen aneb marmarošské démanty z dutin pelokarbonátů. Velikost největšího krystalu do 1 cm. Důl Doubrava, 15. kra, porub 152351. Sbírka: M. Osovský. Foto: O. Malek.

Fig. 22. Quartz (Herkimer diamond type) from the carbonate concretion fissures. Largest crystal 1 cm. Doubrava Mine, 15th block, face 152351. Collection: M. Osovský. Photo: O. Malek.

Hodnotná ukázka křemene z žilné výplně z Dolu Lazy je uložena ve sbírkách VŠB–TU Ostrava (Obr. 23).

Ze stratigraficky hlubších úrovní karbonu, konkrétně z tělesa zámeckého slepence v porubských vrstvách ostravského souvrství pocházejí zajímavé ukázky mineralizace zastoupené především křemenem a křišťálem a v menší míře karbonáty, barytem, sulfidy a chloritem. Mineralizace byla zachycena geologicko-průzkumným vrtem č. D87-18 (situován na východním okraji 9. lazecké kry) na puklinách a drobných kavernách téměř vertikálního průběhu ve středně až hrubozrnných drobových pískovcích. Nerovné stěny puklin jsou pokryty jemnozrnným agregátem nejméně dvougeneračního křemene o velikostech krystalů max. 0,X mm. Jako nejstarší se jeví bíle zakalené krystaly zřejmě orientovaně narůstající na zrna klastického křemene. Prostory na puklině mezi nimi vyplňují drobnější krystaly křišťálu, často vyrůstající paprskovitě z jednoho centra (štiavnický typ), občas oboustranně ukončené. V menší míře jsou některé z dutin či puklin porostlé agregátem lesklých romboedrů Fe-bohatého dolomitu do 1 mm velkých. Baryt zde byl pozorován pouze na jednom vzorku jako bílé dokonale omezené tabulkové krystaly, ovšem nedosahující ani 0,5 cm, anebo čirá nepravidelná individua narostlá na křemeni. V krátkovlnném UV záření jeví bílou luminiscenci. Méně jsou zastoupeny sulfidy – pyrit a chalkopyrit v obvyklém vývoji. Sfalerit zde vytváří až 6 mm velké, vysoce lesklé hnědočervené nebo temně žluté komplikované prorostlice.



Obr. 23. Křemen – křišťál. Velikost krystalu 14 × 12 × 11 mm. Důl Lazy. Sbírka VŠB–TU Ostrava. Foto: O. Malek.
Fig. 23. Rock crystal, size 14 × 12 × 11 mm. Lazy Mine. Collection: VŠB-Technical University of Ostrava. Collection: M. Osovský. Photo: O. Malek.

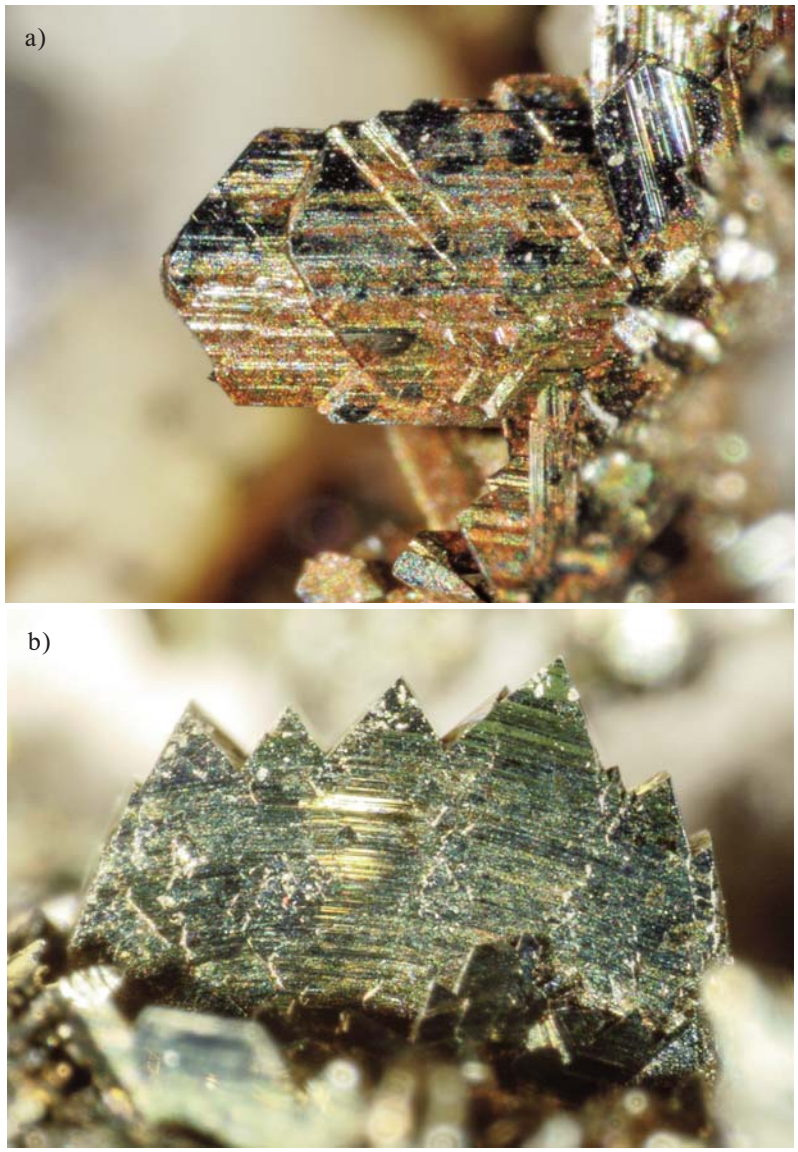
Markazit

Z Ostravska ho bez bližších detailů zmiňuje Kruťa (1949), detailněji pak z dolů Masaryk II a Ludvík (Kruťa 1951).

V příborské oblasti byl markazit nalezen v paragenezi s Fe–bohatým dolomitem, pyritem, chalkopyritem, milleritem a barytem v oblasti porubu 041 510 na lokalitě Sviadnov

Dolu Staříč. V dutinách Fe–bohatého dolomitu vytváří prorostlice tenkých kopinatých, rýhovaných krystalů do velikosti 5 mm, nebo tabulkových krystalů, které jsou svrchně hradbovitě ukončeny (obr. 24) – WELSER (2004).

V karvinské oblasti se markazit nepříliš často objevoval v dutinách konkrecí, kde ve společnosti pyritu a nehojného chalkopyritu v podobě max. 0,5 mm velkých rýhovaných tabulek nasedal na karbonátovou krystalovanou výplň. Ražba překopu 11006 na jižním okra-



Obr. 24. a, b: Kopinaté a hradbovité krystaly markazitu. Velikost krystalů 5 mm (a), 2 mm (b). Důl Staříč, lokalita Sviadnov, porub 041 510. Sběr a sbírka: P. Welser. Foto: J. Sejkora.

Fig. 24. a, b: Cockscomb marcasite crystals, size 5 mm (a), 2 mm (b). Staříč Mine, Sviadnov Plant, face 041 510. Collection: P. Welser. Photo: J. Sejkora.

ji 11. kry Dolu ČSA obnažila strmé pukliny v předpolí doubravského zlomu (s výtokem horkých solanek) s epigenetickou mineralizací, ve které byl hojně přítomen i markazit, a to v rýhovaných tabulkách do velikosti 1 mm (obr. 25) – M. Osovský, nepublikováno. Nepublikované jsou také nálezy tabulkovitých krystalů markazitu do velikosti 5 mm na Mg–bohatém dolomitu z Dolu Darkov, závodu 3, které ve třídě 40340 ve staničení 666 m sbíral Lech Malysz (J. Jirásek, nepublikováno).

Obr. 25. Markazitové krystaly a srostlice na puklině v pískovci. Důl ČSA, 11. kra, úpadní překop 11006 sp. sušské vrstvy, nadloží 27. sloje. Šířka záběru 45 mm. Sbírka: M. Osovský. Foto: O. Malek.

Fig. 25. Marcasite crystals and aggregates on the rock fissure. ČSA Mine, 11th block, inclined drift 11006, Lower Suchá Member, hanging wall of Coal No. 27. FOV 45 mm. Collection: M. Osovský. Photo: O. Malek

Millerit

Millerit byl poprvé v české části hornoslezské pánve popsán Šustou (1932) z Dolu Hlubina v Karviné. Millerit tam byl součástí minerální asociace dolomit – sulfidy (sfalerit, galenit, millerit) – nakrit, která tvořila výplň karbonátové konkrece o rozměrech 12 × 12 × 8 cm. Popisovaný „sférosiderit“ pocházel z nadloží sloje 22, v těsné blízkosti Rotschildovy dislokace. Další informace o nálezech milleritu pocházejí od Ruska a Valoška (1959) ze 7. patra Dolu ČSA z překopu 200 a Valoška (1964) z haldy Dolu ČSA, závodu 0. Výskyt milleritu byl v obou případech vázán rovněž na sférosiderit. Další nálezy z karvinské oblasti byl popsány T. Kruťou z Dolu 9. květen v Horní Suché (Kruťa 1965) a z Dolu ČSA v Karviné (Kruťa 1973).

O historických nálezech v ostravské oblasti, a to z Dolu Rudý říjen v Ostravě–Heřmanicích a z Dolu Vítězný únor v Ostravě-Koblově, informuje bez bližších údajů Horylová (1991).

Výskyty milleritu v příborské oblasti poprvé zmiňuje STÁHALÍK (1972), který popisuje nálezy spojené s otvírkou Dolu Staříč, lokality Chlebovice. Na puklinách pískovců, vázaných na drobnější tektoniku, na různých místech dolu nalezl jehlice milleritu do 35 mm spolu se sfaleritem, chalkopyritem, ankeritem, kalcitem a křemenem.

Novější nálezy z Dolu Staříč pocházejí až z let 1990–2008. K těm prvním novodobým nálezům patřily millerity z poruchové zóny v nadloží sloje 22b (080) na lokalitě Staříč II. Třídou 080 7242/1, vedené v bezprostředním nadloží sloje 22b (080), byla ve st. 465 m nafárána cca 0,2 metru mocná poruchová zóna poklesu sj. směru a úklonu 85° k V. Výplň poruchové zóny tvoří úlomky světle hnědošedého jemnozrnného pískovce až 15 cm velké, které jsou stmeleny bílým až šedobílým „ankeritem". Do dutin o velikosti od 0,5 mm po 2 cm krystaluje „ankerit" v průhledných bílých až čirých klencích až 2 mm velkých. Sulfidy byly zastoupeny chalkopyritem a milleritem. Millerit se vyskytl v podobě mosazně žlutých jehlic délky i 2 cm. Posledním minerálem asociace byl kalcit (WELSER a UHER 2002).

Další nálezy milleritu byly učiněny na lokalitě Sviadnov. Třídami č. 050 7131/1, 050 7131/2 a 050 5143 raženými ve sloji 13 (050) bylo nafáráno několik poklesových zlomů směru S-J až SSV-JJZ se středním až strmým sklonem k V. Výška přemístění na zlomech se pohybuje od 0,5 až po 4 metry. Typickým znakem poruchových zón poklesů je poměrně velká mocnost, která činí i několik desítek centimetrů. Lokálně jsou poruchové zóny vyhojeny masivním Fe-bohatým dolomitem, který obsahoval četné dutiny o rozměrech až 10 × 5 × 3 cm, do nichž dolomit krystaluje v podobě drobných, hustě nahloučených, kolem 1 mm velkých průsvitných klenců s matným leskem. Millerit byl v dutinách hojným minerálem, přičemž tvořil agregáty jehlicovitých krystalů s radiálně paprsčitou i nepravidelnou stavbou. Jednotlivé jehlice dosahují délky 3 cm, jsou rovněž vlasovitě zprohýbány nebo šroubovitě stočeny. Barva milleritu je mosazně žlutá až zlatožlutá, lesk kovový. Je doprovázen dalšími sulfidy – pyritem a chalkopyritem. Minerální asociaci doplňuje kalcit (WELSER a UHER 2002).

HORYLOVÁ (1991) popisuje nálezy milleritu z Dolu Paskov, které byly opakovaně učiněny v roce 1988 V. Švecem v tektonicky porušeném přímém nadloží sloje 36. Další nálezy na Dole Paskov byly učiněny v poslední dekádě 20. století, a to v porubech 60 14 09, kde se millerit vyskytl v dutině s drobnými klenci Fe-dolomitu v podobě 2 cm dlouhých mosazně zbarvených jehlic délky 2 cm a v porubu 58 14 03, kde vytvářel zlatožluté radiálně paprsčité agregáty nebo samostatné jehlice v puklinách na pískovci bez doprovodných minerálů (WELSER 2001). Bez bližší lokalizace pocházejí z Dolu Paskov mosazně žluté až zlatožluté agregáty jehlicovitých krystalů milleritu. Jsou zpravidla radiálně paprsčité, časté jsou i nepravidelné shluky. Jednotlivé jehlice dosahují délky až 4 cm. Vzácně bývají šroubovitě stočené (WELSER 2004).

Unikátní nálezy ukázek s milleritem byly učiněny na odvalu Dolu Staříč, lokalitě Chlebovice. Na puklinách tmavošedých laminovaných písčitých prachovců byly nalezeny mosazně žluté vějířovité agregáty milleritových krystalů až 40 mm dlouhé a radiálně paprsčitá slunce milleritu o průměru až 5 cm v asociaci s krystalovaným bělavým „ankeritem", šedým křemenem, chalkopyritem a pyritem do velikosti několika mm (obr. 26, 27). Hrubé jehlice byly lokálně spirálově stočené (PAULIŠ a BENEŠ 2006, WELSER a MALEK 2019). Uvedené nálezy pocházejí velmi pravděpodobně z ražeb ve sloji 17 (063) na lokalitě Chlebovice (WELSER a SMUTNÝ 2008). Z uvedené lokality pocházejí i nálezy produktů přeměny milleritu, přičemž se pravděpodobně jedná o otwayit, resp. blízký paraotwayit (PAULIŠ *et al.* 2021).

V karvinské oblasti byly nověji zjištěny výskyty milleritu až v červenci 2010 na dole ČSA (JIRÁSEK a OSOVSKÝ 2012). První výskyt byl zaznamenán na důlní chodbě 11200/1 ve staničení 681,4 m, kde došlo k propadnutí stropu na křížení tektonických poruch. Millerit se vyskytl v bochníkovité konkreci rozpukané systémem paralelních vertikálních puklin, které byly vyplněny bílou jílovitou hmotou. Některé pukliny byly pokryty čočkovitými krystaly blíže neurčeného karbonátu do velikosti 0,X mm, na nichž krystaloval millerit, dopro-

Obr. 26. Slunce milleritu o rozměrech 43 × 29 mm. Důl Staříč, lokalita Chlebovice. Sbírka: P. Welser. Foto: O. Malek.
Fig. 26. Radial millerite aggregate, size 43 × 29 mm. Staříč Mine, Chlebovice Plant. Collection: P. Welser. Photo: O. Malek.

Obr. 27. Paprsčitý agregát milleritu o rozměrech 29 × 22 mm. Důl Staříč, lokalita Chlebovice. Sbírka: P. Welser. Foto: O. Malek.
Fig. 27. Radial millerite aggregate, size 29 × 22 mm. Staříč Mine, Chlebovice Plant. Collection: P. Welser. Photo: O. Malek.

vázený galenitem, pyritem a sfaleritem. Millerit tam tvořil radiálně paprsčité agregáty o průměru 1 cm. Druhý výskyt milleritu byl zaznamenán při levém boku téže čelby ve staničení 692 m, cca 1 metr nad stropem 22. sloje v příčně rozpukané čočce pelosideritu. Na stěně jedné z puklin byly zjištěny několikamilimetrové radiálně paprsčité agregáty milleritu bez jakékoli doprovodné mineralizace. Šlo o chemicky téměř čistý millerit – viz tab. 2. Poslední výskyty milleritu na Dole ČSA byly zaznamenány při dobývání 2 nejzápadnějších porubů ve sloji 707–24 střední lávka v 11. kře na puklinách karbonátových konkrecí vyplněných dickitem ve společnosti karbonátů a některých dalších sulfidů (obr. 28).

Obr. 28. Millerit na puklině pelokarbonátu. Důl ČSA, 11. kra, nadloží sloje 24. střední lávka. Velikost největšího radiálně-paprsčitého agregátu 17 × 13 mm. Sbírka: M. Osovský. Foto: O. Malek.

Fig. 28. Millerite on the carbonate concretion fissure. Largest aggregate 17 × 13 mm. ČSA Mine, 11th block, hanging wall of Coal No. 24 (middle seam). Collection: M. Osovský. Photo: O. Malek.

Pyrit

Je běžným epigenetickým minerálem uhlonosného karbonu české části hornoslezské pánve. V příborské oblasti byl zjištěn ve dvou generacích. Pyrit I tvoří mosazně žlutá, na čerstvém lomu silně lesklá zrna do velikosti až 3 cm vrostlá do karbonátů dolomit–ankeritové řady. Zrna pyritu I jsou zčásti krystalově omezena krychlí, oktaedrem nebo jejich spojkou. Povrch krystalových ploch je nerovný, částečně korodovaný a matný (obr. 29). Pyrit II krystaluje v dutinách společně s ostatními sulfidy. Zpravidla nasedá na drobné klence karbonátů dolomit–ankeritové řady a je doprovázen krystaly chalkopyritu a milleritu. Tvoří až 0,5 cm velké mosazně žluté, světle žluté i šedožluté krychle, spojky oktaedru s krychlí a pentagondodekaedry mosazně žluté barvy, které dosahují velikosti do 2 mm (Welser a Uher 2002, Welser 2004).

Obr. 29. Pyritová drúza o rozměrech 25 × 19 mm. Důl Paskov, 1996. Sběr: L. Hanák, sbírka: P. Welser. Foto: O. Malek.

Fig. 29. Pyrite aggregate 25 × 19 mm. Paskov Mine. Collected by L. Hanák in 1996, collection: P. Welser. Photo: O. Malek.

K hojným výskytům pyritu lze řadit lokalitu Sviadnov Dolu Staříč, oblast sloje 050 (tato mineralizace je detailně popsána u chalkopyritu). Pyrit I tam v bohatém společenství dalších sulfidů, zejména chalkopyritu a milleritu, tvořil mosazně žlutá a na čerstvém lomu silně lesklá zrna do velikosti 2 × 1,5 cm vrostlá do Fe-bohatého dolomitu. Zrna pyritu I jsou zčásti omezena krychlí, dále také oktaedrem nebo jejich spojkou. Povrch krystalových ploch je nerovný, částečně korodovaný a matný. Pyrit II krystaluje v podobě krychlí mosazně žluté barvy, které dosahují velikosti do 1 mm (Welser a Uher 2002).

V karvinské oblasti patří pyrit k nejběžnějším sulfidům. Na Dole Lazy například byly nalezeny pyritové drúzy při procházení jižní větve poruchy Anna důlní chodbou ve sloji Leopold (č. 650 místního číslování). Ve výplni mocné několik cm byly uzavřeny úlomky nahnědlého jemnozrnného pískovce pokryté i prorostlé pyritem, který vytvářel krystaly až 1 cm velké. Na rozhraní 2. a 4. kry Dolu Lazy v úrovni sedlové sloje č. 530 byly v brekciové výplni téže dislokace o mocnosti 10–20 cm nalezeny ostrohranné úlomky pískovce až dm velkosti. Tyto byly tmeleny drúzovitým kalcitem, jenž v dutinách vytvářel cca 1 cm velké čiré nízké romboedry. Fragmenty pískovce byly rovněž pokryty agregáty krystalů pyritu s jedinci o velikosti od 1 do 10 mm. Pyrit tam vytvářel i masivní až cm mocné výplně puklin. Převažujícím krystalovým tvarem byla krychle, často ve spojce osmistěnem. Typická byla velikostní nehomogenita pyritových krystalů.

Výskyt pyritu byl dokumentován rovněž v puklinových systémech, konjugovaných s lazeckou poruchou při jižním okraji DP Lazy. Pukliny tam byly zpravidla vyhojeny masivním narůžovělým dolomitem, v němž byly přítomny dutiny, jejichž stěny pokrývaly drobné do-

lomitové romboedry a drobně krystalovaný pyrit. Další atraktivní drúzy z téhož dolu pocházejí z kaveren v přímém nadloží sloje 38 v 7. kře. Pyrit tam tvořil krystalové agregáty, které pokrývaly až decimetrové plochy na stěnách puklin. Krystaly pyritu byly omezeny pentagondodekaedrem, měly výrazně parketované krystalové plochy a náběhové barvy (M. Osovský, nepublikováno) – obr. 30.

Obr. 30. Drúza krychlových krystalů pyritu z výplně tektonické poruchy. Důl Lazy, sloj č. 504–40, chodba 40 680. Velikost ukázky 44 × 41 mm. Sbírka: M. Osovský. Foto: O. Malek.

Fig. 30. Aggregate of cubic pyrite crystals from the tectonic zone. Lazy Mine, gallery 40 680, Coal No. 40 (504). Sample size 44 × 41 mm. Collection: M. Osovský. Photo: O. Malek.

V karvinské oblasti se pyrit hojně vyskytuje i v karbonátových konkrecích. Jako jediný ze sulfidů nevystupuje pouze v jejich dutinách, ale i v jejich základní hmotě, ve které vytváří až 1 mm velké oktaedrické krystaly nebo zcela vyplňuje některé drobné pukliny. V dutinách (septáriích) tvoří krychlové krystaly s typickým parketováním na krystalových plochách až 1 cm velkých, dále pak spojky krychle s osmistěnem nebo osmistěny s výraznými náběhovými barvami. Krystaly pyritu narůstají na dolomit, apatit i křišťál. Tyto výskyty pyritu byly zaznamenány v karbonátových konkrecích v nadloží sloje č. 718–23b (obr. 31), obnažených důlními třídami porubu 152351 a důlní třídou 11002 v předpolí tohoto porubu v DP Doubrava Dolu ČSA. Chemické složení popisovaného pyritu je poměrně jednoduché – viz tab. 2. Pyrit je homogenní, obsahuje jen nepatrné příměsi Sn, Hg a As (Pauliš *et al.* 2014).

Sfalerit

Sfalerit je znám z Dolu Paskov, kde byl nalezen v paragenezi s Mg-bohatým ankeritem, pyritem a barytem. Jeho izometrická zrna vrostlá do ankeritu nebo dokonalé tetraedrické krystaly nebo jejich prorostlice v dutinách mají hnědočervenou barvu a velikost do 2 mm. Krystaly bývají průhledné a silně lesklé (Welser 2004).

Za nové nálezy sfaleritu vděčíme geologicko-průzkumným vrtům, které byly realizovány v r. 2004 na dole Staříč. Sfalerit byl zjištěn ve vrtech II–884–07 a III–1163–04 v hloubce ca 1200 metrů (obr. 32). Jeho nepravidelná zrna hnědočervené i oranžo-

Obr. 31. Kulovitý agregát pyritu pokrytý karbonátem mladší generace, dutina v pelokarbonátu. Velikost agregátu 6,5 × 6,5 mm. Důl ČSA, lokalita Doubrava, 15. kra, nadloží 23. sloje, porub 152351. Sbírka: M. Osovský. Foto: O. Malek.

Fig. 31. Globular pyrite aggregate covered by younger carbonate in the carbonate concretion fissure. Aggregate size 6,5 × 6,5 mm. ČSA Mine, Doubrava Plant, 15th block, face 152351hanging wall of Coal No. 23. Collection: M. Osovský. Photo: O. Malek.

Obr. 32. Sfalerit. Důl Staříč, lokalita Staříč, vrt II–884–07, st. 153.3 m. Šířka záběru 2,5 mm. Sbírka: P. Welser. Foto: J. Sejkora.

Fig. 32. Sphalerite. Staříč Mine, Staříč Plant, borehole II-884-07, depth 153,3 m. FOV 2,5 mm. Collection: P. Welser. Photo: J. Sejkora.

vé barvy dosahují velikosti až 3 mm a zpravidla vytvářejí shluky nebo agregáty i 0,5 cm velké na plochách střižných puklin v paragenezi s Mg-bohatým ankeritem (WELSER 2004).

Výjimečný nález sfaleritu byl učiněn v karvinské oblasti díky geologicko-průzkumnému vrtu ČSM 1256-04 (třída 371 090, st. 420 m v nulté kře DP Dolu ČSM). Vrt provrtal bazální část sedlových vrstev karvinského souvrství a svrchní část porubských vrstev ostravského souvrství. V hloubce 83,1 m je situováno rozhraní mezi ostravským a karvinským souvrstvím, tzv. ganister – fosilní křemencová silkrusta, v tomto případě 0,3 m mocná. V hloubce 115,5 m byla situována puklina, a to v těsném nadloží skupiny mořských horizontů Roemera (117,5–118,2 m). V této puklině cca 0,7 cm mocné, situované ve středně zrnitém až hrubozrnném drobovém pískovci se vyskytl velký deformovaný krystal sfaleritu o rozměrech 2,3 × 2,0 × 0,6 cm (obr. 33). Má rozmanitou barvu, zejména žlutohnědou a červenohnědou, méně pak různé odstíny hnědé až barvu černou. Tato skutečnost je pravděpodobně způsobena variabilní distribucí Fe^{2+}. Velký krystal sfaleritu je dokonale štěpný, silně skelně, na krystalových plochách až diamantově lesklý a na hranách průsvitný. Mimo uvedený jedinec jsou také vyvinuty tvarově velmi nepravidelné drobné dodekaedrické průsvitné až průhledné krystaly sfaleritu jasně červené barvy do velikosti 3 mm. Stěny pukliny jsou hustě vystlány dlouze prizmatickými krystalky křišťálu do 1 mm. Na ně mimo uvedený sfalerit nasedají klencové prorostlice bílého průsvitného ankeritu až dolomitu do velikosti 3 mm a zrna chalkopyritu zlatožluté barvy až 1 mm velká (WELSER *et al.* 2005).

Obr. 33. Deformovaný krystal sfaleritu o rozměrech 2,3 × 2,0 × 0,6 cm. Důl ČSM, vrt 1256-04. Sbírka: M. Osovský. Foto: O. Malek.

Fig. 33. Distorted crystal of sphalerite, size 2,3 × 2,0 × 0,6 cm. ČSM Mine, borehole 1256-04. FOV 9,5 mm. Collection: M. Osovský. Photo: O. Malek.

Chemicky zajímavý sfalerit (viz tab. 2) pochází z karbonátových konkrecí z nadloží sloje č. 718–23b, porubního bloku č. 152351 v 15. kře DP Doubrava a chodby č. 11002 v předpolí porubu č. 11235 v 11. kře DP Karviná Doly I v identické sloji č. 723–22. Sfalerit se tam vyskytuje ve dvou barevných varietách. Poměrně vzácné (z 15. a 11. kry po dvou exemplářích) jsou až 5 mm velké černé, silně lesklé zpravidla deformované krystaly nebo komplikované srostlice s patrnými mikro vrostlicemi chalkopyritu na povrchu. Druhá varieta představuje světle hnědé až červené hojnoploché, velmi drobné krystaly na puklinách pokrytých dickitem v asociaci s milleritem a galenitem. Chemické složení tmavého sfaleritu, který vykazuje výraznou zonalitu, je ovlivněno především izomorfní příměsí rtuti. Studovaný sfalerit obsahuje značně variabilní příměsi Hg, které se pohybují až do 3,53 hm. % (do 0,018 *apfu*). Zóny, ve kterých byla zjištěna zvýšená koncentrace tohoto kovu, obsahují v průměru 2,01 hm. % Hg. Z dalších příměsí byla ve sfaleritu zjištěna nepatrná koncentrace Fe a Cd Pauliš *et al.* (2014).

Další zajímavý výskyt sfaleritu z porubských vrstev karvinské oblasti byl zjištěn v již dříve zmíněném geologicko-průzkumném vrtu D87–18, který byl proveden ve východním okraji 9. kry na Dole Lazy (viz odstavec o křemeni). Sfalerit byl zjištěn v prorostlicích až 6 mm velkých v paragenezi s křemenem, Fe-bohatým dolomitem, barytem, pyritem a chalkopyritem. Krystaly sfaleritu jsou hnědočervené až temně žluté, v závislosti na distribuci Fe^{2+} (M. Osovský, nepublikováno).

Siderit

Z ostravské a příborské oblasti nebyl epigenetický siderit doposud popsán.

V karvinské oblasti byl zjištěn na Dole ČSA při ražbě chodby 113404 (obr. 34) v rozpukaných středně zrnitých drobových pískovcích, situovaných v nadloží bazální sušské slo-

Obr. 34. Výstelka čočkovitého sideritu, puklina v pískovci. Důl ČSA, 11. kra, vrt č. K40. Šířka záběru 40 mm. Sbírka: M. Osovský. Foto: O. Malek.

Fig. 34. Lenticular siderite crystals on the sandstone fissure. ČSA Mine, 11th block, borehole K40. FOV 40 mm. Collection: M. Osovský. Photo: O. Malek.

je 606. Minerální asociaci tam tvořily křemen, karbonáty dolomit–ankeritové řady, baryt, krystalovaný pyrit a chalkopyrit, zrna sfaleritu a siderit. Siderit krystaluje v čočkovitých krystalech nebo růžicovitých agregátech nažloutlé barvy do velikosti 3 mm. Krystaly a agregáty sideritu jsou kolmé na stěny puklin. Lokálně jsou pukliny sideritem plně vyhojeny (Osovský *et al.* 2019). Siderit byl zjištěn v asociaci s barytem např. průzkumném vrtu K40 na Dole ČSA (obr. 35).

Obr. 35. Siderit na puklině. Šířka záběru 55 mm. Důl ČSA, třída 113404. Sbírka: M. Osovský. Foto: O. Malek.
Fig. 35. Siderite on the fissure. ČSA Mine, 11th block, gallery 113404. FOV 55 mm. Collection: M. Osovský. Photo: O. Malek.

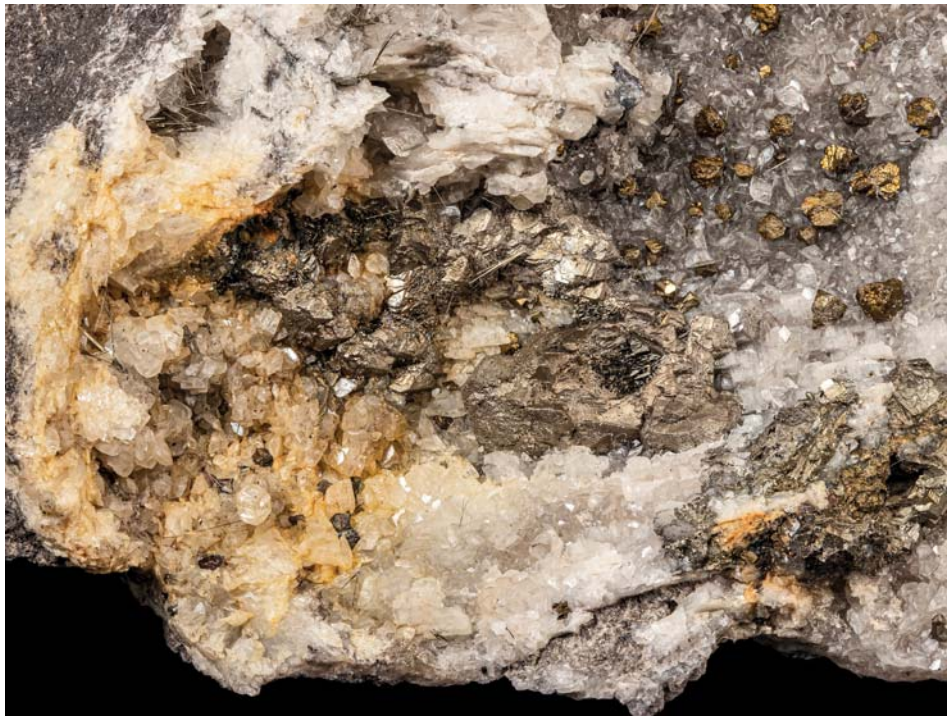
Siegenit

Byl zjištěn poprvé v příborské oblasti na lokalitě Staříč II, kde tvoří idiomorfní oktaedry do velikosti 2 mm, nasedající na drobné klence bílého až čirého Mg-bohatého ankeritu až 3 mm velké. Barva siegenitových krystalů je tmavě šedá, mají kovový lesk, šedý vryp a výrazné rýhování krystalových ploch. Často tvoří srostlice s chalkopyritem. Dále jej doprovází korodované krystaly pyritu do velikosti 2 mm, který vytváří spojky krychle s oktaedrem, dále bílý tabulkovitý baryt až 6 mm velký a pseudooktaedrický mosazný chalkopyrit do velikosti 2 mm (Smutný a Welser 2006).

Na lokalitě Sviadnov tvoří siegenit masivní celistvé agregáty centimetrové velikosti. Je světle ocelově šedý a silně lesklý na čerstvém lomu, korodovaný povrch je světle hnědošedý a matný (obr. 36). Byl zjištěn v otevřené dutině v písčitém prachovci o rozměrech 6 × 4 × 1 cm, která byla vystlána prizmatickým křemenem do velikosti 1 mm. Siegenit je doprovázen Fe-bohatým dolomitem v klencích do 2 mm, dále korodovanými a deformovanými pseudooktaedrickými krystaly chalkopyritu velikosti do 2 mm. K dalším minerálům patří millerit, který vytváří mosazně žluté jemné jehlice délky maximálně 1 cm, jež krystalují

v drobných dutinách nebo srůstají se siegenitem. Sulfidickou mineralizaci doplňuje ještě ocelově šedý galenit, který je zastoupen v podobě štěpného zrna velkého 2,5 mm a vrostlého do dolomitu. Paragenezi doplňuje kalcit jako poslední minerál z pohledu sukcese, a to v průhledných nebo čirých nízkých klencích až 3 mm velkých (Smutný a Welser 2006).

Po zveřejnění první práce o výskytu siegenitu (Smutný a Welser 2006) se podařilo identifikovat desítky siegenitů v jádrech geologicko-průzkumných vrtů z Dolu Staříč (lokality Staříč i Chlebovice). Patří tedy k velmi běžným sulfidům, se kterými se můžeme na uvedených lokalitách setkat. Revizí starších nálezů byl rovněž prokázán z důlních lokalit Dolu ČSM a Dolu ČSA.



Obr. 36. Masivní agregát siegenitu. Velikost dutiny 6 × 5 cm. Důl Staříč, lokalita Sviadnov, třída 050 7131/2, st.210 m. Sbírka: P. Welser. Foto: O. Malek.

Fig. 36. Masive aggregate of siegenite. Cavity size 6 × 5 cm. Staříč Mine, Sviadnov Plant, gallery 050 7131/2, stationing 210 m. Collection: P. Welser. Photo: O. Malek.

V karvinské oblasti byl siegenit zjištěn v bohaté minerální asociaci, obsažené v karbonátových konkrecích v 15. kře DP Doubrava v nadloží sušské sloje 718–23b. Tvoří tam až 2 mm velké, tence tabulkovité šestiboké krystaly tombakově hnědé barvy podobné pyrhotinu (Osovský a Pauliš 2013). V dutinách konkrecí siegenit narůstá na karbonáty také jako zploštělé oktaedry o rozměrech do 3 mm (obr. 37). Vyskytuje se ve společnosti dalších sulfidů, srůstá s pyritem i chalkopyritem (Pauliš *et al.* 2014). Chemické složení popisovaného siegenitu odpovídá obsahem Ni a Co obvyklým siegenitům a vykazuje střední hodnoty Fe (tab. 2). V minerálu, který je chemicky poměrně homogenní. Zajímavá je absence Cu, která je v siegenitech obvyklá. Vedle Co, Ni a Fe byl v siegenitu z Karviné zjištěn v malém množství Sn. Z hlediska chemismu českých siegenitů je složení studovaného siegenitu blízké vzorkům z Kladenska (Žáček a Frýda 1995) či z dolu Lill v Příbrami (Plášil *et al.* 2009).

Obr. 37. Krystal siegenitu s patrným parketováním na krystalové ploše, s dolomitem, pokrytým živičnou hmotou. Velikost krystalu 3 × 2 mm. Důl ČSA, lokalita Doubrava, 15. kra, překop č. 14 2401. Sbírka: M. Osovský. Foto: O. Malek.

Fig. 37. Siegenite crystal with stepped topography on the crystal face, associated with dolomite covered by organic substance. Crystal size 3 × 2 mm. ČSA Mine, Doubrava Plant, 15th block, gallery 14 2401. Collection: M. Osovský. Photo: O. Malek

Organická hmota jako součást epigenetické mineralizace

Tyto hmoty popisuje jako součást puklinové mineralizace karbonátových konkrecí Kruťa (1951) pod označením *hattchetin* a nafta. U *hatchettinu* (parafín, amorfní směs uhlovodíků, alkanů) se někdy uvádí chemický vzorec $C_{38}H_{78}$. Pravděpodobně jej lze ztotožnit s evenkitem. Spolu s naftou ho pokládá za nejmladší součást parageneze v karbonátových konkrecích. V posledních letech byla přítomnost obou komponent v konkrecích mnohokrát potvrzena. Kromě nafty obsahují konkrece často i solanky. *Hatchettin* se vyskytuje ve formě povlaků nebo kuliček max. 2 mm velkých. Byly pozorovány i jeho uzavřeniny v křemenech marmarošského typu. Barvy je tmavě hnědé až černé, ojediněle i světle hnědé či oranžové. Byly zjištěny případy krystalizace nejmladších karbonátů na uvedených kuličkách (Pauliš *et al.* 2014). Živičné hmoty ve formě oranžových kuliček jsou známy i z puklin v pískovcích zastižených vrtným průzkumem na Dole ČSA. Například ve vrtu K72 byly v paragenezi tvořené křemenem, sideritem a pyritem zjištěny kuličky max. 0,3 mm velké (obr. 38). Přítomnost uvedených živičných hmot v puklinových systémech v ČHP lze pravděpodobně pokládat za vcelku běžnou záležitost (M. Osovský, nepublikováno).

Obr. 38. Oranžové kuličky živičných hmot v paragenezi s křemenem, sideritem a pyritem na puklině pískovce zastižené vrt č. K72 (spodní sušské vrstvy karvinského souvrství) v 11. kře dobývacího prostoru Karviná Doly I, Důl ČSA. Šířka záběru 8,5 mm. Sbírka: M. Osovský. Foto: O. Malek.

Fig. 38. Orange balls of organic substance associated with quartz, siderite, and pyrite on the sandstone fissure. ČSA Mine, 11th block, borehole K72 (Lower Suchá Member of the Karviná Formation). FOV 8,5 mm. Collection: M. Osovský. Photo: O. Malek

7. DISKUSE A GENETICKÉ POZNÁMKY

Epigenetická mineralizace ČHP je produktem minerogenetických procesů moravskoslezského paleozoika. V horninách této geologické jednotky jsou regionálně rozšířené dva hlavní genetické typy hydrotermálních žilných mineralizací, které jsou označovány jako variské a povariské mineralizace (Slobodník *et al.* 1997, 2006). Jejich dřívější rozpoznání nebylo jednoduché, protože se často objevují na stejných lokalitách a jejich společným znakem je na řadě lokalit podobná minerální asociace, ve které se objevují karbonáty a křemen. Polymetalické sulfidické asociace jsou zastoupeny také u obou generací, jak ukázaly podrobné studie žil ve spodnokarbonských drobách např. v okolí Hrubé Vody sv. od Olomouce (Dolníček *et al.* 2003). Hlavní minerální asociace jsou u variských žil křemen-kalcit-chlorit a křemen-galenit a minerální asociace u povariských žil křemen-kalcit-sfalerit-galenit-chalkopyrit.

Variská mineralizace v horninách moravskoslezského paleozoika je svojí genezí svázána s okolními horninami. Vznik hydrotermálních fluid souvisí s deformací a nízkou metamorfózou sedimentárních paleozoických sekvencí a jejich složení ukazuje na vazbu k litologii hornin a tektonickým strukturám. Jedním z definujících faktorů je salinita vodných fluid, která je relativně nízká většinou do 10 hm. % ekvivalentu NaCl (v prostředí břidlic až do 17 hm. % ekvivalentu NaCl) a hlavní systém variských fluid je definovaný jako H_2O-NaCl. Teploty vzniku jsou v relativně širokém rozsahu indikovaném teplotami homogenizace fluidních inkluzí od 80 do 250 °C v návaznosti na regionální trendy metamorfózy. Nejvyšší teploty vzniku (až do 280–290 °C s tlaky až do 2040 barů) jsou odvozovány od přehřátých fluid vznikajících na střižných zlomech v důsledku uvolňování frikčního tepla (Slobodník *et al.* 2006, 2008b). Vodné typy fluid jsou typické pro prostředí hrubších typů siliciklastik jako jsou droby a v prostředí břidlic jsou často dominantní fluida s plynnými složkami. Takové systémy můžeme definovat nejčastěji jako $CH_4 \pm CO_2 \pm H_2O$ (Slobodník *et al.* 2008b).

K uvedeným charakteristikám variských fluidních systémů jsou velmi blízké parametry fluid v inkluzích studovaných křemenů z Paskova a Staříče. Tyto dva fluidní systémy, CH_4-CO_2 a H_2O-NaCl±hhc, a z nich krystalované minerální fáze, ale nelze zařadit mezi variské systémy známé z ostatních částí moravskoslezského paleozoika, protože zde v ČHP jsou uloženy v puklinách hornin svrchního karbonu, čili vznikaly po doznění hlavních variských tektonometamorfních procesů. Mohou však být produktem vlivu prohřátí kůry v předpolí orogenu, a tudíž reprezentují přechodnou etapu k povariským mineralizacím.

Druhou významnější generací žil je povariská mineralizace. Přesnější datování na základě studia modelového stáří olova v galenitech bylo provedeno na řadě lokalit na východním okraji Českého masivu, včetně povariské mineralizace v těsném podloží hornoslezské pánve (SLOBODNÍK *et al.* 2008a). Dva zjištěné časové intervaly (330-281 a 245-140 Ma) datují variskou mineralizační fázi a interval menšího stáří reprezentuje povariské mineralizace. Izotopické poměry olova v galenitech této mladší mineralizační etapy se velmi dobře překrývají s hodnotami krakovského rudního revíru (SLOBODNÍK *et al.* 2008a). To potvrzuje už dřívější úvahy o genetické spojitosti povariských mineralizací v moravskoslezském paleozoiku s významnými Pb-Zn ložisky v Polsku v okolí Krakova (SLOBODNÍK *et al.* 2001). Stáří polymetalické mineralizace u Krakova bylo stanoveno na 135±4 Ma (metoda Rb-Sr, stáří metodou izochron, HEIJLEN *et al.* 2003).

Velmi těsnou prostorovou vazbu na svrchnokarbonské sedimenty hornoslezské pánve má rozsáhlá sulfidická hydrotermální mineralizace, která byla zachycena vrtem NT-1 Dobratice. Mineralizace křemen-kalcit-sfalerit-galenit-chalkopyrit-markazit je vyvinuta v těsném podloží sedimentů hornoslezské pánve ve spodnokarbonských karbonátech okolo metráže 1155.m–1159.m (SLOBODNÍK 1993). Žíly a hnízda patří povariské mineralizaci a mohou být považována za „výběžek" polymetalického rudního revíru u Krakova (SLOBODNÍK *et al.* 2001).

Relativně jednoduchá povariská mineralizace je rozšířena v celém prostoru moravskoslezského paleozoika i za jeho hranicemi. V konkrétních místech např. některých známých historických rudních revírů však není přesně prokázáno, ke které generaci minerální fáze (žíla) patří anebo zda se na mineralizovaných strukturách podílela fluida obou generací. Dosud provedené studie fluid na některých lokalitách naznačují, že mladší fluida využívala starší migrační cesty. Např. v lomu u Domašova nad Bystřicí bylo v karbonátové mineralizaci jedné žíly zjištěno několik typů fluid uzavřených ve fluidních inkluzích, které jsou charakteristické pro variskou a povariskou mineralizační epochu (SLOBODNÍK *et al.* 1995).

Povariské typy fluid byly doloženy studiem fluidních inkluzí i izotopickými analýzami na řadě míst v horninách moravskoslezského paleozoika. Nejcharakterističtějším rysem je aktivita fluid, která mají vyšší salinitu. Tento základní typ je definován jako H_2O-NaCl-$CaCl_2$ a je geneticky svázán se solankami mořského původu rozsáhlých sedimentárních pánví. Teploty těchto fluid a teploty vzniku mineralizací jsou nižší než variské a většinou se pohybují v intervalu 50–160 °C (teploty homogenizace fluidních inkluzí - Th) a salinity vodných roztoků jsou v rozsahu 10–26 hm% ekv. NaCl (SLOBODNÍK *et al.* 1999). Rozsáhlé studium povariských mineralizací s karbonáty dolomitové skupiny (Fe-bohatý dolomit, Mg-bohatý ankerit) v horninách hornoslezské pánve ukázalo o něco nižší teploty (Th = 66–112 °C) ale také zastoupení i dalších chloridů v hydrotermálních fluidech, např. $MgCl_2$ (KUČERA *et al.* 2010). Izotopické složení kyslíku vody hydrotermálních fluid v rovnováze s dolomitem ($\delta^{18}O$ = −0,9 až +3,0‰ V-SMOW) podporuje interpretaci geneze fluid jako mořských solanek. Uhlovodíky v těchto povariských typech fluid nebyly zatím pozorovány.

V primárních inkluzích kalcitů (Paskov, Staříč) byl zjištěn stejný typ fluid (H_2O-NaCl-$CaCl_2$) i velmi blízké jeho další charakteristiky. Na základě podobností můžeme tato fluida a s nimi spojenou kalcitovou mineralizaci velmi pravděpodobně zařadit k povariské minerogenetické etapě.

8. ZÁVĚR

Z pohledu sukcese lze sestavit pro nízkoteplotní hydrotermální mineralizaci a minimálně pro příborskou oblast následující paragenetickou řadu: **křemen I – karbonáty I (dolomit, Fe-bohatý dolomit, Mg-bohatý ankerit, ankerit, siderit), pyrit I – sulfidy (chalkopyrit, pyrit II, millerit, sfalerit, galenit, markazit, siegenit), baryt – karbonáty II (kalcit), křemen II – dickit** (viz WELSER a UHER 2002, WELSER 2004, SMUTNÝ a WELSER 2006).

Hydrotermální mineralizace, vázaná na svrchně karbonské sedimenty, která je předmětem této práce, reprezentuje pozdně variské, přechodné nebo již pouze povariské mineralizace. Hydrotermální fluida zachycená ve fluidních inkluzích křemenů z Paskova a Staříče jsou bohatá na uhlovodíky a je možné je charakterizovat jako chemické systémy CH_4-CO_2, bohatá na vodní nízkosalinní fluida s uhlovodíky jsou typy H_2O-NaCl ± hhc, resp. hhc ± H_2O-NaCl. Dolomity a kalcity vznikaly z vysokosalinních fluid typu H_2O-NaCl-$CaCl_2$ charakteristických pro povariské mineralizace moravskoslezského paleozoika.

Dolomity krystalovaly ze stejných mateřských fluid povariského typu jako kalcity. Vzhledem k tomu, že dolomity patří k nejstarším v celé paragenezi tak je velmi pravděpodobné, že prezentovaná epigenetická mineralizace ČHP může být zařazena k povariské mineralizaci moravskoslezského paleozoika.

Snaha autorů o izotopické datování minerálů byla prozatím s výjimkou kalcitu, kdy všechny analyzované vzorky vyšly jako kenozoické (nepublikované údaje J. Jirásek), neúspěšná.

LITERATURA

Burkart, E., 1953: Moravské nerosty a jejich literatura. – Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 1003 p.

Davis, D. W., Lowenstein, T. K. and Spencer, R. J. (1990) Melting behavior of fluid inclusions in laboratory-grow halite crystals in the system NaCl-H_2O, NaCl-KCl-H_2O, NaCl-$MgCl_2$-H_2O and NaCl-$CaCl_2$-H_2O. – Geochimica et Cosmochimica Acta, 54, 591–601.

Dolníček, Z., Zimák, J., Slobodník, M., Malý, K., 2003: Mineralogy and formation conditions of the four types of hydrothermal mineralization from the quarry in Hrubá Voda (Moravo-Silesian Culm). – Acta Universitatis Palackianae, Geologica, 38, 7–22.

Dopita, M., 1959: Jednotný způsob označení uhelných slojí v ostravsko-karvinském revíru. – MS, Sdružení OKD. Ostrava.

Dopita, M., Králík, 1979: Anorganické minerální složky v uhelných slojích Ostravsko-karvinského revíru. – Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské v Ostravě, řada hornicko-geologická, 25, 2, 175–192.

Dopita, M., Aust, J., 1997: Úvod. – In: Dopita, M. (ed.): Geologie české části hornoslezské pánve, 9–16, Ministerstvo životního prostředí České republiky, Praha.

Dopita, M., Martinec, P., Tomis, L., Hoch, I., Merenda, M., 1997: Karvinské souvrství. – In: Dopita, M. (ed.): Geologie české části hornoslezské pánve, 87–113, Ministerstvo životního prostředí České republiky, Praha.

Dopita, M., Aust, J., Brieda, J., Černý, I., Dvořák, P., Fialová, V., Foldyna, J., Grmela, A., Grygar, R., Hoch, I., Honěk, J., Kaštovský, V., Konečný, P., Kožušníková, A., Krejčí, B., Kumpera, O., Martinec, P., Merenda, M., Muller, K., Novotná, E., Ptáček, J., Purkyňová, E., Řehoř, F., Strakoš, Z., Tomis, L., Tomšík, J., Valterová, P., Vašíček, Z., Vencl, J., Žídková, S. (1997): Geologie české části hornoslezské pánve. – 278 s., Ministerstvo životního prostředí České republiky, Praha.

Filák, P., 2006: Vliv fluviálních systémů na vývoj slojí petřkovických vrstev v dobývacím prostoru Staříč. – MS, Disertační práce, Hornicko-geologická fakulta, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava.

Folprecht, J., 1929: Sférosiderity. – Sborník Přírodovědecké společnosti v Moravské Ostravě, 5, 99–103.

Heijlen, W., Muchez, P., Banks, D. A., Schneider, J., Kucha, H., Keppens, E., 2003: Carbonate-hosted Zb-Pb deposits in Upper Silesia, Poland: Origin and evolution of mineralizing fluids and constraints on genetic models. – Economic Geology, 98, 5, 911–932.

Horylová, A., 1991: Nové výskyty milleritu v ostravsko-karvinském revíru. – Časopis pro mineralogii a geologii, 36, 1, 83–88.

Jansa, L., 1967: Sedimentologický vývoj karbonských souvrství v jižní části hornoslezské pánve. – MS, Disertační práce, Vědecko výzkumný uhelný ústav, Ostrava.

Jirásek, J., Matýsek, D., Alexa, P., Osovský, M., Uhlář, R., Sivek, M., 2020: High specific aktivity of radium isotopes in baryte from the Czech part of the Upper Silesian Basin – An example of spontaneous mine water treatment. – Minerals, 10, 2, 103.

Jirásek, J., Osovský, M., 2012: Millerit a další minerály z pelosideritových konkrecí z Dolu ČSA u Karviné (Česká republika). – Acta Musei Moraviae, Scientiae Geologicae, 97, 2, 69–75.

Kruťa, T., 1949: O nerostech, nerostných surovinách a předních nalezištích ve Slezsku. – Přírodovědecký sborník Ostravského kraje, 10, 281–319.

Kruťa, T., 1951: O nerostech z ostravsko-karvinského revíru. – Přírodovědecký sborník Ostravského kraje, 12, 4, 451–486.
Kruťa, T., 1952: O nerostech z ostravsko-karvinského revíru: pokračování a doplňky. – Přírodovědecký sborník Ostravského kraje, 13, 3-4, 402–408.
Kruťa, J., 1958: Příspěvky k moravské topografické mineralogii VII. – Časopis Moravského Muzea, Vědy přírodní, 43, 39–54.
Kruťa, J., 1960: Mineralogický výzkum ve Slezsku v roce 1959. – Časopis Slezského Muzea, Vědy přírodní, 21, 3, 373–384.
Kruťa, T., 1963: Mineralogický výzkum ve Slezsku v letech 1961–1963. – Časopis Moravského musea, Vědy přírodní, 48, 7–22.
Kruťa, J., 1965a: Příspěvky k moravské topografické mineralogii IX. – Časopis Moravského Muzea, Vědy přírodní, 50, 5–54.
Kruťa, T., 1965b: Mineralogický výzkum ve Slezsku v letech 1964–1965. – Časopis Slezského musea, Vědy přírodní, 14, 2, 131–136.
Kruťa, J., 1972: Příspěvky k moravské topografické mineralogii XI. – Časopis Moravského Muzea, Vědy přírodní, 61-62, 25–40.
Kruťa, T., 1973: Slezské nerosty a jejich literatura. – Moravské muzeum, Brno, 414 p.
Kučera, B., 1923: Seznam nerostů moravských a jich nalezišť. – Sborník Klubu přírodovědeckého v Brně za rok 1922, 5, 79–279.
Kučera, J., Cempírek, J., Dolníček, Z., Muchez, P., Prochaska, W., 2012: Rare earth elements and yttrium geochemistry of dolomite from post-Variscan vein-type mineralization of the Nízký Jeseník and Upper Silesian Basins, Czech Republic. – Journal of Geochemical Exploration, 103, 2-3, 69–79.
Kučera, J., Kučerová-Charvátová, K., Welser, P., 2004: Sediment hosted Zn–Pb–Cu mineralization in siliciclastic rocks from Moravosilesian Paleozoic: Fault controlled mineralizing fluids derived from evaporated seawater. – Geolines, 19, 72.
Kučera, J., Muchez, P., Slobodník, M., Prochaska, W., 2010: Geochemistry of highly saline fluids in siliciclastic sequences: genetic implications for post–Variscan fluid flow in the Moravosilesian Palaeozoic of the Czech Republic. – International Journal of Earth Sciences, 99, 269–284.
Kumpera, O., Foldyna, J., 1997: Tektonická stavba variského strukturního patra. - In: Dopita, M. (ed.): Geologie české části hornoslezské pánve, 114–125, Ministerstvo životního prostředí České republiky, Praha.
Martinec, P., 1997: Mineralogie uhlonosného karbonu. - In: Dopita, M. (ed.): Geologie české části hornoslezské pánve, 145–148, Ministerstvo životního prostředí České republiky, Praha.
Osovský, M., Jirásek, J., Matýsek, D., 2018: První nález anatasu v mineralizaci karbonátových konkrecí v české části hornoslezské pánve (Slezsko, Česká republika). – Acta Musei Moraviae, Scientiae Geologicae, 103, 2, 53–61.
Osovský, M., Jirásek, J., Matýsek, D., Peikertová, P., 2019: Anatas z epigenetické mineralizace tektonických poruch české části hornoslezské pánve. – Bulletin mineralogicko-petrografického oddělení Národního muzea v Praze, 27, 2, 317–323.
Osovský, M., Pauliš, P., 2013: Fluorapatit ze septáriových puklin pelokarbonátů svrchních sušských vrstev karvinského souvrství (česká část hornoslezské pánve). – Minerál (České Budějovice), 21, 3, 225–233.
Pauliš, P., Beneš, M., 2006: Nové nálezy milleritu na dole Staříč v ostravsko-karvinském revíru. – Minerál (Brno), 14, 4, 267–270.
Pauliš, P., Osovský, M., Sejkora, J., Malíková, R., 2014: Výskyt siegenitu a doporovodných sulfidů na dole ČSA, Karviná (Česká republika). – Bulletin mineralogicko-petrografického oddělení Národního muzea v Praze, 22, 2, 326–332.
Pauliš, P., Pour, O., Konečný, R., Davidová, E., 2021: Zaratit" s milleritem z Dolu Staříč, lokality Chlebovice. – Minerál (České Budějovice), 29, 4, 311-312.
Plášil, J., Sejkora, J., Litochleb, J., 2009: Siegenit a heazelwoodit v asociaci s milleritem z haldy dolu Lill (černojamské ložisko), Příbram, Česká republika. – Bulletin mineralogicko-petrografického oddělení Národního muzea v Praze, 17, 1, 101–104.
Rusek, P., Valošek, Č., 1959: Zpráva o výsledku geologicko-mineralogických pochůzek v okrese Český Těšín a Karviná říjen 1959; 13. část). – Zprávy Okresního muzea v Českém Těšíně, 24, 2–4.
Skoček, V., 1961: Karbonátové konkrece v uhlonosných sedimentech Ostravsko-karvínské pánve. – Sborník Ústředního ústavu geologického, oddíl geologický, 28, 309–346.
Slavík, F., 1926–28: Nerosty karvinských sferosideritů. – Sborník Přírodovědecké společnosti v M. Ostravě, 4, 90–93.
Slobodník, M., 1993: Polymetalické rudy ve spodním karbonu ve vrtu NT-1. – Zprávy o geologických výzkumech v roce 1992, 26, 74.

Slobodník, M., Muchez, P., Viaene, W., 1995: Formation conditions of Pb–Zn mineralizations in the Bohemian Massif. – In: J. Pašava, B. Kříbek, K. Žák (Eds.): Mineral Deposits: From Their Origin to Their Environmental Impacts, 323–325, A. A. Balkema, Rotterdam.

Slobodník, M., Muchez, P., Viaene, W., 1997: Hydrothermal fluid flow in the Devonian and Carboniferous of the Rhenohercynicum of the Bohemian Massif. – In: H. Papunen (Ed.): Mineral Deposits: Research and Exploration – Where do They Meet?, 583–586, A. A. Balkema, Rotterdam.

Slobodník, M., Muchez, P., Dolníček, Z., Žák, L., 1999: Regional occurrence of saline, mineralising fluids at the eastern border of the Bohemian Massif. – In: C.J. Stanley et al. (Eds.): Mineral Deposits: Processes to Processing, 901–904, A. A. Balkema, Rotterdam.

Slobodník M., Muchez Ph., Dolníček Z. (2001): Zn–Pb–Cu mineralization in reef carbonates beneath the Upper Silesian Basin, Czech Republic: possible extremity of the Silesian–Cracow MVT district. – In: A.Piestrzynski et al.: Mineral deposits at the beginning of the 21st century, A.A.Balkema Publishers, pp.209–212. ISBN 90–2651–846–3.

Slobodník, M., Muchez, P., Král, J., Keppens, E., 2006: Variscan veins: record of fluid circulation and Variscan tectonothermal events in Upper Palaeozoic limestones of the Moravian Karst, Czech Republic. – Geological Magazine, 143, 4, 491–508.

Slobodník, M., Jacher-Śliwczyńska, K., Taylor, M.C., Schneider, J., Dolníček, Z. 2008a: Plumbotectonic aspects of polymetallic vein mineralization in Paleozoic sediments and Proterozoic basement of Moravia (Czech Republic). – International Journal of Earth Sciences, 97, 1, 1–18.

Slobodník, M., Hurai, V., Čopjaková R., 2008b: Variská syntektonická fluida generovaná z paleozoických sedimentů Moravského krasu a Drahanské vrchoviny. – Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae, 93, 1–2, 113–126.

Smutný, Z., Welser, P., 2006: Siegenit z dolu Staříč. – Minerál (Brno), 14, 5, 350–352.

Stáhalík, J., 1972: Zpráva o druhém výskytu milleritu v Ostravsko–karvinském revíru. – Časopis Slezského Muzea, Vědy přírodní, 21, 19–21.

Šusta, V., 1932: Dva nové nerosty z karbonských sferosideritů ostravsko–karvinské oblasti. – Věda přírodní, 13, 306–307.

Valošek, Č., 1964: Zpráva o výsledku geologicko-mineralogických pochůzek v okrese Karviná a Frýdek–Místek. – Zprávy Okresního muzea v Českém Těšíně, 34, 10–11.

Welser, P., 1998: Analýza strukturně–tektonických poměrů Dolu Paskov. – MS, Disertační práce, Hornicko-geologická fakulta, Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. 98 s.

Welser, P., 2001: Poslední nálezy nerostů na dole Paskov. – Bull. mineral.–petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha), 9, 1, 314–316.

Welser, P., 2003: Tektonická stavba severovýchodní části příborské oblasti ČHP. – In: Proceedings of the XXVI Conference – Geology of coal–bearing formation of Poland, 139–146, AGH Publishing House, Cracow.

Welser, P., 2004: Epigenetické minerály dolů Staříč a Paskov. – Minerál (Brno), 12, 5, 369–374.

Welser, P., Malek, O., 2019: Krásné české millerity pocházejí také z Dolu Staříč. – Minerál (České Budějovice), 27, 3, 222–225.

Welser, P., Smutný, Z., 2008: Nové nálezy minerálů v ostravsko–karvinském revíru. – Minerál (České Budějovice), 16, 6, 494–500.

Welser, P., Uher, A., 2002: Epigenetická mineralizace zlomů a puklin v karbonských horninách na Dole Staříč. – Bulletin mineralogicko-petrografického oddělení Národního muzea v Praze, –10, 1, 298–303.

Welser, P., Waclawik, P., Hoch, I., Uher, A., 2005: Unikátní nález sfaleritu na dole ČSM ve Stonavě. – Bulletin mineralogicko-petrografického oddělení Národního muzea v Praze, 13, 1, 236–238.

Welser, P., Osovský, M., Malek, O., 2017: Baryty svrchního karbonu české části hornoslezské pánve. – Minerál (České Budějovice), 25, 5, 430–442.

Žáček, V., Frýda, J., 1995: Chemical composition of the sulphides accompanying coal measures in the Kladno coal district, Central Bohemia. – Věstník Českého geologického ústavu, 70, 2, 81–87.

Žídková, S., Krejčí, B., Martinec, P., Dopita, M., Brieda, J., 1997: Ostravské souvrství. – In: Dopita, M. (ed.): Geologie české části hornoslezské pánve, 43–87, Ministerstvo životního prostředí České republiky, Praha.