

PŘÍSPĚVKY K DĚJINÁM DOLOVÁNÍ STŘÍBRA

3

KUTNOHORSKO - VLASTIVĚDNÝ SBORNÍK 11/09



*Kalcit II, 5. patro, P-501, Benátecká žíla
Délka vzorku je 10 cm (M. Holub)*

Název: Kutnohorsko - vlastivědný sborník 11/09
Vydal: Vydavatelství a nakladatelství Martin Bartoš (Kuttna)
17. listopadu 97, 284 01 Kutná Hora (kuttna@seznam.cz)
Kutná Hora 2009

KUTNOHORSKÝ LOŽISKOVÝ APENDIX

Milan Holub

Historie téměř miliardy let

Záznam geologické minulosti v horninách kutnohorského revíru začal nejméně před 700-900 miliony let. Mořské sedimenty, v mladším proterozoiku (starohorách) zvrátněné do horského pásma, budují dnes značnou část východní a severovýchodní Afriky. Mořské sedimenty poměrně pestrého složení byly regionálně metamorfovány na konci proterozoika, (přibližně před 550-650 My - miliony let) a staly se součástí Afrického štítu. V hloubkách asi 20-30 km za středních až vysokých tlaků a relativně vysokých teplot, přesahujících 600 °C, vznikaly ruly a migmatity dnes budující krystalinikum kutnohorského revíru. Ve starším paleozoiku (prvohorách) se postupně od africké pevniny oddělovaly různě velké kry zemské kůry, které se přesouvaly oceánem (geology zvaným Japetus) k pevnině dnešního Baltického štítu. Koncem starších prvohor, ve svrchním devonu a spodním karbonu (před 300-360 My), byly variským vrásněním kry starších hornin spolu se sedimenty prvohorních moří zvrátněny a stmeleny v pásemné horstvo. Český masiv je nedílnou součástí tohoto starého pohoří, Paleoevropy.

V mladších prvohorách, karbonu a permu (před ca 350-250 My) se z tropických pralesů rostoucích u mořských zálivů a v jezerech mezihorských depresích tvořilo uhlí. V horských územích kyselá magmata pronikala zemskou kůrou. Na povrchu vznikaly sopky, v několika-kilometrových hloubkách žhavá magmata tuhla v podobě rozsáhlých granitových a granodioritových masivů. V permu kyselý vulkanismus zvolna utíchal a byl vystřídán bazickým, melafyrovým vulkanizmem. Tato permokarbonská fáze vývoje Českého masivu je v kutnohorském revíru prezentována žilnými vyvřelinami - žulovými porfyry a lamprofyry (Losert 1962, Holub-Jurák 1978).

Suchozemská eroze horstva pokračovala až do svrchní křídý. Koncem druhohor (ca před 95-85 My) byl Český masiv zaplaven mělkým (epikontinentálním) teplým mořem. V kutnohorském revíru zůstaly ve sníženinách terénu zachovány relikty sedimentů předchozích období, včetně reliktvů zvětralinových rud.¹ V exponovaném reliéfu „Hor třívrchých“ mořský příboj hluboce erodoval všechny měkké horniny, včetně zvětralinových rud. Širší okolí bylo přeměněno v abrazní plošinu pokrytou vápencí a vápnitými pískovci, později při rostoucí hloubce moře i slínovci. Z terciárního období se zachovala v okolí Roveňského pásma terasa šterkopísků a v jižní části Grunteckého pásma byly nalezeny písčité jíly. Během kvartérních chladných období značná část revíru byla pokryta váty sedimenty - vápnitými sprašemi. V nížině v severním předpolí revíru jsou přítomny i říční sedimenty související s tokem Labe a jeho přítoků.

V průběhu věků vznikaly i minerální asociace, které mohly být nebo i byly používány jako rudy. Příkladem je magnetitový skarn u Malešova, různé formy metamorfoenních žil se zlatem, či křemen-turmalinitové žíly s kasiteritem. Zlato a kasiterit vytvářely po zvětrání mateřských hornin drobná, v minulosti využívaná rýžoviska. Nejvýraznějším produktem pozdně variské minerogeneze byl vznik plutonogenní polymetalické mineralizace. Kutnohorská polymetalická ložiska vznikla, podle Pb izotopického stáří (Legierski-Vaněček 1965), koncem permu - přibližně před 250-255 My, relativně nehluboko pod povrchem².

¹ J. Bílek (1982) popisuje těžbu tzv. *stříbrných černí* na Skaleckém pásmu. Podrobněji ke zvětralinovým rudám v revíru M. Holub (2009).

² I když studium fluidních uzavřenin (Žák et al. 1993) ukazuje na značnou hloubku vzniku žil, geologická kritéria - např. přítomnost brekciových, druzových i kokardových textur rud, větvení žil směrem k povrchu atd. ukazují, že například dnešní výchozové partie Rejszkého a Turkaňského

Pro reliéf konce permu a počátku triasu byly v Českém masivu charakteristické ploché klenby či hráště, oddělované užšími tektonickými příkopy - brázdami³ typu mezihorských depresí. Kutnohorský revír byl součástí jedné z geomorfologických, hlubinnou energií podmíněných elevací v pokračování Centrálního moldanubického plutonu (Holub-Jurák 1978).

Krystalinikum

Geologií kutnohorského revíru se moderněji zabývali Bedřich Katzer (1885) a Rudolf Sokol (1925). Své válečné a poválečné výzkumy monograficky shrnul Jaromír Koutek (1951, 1966). Mnoho převážně mineralogicky a geochemicky zaměřených prací publikovali od padesátých let minulého století Jan Hus Bernard, Antonín Blüml, Jaroslav Hak, Vladimír Hoffman, Jan Kutina, Milan Kvaček, František Novák, Petr Pauliš, Alois Tacl, Zdeněk Trdlička, J. Vtělenský a další.

Jaromír Koutek v práci z roku 1966 popsal a v připojené mapě vyznačil rozsah výskytů leukokratických metamorfovaných hornin, které označil jako kaňkovskou ortorulu, v okolí Kaňku a výběžky kouřimských ortorul v okolí Křesetic, Malešova a Bykáně.⁴ Jiří Losert své poznatky o geologii revíru zahrnul do syntetické studie o regionální metamorfóze moldanubika, publikované v roce 1961. Jižní část revíru je, podle jeho koncepce, budována pestrá jednotkou⁵ kutnohorského krystalinika. Severní část revíru, v nadloží pestré jednotky, je budována monotonní jednotkou, kterou označil jako malínskou. V malínské jednotce rozlišil kaňkovské migmatity (Koutkovy ortoruly) a v jejich nadloží masivní biotitické ruly (zbyslavské vrstvy) s vložkami erlanů. Milan Holub, který strukturně a ložiskově mapoval kutnohorský revír, navázal na Losertovo litostratigrafické členění krystalinického podkladu (Holub et al. 1974, 1982, Holub 1985). Podstatné upřesnění geologie revíru přinesly nejen ražby důlních prací v severní části revíru, ale také desítky mapovacích a ložiskových vrtů. Podrobnosti o jejich výsledcích a odkazy na další nepublikované práce lze nalézt ve zprávách Miloše Mikuše a Milana Hušpauera (hlavně 1980, 1988, 1996).

V **pestré jednotce**, rozčleněné v litostratigrafickém sledu (tj. od nejnižší v geologickém řezu ležících hornin), rozeznáváme **spodní pestré souvrství** a **svrchní pestré souvrství**. Tyto jednotky budují jižní a jihovýchodní část revíru. V nejnižší části revíru vystupují svorové ruly a migmatity spodního pestrého souvrství s velkými tělesy ortorul⁶ (výběžky Koutkových kouřimských ortorul) a amfibolitů. Odkryvy těchto hornin lze nalézt v okolí Malešova a Křesetic.

Svrchní pestré souvrství buduje skalní výchozy v údolí Vrchlice od Karlova až k okolí Velkého rybníka. Podle výsledků průzkumných vrtů (Mikuš-Hušpauer 1988) většina žil Roveňského pásma proniká horninami tohoto souvrství. Pro celé souvrství je typické střídání

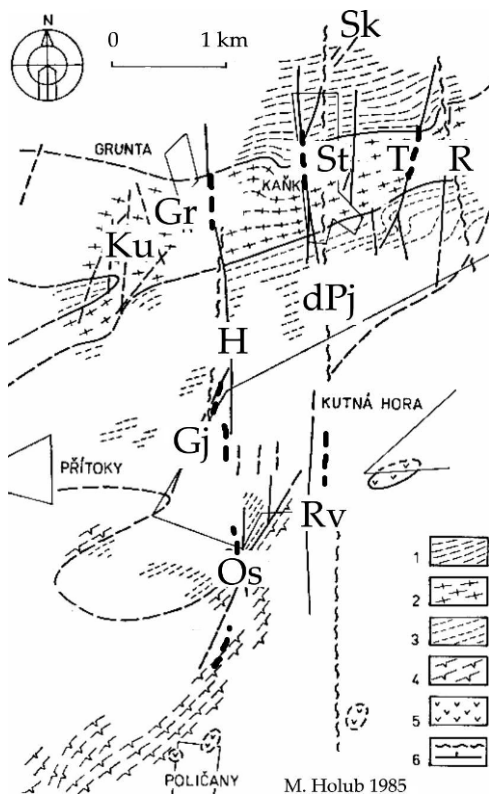
pásma vznikaly v hloubce okolo jednoho kilometru pod tehdejší povrchem. Vezmeme-li v úvahu i malý geotermický stupeň vycházející z prouhelněných slojek v českobrodském permu, zjistíme, že hydrotermální roztoky byly v hloubce okolo tří kilometrů v tepelné rovnováze se svým okolím.

³ Například dnešní Blanická, Jihlavská a Boskovická brázda.

⁴ J. Koutek vyznačil na severním svahu Turkaňku dislokaci sz.-jv. směru. Při ražbě chodeb na Turkaňském pásmu bylo zjištěno, že tato dislokace neexistuje, i když je stále tradována i v oficiálních mapách Českého geologického ústavu.

⁵ J. Losert a další autoři používali termín *pestrá série*. Termín série byl v naší literatuře používán v jiném smyslu, než schválila Mezinárodní stratigrafická komise. Proto je nyní v kutnohorském revíru používán neutrální termín *jednotka*.

⁶ Název ortorula je zde používán v konvenčním pojetí pro horniny většinou narůžovělých barev, bez výrazné foliace a s nerovnovážnou minerální asociací křemen, draselný živec, muskovit, distén. Podrobnější diskuze geneze hornin ortorulového vzhledu viz Mísař et al. (1983) a Holub (1985).



Obr. 1 - Geologické schéma kutnohorského revíru. Malínská jednotka: 1 - svrchní rul, 2 - centrální migmatity, 3 - spodní migmatitizované rul. Pestrá jednotka: 4 - svrchní pestré souvrství, 5 - tělesa hadců a amfibolitů. 6 - dislokace a rudní žíly. Mineralizační centra jsou vyznačena tlustě čárkovaně. Topografické názvy rudních pásem: Gr - Gruntecké, St - Staročeské, T - Turkaňské, R - Rejzské, H - Hloušecké, Gj - Grejfské, Rv - Roveňské, Os - Oselské, dPj dislokace Panské jámy

centimetrových až několik metrů mocných poloh různých metamorfítů. Ve většině případů lze pozorovat, že střídání má rytmický charakter. Běžné je střídání hornin ortorulového vzhladu s drobovými rulami, dále s různými typy dvojslídňých a svorových rul. Typické svory tvoří většinou jen několik centimetrů mocné vločky v předchozích horninách. K intenzivnější metamorfní diferenciaci a ke vzniku migmatitů⁷ došlo v úsecích výraznějšího detailního provrásnění. Odchylné vločky (amfibolity, vápence, erlány a ojedinele i polohy ortorulového složení) tvoří budiny několikametrové velikosti. Západně od Velkého rybníka na ostrohu Vrchlice byla v minulosti těžena železná ruda z magnetitových poloh v granát-pyroxenickém skarnu. V podloží křídových sedimentů mezi tímto skarnem a Bylany je známo několik magnetických anomálií, které však nebyly ověřovány.

V horninách pestré jednotky se střídají úseky téměř nezvrásněné, v nichž metamorfní foliace⁸ souhlasí s původní sedimentární vrstevnatostí, s úseky intenzivně zvrásněnými. Plošně rozsáhlejší vrásy jsou ohybového typu, drobnější vráskování je vyvinuto ve svorových vložkách a má charakter vlečných a střížných vrásek. V úsecích intenzivního provrásnění rigidnější a pestré horninové vločky vytvářejí budiny souhlasně uložené s metamorfní foliací.

V malínské jednotce (opět od spodu litostratigrafického sledu) rozeznáváme **souvrství spodních migmatitizovaných rul, souvrství centrálních migmatitů a souvrství svrchních rul.**

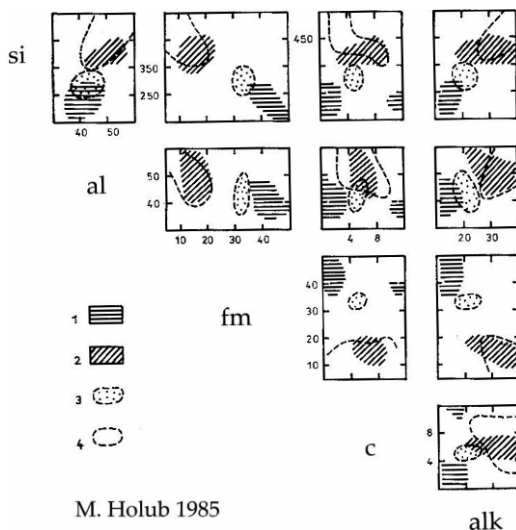
⁷ Migmatity jsou páskované horniny v nichž metatekt, tj. eutektikum aplitového složení, byl parciálně vytaven z horninového substrátu. K migmatitizaci dochází v horninách obsahujících vodu za teplot nad 600°C a tlaku vyšším než 1 až 1,5 kb (kilobaru). Zájemcům o genezi metamorfítů doporučuji publikaci B.W.D. Yardley (1989): *An Introduction to the Metamorphic Petrology.* - Longman, N.Y.

⁸ Při metamorfóze sedimentárních hornin vznikají vlivem měnící se teploty a tlaku nové minerály, které se orientují v poli napětí v závislosti na svých krystalografických vlastnostech. Destičkovité minerály - např. chlority a slídy - vytvářejí plošné útvary, označované jako foliace. Zrna sloupečkovitých a jehličkovitých minerálů jsou obvykle orientována rovnoběžně s osami drobných vrásek - vytvářejí lineace.

Spodní migmatitizované ruly jsou známy převážně z průzkumných vrtů a vystupují na den v centrální a jihozápadní části revíru. Přechod do nadložních centrálních migmatitů je pozvolný, časté je střídání mocnějších poloh migmatitů s polohami různě intenzivně migmatitizovaných rul. Nejnižnější část souvrství je odkryta v levém boku údolí Vrchlice pod kostelem sv. Barbory, v muzejní štole Oselského pásma a v údolí Bylanky. V této části již ubývá migmatitizace, horniny jsou masivnější, více biotitické. Vyskytují se zde budiny hornin, jež svou charakteristikou připomínají leptynity popsané Koutkem (1966). Přímý styk s podložní pestrá jednotkou není v terénu odkryt a ve vrtech nebyl podrobněji studován. Centrální migmatity tvoří pruh jdoucí od východního svahu Turkaňku přes centrum Kaňku, Kuklík k Vysoké. Kontakt migmatitového souvrství se svrchními rulami v nadloží není ostrý. Na přechodu je vyvinuta 10-50 m mocná zóna, v níž se střídají migmatity s rulami. Svrchní ruly budují nejsevernější část revíru a to severně od linie Hořany, Grunta, Panská jáma na Kaňku, důl Magda na severním svahu Turkaňku.

Jednotlivá souvrství malínské jednotky se liší kvantitativním zastoupením základních typů hornin - biotitických a dvojslídých rul, křemitých rul a migmatitů. Narozdíl od této obecné charakteristiky, která platí hlavně pro spodní migmatitizované ruly, je centrální migmatitové souvrství budováno typickými migmatity stromatitických (páskovaných), méně často oftalmitických (okatých), nebulitických (mlhavých) a ptygmatických (plastického toku) textur. Vložky rul petrograficky shodné s nadložními svrchními rulami tvoří polohy až několik metrů mocné, sledovatelné v důlních dílech na desítky metrů. Zajímavé jsou výskyty ložních poloh granodioritového složení a granitové (hypidiomorfně zrnité) struktury. Tyto útvary jsou mocné několik decimetrů, mají nepravidelný průběh a jsou značně nehomogenní. Obsahují smouhy okolních migmatitů a ve svém okolí, na rozdíl od žil žulových porfyrů, nepůsobí kontaktní přeměny. Usměrnění biotitů souhlasí s mladšími foliacemi (kliváží) v okolních migmatitech.

V souvrství svrchních rul se rytmicky⁹ střídají základní typy hornin - biotitické a dvojslídé ruly, křemité ruly, migmatity a poměrně řídké vložky erlanů. Podle sledování reliktní sedimentární textury v úsecích klidného neprovrásněného uložení hornin ideální, původně sedimentační rytmus má stavbu (od spodu): hrubý oftalmitický migmatit, stromatitický migmatit, migmatitizovaná nebo kvarcitická rula, masivní biotitická a dvojslídá rula často s kyanitem a granátem, biotitická rula s pecičkami kyanit-křemen-muskovitovými. Erlanové



M. Holub 1985

Obr. 2 - Chemické analýzy hornin krystalinika revíru přepočtené na Niggliho hodnoty (si - kyselost či bazicita horniny, al - nasycenost hliníkem, fm - železitost a hořečnatost, c - vápnitost, alk - alkálie). Svrchní členy rytmů: 1 - malínská jednotka, 3 - pestrá jednotka, 2 a 4 - odpovídající spodní členy rytmů.

⁹ Rytmická sedimentace je typická pro usazeniny z turbiditních (kalových) proudů, přenášejících neuzpevněné sedimenty z mořských šelfů na dno oceánských plání. Z každého proudu vzniká jeden rytmus (jedna vrstva) s nejhrubšími sedimenty na bázi a jemnými sedimenty při povrchu vrstvy.

vložky se vyskytují v nejvyšších částech rytmtů.

Malínská jednotka je intenzívně provrážděna a metamorfována v subfacii kyanit-almandinové. Metamorfní foliace většinou souhlasí s předmetamorfní vrstevnatostí. V místech intenzívních mezivrstevních pohybů je vyvinuta kliváž v osách vlečných vrásek. Při synmetamorfním vráždění vznikly různé typy lineací - např. orientovaný růst minerálů, drobné svaštění a vráskování, osy vrásek decimetrové a centimetrové velikosti.

Holub (1985) se pokusil, za předpokladu izochemické metamorfózy, přesněji zjistit litologii výchozích sedimentů. Dospěl k závěru, že bazální části rytmtů v pestré jednotce se svým složením neliší od typických kouřimských ortorul. Ve srovnání s malínskou jednotkou mají vyšší obsahy SiO₂ a nižší obsahy Fe, Mg, Ti a snad i Al. Obdobně i svrchní části rytmtů pestré jednotky mají nižší obsahy Fe, Mg, Ti a naopak vyšší obsahy alkálií a Ca než odpovídající horniny malínské jednotky. Při srovnání chemického složení metamorfítů kutnohorského revíru s recentními sedimenty zjistil, že horniny malínské jednotky vznikly převážně z jílovců až drob, naproti tomu horniny pestré jednotky odpovídají drobům až arkózám, či žulovým magmatitům. Spodní členy rytmtů malínské jednotky vznikly z drob a v pestré jednotce z drobových pískovců až arkóz. Svrchní členy obou sérií vznikly z jílovitých sedimentů zčásti již náležejících křemité facii. Oproti složení recentních jílu jsou metapelite obou jednotek výrazně obohaceny draslíkem. Toto obohacení může být jak primární, sedimentárního původu, tak mohlo vzniknout při diagenézi či metamorfóze přenosem draslíku z klastik tvořících spodní části rytmtů.

Srovnání obsahů stopových prvků s klarky (průměrnými hodnotami v horninách) ukázalo, že obsahy stopových prvků a poměry mezi nimi se téměř neliší od obsahů v sedimentech, z nichž se předpokládá jejich vznik. Výjimkou je nejvyšší část pestré jednotky a nejnižší část malínské jednotky, v nichž se objevují zvýšené obsahy Ag, Pb, Zn, Cu, Ni, Co, Bi, As, Mn a Cr. Toto zvýšení je nejspíše způsobeno příměsí bazického až intermediárního vulkanogenního materiálu v původních sedimentech. Vzorky ortorul pestré jednotky, ať již pocházejí z velkých těles (kouřimských ortorul) či spodních částí rytmtů, mají velmi jednotné složení. Obsahy stopových prvků jsou v nich obdobné obsahům v kyselých magmatitech chudých vápníkem.

V malínské jednotce došlo v průběhu metamorfózy a vráždění k inverzi plasticity hornin. Původně plastické jílovce byly při metamorfóze zpevněny v ruly a naopak rigidnější bazální části rytmtů se staly v důsledku metamorfní mobilizace metatektu plastickými. Výsledkem těchto změn byl diapirový pohyb centrálního migmatitového souvrství jako celku a jeho shrnování do osově části flexury (jednostranné vrásky). Je pravděpodobné, že vznik flexury byl podmíněn i nestejnou sedimentární mocností tohoto souvrství (Holub et al. 1974).

Dislokační a puklinová stavba

Hydrotermální roztoky, z nichž vznikaly polymetalické žíly, pronikaly do již existujícího systému puklin a trhlin¹⁰. Proto je znalost orientace a vlastností puklin a trhlin základním předpokladem pro analýzu struktury revíru.

Pararuly obou litostratigrafických jednotek jsou intenzívně rozpukány, četnost puklin v povrchových výchozech se pohybuje mezi třemi až deseti puklinami na jeden metr. Migmatity a horniny ortorulového vzhledu mají četnost puklin asi třikrát nižší. Na Turkaňské jámě bylo zjištěno, že puklin do hloubky ubývá. Četnost puklin se snižuje zvláště v migmatitech. Na pátém patře je četnost puklin přibližně o jeden řád nižší, než na prvním

¹⁰ Trhlinou je nazývána puklina, po níž nastal pohyb. Pokud vznikly v důsledku pohybů po trhlinách různé výplně uvnitř trhlin - tektonické jíly, břidlice, brekcie aj. - jsou takovéto trhliny obvykle označovány jako tektonické dislokace.

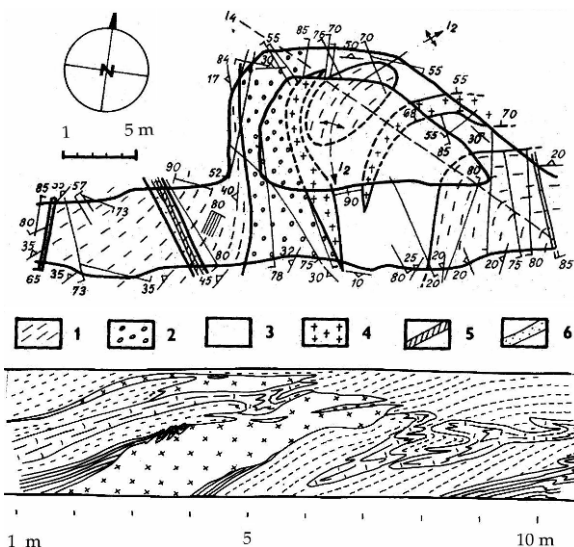
patře¹¹. Pukliny v celém území tvoří zákonité systémy k místně převládajícím synmetamorfním lineacím, neboť jimi je určena tektonická anizotropie hornin.

Všeobecně v severní a jižní části území převládají strmé pukliny směru s.-j. V centrální části revíru jsou nejčetnější pukliny směru sz.-jv. Pukliny jsou orientovány přibližně kolmo k průběhu horninových pruhů. Pukliny v pararulách malínské jednotky jsou většinou rovné, ale neprobíhají na vzdálenost větší než několik metrů. V místech detailního provrásnění je jejich průběh ovlivňován místní stavbou. Časté jsou smykové dvojice puklin svírající úhel okolo 30-40°. Pukliny v migmatitech jsou méně hojné. Kratší bývají rovné, delší jsou však nerovné. Pukliny v pestré jednotce jsou většinou nerovné, často rychle mění svůj směr a sklon na střídajících se odchylných horninových vložkách. Časté jsou případy výrazných puklin v horninách ortorulového vzhledu, mizících ve svorových vložkách.

Výrazné dislokace ovlivňující lokalizaci a vývoj polymetalického zrudnění¹² jsou, podle mapy M. Mikuše (in Mikuš-Hušpauer 1988), v severní části revíru přítomny zvláště na Grunteckém a Staročeském pásmu. Jsou orientovány ve směru ssz.-jjv. až s.-j. Drobnější zpeřené dislokace zde mají také směr sv.-jz. Na Grunteckém pásmu byl zjištěn kombinovaný posun a pokles západní kry o několik set metrů (Hoffman et al. 1982). Systém dislokací (většinou západního úklonu) od Grunteckého pásma pokračuje k jihu, přes Hloušecké pásmo, okraj Grejfského pásma do oblasti pásma Oselského.

Na Staročeském pásmu je výrazná severojižní dislokace Panské jámy, omezující Staročeské pásmo od východu a upadající strmě k východu. Tato dislokace se v centrální části revíru dělí, podobně jako Staročeské pásmo, do řady větví. Směrně v jižní části revíru na tento systém navazují dislokace v oblasti Roveňského pásma.

Na Turkaňském a Rejzském pásmu převládají dislokace směrů ssv.-jjz. které byly jednak využity rudonosnými roztoky, jednak porudní pohyby na nich porušují polymetalickou mineralizaci. Pravděpodobné dislokace, omezující hadcové těleso u Malína a pokračující k jihu nebyly ověřovány. V jižní části revíru byl na Roveňském pásmu (Mikuš-Hušpauer 1988) vrty zjištěn i systém dislokací převážně s.-j. směru. Na Grejfském a Oselském pásmu je, mimo směru s.-j., výrazně přítomen i směr sv.-jz. Drobnější dislokace a dislokace, které sloužily jako přírodní dráhy mineralizace, tvoří v úrovni současného erozivního řezu zpeřené



Obr. 3 - Synmetamorfní pegmatit (obsahující kyanit a dumortierit) v ose vlečné vrásky ve svrchních rulách. Výřez geologické mapy překopu P-301, ochoz u Panské jámy a detail severovýchodní stěny ochozu. 1, 2 - různé typy rul, 3 - migmatity, 4 - pegmatit, 5 a 6 - hydrotermální alterace

¹¹ Výškový rozdíl obou pater je 350 m.

¹² Časové změny orientace tenzoru napětí lze analyzovat srovnáním sukcese trhlin s různými výplněmi - žilnými horninami, mineralizací aj.

S.	MINERÁLY	ŽILY																
		St	Lá	Tu	Re	Sk	Ni	Ku	Gu	Gf	Hl	Ro	Os	J				
I.	KASITERIT	•		•	•		•											
	ARZENOPYRIT I				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
	PYRIT I																	
	KŘEMEN I		x															
	SFALERIT					x						x					x	
	STANIN	x	x	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	CHALKOPYRIT I	•	•	•	•													
	PYRHOTIN				x	x		•	x	x	x		•	•	•	•	•	•
	PYRIT II	x		x	x		•	x	x	•	•							
	MARKAZIT I	•		x	x		•	•	x	•	•			•				
	KUTNOHORIT							x		x	x							
	DOLOMIT			x	x	x			•	x	•							
	RODOCHROZIT													x	•	•	x	
	MANGANSIDERIT								•									
II.	KŘEMEN II	x	•	x	x		x	•	x	•	x	x	x	x	x	x	x	
	ARZENOPYRIT II	•			•													
	GALENIT	•	x	x		x	x	x	x	x	•	x	x	x	x	x	x	
	RYŽÍ Bi (± Bi-FÁZE)	•		•					•									
	Pb-Sb-SULFOSOLI				•	•		•		•	•	•	•	•	•	•	•	
	DIAFORIT				•	•				•	•	•	•	•	•	•	•	
	FREIBERGIT, TETRAEDRIT	•	•	•	x	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	x
	RYŽÍ ZLATO				•													
	CHALKOPYRIT II	x	x	•	•		•	•	•									•
	SIDERIT	x					•	•			•	•	•					
	KALCIT I	x					•	•				x	x	x	x	x	x	
III.	PYRARGYRIT - PROUSTIT	•	x	•	•	•		•			•		•	•	•	•	x	
	MIARGYRIT	•	x					•						•	•	•	x	
	ELEKTRUM		•														•	
	RYŽÍ STŘÍBRO				•	•								•	•	•	•	
	STEFANIT - POLYBAZIT (?)				•			•									•	
	AKANTIT				•	•								•	•	•	•	
	BERTHIERIT	•	•	•				•		•	•		x	x	x	x	x	
	ANTIMONIT							•		•	•			•	•	•	•	
	GUDMUNDIT			•													•	

Obr. 4 - Relativní zastoupení minerálů na hlavních pásmech revíru (Holub et al. 1982, zjednodušeno).

Četnost výskytů: ■ hlavní, x vedlejší, • akcesorický.

Pásma: St - Staročeské, Lá - Láskovská žíla, Tu - Turkaňské, Re - Rejzské, Sk - Skalecké, Ni - Nifelské, Ku - Kuklické, Gu - Gruntecké, Gf - Grejfské, Hl - Hloušecké, Ro - Roveňské, Os - Oselské, J - jižní část revíru.

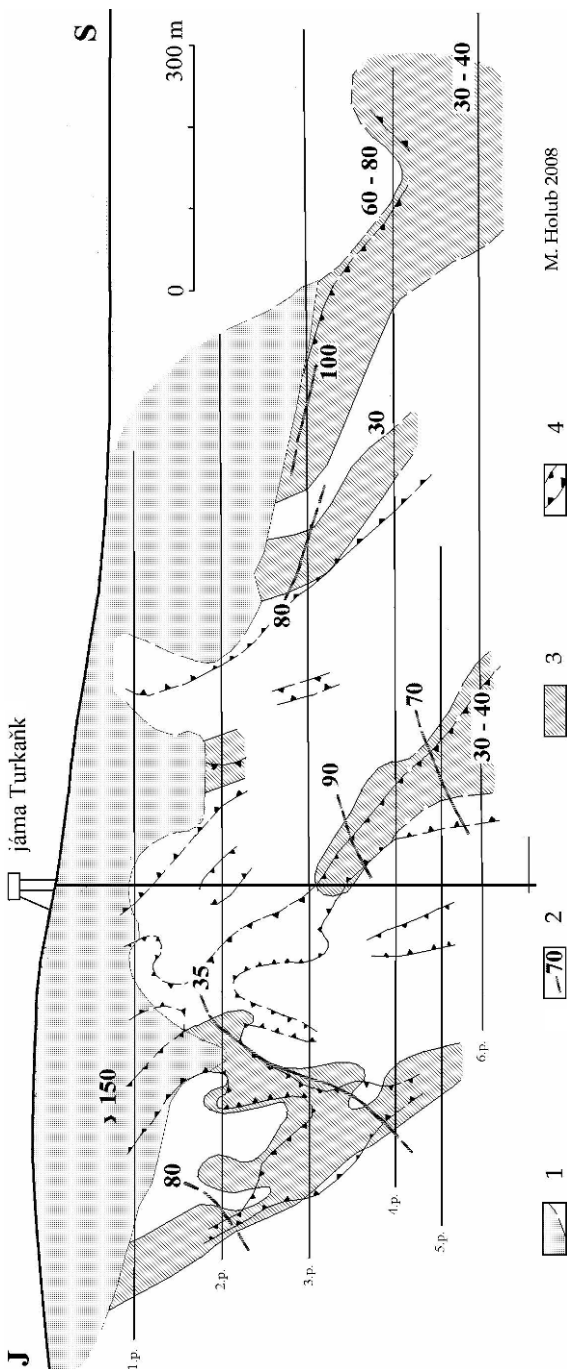
struktury k výrazným dislokacím. Dislokace sz.-jv. směru na severním úpatí Turkaňku, uvedená v geologické mapě 1:200000 (list Jihlava) plnou čarou jako zjištěná, nebyla báňskými pracemi potvrzena.

Rudní žíly vyplňují trhlinový systém, vzniklý pravděpodobně v závěru variského vrásnění, systém, jehož orientace je ovlivněna starší, metamorfogenní stavbou krystalinika. Mineralizované a hydrotermálně alterované trhliny a dislokace tvoří systém smykových trhlin, typický pro přechod z antiklinály do synklinály. Pro tento přechod je charakteristické sbíhání diagonálních směrů trhlin k ose antiklinály (v kutnohorském revíru k východu) a zvětšování vzájemného úhlu zpeřených trhlin směrem k ose synklinály. V západní části revíru svírají

smykové mineralizované trhliny úhel 75° . Směrem k východu úhel obou strukturních směrů klesá na 45° . Ostrá středná diagonálních struktur má směr okolo 10° . Tento směr ostré středné se nejvíce blíží hlavní mineralizované struktury a dislokace revíru, což svědčí o tahovém charakteru těchto struktur v době mineralizace.

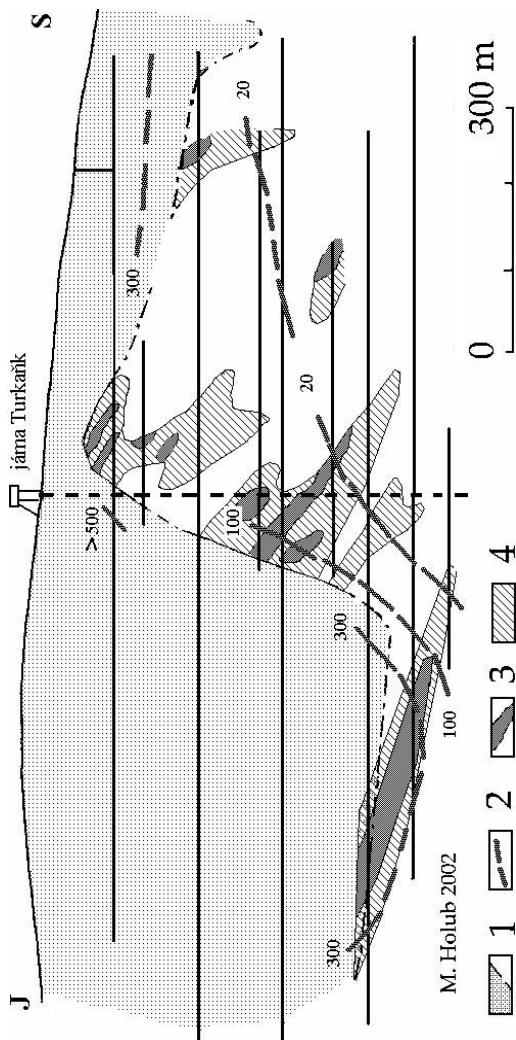
Většina žil kutnohorského rudního revíru představuje komplikované strukturní útvary. Mineralizace nevyužívala jednoduchých otevřených puklin, ale pronikala do intenzívně porušených zón v okolí průběžných smykových trhlin. Na většině žil lze pozorovat větvení struktur směrem vzhůru, k povrchu. Směrem do hloubky je naopak patrné soustředování mineralizace do hlavních struktur.

Žíly bývají složeny ze struktur vytvářejících tautozonální systémy trhlin spolu s průměrnými polohami foliací, přesněji s rozhraním petrograficky a hlavně fyzikálně mechanicky odchylných horninových celků. Délky jednotlivých úseků žil závisí jednak na řádu struktury (čím vyšší řád, tím delší struktury), jednak na mocnostech okolních horninových celků. Při pestrém střídání hornin jsou smykové trhliny velice nepravidelné. Pro



M. Holub 2008

Obr. 5 - Schéma distribuce rudních sloupů - Turkaňské pásmo. 1 - dosah starých doboývek, 2 - izolinie obsahů stříbra (g/t, ppm), 3 - sloupky zinku - kontura jedno metrcoprocento, 4 - sloupky křemene a prokřeměnění - kontura jeden metr mocnosti.



Obr. 6 - Schéma distribuce rudních sloupů - Rejzské pásmo. 1 - dosah starých dobývek, 2 - izolinné oblasti stříbra (g/t, ppm), 3 - sloupky olova - kontura jedno metrciento, 4 - sloupky zinku - kontura jedno metrciento kontura jeden metr mocnosti.

byly úseky brekciových textur, které vznikaly hlavně v migmatitech a při jejich styku s okolními rulami a dále při vzájemných průnicích struktur hlavních řádů (včetně průníků s lamprofy).

Starší křemenné a turmalinitové žíly

Z okolí Křesetic popsal Losert (1968) žilky křemene s hnědým jehličkovitým turmalínem a akcesorickým kasiteritem. Tyto žíly, dosahující zřídka větší mocnosti než několik decimetrů, označil za „žíly turmalín-kasiteritové formace“ s paragenezí minerálů kasiterit, apatit,

vznik průběžných a dlouhých trhlin byly nevhodnější migmatity malínské jednotky. Naopak v rulovém souvrství a v pestré jednotce, v úsecích častého střídání hornin o různých fyzikálně mechanických vlastnostech vznikaly většinou zóny četných, směr a sklon měnících a větvičích se puklin, ve kterých se roztoky rozptylovaly a mohly rychleji reagovat s okolím.

V severní části revíru dílčí struktury žil svírají obvykle úhel 15° - 30° . Mineralizovány jsou hlavně struktury směru 0° - 15° , upadající pod 60° - 70° k západu. Ostatní směry jsou většinou hluché. To je ovšem jen všeobecná tendence, každá z žil má svou specifikou, plynoucí z místních podmínek.

Ekonomicky nejdůležitější mineralizace bývá soustředěna na okrajích drobných hrástí¹³. V ostatních případech se vyvinuly spíše širší zóny drobných trhlin nižších řádů, v nichž je mineralizace rozptýlena (pásmo Nifelské, Alžbětino atd.).

Důležitými místy pro pronikání rudních roztoků

¹³ Staročeské pásmo je omezeno Hlavní žílou na západě a dislokací Panské jámy na východě. Turkaňská a Rejzská pásmo tvoří drobnou souklopně omezenou hrást'.

turmalín, draselný živec, arzenopyrit a křemen. Rozeznal čtyři facie křemenných žil, a to žilnou, metasomatickou, turmalinitovou a pegmatitovou.

Obdobné žilky s převládajícím křemenem a masou mikroskopicky jehličkovitého hnědého turmalínu (dále jen turmalinitu) byly nalezeny v prostoru Staročeského pásma. Zvláště hojně jsou v okolí Benátecké žíly a je pravděpodobné, že tato žíla sleduje jejich strukturu. Žilky jsou většinou drobné, nejvýše několik centimetrů mocné. Časté jsou skupiny žilek, které probíhají na vzdálenost několika metrů a kulisovitě nasazují a vyklíňují. Byl pozorován laterální přechod turmalinitové žilky do žíly mléčného předrudního¹⁴ křemene. Vnitřní kontakty žilek jsou většinou tvořeny aplitickou horninou, často drcenou. Rovněž turmalíny nesou stopy několika násobného drčení a dorůstání jedinců. Křemen tvoří většinou centrální části žilek. Akcesoricky se vyskytují apatit a rutil (pohromadě s turmalínem). Kasiterit je velmi vzácný.

V téže zóně s turmalinitou a řidčeji i v ostatních místech se v horninách malínské jednotky vyskytují pravé a sedlové žilky a žíly hluchého bílého a šedého křemene. Tyto žilky, mocné několik centimetrů až dva decimetry, nemají vyvinutý výraznější alterace ve svém okolí. Na kontaktech žil jsou většinou aplitické lemy. Tyto křemenné žilky jsou starší než polymetalické zrudnění, což je pozorovatelné na řadě míst Turkaňského a Staročeského pásma. Tento křemenný byl v dokumentaci označován jako „*nultý křemen*“. Obdobné sedlové žilky křemene byly pozorovány i v horninách ortorulového vzhledu v okolí Křesetic a Bykáně. Sedlové žilky jsou vyvinuty na plochých synmetamorfních vráskách. V jižní části revíru žilky turmalinitů a (hluchého) křemene vyplňují většinou drobné kulisovité trhliny směru sz.-jv. a vzácněji směru s.-j. a v.-z.

Z hlediska stáří a geneze se zřejmě jedná o heterogenní skupinu mineralizací. Pro jejich dělení chybí jednoznačná kritéria. Žilky tvoří výplně pozdně synmetamorfních ohybových, tahových a smykových puklin, mající aplitové endokontakty Jsou pravděpodobně prevariské. Turmalinitové žilky jsou starší než pozdně variské žíly lamprofyřů. Stáří turmalinitových žilek a navazujících křemenných žil je sporné, vzhledem k nedostatečně prostudovaným nevýrazným hydrotermálním alteracím v jejich okolí.

Polymetalická mineralizace

Žíly a pásma

Rudní kutnohorské výskyty bývají shrnovány do skupin označovaných jako pásma. Obvykle jich bývá jmenováno 14 až 20. Do jednotlivých pásem bývá zařazováno několik žil. Rozdíl mezi pásmy a žilami spočívá podle některých autorů v tom, že pásma jsou tvořena několik desítek metrů mocnými zónami hydrotermálně alterovaných hornin¹⁵, v nichž se ruda vyskytuje v podobě jednotlivých sloupců a žil. Naproti tomu bývá zdůrazňováno, že se vyskytují také „pravé“¹⁶ žíly s poměrně úzkými lemy hydrotermálních alterací. Věnujeme-li bližší pozornost tomuto problému, zjistíme, že název pásmo má v první řadě topografický význam.

¹⁴ Z hlediska vztahu k polymetalické mineralizaci.

¹⁵ Hydrotermální přeměny začínají obvykle odnosem železa z tmavých minerálů. V horninách kutnohorského revíru se nejdříve biotit mění ve světlý bauerit. Při pokračující přeměně je bauerit nahrazován směsí zelených chloritů a sericitu. Živce jsou nejdříve hydrolyzovány, vzniká z nich směs sericitu a křemene. Postupně jsou z alterované horniny vynášeny alkálie a alkalické kovy. Ze sericitu a chloritů vznikají jílové minerály. V konečné fázi přeměn je přinášeno SiO₂, dochází k hydrotermálnímu prokřemenění. Pokud je v hornině přítomna síra, vznikají v průběhu všech stupňů přeměny sulfidy Fe, hlavně pyrit a pyrotin. Při nedostatku síry mohou vznikat oxidické a hydroxidické minerály Fe.

¹⁶ *Pravými* žilami jsou v geologii nazývány žíly procházející napříč horninami. Žíly souhlasně uložené se stavbou hornin (vrstevnatostí, foliací) jsou *ložními* žilami.

Rozdíl v mineralizaci a v mocnosti alterací mezi některými mineralizovanými zónami a žilami je způsoben různým vztahem k hlavním strukturám revíru - například na Staročeském pásmu k dislokaci Panské jámy. Považujeme-li tuto dislokaci za prvořadou strukturu (rozsáhlé alterace a minimální mineralizace), potom Hlavní žíla tohoto pásma (rozsáhlé alterace i rozsáhlá mineralizace) je strukturou druhého řádu. Ostatní pásma a žíly v okolí (Alžbětino, Niffelské, Skalecké a drobnější žíly Staročeského pásma) jsou strukturami nižších řádů. Mají menší plošný rozsah, poměrně úzké lemy hydrotermálních přeměn a relativně vyšší obsah žiloviny a rud. Jejich ekonomický význam je však podstatně menší než má či měla Hlavní žíla. Obdobně lze analyzovat i další pásma. Rudní čočky jsou na „pravých“ žilách drobnější a jsou více ovlivňovány místními strukturálními a litologickými poměry.

Kutnohorská pásma bývají také dělena na pásma kyzová, přítomná v severní části revíru a na pásma stříbrná. Někdy jsou vydělována ještě pásma přechodná. Toto dělení, svým způsobem odrážející zonálnost rud v revíru, má prapůvod v ranné novověké hutní technologii. Podle chování rud při tavení byly rozlišovány kyzy a leštence^{17,18}. Koutek (1951) v podstatě převzal dělení revíru na pásma kyzová a stříbrná a rozdělil revír na zóny podle temperovanosti rudních formací. Nejseverněji stanovil zónu kyzových rud, která k jihu a jihozápadu přechází do zóny olovnato-stříbrných rud a nejnižněji do zóny antimon-stříbrných rud. Za zdroj mineralizace pokládal chaletický masív nebo neznámý masív ukrytý pod křídou severně od revíru. Bernard (1953), který rozeznal vertikální vývoj mineralizace zvláště na Rejzské žíle, uvažoval o vlivu nadmořských výšek na charakter mineralizace. Později upozornil na značnou podobnost kutnohorského revíru s revírem freiberským a zařadil kutnohorský revír k žilnému doprovodu moldanubického plutonu. O vlivu teploty rudonosných roztoků na složení mineralizace uvažovali Hak s Novákem (1970), kteří předpokládali kyselou intruzi pod kutnohorským revírem, indikovanou zápornou gravimetrickou anomálií.

Mineralizační centra

Hydrotermální roztoky pronikaly k povrchu plochami dislokací a trhlin. Horké, silně kyselé roztoky rozkládaly minerály okolních hornin a vynášely kationy. Některé z kationů krystalizovaly ve vyšších částech hydrotermálních systémů většinou v podobě karbonátů (Ca, Mg, část Mn), sulfidů (Fe), nebo byly vynášeny až k povrchu a s vřídelnými vodami byly rozptylovány do prostředí. Hluběji pod povrchem rudonosné roztoky obsahovaly rudní prvky vázané

¹⁷ Kutnohorské leštencové rudy (stříbrnosný galenit s freibergitem) byly samy o sobě snadno hutnitelné (po vypražení) redukčním tavením s olovem a následným oxidačním „odháněním“ olova ze získané, stříbrem obohacené slitiny. Snaha po získání i dalšího stříbra vedla k hutnění koncentrátů obsahujících další minerály rudniny. Při hutnění rud obsahujících směs minerálů Pb, Zn, Cu, Fe aj. vzniká stabilní vysokoteplotní komplexní sulfid prakticky nerozdělitelný za teplot dosahovaných při tavně pomocí dřevěného uhlí. Z tohoto sulfidu lze získávat stříbro jen tavením s nákladným a enormním přidáváním olova.

V kutnohorském revíru postupně převládla metoda hutnění, při níž se většina těžkých škodlivin - síra, arzén, zinek, antimon - odstranila pražením. Při pražení se navíc dekrepitací (výbuchy kapalných mikrouzavřenin) rozmělnoval i křemen a silikáty rudniny. Při tavně byla v peci nejdříve roztavena světlá „lehká a tekutá“ olovo obsahující struska, získaná z minulých taveb. Do této téměř eutektické silikátové taveniny byl postupně přidáván praženec, olovo, klejt a struskotvorné přísady - potaš, soda nebo jen popel z dřevěného uhlí. Přidáním kyzů (hlavně lehce tavitelného pyrotinu s vysokým obsahem železa oproti ostatním kyzům) se dosáhlo toho, že měď přecházela do kamínku a zvýšený obsah železa v tavenině měnil rozpustnost stříbra, které lépe přecházelo do olova. Při tavně tak vznikala i „těžká“ železitá struska, většinou považovaná za odpad.

¹⁸ Obdobně byly ve druhé polovině dvacátého století v revíru rozlišovány rudy z hlediska jejich floační upravitelnosti na prodejné koncentráty.

na komplexní sloučeniny síry, chloru a kyslíčnicku uhličitého. Tyto roztoky byly zprvu v rovnovážném stavu. Při vzestupu k povrchu, do chladnějších hornin, přecházely roztoky do metastabilního stavu. Vnější impulzy, například rychlé snížení tlaku v důsledku změny hydraulických poměrů při zemětřesení, zvýšená interakce s okolím v zóně otvírání drobnějších puklin a intergranulár, změna chemizmu okolních hornin či změna jejich potenciálů (hojný pyrit či grafit), způsobily rozpad komplexních sloučenin. Z roztoku se začaly vylučovat rudní minerály. Rozpad se šířil i proti proudu přicházejícího metastabilního roztoku. Rudní minerály se vylučovaly v kutnohorském revíru v hloubkovém intervalu několika set metrů, snad až dvou kilometrů.

Rudní prvky krystalizovaly z roztoku převážně jako sulfidy. V Kutnohorském revíru bylo na důlních a dalších průzkumných dílech zjištěno několik minerálních asociací, které se na žilách opakují ve stejném sledu. Toto opakující se schéma je označováno jako zonálnost rud.¹⁹ V nejhlubších částech Hlavní žíly Staročeského pásma se vyskytuje zóna Fe a Fe-As sulfidů (dále jen zóna Fe-As), tvořená hlavně pyritem, pyrhotinem a arzenopyritem. V této zóně byly zjištěny poněkud zvýšené obsahy Au (0,05-0,5 g/t). Směrně a vzhůru přechází tato zóna do zóny Cu-rud. V ní přistupuje k předchozím minerálům chalkopyrit²⁰ doprovázený freibergitem (obsahy Ag se v této zóně na 5. patře pohybují mezi 50-150 g/t). Ještě výše a ve větší směrné vzdálenosti se nalézá zóna Sn-Cu-Zn-rud (též komplexních rud), tvořená předchozími minerály, dále staninem a tmavým, téměř smolně černým sfaleritem. Z této zóny jsou známy nejvyšší obsahy Zn a In. Ubýváním staninu a chalkopyritu přechází tato zóna do zóny Zn-rud. Zároveň směrně i dovrchně ubývá i pyrhotinu. Na Turkaňském pásmu přechází tato zóna směrem vzhůru a do stran do Pb-Zn-rud. Galenit se nejdříve vyskytuje na zpeřených strukturách, výše přechází do vlastní žiloviny. Na přechodu obou zón značně ubývá pyrhotin a arzenopyrit je vázán prakticky pouze na okolorudní alterace. Zároveň stoupá obsah Ag v rudách a objevuje se i makroskopicky patrný tetraedrit-freibergit.²¹ Tento typ rud je typický pro jižní část Rejzského pásma. V jižním okraji Turkaňského pásma byla navrtána i mineralizace Pb-Ag zóny, běžná v jižních částech revíru, tvořená pyritem, galenitem, freibergitem a podřízeným světlejším sfaleritem.

Nejnižší zóny tohoto idealizovaného řezu dosahují nejvýše v úsecích brekciových textur, které bývají vyvinuty převážně v migmatitech, většinou podél jejich styku s rulami. Minerály Sb-Ag mineralizační periody tuto všeobecnou zonálnost nedodržují, vyskytují se v severní části revíru převážně v okolí strukturálních uzlů, lamprofytů apod.

Uvedenou zonálnost dodržují obvykle rudy na několika sousedních žilách i pásmech, se společným východiskem (centrem) zonálnosti a obdobným směrem jejího spádu. Společný střed zonálnosti indikuje pravděpodobně mineralizační centrum, místo hlavního přítoku rudonosných roztoků.

Srovnáme-li mapy rozšíření zájmových minerálů²² v ploše revíru se znalostí o zonálnosti rud, jsou nápadné některé skutečnosti. Arzenopyrit je rozšířen v celém revíru a vytváří řadu center na hlavních strukturách revíru. Pyrhotin je rozšířen hlavně na pásmech v severní části revíru. Podružně je přítomen na Kuklickém, Hloušeckém a Grejfském pásmu. Na Oselském a v severní části Roveňského pásma se vyskytuje akcesoricky, i když v historických zprávách jsou údaje o „fryšši“ (pyrhotinu?) obsaženy. Dá se říci, že pyrhotin je typickým minerálem pro rudy v malínské jednotce. Sfalerit je extenzívně rozšířen a vytváří řadu center na hlavních

¹⁹ Též zonálnost rudních typů.

²⁰ Chalkopyrit II ideálního sukcesního schématu.

²¹ Ag má ovšem na všech žilách samostatnou zonálnost. Do hloubky ho ubývá.

²² Z detailního mineralogického mapování, revize muzejních a některých soukromých sbírek, excerpe literárních a historických zpráv byly sestaveny mineralogické mapy se semikvantitativním hodnocením intenzity výskytů zájmových minerálů (Holub et al. 1974).

strukturách. Koreluje s centry arzenopyritu a tvoří výrazné lemy v jejich okolí. Galenit je rovněž extenzivně rozšířen obdobným způsobem jako sfalerit. Jeho výskyty však v mapě zaujímají větší plochu. Tetradrit (freibergit) je obdobně rozšířen jako galenit. Intenzivněji je přítomen v jižní části revíru. Minerály Ag-Sb-stadia jsou roztroušeně rozšířeny prakticky v celém revíru a jen ojediněle vytvářejí drobná centra (např. Kuklické pásmo v severní a Oselské pásmo v jižní část revíru). Z karbonátů se vyskytuje v souvislé zóně vedle kalcitu pouze kutnahorit. Ten chybí jen na pásmech v severní části revíru. Dolomity vytvářejí samostatná centra. Na Kuklickém, Grejfském, Roveňském a Oselském pásmu se spolu s dolomitem vyskytuje i rodochrozit. Již Kutina (1949) upozornil na vysoké zastoupení karbonátů v žilovině na štole sv. Antonína z Paduy. Obdobně karbonáty tvoří značnou část žiloviny i na ostatních jižních pásmech. Na severních pásmech převládá v žilovině křemen. Siderity se vyskytují prakticky jen na Staročeském pásmu a jeho okolí.

Celkově lze říci, že arzenopyrit s pyrrhotinem indikují určitá mineralizační centra, lemovaná zvýšenými obsahy sfaleritu. Galenit, chalkopyrit, tetradrit (freibergit) tvoří většinou drobnější shluky uvnitř a v nejbližším okolí středních obsahů sfaleritu. Ag-Sb minerály se vyskytují i samostatně. Na hlavních strukturách byla interpretována mineralizační centra - Staročeské centrum, Turkaňské centrum, zahrnující i Rejzské pásmo, Gruntecké centrum, které Hloušeckým pásmem navazuje na centrum Grejfské se severní částí Oselského pásma. Dalšími centry jsou severní Roveňské a jižní Oselské.

Vývoj polymetalické mineralizace v čase

Hydrotermální systémy, z nichž vznikají žilná ložiska, žijí desítky tisíc až stovky tisíc let. Protože tyto systémy vznikají v tektonicky, magmaticky a vulkanicky aktivních terénech, bývá jejich vývoj často měněn a přerušován. Vývoj polymetalické mineralizace v kutnohorském revíru byl, jak dokazuje téměř „emsonovská“²³ zonálnost mineralizace, poměrně plynulý. Vladimír Hoffman a Zdeněk Trdlička sestavili ze schémat sukcese minerálů na jednotlivých žilách zobecněné schéma vývoje mineralizace v celém revíru (Holub et al. 1974, Holub et al. 1982). Vývoj mineralizace v revíru je rozdělen na čtyři přirozená stadia, zpravidla oddělena tektonickými pohyby. Čtvrté stadium je však jen dozvukem mineralizačních pochodů.

Jedním z nejstarších minerálů stadií bývá křemen, který indikuje prvou, kyselou fázi vývoje mineralizace. Po hlavní mase sulfidů obvykle krystalizují karbonáty, indikující neutralizaci roztoků a jisté uklidnění procesů. Po tektonických pohybech, při kterých byly opět otevřeny tahové struktury, začíná krystalizace minerálů dalšího stadia a to opět z kyselých roztoků.

V prvním vývojovém stadiu (též „kyzové“ či „Zn rudní“) spolu s křemenem krystalizovala hlavní masa arzenopyritu (I)²⁴ a pyritu (I)²⁵. Na severních pásmech je přítomen i akcesorický kasiterit. Rudní perioda prvního stadia začala krystalizací sfaleritu a pyrrhotinu. S nimi vznikal stanin a chalkopyrit (I), které se vyskytují většinou v podobě drobných inkluzí. Následoval pyrit (II) a další minerály. Struktury a textury těchto rud ukazují na složitost pochodu, na

²³ Emons popsal ve dvacátých letech minulého století zonálnost rud na ložiskách v Cornwallu v Anglii. Nejhlouběji, již v žulách, popsal rudy cínu, nad nimi postupně rudy wolframu, mědi, zinku, olova a nejdříve rudy stříbra.

²⁴ Pokud se minerál na žilách vyskytuje ve více generacích, jsou jeho generace zde označovány římskými číslovkami.

²⁵ Sukcesní schémata minerálů je třeba používat s kritickou opatrností. Poznatky o krystalizační síle minerálů, metasomatickém zatlačování, rozpadu tuhých roztoků a rekrystalizaci vlivem nízkých tlaků značně zamíchaly během druhé poloviny dvacátého století s kritérii používanými pro určení vzájemného stáří minerálů.

rozpadu tuhých roztoků, metasomatické zatlačování minerálů i rekrystalizaci v nových pt podmínkách. V závěru stadia se tvořily karbonáty bohaté Mn a Mg.²⁶

Druhé vývojové stádium („rudní“ nebo „Pb-Cu-Ag-rudní“) začíná většinou po slabším tektonickém neklidu krystalizací křemene (II), následovaného galenitem (s Bi fázemi) a chalkopyritem (II). Oba poslední minerály jsou provázeny stříbrnosným tetraedritem (freibergitem). Galenit s freibergitem se nachází převážně v žilovině ve svrchní části vertikálního zonálního řezu. Naproti tomu chalkopyrit (II) provázený freibergitem se vyskytuje ve spodní části zonálního řezu a vytváří většinou nepravidelné žilky v sulfidech předchozího stadia nebo starší sulfidy (zvláště pyrotin) metasomaticky nahrazuje. V tomto stadiu vznikala i řada dalších akcesorií, často obsahujících Ag. Hlavním nositelem stříbra v tomto stadiu je freibergit. Stádium bylo ukončeno druhou karbonátovou periodou, krystalizací sideritu a kalcitu (I).

Minerály prvních dvou vývojových stadií jsou na žilách vždy přítomny. Minerály dalších stadií se vyskytují jen lokálně, často vytvářejí samostatně orientované žilky. Rudní minerály třetího stadia vytvářejí na severních pásmech ploché čočky a odstavce, oddělené od starších rud trhlami s ohlasy. Kyselá fáze mineralizace se u samostatných žilek projevuje jen hydrotermálními alteracemi. Křemen a pyrit, pokud se na žilkách s minerály třetího stadia objevily, byly pokládány za minerály starších stadií.²⁷ Rudní minerály třetího vývojového stadia („ušlechtilých rud stříbrných“ či „Ag-Sb stádium“) vytváří dvě asociace minerálů, které se vyskytují i samostatně. Pro prvou asociaci jsou typické pyrrargyrit-proustit a miargyrit²⁸, pro druhou asociaci bertierit a antimionit.

Minerály čtvrtého vývojového stadia („porudního“) představují již jen jakési dozvuky hydrotermálního procesu. Vyskytují se často v nezrudněných úsecích rudních žil vyšších řádů či na vedlejších dislokacích. V tektonickém jílu a jílovité výplni žilných struktur vytvářejí často velké, dobře omezené krystaly a jejich drúzy rostoucí do volných prostor. Typickými minerály tohoto stadia jsou křemen (III), pyrit (III) s markazitem (II) a kalcit (II). Pyrit a markazit mají velmi nízké obsahy stopových prvků. Kalcitové nízké klence šedé barvy mívají vysoký lesk a nebezpečně ostré hrany²⁹.

Rudní sloupy - velikost a lokalizace

Rudní žilu si většinou představujeme jako deskovitý útvar. Zrudnění však vytváří většinou strukturně složitě odstavce, které se v době vzniku podobaly spíše skutečným žilám živočichů. Ploše deskovitý a čočkovitý tvar mineralizovaných odstavců uvnitř rudních sloupů je převážně důsledkem pozdějších, porudních pohybů na žilách. Již vzniklá trhlina, zvláště je-li vyplněna produkty hydrotermálních alterací, je z fyzikálně mechanického hlediska oslabenou zónou, na níž se uvolňují napětí, a to v podobě drobných či větších pohybů. Dokladem této skutečnosti je intenzivní vývin puklin, trhlin („hladáků“) i drobných flexur a vlečných vrásek uvnitř

²⁶ Zvýšené obsahy Mn nejen v karbonátech - kutnahorit byl odtud poprvé popsán - ale i v sulfidech jsou specifikou minerálů kutnohorského revíru.

²⁷ Výsledky výzkumu minerálů třetího vývojového stadia mají nižší informační úroveň oproti předchozím stadiím. Je to způsobeno hlavně nedostatkem reprezentativních vzorků.

²⁸ Žíla s miargyritem, provázející druhý lamprofyrit na Staročeském pásmu, byla při mineralogickém výzkumu považována za součást Benátské žíly. Výsledky studia těchto žil je třeba posuzovat kriticky.

²⁹ Drúzy tohoto kalcitu starci pravděpodobně označovali jako „drúzy kaprovitové, že by do ní pes vlez“. Velká drúza kalcitu s klenci až 10 cm velikými byla nafárána na 5. patře-jih Hlavní žíly Staročeského pásma. Výška volné prostory přesahovala výšku chodby. Drúza pokračovala dolů do levého boku ještě několik metrů. Mocnost otevřené dutiny byla v prvních decimetrech. Povrch krystalů se rychle potáhl hydroxidy železa z prosakujících důlních vod.

zrudněného pásma. Porudní tektonika tak přirozeně limituje možnosti studia mineralizačního procesu.

Po vytěžení rudního sloupu zůstane primární geologická dokumentace, pár hmotných vzorků, mapa a řezy s výsledky chemických analýz ze vzorků odebraných pro řízení těžby. Proto je vzácným případem centrální sloup na Turkaňském pásmu, který zůstává zachován díky tomu, že byl zčásti zahrnut v ochranném ohradníku těžní jámy. Pro studium rudních sloupů byla reambulována geologická dokumentace a na přístupných místech doplněno vzorkování pro studium minerálů, chemizmu rud a primárních aureol (Holub et al. 1974, 1978).

Velikost rudních sloupů závisí v první řadě na řádu rudonosné struktury, na stavbě a petrografii (chemizmu) okolní krystalinické jednotky. Největší rudní sloupy, několik set metrů dlouhé, jsou vyvinuty v okolí průniků hlavních rudonosných struktur s hranicemi souvrství svrchních rul a centrálních migmatitů malínské jednotky. Tyto rudní sloupy existují na všech hlavních rudních strukturách v severní části revíru. Sloupy se noří pod mírnými úhly k severu.³⁰ Rudonosné roztoky se ve svrchních rulách s pestře a opakovaně se měnícími strukturálními, litologickými a chemickými vlastnostmi rychle rozptylovaly a reagovaly s okolím. Vysoké obsahy železa a síry ve svrchních částech rytmů těchto rul zřejmě přispěly k bohatství kyzů v rudních sloupech. Některé dlouhé rudní sloupy jsou vyvinuty podél linií styků a průniků vedlejších a hlavních rudonosných struktur. Takovéto rudní sloupy jsou časté zvláště na Staročeském pásmu. Rudní sloupy jsou větší a bohatší, stýkají-li se struktury a průniky pod ostrým úhlem. Nejbohatší zrudnění na velkých sloupech je v místech, ve kterých linie průniků či štěpení rudonosných struktur sledují i rozhraní různých souvrství. Je to případ jižního sloupu na Turkaňském pásmu nebo sloupu na severu Benátské žíly.

Rudní sloupy - minerální a chemické složení, zonálnost

Rudní a nerudní minerály krystalizovaly z roztoků především v úsecích žil s relativně volnými prostorami, což byly hlavně úseky brekciových textur. V navazujících intenzivně hydrotermálně alterovaných zónách sulfidy metasomaticky nahrazovaly rozložené a vyloučené silikáty původních hornin.

Sledujeme-li distribuci minerálů v rudních sloupech, zjistíme, že křemen tvoří podstatnou část žiloviny rudních sloupů. Přepočteme-li chemické analýzy intenzivně hydrotermálně alterovaných hornin na minerály v jednotkovém objemu horniny, ukáže se, že i SiO_2 byl do nich přinášén. Výjimkou mohou být hydrotermálně prokřemeněné zóny vzniklé z některých migmatitů. Mocnosti křemene a zvláště prokřemenění jsou ovlivňovány petrografickým složením okolních hornin. V migmatitech jsou mocnosti křemene největší, nižší v rulách a nejnižší na žilách sledujících lamprofyry. Rovněž vysoké množství alkálií a alkalických zemin v horninách pestré jednotky nebylo vhodné pro vznik prokřemeněných zón větších mocností.

Arzén, jehož hlavním koncentrátorem a nositelem je arsenopyrit (I), má z hlediska konturace do rudních sloupů odchylné chování od ostatních sulfidů. Vytváří výrazné sloupy v nejhlubších částech Hlavní žíly a to v rulách, v místech, v nichž končí brekciové textury centrální části žíly. Směrem vzhůru arsenopyritu přibývá a vyplňuje celou plochu žíly, přestává vytvářet výrazné sloupy. Od tohoto maxima, v němž obsahy v zásekových vzorcích nezřídka přesahují 8-10 % As, jeho obsah směrem vzhůru opět klesá a arsenopyrit přechází z žiloviny do okolních hydrotermálně alterovaných hornin.

Celkovou konturaci rudních sloupů je možné dobře posoudit s pomocí provozních chemických analýz síry. Kontura síry zahrnuje sumární obsah síry všech sulfidů. Síra tvoří obdobné sloupy jako křemen, maxima obsahů síry jsou většinou posunuta do svrchních částí

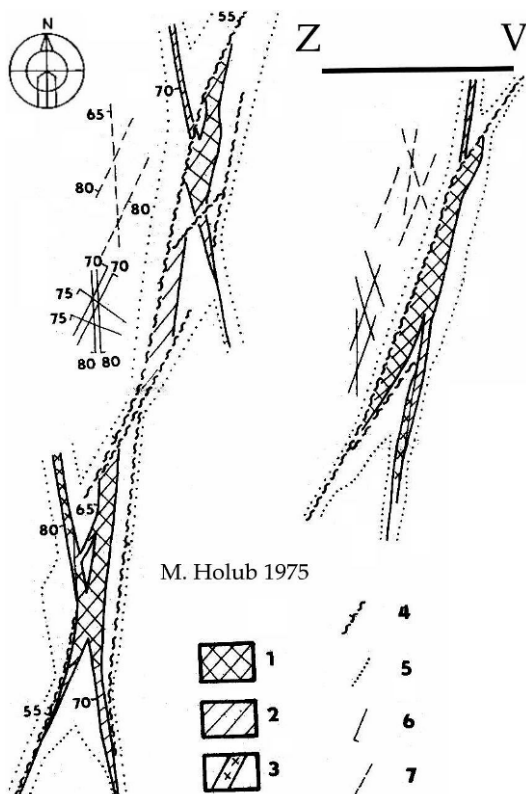
³⁰ Tyto rudní sloupy mají delší osy orientovány rovnoběžně s tautozonální průsečnicí dílčích struktur - mineralizovaných zón s nejvýraznějším systémem puklin a foliací okolí.

sloupů. Plocha uvnitř izolinie 3 % S na 1 metr mocnosti žíly zaujímá na Turkaňském pásmu asi 60 % plochy žíly. Maxima obsahů síry a tím i maxima celkového množství sulfidů jsou ve svrchní třetině sloupů.

Obdobný tvar jako sloupy síry mají sloupy zinku. Sloupy zinku jsou však štíhlejší a jsou posunuty ke „hřbetní“ části sloupů síry a křemene. Izolinie 6 m*% (součin mocnosti a kovnatosti) zaujímá na Turkaňském pásmu jen 35 % plochy žíly. Maxima Zn jsou ve svrchních částech křemenných sloupů, avšak pod hlavními akumulacemi síry.

Celkové obsahy síry v sulfidech železa můžeme posoudit z provozních chemických analýz po odečtení obsahů síry připadající na Zn (sfalerit), Pb (galenit), Cu (chalkopyrit a tetraedrit) a As (arzenopyrit). Oba hlavní, hojně se na žilách vyskytující siřníky železa, pyrit (I) a pyrhotin³¹, mají poněkud odchylné chování. Sloupy pyritu (I) (dále jen pyritu) v podstatě korelují se sloupy křemene, přesahují je směrem do rul a často směrem vzhůru, v pokračování podélných os rudních sloupů. Při důlním mapování bylo zjištěno, že pyrit vysoce převládá nad pyrhotinem v oblastech nad maximy sfaleritu v rudních sloupech. Uvnitř sloupů se sfaleritem je hojný pyrhotin a vzájemný poměr pyritu a pyrhotinu kolísá kolem 1. Hluběji pod sfaleritovými maximy celkově ubývá sulfidů. Opět zde převládá pyrit nad pyrhotinem, i když množství pyrhotinu do hloubky z hlediska celkové zonálnosti relativně přibývá. Pyrhotin a sfalerit se vyskytují jak ve vlastní žíle, tak v okolních alterovaných zónách. V místech překrývání prostorových intervalů výskytu sfaleritu a pyrhotinu docházelo vůbec k největším zjištěným akumulacím sulfidů.

Galenit vytváří drobnější a štíhlejší sloupy, než sfalerit. Na Turkaňském a Rejzském pásmu bývají jeho rudní sloupy lokalizovány v horních částech sfaleritových sloupů a jsou



Obr. 7 - Schéma struktur Turkaňského pásma v horizontálním a vertikálním řezu

1 - Převážně prokřeměné a intenzivně zrudněné struktury, 2 - převážně málo zrudněné hydrotermálně alterované úseky struktury, 3 - struktury s vyvinutou mineralizací třetího vývojového stadia (Ag-Sb), 4 - porudní dislokace („hladáky“), 5 - dosah hydrotermálních alterací, 6 - statisticky významné polohy puklin (v horizontu udána velikost sklonu ve stupních), 7 - dtto s hydrotermálními alteracemi

³¹ Markazit, vznikající převážně přeměnou pyrhotinu a pyritu, je při mapování v podzemí makroskopicky prakticky neodlišitelný od obou sulfidů, z nichž vznikl. Proto jej zde samostatně neuvádím.

stranově posunuty do okrajových částí, směrem od migmatitů do rulového souvrství. Směrem vzhůru galenitových čoček přibývá. V úrovni třetího patra Turkaňské jámy jsou galenity lokalizovány v odžilcích, směrem vzhůru přecházejí do hlavní struktury. Jsou však hojné i na drobnějších žilách, vzniklých při větvení hlavní struktury směrem vzhůru. Obdobné poměry v distribuci galenitu byly zjištěny u galenitu a sfaleritu i v jižní části 5. patra Hlavní žíly na Staročeském pásnu. Nejvzdálenější od Hlavní žíly jsou žilky s galenitem, blíže k ní pak následují žilky se sfaleritem a chalkopyritem. Ve vlastní žíle převládá arzenopyrit, pyrit a pyrhotin nad chalkopyritem a sfaleritem.³²

Chalkopyrit (I) tvoří odmišleniny ve sfaleritu. Maximum jeho výskytu souhlasí přibližně s maximem sfaleritu a odtud jej zvolna ubývá směrem vzhůru. Chalkopyrit (II) vytváří samostatné sloupy ve spodní části Hlavní žíly, v místech končících brekciových textur. Jeho rozsah se zčásti kryje s maximálními obsahy arzenopyritu. Směrem vzhůru chalkopyrit ubývá. Interval výskytu staninu je poměrně krátký. I když jako akcesorii jej lze najít spolu se smolně černým sfaleritem téměř kdekoli, jeho maximální akumulace jsou vázány do úseků překrývání intervalů výskytu sfaleritu, pyrhotinu a obou generací chalkopyritu. Stanin se soustřeďuje do centrálních částí rudních sloupů, chalkopyrit (II) lemuje výskyt staninu v okrajových a to převážně spodních částech dílčích rudních sloupů.

Ušlechtilé stříbrné rudy se pravděpodobně vyskytují v nejvzdálenější periférii mineralizace. Pokud se nalézají uvnitř nedávno přístupných žil, vytvářejí bonanzы, oddělené výraznou tektonikou od předchozích vývojových stadií. Jsou nahromaděny v místech několikanásobných průniků struktur, které lze označit za strukturální uzly (Benátecká, Láskovská a Hlavní žíla Staročeského pásma).

Ložisko a anomálie

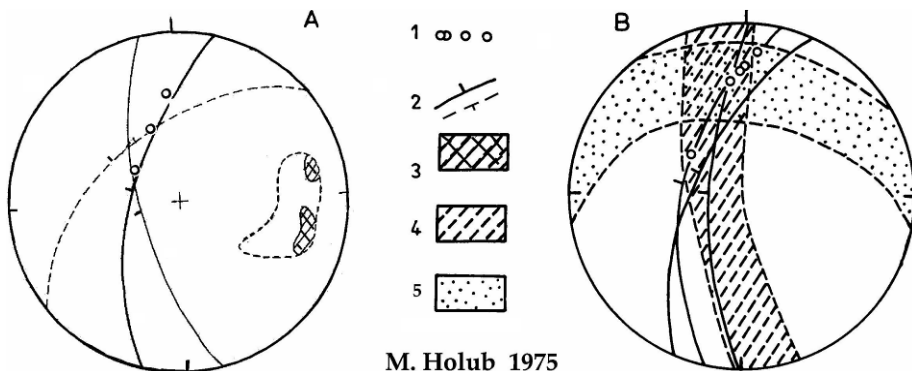
Kutnohorský revír byl od konce 13. století do 19. století ložiskem stříbra, v druhé polovině 20. století se stal ložiskem zinku. Podle údajů Bílka (1985) a Kořana (1988) z něj bylo získáno 2 až 2,5 tisíce tun kovu³³. Z toho nejméně polovina byla získána v dobách předhusitských, z nichž prakticky chybí písemné údaje o velikosti produkce. Její odhad je licencí autorů. V letech 1958 až 1991 bylo vytěženo v severní části revíru celkem 2,5 mil. tun rudy,³⁴ která obsahovala 44,6 tisíc tun zinku (průměrná kovnatost necelých 1,8 % Zn) a něco mezi 100 až 300 tunami stříbra. Většina stříbra, stejně jako zinek a olovo z rudy vytěžené z Rejzského pásma, však skončila v odpadech (odkaliště, odnos vodami při oxidaci na haldě, zmíněný nadjezd).

To je pohled ložiskový. Z geochemického hlediska je zajímavé, které prvky jsou nahromaděny v rudonosných strukturách revíru a které z prvků byly odneseny. Přínos a odnos

³² Podobné poměry v distribuci stopových prvků byly zjištěny při studiu primárních aureol (Holub-Hoffman-Trdlíčka 1978, Holub et al. 1982). V okolí svrchních částí rudních sloupů se hromadí zvláště Ag, Cu, Pb, Sb, Zn. Pod maximy sfaleritu v rudních sloupech byly nalezeny aureoly Cu, Sn, Ni a Co. Prvky výše uvedené skupiny mají v této zóně nízké koeficienty kontrastu. Obdobná, avšak opačná diferenciacie byla zjištěna i ve svrchní „nadrudní“ zóně. Toto diferencované chování se projevuje v příčném řezu na vzdálenost několika desítek metrů od rudního sloupu v makroskopicky čerstvých, nealterovaných horninách. V zóně alterací lze projevy rudního sloupu (ve směru jeho podélné osy) zjistit na vzdálenost několika set metrů.

³³ Při použití J. Bílkem užívané průměrné kovnatosti 200 g/t Ag by to znamenalo těžbu ca 10 mil. tun rudy.

³⁴ Část rudy, hlavně z Rejzského pásma, však neprošla úpravnou a po spontánní oxidaci na haldě skončila jako stavební materiál pro nadjezd v Malíně.



M. Holub 1975

Obr. 8 - Orientace delších os rudních sloupů na Turkaňském a Rejzském pásmu.

1 - delší osy rudních sloupů, 2 - hlavní a vedlejší struktury rudního pásma

3 - Turkaňské pásmo (A) statistika měření směrů a sklonů struktur rudního pásma - izolinie hustot pólů 7 a 15 %

Rejzské pásmo (B) - 4 - pásmo stop (průsečnic) příčných puklin - izolinie hustot 7 %, 5 - pásmo stop foliací - izolinie hustot 7 %

(Projekce stop ploch a jejich pólů v úhlojevné síti na spodní polokouli)

bývá vyjadřován koeficientem kontrastu³⁵. Protože koeficient je veličina bez rozměru, je vhodné ji někdy doplnit i odhadem celkového přineseného či odneseného množství ve váhových jednotkách. Je rovněž vhodné srovnávat zvláště koeficient kontrastu v žíle a přilehlých zrudněných alteracích a zvláště koeficient kontrastu do nezrudněných, pouze hydrotermálně alterovaných zón.

Z alterovaných zón byly vyneseny alkálie a alkalické kovy, jejichž koeficienty kontrastu jsou menší než jedna. Obsahy těchto prvků jsou i v žilách velmi nízké. Výjimkou by mohla být žilovina v nejjihnější části revíru, v níž jsou časté karbonáty. Obdobně byl vynesena z žil a alterací mangan. Toto je výrazné zvláště při srovnání hodnot ve svrchních rulách.

Nejvyšší koeficient kontrastu má v revíru jednoznačně arzén (n*100 až více než 5000), jehož obsahy v zóně Zn-rud a pod touto zónou se pohybují ve vyšších procentech v žíle a v desetínách procenta až v procentech v okolních alteracích. V zóně Pb-Ag rud jsou obsahy As v žilách a alteracích obvykle v desetínách procenta. Fón As v horninách revíru není znám, neboť ve většině analýz byly obsahy As pod citlivostí použité analytiky. Lze jej ze statistik odhadnout přibližně do řádu jednotek ppm³⁶. Z hlediska celkového množství bylo přineseno více než arzenu jen železa a hlavně síry. Ty však mají podstatně nižší a hlavně velmi proměnlivé koeficienty kontrastu. V žilách uložených ve svrchních rulách se jejich koeficienty kontrastu pohybují mezi 2 až 10. A to jde o místa s maximální koncentrací sulfidů v revíru. Je to dáno vysokými fóny obou prvků ve svrchních rulách. V žilách v centrálních migmatitech koeficienty koncentrace překračují prvé desítky. V žilách uložených v ostatních horninách jsou koeficienty kontrastu železa a síry většinou v jednotkách. V okolí hodnoty jedna se pohybují koeficienty obou prvků i v alterovaných zónách. Výrazně nižší než jedna jsou však v alteracích ve svrchních rulách. Obdobné chování, jaké má železo a síra, lze pozorovat i u některých stopových prvků, zvláště u niklu a kobaltu.

³⁵ Koeficient kontrastu říká, kolikrát je zjištěný obsah prvku vyšší nebo nižší, než clark (průměrný obsah v horninách zemské kůry) nebo fón (průměrný obsah v horninách regionu).

³⁶ ppm je označení jedné miliontiny, obdobně jako označení setiny je procento. Aneb 1 % = 10⁻², 1 ppm (nebo g/t) = 10⁻⁶ celku

Výrazným koeficientem kontrastu se vyznačuje i stříbro. Jeho fóny v horninách revíru jsou pravděpodobně okolo 0,01-0,1 ppm. Obsahy stříbra v žilách s minerály prvních dvou vývojových stadií stoupají směrem k povrchu a v zóně Pb-Ag rud se pohybují ve vyšších stovkách ppm, směrem do hloubky zvolna klesají. V alterovaných zónách se obsahy stříbra pohybují v průměru v prvních desítkách ppm. Vyšší jsou nad rudními sloupy, pod nimi klesají na jednotky ppm. Obsahy nad 1000 ppm indikují přítomnost ušlechtilých stříbrných rud třetího vývojového stadia. Koeficient kontrastu stříbra ve svrchních částech žil je v průměru ve vyšších stovkách až prvních tisících. V alterovaných zónách je velmi proměnlivý a jeho vysoké hodnoty indikují přítomnost slepých, hlouběji uložených rudních sloupů. Hodnotami koeficientů kontrastu se stříbro blíží arzénu, ale celkové množství tohoto kovu v revíru je přibližně o dva řády nižší.

Koeficienty kontrastu zinku se v rudních sloupech v zóně Zn rud pohybují ve stovkách, v ostatních částech rudních žil a v okolních alteracích klesají k prvním desítkám. Obdobně se chovají další prvky rud, olovo a měď. Jejich koeficienty kontrastu, vzhledem k relativně vysokým obsahům obou prvků v některých horninách, se pohybují v žilách v jednotkách až desítkách. Nejvyšší hodnoty jsou vázány na krátké intervaly maximálního výskytu v zonálním řezu. Obdobně chování, ale při nižších hodnotách koeficientu, má i cín. Pro posouzení chování některých zajímavých v rudách revíru hojněji se vyskytujících prvků (Sb, In, Cd, Bi aj.) není dostatek informací.

Kutnohorský revír je výraznou anomálií arzénu a stříbra, v menší míře síry, zinku a snad i antimonu. Porovnáme-li další prvky rud - Fe, Pb, Cu a Sn - v rudách celého zonálního řezu s obsahy prvků v okolních alteracích a horninách, zjistíme, že pravděpodobně došlo jen k redistribuci těchto prvků z okolních hornin do rud.

Prognózy výskytu polymetalické mineralizace v revíru a výsledky ověřování prognóz

Výše uvedenou charakteristiku lokalizace a zonálnosti mineralizace je možné považovat za model mineralizace použitelný pro průzkumné účely. Model mineralizace není samoúčelnou konstrukcí. Je jedním ze zásadních předpokladů pro prognózy pokračování známých ložisek a pro vyhledávání nových výskytů³⁷. Model mineralizace je vždy kompromisem, jehož kvalita je omezena financemi, přístupností terénu pro průzkum, dostupností moderní průzkumné a vědecké technologie, časem, který je k dispozici pro minimálně nutný výzkum i průzkum a v neposledním místě odbornou erudicí autorů.

Ve studii z roku 1974 byly vysloveny prognózy pokračování známých rudních pásem do hloubky a případných výskytů dalších pásem v podloží křídových sedimentů. Prognózy byly průběžně upřesňovány podle výsledků průzkumných prací a podle výsledků aplikace tehdy nové metody - studia primárních aureol.

Do 19. století byly těženy hlavně stříbrné rudy, takže existovaly reálné možnosti nalezení dalších průmyslových typů rud. Na známých a otevřených žilách v severní části revíru byla předpovězena lokalizace desítek rudních sloupů.³⁸ Tři z nich byly nalezeny na Hlavní žíle ve vývoji měděných a komplexních rud. Pokračování sloupy na Benátské žíle bylo vytěženo bohužel již koncem 16. století³⁹ (Mikuš-Hušpauer 1980). Nad předpokládanými sloupy na

³⁷ Průzkumné a těžební práce jsou nákladné. Např. usměrněný průzkumný jádrový vrt do hloubky kolem 800 m, s větvením v hloubce, s nutným geofyzikálním proměněním (karotáží) je, včetně ozorkování a analytiky, záležitostí v milionech korun. Metr vystrojené těžní jámy pro těžbu ložiska o velikosti 5 až 10 milionů tun v obdobné hloubce vyjde na půl milionu korun českých.

³⁸ Průzkumné práce vedli M. Mikuš a M. Hušpauer. Doufám, že výsledky těchto prací budou publikovat.

³⁹ V důsledku převzetí nepřesných představ o průběhu žil na Staročeském pásmu ze zpráv

Turkaňském pásmu byly nalezeny výrazné geochemické anomálie a následně byly na hlubších patrech ověřeny Zn rudy přecházející do zóny komplexních rud (Mikuš-Hušpauer 1989). Ostatní sloupy nebyly hledány.

Při hodnocení možného významu dalších rudních pásem bylo nutné vzít v úvahu nejen kritéria lokalizace zrudnění, ale i množství starých těžebních prací a intenzitu městské zástavby. Ze známých pásem zůstávala perspektivní jen jižní část Roveňského pásmu v jižní části revíru, Hloušecké a Kuklické pásmo na severu revíru. Pod mělkým pokryvem křídových sedimentů a spráše byla jako zvlášť nadějná označena oblast severovýchodně od Kuklického pásmu, v místech křížení pravděpodobného pokračování struktury Hloušeckého pásmu s hranicí souvrství rul a migmatitů. Ověřovací práce zde našly Zn- a Zn-Pb-rudy. Toto pásmo bylo označeno jako Gruntecké. Průzkumné práce ukázaly, že zrudnění je vyvinuto na dvou vzdálených rudních sloupech. Zároveň zjistily výrazné směrné porudní tektonické porušení kontinuity zrudnění (Hoffman et al. 1982). Toto zjištění je špatnou prognózou pro případné vyhledávání mineralizace na směrně navazujícím Hloušeckém pásmu. V jižní části revíru byla vrty prozkoumána přístupná část Roveňského pásmu. Byla zjištěna rozsáhlá zóna hydrotermálních alterací a nalezeno Pb-Zn a Pb-Ag zrudnění, místy s nejistou propojitelností. Negativním zjištěním pro další prognózu je značný hloubkový dosah starých prací. Podle výsledků vrtů staříny značně přesáhly historiky předpokládaných sto metrů a to již v předhusitském období (Mikuš-Hušpauer 1988).

Literatura

- Bernard, J. H. 1953: Geochemie rejského a turkaňského pásmu v Kutné Hoře. - *Rozpravy ČSAV, řada matematických a přírodních věd*, 63, 59 str. ČSAV Praha.
- Bílek, J. 1982: K začátkům těžby stříbrných rud v kutnohorském revíru. - *Kutnohorsko - vlastivědný sborník 6/02*, 51-56.
- Bílek, J. 1985: Historický přehled dolování v kutnohorském revíru. - In: *Oraský F. a kol.: Tisíc let kutnohorského dolování a mincování. Rudné doly, 21-48, Kutná Hora*.
- Hak, J. - Novák, F. 1970: Zoning and vertical extent of the ore mineralization in the Kutná Hora ore district. - In *sborník: Problems of hydrothermal Ore Deposition, 164-167, IADOG, Praha*.
- Hoffman, V. et al. 1982: Gruntecké pásmo v severní části kutnohorského revíru. - *Geologický průzkum, 20*, s. 65-67, Praha.
- Holub, M. 1975: Faktory ovlivňující lokalizaci zrudnění v severní části Kutnohorského revíru. - *Kandidátská disertační práce, MS, Geofond Praha*.
- Holub, M. 1985: Příspěvek k poznání geneze ortorul v kutnohorském revíru. - *Časopis pro mineralogii a geologii, roč. 30, č. 1/1985*, 65-74.
- Holub, M. 2009: Pohled ložiskového geologa na článek Jaroslava Bílka: „K začátkům těžby stříbrných rud v kutnohorském revíru“ - *Kutnohorsko - vlastivědný sborník 11/09*, 45-51.
- Holub, M. et al. 1974: Kutnohorský revír - mineralogická, geochemická, strukturní a ložisková studie. - *MS, Geofond Praha*.
- Holub, M. - Hoffman, V. - Trdlička, Z. 1978: Chemický charakter rudních žil a jejich primárních aureol v severní části kutnohorského revíru. - *Informační zpravodaj Ústavu nerostných surovin, 4, 1. Kutná Hora*.
- Holub, M. - Jurák, L. 1978: Structural development of some polymetallic ore districts in the Moldanubian Pluton area. - *Věstník Ústředního ústavu geologického 53*, 205-217. Praha.
- Holub, M. et al. 1982: Polymetalická mineralizace kutnohorského revíru. - In: *Sborník geologických věd - řada LGM. 69-124, Ústřední ústav geologický, Praha*.
- Hušpauer, M. - Mikuš, M. 1989: Závěrečná zpráva úkolu Kutnohorský revír - severní pokračování

vizitačních komisí J. Bílek lokalizoval těžební práce na prognózovaném sloupu do jiných částí žily.

- revíru. - *MS, Geofond Praha.*
- Hušpauer, M. - Mikuš, M. 1996: Rebilance výhradních ložisek ČR - Ložiska kutnohorského rudního revíru. - *MS, Geofond Praha.*
- Katzer, B. 1885: Rudný obvod kutnohorský. - *Rozpravy České akademie věd, Třída II, 4, 31 str., Praha.*
- Kořan, J. 1988: Sláva a pád starého českého rudného hornictví. - *Hornická Příbram ve vědě a technice, zvláštní tisk, 250 str. Příbram.*
- Koutek, J. 1951: Rudní žíly v severní části kutnohorského revíru. - *Věstník Ústředního ústavu geologického, 26, č.1, 50-55.*
- Koutek, J. 1966: Geologie kutnohorského rudního obvodu. - *Sborník Oblastního muzea Kutná Hora, řada B, 8-9, 80 str.*
- Kutina, J. 1949: Chemismus rudních žil ze štol Sv. Antonína Paduánského od Poličan u Kutné Hory. - *Rozpravy České akademie věd a umění, 59, 24, 1-25. Praha.*
- Legierski, J. - Vaněček, M. 1965: The use of isotopic composition of common lead for the solution of metallogenic problems of the Czech massif. - *Krystalinikum 3, 87-98, Praha.*
- Losert, J. 1961: Contribution to the problem of the preasyntian Tektogenesis and Metamorphism in the Moldanubikum of the Bohemian Massif. - *Krystalinikum 5, 61-84. Praha.*
- Losert, J. 1962: Mandlovcové lamprofyry z kutnohorských dolů - *Acta Univ. Carolinae, Geologica, 1/2, 107-126. KU Praha.*
- Losert, J. 1968: Turmalín-kasiteritová formace v kutnohorském revíru. - *Věstník Ústředního ústavu geologického, 43, 349-351. Praha.*
- Mikuš, M. - Hušpauer, M. 1980: Staročeské pásmo. Závěrečná zpráva geologického průzkumu. - *MS, Geofond Praha.*
- Mikuš, M. - Hušpauer, M. 1988: Závěrečná zpráva úkolu Kutnohorský revír - podloží křídý č. 01 78 2107. - *MS, Geofond Praha.*
- Míšař, Z. et al. 1983: Geologie ČSSR I, 333 str. *SPN Praha.*
- Smirnov, V. I. 1982: Geologija poleznych iskopajemych, 669 str. *Nedra Moskva.*
- Sokol, R. 1925: Geologie okolí Kutné Hory. - *Sborník vlastivědných statí polit. okresu kutnohorského, 29-65. Kutná Hora.*
- Strnad, J. 1972: Hadce a jejich niklonosná residua v podloží křídý v okolí Kutné Hory. - *Věstník Ústředního ústavu geologického, 47, 2, 117-120, Praha.*
- Žák, K. et al. 1993: Sphide mineralization of the Kutná Hora ore district. - *In: Stable isotope and fluid inclusion study - Metamorphic fluids and Mineral deposits, Český geologický ústav, Praha.*

„ZAPOMENUTÝ“ SLOUP STŘÍBRNÉ RUDY NA RUDONOSNÉ STRUKTUŘE LÁSKOVSKÉ ŽÍLY

Milan Holub

Ložiskové poměry

Počátkem padesátých let dvacátého století, po zpřístupnění štolového patra, které je zároveň prvním patrem Turkaňské a Panské jámy,¹ byl z Panské jámy zahájen báňský průzkum Staročeského pásma. Překopy na 2. a 3. patře (P-201 Pj a P-301 Pj) byl ověřen příčný řez pásmem až po stařiny na Hlavní žíle. Ty byly naraženy přibližně uprostřed mezi starými jámami Kuntery a Nová šachta. Na stejných patrech byla směrně sledována Benátecké žíla. Severně od Panské jámy ražby (Ch-281 Pj a Ch-381 Pj) záhy skončily v rozsáhlé zóně hydrotermálních alterací provázejících styk Benátecké žíly, prvního lamprofyru a dislokace Panské jámy. Nepravidelně mocná žíla s mineralizací byla sledována také k jihu (Ch-261 Pj a Ch-361 Pj) na vzdálenost asi 500 m, t.j. na úroveň starého dolu Mladá Plimle.

Struktura Benátecké žíly byla sledována v generelním směru 190-195°. Po přibližně 200 m na druhém a 190 m na třetím patře byla zprava, tj. v západním boku sledných chodeb, nafárána horninová žíla (dajka) několik metrů mocného lamprofyru², podle pozdějších pracovních názvů totožného s druhým lamprofyrem³ na překopu P-301. Lamprofyry byl provázen polymetalickou žílou s úzkými lemy hydrotermálních alterací. Na průniku Benátecké žíly a lamprofyru vznikl drobný strukturální uzel s rozsáhlejšími hydrotermálními alteracemi, s žilkami a vtoušeninami sulfidů - „kaňkovým“ starců. Struktura Benátecké žíly se po průchodu lamprofyrem otočila k jihozápadu. Neobsahovala výraznější mineralizaci a nebyla dále k jihu sledována. Sledné chodby byly pootočeny k jihovýchodu a v tomto novém směru sledovaly mineralizovanou strukturu lamprofyry provázející. Na druhém patře, po zhruba 300 m, byla sledná ukončena

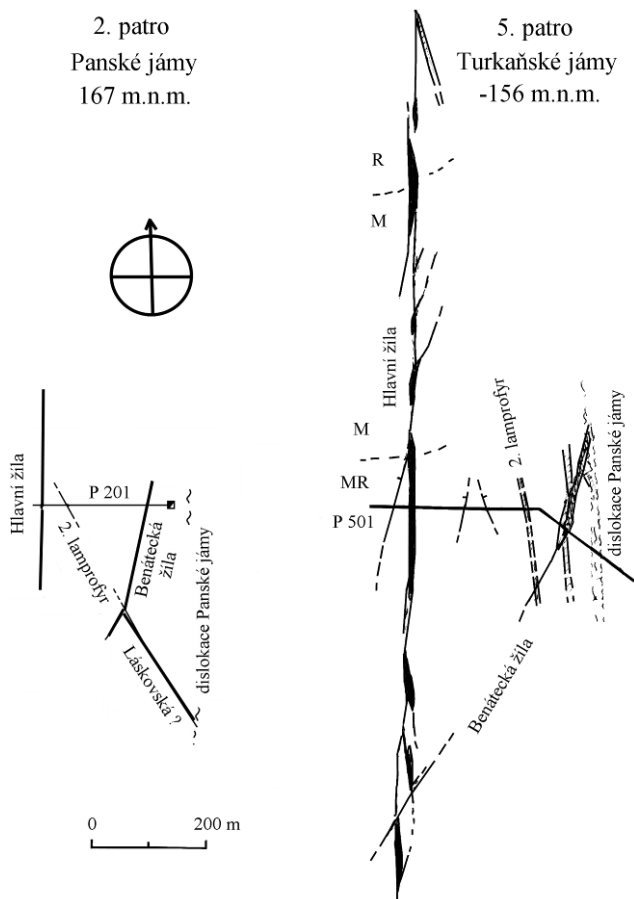
¹ Ohlubeň Panské jámy měla nadmořskou výšku 245 m, štolové patro v prostoru Panské jámy je 217 m n.m. Patra na Panské jámě byla zaražena po 50 m. Patra Turkaňské jámy jsou až po čtvrté patro zaražena po 100 m. Proto nejnižší náraziště Panské jámy na jejím pátém patře (16 m n.m.) ústí do překopu P-301 raženého na třetím patře Turkaňské jámy. Protože čísla chodeb obou jam se občas formálně shodují, doplňují čísla chodeb náležející k Panské jámě zkratkou *Pj*.

J. Bílkem (2000) užívaný termín *obzor* pro označení patra nebyl v kutnohorské báňské praxi zaveden. Protože J. Bílek zachází ve svých zprávách a publikacích velmi volně se současnou báňskou terminologií, je třeba zvýšit pozornost při používání jeho interpretací. Například nerozlišuje nadmořskou výšku ohlubeň jámy od ústí jámy na povrch. (Jak ukazují vyobrazení v Agrikolově díle, roubené ohlubeň byly používány i v 16. století). Obdobně jsou nejisté údaje o celkových hloubkách jam. Pod nejnižším nárazištěm býval ještě manipulační prostor a vodní jímka. Ta nemusela být v ose jámového stvolu. Bílek většinou uvádí *hloubku jámy od ohlubeň po náraziště*. V některých případech však u stejné jámy udává stejně velkou *celkovou hloubku pod povrchem, či k patě jámy*. Tato dvě čísla by se měla lišit.

Bílkův oblíbený obrat v souvislosti s těžbou na vortech a hašplech je „byly vedeny rozsáhlé průzkumné, otvírkové a porubné práce“ Otvírka ložiska zahrnuje vyhloubení a vystrojení jámy a hlavních pater v podzemí i potřebnou výstavbu na povrchu. **Příprava těžby** zahrnuje práce potřebné k přípravě patra či těžebního bloku pro **vlastní těžbu**. **Průzkum** je nedílnou součástí všech prací. Termín „porubné práce“ znám jen od J. Bílka.

² Petrograficky lamprofyry studoval J. Lozert (1962). Lamprofyry jsou bazické žilné vyvěřelé horniny obsahující výrostlice tmavých minerálů.

³ Lamprofyrové dájky na Staročeském pásmu mají směr SSZ-JJV až SZ-JV a strmý, do hloubky se zvětšující sklon. Trhliny na kontaktech lamprofyrů s okolím jsou využívány polymetalickou mineralizací, zvláště třetího, stříbro-antimonového stadia.



Obr. 1 - Schéma moderně rozfárané ložiskové situace Staročeského pásma na 2. patře Panské jámy a 5. patře Turkaňské jámy

migmatitů. Maximální obsahy Ag^5 byly v místech několikanásobného křížení struktur. V těchto místech byly zřejmě přítomny Ag -minerály třetího vývojového stadia.⁶

Žilná mineralizace sledující druhý lamprofyř je rozfárána od dislokace Panské jámy na jihu až po průnik s Benáteckou žílou na severu. Úsek dále na sever mezi Benáteckou a Hlavní žílou nebyl podrobně zkoumán. Druhý lamprofyř a jej v nevýrazném vývoji provázející rudní žílu našly v druhé polovině dvacátého století všechny průzkumné překopy křížící Staročeské pásmo. Žíla sledující druhý lamprofyř často přechází od jednoho kontaktu dájký ke druhému.

v tektonické výplni dislokace Panské jámy, která odřezávala pokračování lamprofyřů a mineralizace jej provázející. Obě sledované struktury, tj. vlastní Benátecká žíla a mineralizace sledující lamprofyř, byly v dokumentaci Rudných dolů vedeny pod názvem Benátecká žíla.⁴

Rudní sloupy, vzhledem k nepravidelnému způsobu vzorkování, byly počátkem sedmdesátých let konturovány metodou klouzavých průměrů. Optimální byla délka úseků 20 m. Mineralizace na vlastní Benátecké žíle vytváří rudní sloup, na severu omezený dislokací Panské jámy, na jihu a odspodu linií ohnutí žíly k jihozápadu a průnikem s druhým lamprofyřem. Tento sloup je rozčleněn do dílčích sloupů širokých okolo 50 m, se stejně širokými mezerami mezi nimi. Delší osa dílčích sloupů upadá pod 30° až 40° k severu, tj. rovnoběžně s generálním průběhem rozhraní horninových souvrství rul a

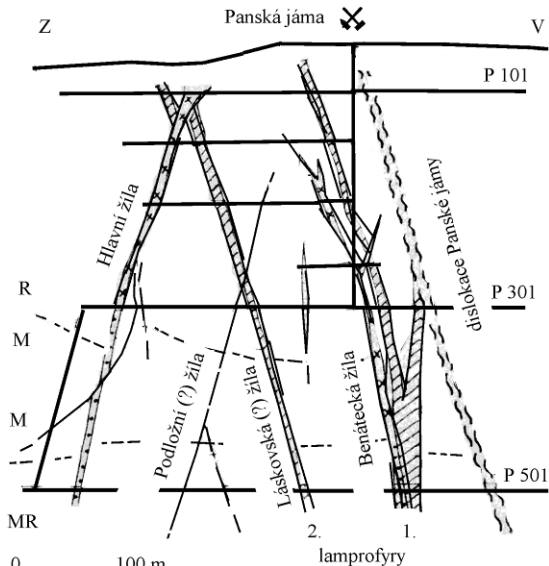
⁴ V průběhu ražby byly odebírány čelové vzorky a Pb, Zn, Cu, Sn, As a S byly analyzovány zpočátku klasicky na mokré cestě, kovy byly později analyzovány polarograficky. Ag ve vzorcích nebylo zpočátku analyzováno, nebylo totiž do počátku šedesátých let v koncentrátech propláceno. Vzorky pro určení obsahů Ag byly na druhém patře odebrány, podle sdělení Ing. J. Běťka v rámci záchranářského cvičení. Ag bylo analyzováno dokimasticky.

⁵ Obsahy Ag ve stařinách byly do map ploch žil vynášeny podle údajů in Bilek (1969, 1971, 1972).

⁶ Viz ložiskový appendix.

Většinou je sledovatelná pouze jako úzká zóna hydrotermálních alterací, v nichž se vyskytují drobné žilky sulfidů. Bohatší zrudnění, pokud je vyvinuto, má mocnost 0,1-0,8 m.

Zrudnění v prozkoumaném úseku vytváří jeden rudní sloup, který je zajímavý vysokým obsahem Ag. Rudní sloup se uklání v ploše žíly pod 40° k severu, rovnoběžně s rozhraním souvrství rul a migmatitů. Je lokalizován podél tohoto rozhraní. Obsahy síry jsou ve sloupu vysoké, pohybují se mezi 14-25 % ve dvacetimetrových úsecích. Maxima S souhlasí s maximy Zn. Obsahy As jsou, vzhledem k ostatním žilám pásma, relativně nízké, mezi 1 a 2 %. Obsahy Zn se pohybují mezi 3-7 %, průměr je okolo 5 %. Maximum Zn je při jižním okraji sloupu. Obsah Cu je nízký, většinou pod 0,1 %, zvyšuje se pouze v místech vysokých obsahů Ag a na styku s Benáteckou žílou. Obsahy Sn jsou nízké, pod 0,1 %. Obsahy Pb jsou velmi proměnlivé, od 0,1 % do 5 %, průměr okolo 1,4 %. Mezi Pb a Cu je výrazná nepřímá korelace. Pb vytváří plošně méně rozsáhlé dílčí čočky než Zn. Obsahy Ag jsou známy jen z druhého patra. V jednotlivých vzorcích dosahuje obsah Ag až 6000 g/t. Ve dvacetimetrových průměrech se obsahy Ag pohybují od 53 do 2347 g/t. Z tohoto bloku pocházejí v literatuře (Vtělenský 1958) popsane miargyrity.



Obr. 2 - Schématický příčný ložiskový řez Staročeským pásmem v okolí Panské jámy.

Pokus o identifikaci rudní žíly

Identifikovat nalezenou rudní žílu, případně ji paralelizovat s dalšími již známými žilami ložiska, nebývá jednoduché. Nejsnadnější je označit ji zvláštním názvem a s identifikací počkat do získání dalších ložiskových informací. Takovéto názvy žil mají čistě topografický význam. Podle Bílka (2000) bývaly žíly označovány jmény odvozenými z názvů vortů či hašplů, na nichž byly nalezeny nebo dobývány. J. Bílek v uvedené práci věnuje mnoho úsilí paralelizaci žil uvnitř Staročeského pásma. Jako kritérií používá **směr a velikost sklonu žil⁷ i vývoj žil⁸**. Další vlastnosti shrnuje pod pojmem **charakter žil**. Kdo měl možnost sledovat

⁷ Z Bílkových popisů není jasné, jak starci tyto hodnoty měřili. Pokud používali kompasu, je otázkou zda znali magnetické vlastnosti pyrrhotinu, který obdobně jako magnetit dokáže ovlivňovat magnetku. Navíc jen ojedinele Bílek uvádí rektifikaci starci naměřených hodnot o sekulární změnu magnetické deklinace. A pro stanovení generelních směrů žil postrádali starci přesné, k povrchové síti souřadnic připojené důlní mapy. Obávám se, že Bílkem uváděné směrové charakteristiky jsou převážně jeho interpretací. Sklony žil se na Staročeském pásmu pohybují okolo 70°. Starší rozlišovali hlavně věci pravé, tj. upadající k západu a věci vidličné o opačném úklonu.

⁸ Tj. změny tvarové charakteristiky - zvláště mocnosti, nasazování a vykliňování žil, jejich větvení, odštěpování a pod.

v podzemí rudní žíly ví, jak nejisté jsou v detailu, daném velikostí chodby, změřené hodnoty směru a sklonu. Například i u tak výrazné struktury, jakou je Hlavní žíla, je možné běžně naměřit odchylky o 15 a více stupňů na obě strany od statisticky průměrné velikosti směru a sklonu. U drobnějších žil (struktur nižších řádů) je rozptýl měřených hodnot ještě větší.⁹

Nejisté jsou i údaje starců o směru ražby chodeb. Starší většinou rozeznávali čtyři základní světové strany - západní, východní, půlnoční a polední. Překop hnaný směrem východním mohl směřovat i k severovýchodu či jihovýchodu. Průniky sledných chodeb do sousedních dolů, Bílkem považované za jednoznačný důkaz paralelizace žil, rovněž nejsou jednoznačné. Bílek totiž považuje rudné žíly za svébytné geologické entity, na Staročeském pásmu více či méně paralelních směrů (převážně sever - jih), které se mohou vlnit, štěpit, připojovat, splývat či odmršťovat. Prvořadým dělícím kritériem je pro něj směr sklonu žil, západní či východní. Případné prostupování rudních žil, uváděné ve starých zprávách, široce diskutuje s tím, že prostupující žíly považuje za nadložní či podložní odžily. Tím v publikaci z roku 2000 akceptuje a i nově zdůvodňuje stanoviska komisí z let 1588 až 1615 s jejich formálně dokonalými soudy typu *...je-li na Kunterském překopu nejdříve žíla Láskovská a za ní žíla Apatická, nemůže tomu být na novošachetním překopu naopak...*¹⁰. Citace prokazující, že horní kutnohorský úřad znal fenomén křížení či průstupu rudních žil, akceptovaný i staršími komisemi báňských znalců, zvláště komisí z r. 1566, je možné nalézt hlavně v Bílkových zprávách z let 1969-1972.

Nehledě na sugestivní a autoritativní Bílkovu dikci „*skutečnost je zcela jiná*“¹¹. Hydrotermální roztoky pronikaly do složitě hierarchizovaného systému puklin a trhlin uvnitř Staročeského pásma vymezeného na západě strukturou Hlavní žíly a na východě dislokací Panské jámy. Tyto dvě struktury vytvářejí drobnou hrst' severojižního směru. Řídící úlohu pro vývoj polymetalické mineralizace měly pohyby na dislokaci Panské jámy. Při šikmém poklesu bloku hornin východně od této dislokace roztoky pronikaly do tahových struktur odlehčeného bloku v podloží Hlavní žíly.¹²

Zpočátku byly pronikající roztoky horké, kyselé a z minerálů hornin v okolí trhlin byly vynášeny kationy. Objemová hmotnost přeměňovaných hornin klesala a uvolněný prostor v mířkách novotvořených minerálů zaujímal hydroxylová skupina, voda, chlor a další těkaviny. Část uvolněného železa vytvářela prvé rudní minerály - pyrit a arzenopyrit. Pronikající roztoky byly neutralizovány interakcí s okolními horninami a při přiblížení k povrchu, přibližně v hloubkách 800-1500 m, se dostávaly do oblastí, v níž nižší hydrostatický tlak umožňoval otvírání drobných puklin a prostorů mezi zrny minerálů, intergranulár. Důsledkem této změny podmínek byl rozpad komplexních sloučenin přinášejících kovy. Rudní minerály se vylučovaly podle svých geochemických vlastností. Pro spodní části rudních sloupů jsou ty-

⁹ Podrobněji o stavbě (strukturách) žil Staročeského pásma viz *Ložiskový apendix*.

¹⁰ Bílkova argumentace je pro čtenáře publikace z r. 2000, který nemá k dispozici jeho zprávy z let 1969-1972 a Urbanovo (1960) Ortogonální schéma dopravních cest na Hlavní žíle, prakticky nekontrolovatelná. Jednak jen s obtížemi si lze z Bílkova textu sestavit schémata navazujících hašplů, jednak chybí další podstatné informace a těmi jsou horizontální vzdálenosti uváděných hašplů od těžních jam. V případě koseho průběhu žil mají tyto informace zásadní vliv na interpretaci. A to neuvažují vliv neortogonální ražby překopů.

¹¹ „*Skutečnost je zcela jiná*“ je oblíbený Bílkův obrat, jímž uvádí svou kritiku ostatních názorů. Bohužel skutečnost je z mnoha důvodů nepoznatelná. Každý si na základě svých znalostí a zkušeností vytváří modely okolní reality. Ty se skutečnosti mohou jen podobat.

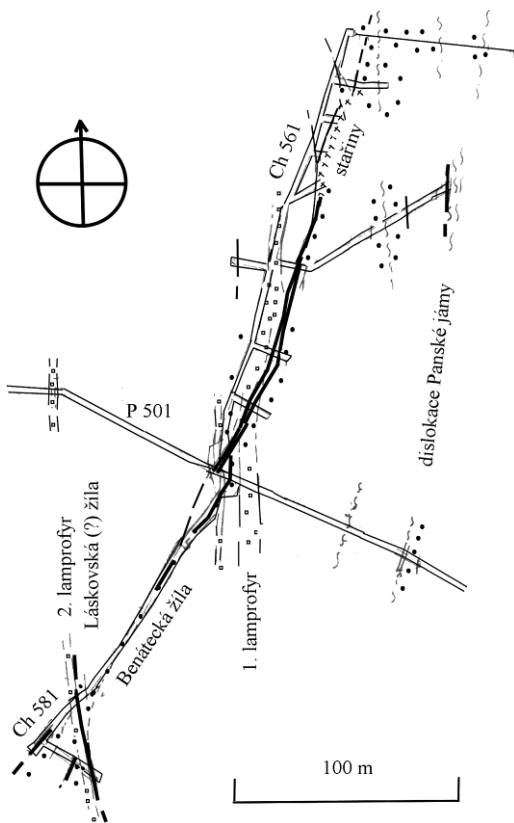
¹² Při smyku po nerovných trhlinách jsou jejich vhodně orientované části otvírány tahem. V případě hydrotermálního systému jsou tahové struktury vyplňovány roztoky. Propojením tahových struktur vzniká průtočný systém obklopený reakčními zónami - hydrotermálními alteracemi hornin.

pické zvýšené obsahy molybdenu a cínu, ve svrchních částech jsou maxima olova a stříbra. Protože život aktivního hydrotermálního systému se měří na desetitisíce až statisíce let, je pochopitelné, že během této doby může dojít ke změně tektonických poměrů. V severní části kutnohorského revíru došlo ke změně směru napětí otevírajícího trhliny a třetí vývojové stadium mineralizace - stříbro-antimonové - upřednostňuje SSZ-JJV směr rudonosných struktur oproti S-J až SSV-JJZ směrům struktur preferovaným hlavními rudonosnými stadii.

V nověji prozkoumaném řezu Staročeským pásmem mezi Panskou jámou na východní straně pásma a jámami Kuntery a Nová šachta na straně druhé lze jednoznačně identifikovat Hlavní a Benáteckou žílu. Přírozenou východní hranici pásma tvoří několik metrů mocná dislokace Panské jámy, směru S-J, strmě (70-80°) upadající k východu.¹³ Tato dislokace, spolu se zpeřenou Benáteckou žílou směřující k JJZ a prvním lamprofyrem, přicházejícím od SSZ, vytváří strukturální uzel,¹⁴ na němž se vyskytovaly i tisícigramové obsahy stříbra.

Bílek (2000) uvádí v prostoru mezi Panskou jámou a šachtami Kuntery a Nová exploataci tří podložních protiklonných žil, pojmenovaných (od západu) Láskovská, Apatická a Benátecká. Kromě hlavní žíly byla v prostoru Kunter exploatována také nadložní protiklonná žíla směru h 11½ až h 12, známá pod názvem láskovská, která byla zastížena podložním překopem ve vzdálenosti cca 39 dpl neboli 88 metrů od spodního náraziště šachty Kuntery ... Na Nové šachtě byla ... láskovská žíla, která se od hlavní žíly odděluje ve vyšších polohách, patrně necelých 100 m pod povrchem, se stala zejména v I. polovině 16. století předmětem dosti rozsáhlé exploatace. V Bílkově publikaci následuje obsáhlá diskuze rozporných vzdáleností, v nichž byly na mladošachetních překopech nalezeny žíly Apatická a Láskovská. Ve zprávách z let 1969-1972 Bílek uvažuje i o možném křížení těchto žil, ve výše citované publikaci tuto možnost neuvádí.

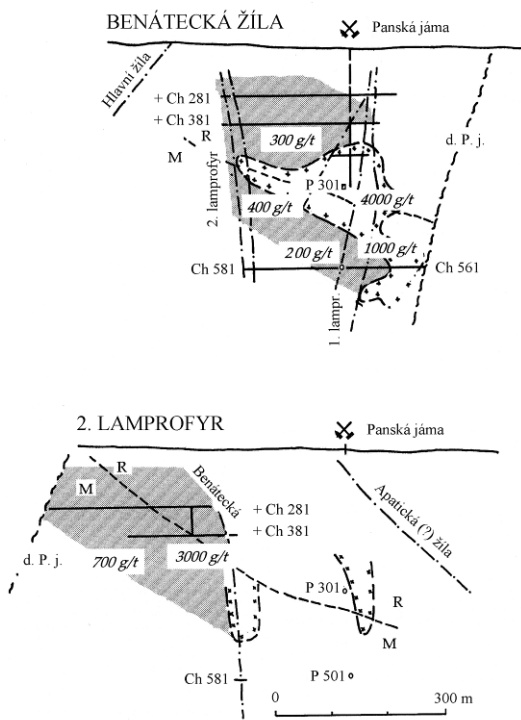
Na Šafarech byla podle Bílka (2000) dobývána ještě další, blíže však dosud neidentifikovaná samostatná podložní žíla, která byla pravděpodobně otevřena z východního



Obr. 3 - Páté patro Turkaňské jámy, P-501. Průnik Benátecké žíly oběma lamprofyry. Žilovina plně, hydrotermální alterace - tečky, lamprofyry - čtverečky, stariny - křížky.

¹³ Pravděpodobně některé ze starých překopů, podle Bílkových popisů, končily v této „klufě“.

¹⁴ Analýza struktur do řádů a generací je obtížné, neboť mineralizace využívala již existující síť trhlín.



Obr. 4 - Mapy plochy žil Benátecké a 2. lamprofyru (Láskovské). Průniky a křížení struktur jsou vyznačeny čerchovaně, pravděpodobný rozsah starin křížky, rozsah rudních sloupů šrafovane, průměrné obsahy Ag v g/t jsou vyznačeny kurzivou.

žíly ve svrchních patrech Kunterské šachty a linie štěpení klesá pod středním úhlem k severu mezi šachty Šafary a Trmandl.¹⁶ Ze strukturního schématu a z dokumentace ražeb sledných chodeb na Hlavní žíle plyne, že ve stejných místech probíhá i linie, v níž Hlavní žíla přetíná (a posunuje) druhý lamprofyru.

Identifikaci „zapomenutého“ rudního sloupu lze uzavřít s tím, že rudonosná struktura provázející druhý lamprofyru v prostoru mezi Panskou jámou a Kunterskou šachtou byla dobývána pod jménem Láskovská žíla. Tatáž struktura, podle výsledků novodobých báňských prací, byla překřížena jižně od Panské jámy Benáteckou žílou.¹⁷ Jižně od tohoto křížení nalezený stříbrem bohatý rudní sloup na rudní struktuře provází druhý lamprofyru. Je proto možné jej označit jako rudní sloup na rudonosné struktuře Láskovské žíly.

překopu od Takhašplu, tj. ve svislé hloubce kolem 150 až 160 m, ve vzdálenosti asi 11 m od hlavní žíly. ... tato podložní žíla (má) nepochybně aspoň místy protiklonný tj. východní úklon. Tato podložní žíla byla těžena do celkové hloubky okolo 250 až 270 m pod povrchem.

J. Bílek v citované práci podrobně diskutuje možnou identitu této podložní protiklonné žíly. Považuje ji za zřejmě mohutnou do podloží odmrštěnou částí hlavní žíly. Proto také s největší pravděpodobností představuje severní pokračování na Nové šachtě a Kuntrech zastížené žíly láskovské. ... Podložní láskovská žíla na Šafarech vystupuje zřejmě blíže hlavní žíly než v prostoru Kunter. Buď je to tím, že zde hlavní žíla sama uhýbá do podloží, nebo tím, že láskovská žíla, jak je patrné i z mapy Jiřka z Řásné z roku 1578, má poněkud kosý ZSZ směr.

Při zahájení nového průzkumu Staročeského pásma koncem šedesátých let bylo sestaveno schéma průběhu hlavních rudonosných struktur v severní části Staročeského pásma (Holub et al. 1974).¹⁵

Z Bílkových textů plyne, že Láskovská žíla se odštěpuje od Hlavní

¹⁵ Podkladem pro ně byly studie Z. Šimona a J. Urbana (1957, 1958) a výsledky báňského průzkumu Rudných dolů z padesátých let. Toto schéma bylo průběžně upravováno podle výsledků báňského průzkumu a historického výzkumu J. Bílka (1969-1972).

¹⁶ Při použití údajů o horizontálních vzdálenostech hašplů ze zpráv Bílek (1969-1972).

¹⁷ Jižně od tohoto protětí struktura Benátecké žíly uhýbá k jihozápadu, větví se, a systém jejích dílčích struktur je protínán Hlavní žílou. Rudní sloup, vyvinutý na tomto křížení struktur, byl starci těžena pod názvem Špitálská žíla.

Odhad množství stříbra v „zapomenutém“ rudním sloupu

Výsledky odhadů a výpočtů zásob nerostných surovin lze rozdělit na statisticko pravděpodobnostní, někdy označované také jako prognózy, a na zásoby prozkoumané či připravené k těžbě, vypočtené s požadovanou přesností. V případě zmíněného rudního sloupu jde, technicky vzato o jednoduchý výpočet zásob. Bohužel komplikovaný tím, že řada vstupů, obvykle vycházejících z předpokládané dobývací metody a technologie zpracování suroviny, zde není zadána. Proto vycházím z kvalifikovaných odhadů vstupních dat pro ruční výstupkové dobývání strmé žíly s ruční přebírkou rudy.

Pro odhad množství stříbra obsaženého v „zapomenutém“ rudním sloupu je potřeba vymezit plochu rudního sloupu, dále je nutné znát průměrnou pravou mocnost, průměrnou objemovou hmotnost a průměrnou kovnatost žíly uvnitř plochy vymezené pro odhad.¹⁸

Výpočet zásob stříbra v rudním sloupu:

Pro minimální šířku dobývky uvažuji 50-60 cm. Strmé uhelné sloje o takovéto mocnosti byly ještě před několika desítkami let dobývány na Ostravsku. Z této šířky dobývky a z poznatku, že byly v 16. století vykupovány kyzy o minimálním obsahu stříbra okolo 140 g/t, vychází druhá podmínka - násobek pravé mocnosti (dm) a kovnatosti (g/t) by měl být nejméně 850 až 900. Neboli žílu o mocnosti 2 dm a kovnatosti 1000 g/t již považuji (v tehdejší dobovém chápání) za bohatou rudu, t.j. za rudu, jejíž těžba a zpracování již přináší zisk.¹⁹

Vstupy do výpočtu:

Plocha rudného sloupu: měřená v ploše žíly:²⁰

Délka úklonné osy v ploše žíly: 500 m

Délka zrudněného úseku na patrech - 300 m

A - plocha zrudnění podle zásad pro výpočet zásob - patra po 50 m, plocha:

$$300 \cdot (50 + 25 + 25) = 30 \text{ tis. m}^2$$

B - plocha zrudnění podle geologické kontury rudního sloupu - lichoběžník:

$$(450 + 50) / 2 \cdot 200 = 50 \text{ tis. m}^2$$

Pro odhad **průměrné mocnosti** lze použít pravidlo, že u poměrně pravidelných žil mají hodnoty mocnosti přibližně normální, či mírně pravostranné rozdělení. Podle dokumentace se mocnosti žíly pohybovaly mezi 1 až 8 dm. Jako průměrnou mocnost proto použiji hodnotu pravděpodobného mediánu, tj. 3 až 4 dm.

Měrná hmotnost sulfidické rudy je přímo úměrná obsahům síry. Obsahy síry se ve vzorcích pohybovaly mezi 14 až 25 %. Hlavními rudními minerály byl pyrit a sfalerit. Obsahy křemenné žiloviny byly nízké. Převahu žiloviny tvořily hydrotermálně přeměněné tmavé minerály lamprofyru. Objemovou hmotnost lze proto očekávat v intervalu 3,0 až 3,5 t/m³.

Obsahy Ag jsou známy jen z druhého patra Panské jámy a v jednotlivých vzorcích se pohybovaly od 30 až po 6000 g/t. V průměrech dvacetimetrových úseků se obsahy Ag pohybovaly od 53 do 2347 g/t.²¹ Vzhledem k tomu, že průměry dílčích úseků mívají normální rozdělení, lze průměrnou kovnatost očekávat někde v intervalu 500 až 1500 g/t Ag.

¹⁸ Na Benátecké žíle Rudné doly vykazovaly prozkoumané zásoby ve výši 86 tis. tun o průměrné mocnosti 0,96 m a s kovnatostmi 0,37 % Pb, 3,24 % Zn, 0,64 % Cu, 0,15 % Sn, 5,53 % As a 155 g/t Ag. Zásoby byly vypočteny převážně na vlastní Benátecké žíle a obsahy Ag byly stanoveny dodatečně ze sesypů duplikátů vzorků.

¹⁹ Kovnatost chudé rudy kryla pouze náklady těžby a zpracování.

²⁰ Ve výpočtech Růdných dolů byly plochy měřeny v průmětu bloků na svislou rovinu a pro získání objemů násobeny horizontálními mocnostmi.

²¹ Stopové a vedlejší prvky v rudách většinou neuznávají pravděpodobnostní rozdělení hodnot. I když teoreticky by měly dodržovat lognormální rozdělení.

Vypočteme-li varianty množství stříbra z výše uvedených vstupů, zjistíme, že rudní sloup může obsahovat váhové množství stříbra v intervalu 10 až 100 tun. Pokud vezmu v úvahu praktickou zkušenost, že výpočet zásob v geologických konturách obvykle nadhodnocuje výsledky, dále i to, že zrudnění uvnitř rudního sloupu není souvislé a lineární produktivita Ag se na 2. patře uvnitř rudního sloupu pohybuje okolo 60-70 %, mohu uzavřít konstatováním, že rudní sloup obsahuje nejspíše prvé desítky tun stříbra.

Závěr

Báňským průzkumem Rudných dolů byl na Staročeském pásmu v padesátých letech dvacátého století nalezen a zčásti ověřen sloup polymetalické mineralizace s vysokým obsahem stříbra. Rudní sloup je vyvinut na rudonosné žilné struktuře provázející bazickou horninovou žílu - „druhý lamprofyr“ Staročeského pásma. Rudní sloup je v dokumentaci Rudných dolů považován za součást Benátské žíly. Tento názor sdílí i J. Bílek (2000). Na rudonosné struktuře provázející druhý lamprofyr byla v 16. století (Bílek 2000) v prostoru mezi starými doly Šafary, Kuntery a Panská jáma těžena žíla zvaná Láskovská. Proto je možné Rudnými doly nalezený rudní sloup považovat za součást rudonosné struktury Láskovské žíly, nikoliv za součást Benátské žíly.

Podle kvalifikovaného odhadu rudní sloup obsahuje prvé desítky tun stříbra, což v 16. století představovalo několikaletou produkci celého revíru. O tom, proč nebyl v 16. století v intenzivně báňsky prozkoumávaném území rudní sloup nalezen, je možné jen spekulovat. Podle mého názoru se tak stalo proto, že báňskými komisemi byl v druhé půli 16. století opuštěn názor o křížení a prostupování rudonosných struktur a převládá názor o paralelním průběhu žil.²² Průstupy rudonosných struktur však byly prokázány moderním báňským průzkumem.

Literatura a prameny

- Bílek, J. 1969: Historický výzkum Staročeského pásma. Díl I. - *MS, Geofond Kutná Hora*.
Bílek, J. 1971: Historický výzkum Staročeského pásma. Díl II. - *MS, Geofond Kutná Hora*.
Bílek, J. 1972: Historický výzkum Staročeského pásma. Díl III. - *MS, Geofond Kutná Hora*.
Bílek, J. 2000: Kutnohorské dolování. 5. Staročeské žilné pásmo. - *Kutná Hora*.
Holub, M. 1975: Faktory ovlivňující lokalizaci zrudnění v severní části Kutnohorského revíru. - *Kandidátská disertační práce, MS, Geofond Praha*.
Holub, M. - Hoffman, V. - Trdlička, Z. - Soukup, B. - Bílek, J. 1974: Kutnohorský revír - mineralogická, geochemická, strukturní a ložisková studie - *Závěrečná zpráva, MS, Geoindustria Praha*.
Losert, J. 1962: Mandlovcové lamprofyry z kutnohorských dolů - *Acta Univ. Carol., Geologica*, 1/2, 107-126.
Mikuš, M. - Hušpauer, M. 1980: Staročeské pásmo. Závěrečná zpráva geologického průzkumu. - *MS, Geofond Praha*.
Šimon, Z. - Urban, J. 1958: Zpráva o báňsko-historickém výzkumu lokality Kutná Hora (úsek Fráty-Sedlák). - *MS, Geofond Praha*.
Vtělenský, J. 1958: Příspěvek k mineralogii rudních žil na Kaňku u Kutné Hory. - *Sborník prací Ústavu pro výzkum rud*, 19-38. *Praha*.
Urban, J. 1960: Ortogonální schéma dopravních cest na Hlavní žíle Staročeského pásma. - *MS, Geofond Kutná Hora*

²² Sdílený později řadou autorů i J. Bílkem.

ODHAD MNOŽSTVÍ STŘÍBRA OBSAŽENÉHO V RUDĚ VYTĚŽENÉ ZE STAROČESKÉHO PÁSMÁ

Milan Holub

Staročeské žilné pásmo považuje J. Bílek (2000), na rozdíl od starších autorů zabývajících se historií kutnohorského dolování, za nejvýznamnější zdroj stříbronosných rud v revíru. Toto hodnocení určitě platí od poloviny 15. století, neboť je opřeno o studium rozsáhlé zachované listinné dokumentace. Kutnohorské ložisko bylo nejpravděpodobněji nalezeno v druhé polovině padesátých let 13. století, s prvými doly, podle tradice, na Kaňku, Sukově a Kuklíku (tj. v severní části revíru - Kořan 1988). Podle Bílka (1985) se však „*prostorově a časově omezeně*“ stříbro těžilo již od 10. století a to s průměrnou produkcí okolo jedné tuny kovu ročně. Kořan (1988) pochybuje o tom, že budou nalezeny přímé doklady o dolování mezi 10. až 12. stoletím. Podle něj k legendárnímu „*sběhu na Kutně*“ došlo mezi roky 1276 a 1290. Událost byla vyvolána snad objevy bohatých nálezů v oblasti tzv. „*starého neufgangu*“, v blízkosti kostela Všech svatých, v jižní části revíru. Moderní geochemické výzkumy rozsáhlejší těžbu před polovinou 13. století vylučují (Schrein 2005, ústní sdělení).

Pokud vyjdeme z původního Kořanova odhadu celkové produkce stříbra z kutnohorského revíru (2000 tun - Kořan 1950) a z Bílkových odhadů průměrných kovnatostí těžených rud (Holub et al. 1974) dostaneme celkovou produkci rud v rozmezí 5-10 milionů tun rudy (Holub et al. 1982). Nověji J. Bílek publikoval svou představu celkové produkce stříbra v revíru v podobě grafu (Bílek 1985). Z grafu je patrné, že od 10. do 19. století produkce stříbra z revíru přesáhla 2500 tun kovu. Kořan (1988), zřejmě pod Bílkovým vlivem, upravil své údaje blíže k celkové hodnotě 2500 tun kovu.¹ Holub (2002) při modelování množství síry a arzenu obsaženého v historické těžbě drahých a barevných kovů dodržel uvedené tradiční údaje produkce. Konstatoval však, že malou úpravou vstupů do modelu (průměrné mocnosti rud, kovnatost zvětralinových rud, výrubnost, úpravnická a hutní výtěžnost), které jsou zcela v hranicích lokálně ověřených dat, lze celkovou produkci stříbra z Kutnohorského revíru měnit v rozmezí 2 až 3 tisíc tun. A to hlavně na účet předhusitského období.

Historickou produkcí stříbra ze Staročeského pásma² uvádí Bílek (2000) ve výši 200 tun kovu z Hlavní žíly, 50 tun z Benátské žíly a asi 50 tun z ostatních žil.³

Metoda odhadu

Výsledky odhadů a výpočtů zásob lze rozdělit na statisticko pravděpodobnostní, někdy označované také jako prognózy, a na zásoby prozkoumané či připravené k těžbě, jejichž

¹ Snížil produkci po r. 1450 ze 750 na přibližně 500 t, ale zvýšil produkci předhusitskou, údajně podle údajů o velikosti pronájmu urbury Janem Lucemburským. V Kořanově odhadu je však zahrnuto pro dobu předhusitskou i 200 t kovu z ložisek Vrchoviny.

² Je třeba rozlišovat mezi množstvím stříbra obsaženého ve vytěžené rudě a mezi množstvím stříbra, které z vytěžené rudy produkovaly hutě. Nejde jen o ztráty, které vznikaly při úpravě a hutnění. Část vytěžených kyzů, která měla obsah stříbra nižší než hut' či mincovna proplácela (Leminger 1912), byla skladována na haldách a později v 16. a 17. století sloužila k výrobě vitriolu (Bílek 2000).

³ Způsob odhadu Bílek neuvádí, pouze u produkce z Benátské žíly poznamenává, že jde o odhad „podle spolehlivých dokladů o těžbě kyzů“. Z kontextu jeho publikace plyne, že Bílek použil v případě Hlavní žíly průměrnou kovnatost kyzů 200-250 g/t, množství kyzů v rudě 40-60 %, vytěžené množství rudy okolo 1,5-2 milionu tun (délka struktury 1200 m, vytěžená do ca 300 m, mocnost dobývek okolo 1,5-2 m, objemová hmotnost asi 3 t/m³).

množství, kvalita a lokalizace jsou vypočteny s požadovanou přesností. Vypočtené zásoby suroviny bývají děleny také na zásoby geologické a těžební. Při vymezení geologických zásob se v první řadě bere ohled na geologické vlastnosti prozkoumávaného objektu a jeho okolí. Při konturaci těžebních zásob je nutné respektovat zvolenou dobývací metodu a technologii dalšího zpracování suroviny. Kontura zásob rud je obvykle dána ekonomicky a to minimálním obsahem kovu v rudě, který ještě pokryje náklady na těžbu a zpracování rudy. Podle Majera (2004) bývala takováto ruda starci označována jako **ruda chudá**. Dnes je hraniční obsah označován jako kondiční, limitní, minimální těžitelný (cut-off ore). Ruda s vyššími obsahy byla starci označována jako **ruda bohatá**, dnes ruda bilanční či ekonomicky těžitelná.

Výpočet zásob je v principu početně jednoduchou záležitostí. Množství zásob rudy zjistíme vynásobením plochy zásob jejich průměrnou mocností a průměrnou objemovou hmotností. Pokud výsledek vynásobíme průměrnou kovnatostí a neuděláme chybu v řádech a desetinných čárkách,⁴ zjistíme množství kovu. V praxi však vzniká řada problémů při zjišťování spolehlivých dat do výpočtu.

Staročeské pásmo bylo dobýváno již v předhusitských dobách, z nichž se písemné údaje o dobývaných rudách nezachovaly. Písemné doklady jsou hojné až z doby po převzetí dolů panovníkem, tj. od 16. století (Bílek 2000). Na Staročeském pásmu lze údaje o dobývaných mocnostech a kovnatostech zjistit nejen historickým výzkumem, ale také z výsledků moderních geologických výzkumů a průzkumů. Zčásti je však nutné použít analogie z lépe známých pásem.

Ze 16. století, zvláště z jeho druhé poloviny, existuje již množství historických dokumentů, které v letech 1973-1987 zpracovával J. Bílek a výtah ze závěrečných zpráv publikoval v roce 2000. Pokud jsem porovnával zprávy starých vizitačních komisí s výsledky moderního geologického průzkumu, dospěl jsem k závěru, že tyto zprávy jsou zatíženy výběrovým efektem.⁵ Komise byly svolávány při problémech s těžbou rud. Pokud byly kovnatosti vysoké, mocnosti rudy příznivé a přítoky důlních vod zvládnutelné, o komise kutnohorští důlní úředníci nestáli. Ekonomická situace nejen kutnohorského dolování přestávala být ve druhé polovině 16. století příznivá (Janáček 1972, Kořan 1988, Kolektiv 2003, Majer 2005), a to z mnoha důvodů.⁶ Závěry komisí byly mírně optimistické, neboť stále se nalézaly kzy s kovnatostí mírně nad kovnatostí chudých rud a vždy existovaly „vorty“, které stály za další průzkum. Proto je nutné historická data pro odhady produkce kriticky vyhodnocovat.

Metodou postupného ředění sítí průzkumných prací jsme zjistili (Holub-Mikuš 1984), že hranicí mezi statistickými a lokalizovanými zásobami je průzkumná síť s plochou vlivu průzkumného díla 2500 m² (tj. síť 50 x 50 m). Rudní sloupy turkaňského typu jsou spolehlivě lokalizovány průzkumnou sítí 50 x 25 m. Pro menší rudní sloupy, jaké jsou na příklad známy z Rejzského pásma, je potřeba průzkumná síť o čtyřikrát větší hustotě prací. I když rudní sloupy na Hlavní žíle Staročeského pásma byly plošně rozsáhlejší, než na Turkaňském pásmu, stávající síť průzkumných prací není rovnoměrná a výsledek tohoto výpočtu je proto nutné pokládat za kvalifikovaný odhad.

Základem pro odhad průměrných mocností a kovnatostí jsou údaje zpracované in Holub et al. (1974) a doplněné podle poznatků pozdějších průzkumných prací (Mikuš-Hušpauer 1980). Pro odhad průměrné mocnosti je používáno pravidlo, že u poměrně pravidelných žil mají

⁴ Opatrnost je na místě. Zásoby jsou počítány v milionech či tisících tun (Mt - megatunách, kt - kilotunách). Objemová hmotnost v tisících kg na m³, kovnatosti v % nebo v gramech kovu v tuně rudy - (g/t).

⁵ To neplatí o týdenních zprávách „štejgýřů“ a záznamech „erzkauerů“, které však, podle slov J. Bílka, nebylo možné z časových důvodů podrobně zpracovat do jeho Závěrečných zpráv.

⁶ Mimo postupného vyčerpávání dolů to byl vliv inflace (pokles kupní síly stříbra) v západoevropské ekonomice a postupné ochlazování klimatu.

hodnoty mocnosti přibližně normální rozdělení. Za nejstabilnější střední hodnotu považují medián. Vzhledem ke zcela nepravidelné síti dat byly za základ odhadů průměrných kovnatostí vzaty izolinie kovnatostí Ag z roku 1974, opět doplněné o výsledky pozdějšího průzkumu. Pro konstrukci izolinií byly použity nejen údaje uvedené v Bílkových zprávách z let 1969-1972, ale i další údaje o kovnatostech rud, které J. Bílek později nacházel v záznamech rudokupců.⁷

Historické záznamy o kovnatostech rud byly srovnány s výsledky moderního vzorkování. V případě rud Staročeského pásma se výsledky moderního vzorkování křemenných žil a prokřemeněných zón se sulfidy prakticky shodují (nebo jsou mírně nižší) s hodnotami uváděnými J. Bílkem z blízkých míst, zvláště po převedení dat na izolinie. V případě prožilků a vtroušenin sulfidů z okoložilných přeměn („*kaňkoví*“) byly rudy buď selektivně těženy nebo již v podzemí vybírány a tříděny.⁸ Tím docházelo k nabohacení vykupované stříbrnosné rudy dvakrát až třikrát, výjimečně i vícekrát oproti výsledkům metrových zásekových vzorků.

Měrná hmotnost sulfidické rudy je přímo úměrná obsahům síry. Obsah síry se ve vzorcích ze žil a žiloviny při moderním průzkumu pohyboval mezi 14 až 25 %, při měrné hmotnosti z intervalu 3,0 až 3,5 t/m³. Při tomto odhadu používám spodní hranici uvedeného rozpětí měrné hmotnosti.

Hranice „chudé“ a „bohaté“ rudy (limitní kovnatosti)

Považuji za účelné pro odhad produkce stříbra v Kutnohorském revíru pokusit se dodržet Kořanovo (1988) rozdělení hornické činnosti v Českých zemích na dobu první slávy hornictví - dobu předhusitskou, a období jeho druhé slávy od poloviny 15. století do třicetileté války. Třetí období slávy, začínající tereziánskou obnovou, se Kutné Hory týká jen nepatrně.

Z historického i ložiskového hlediska lze rozdělit dobývání žil Staročeského pásma do tří hlavních etap. Jednak jde o dobývání mělce uložených zvětralých a navětralých rud, které následovalo po objevu revíru. Druhou etapou je předhusitské dobývání primárních rud do relativně menších hloubek. Ve třetí etapě byly za Jiřího z Poděbrd obnovovány doly a následovala těžba z hlubších částí žil. Každá z těchto etap probíhala v odchylných ekonomických podmínkách a za odchylných technologických znalostí těžby, úpravy a hutnění rud. Proto je nutné pro každou z těchto etap použít jiné podmínky těžitelnosti rud, neboli jinou

⁷ Podle Erckera (1974) bylo v druhé polovině 16. století v Kutné Hoře prováděno několik set analýz rud týdně.

⁸ Archivní údaje, zvláště údaje o obsazích stříbra ve vykupovaných rudách byly pro porovnávání převzaty z nepublikovaných Zpráv báňsko-historických výzkumů jednotlivých rudních pásem autorů J. Urbana a zvláště J. Bílka z Geofondu Kutná Hora. V těchto zprávách jsou uvedeny i údaje o změnách cen vykupovaných stříbrných rud. Celkovou představu o vývoji systému výkupu stříbra pro kutnohorskou mincovnu lze získat i in: E. Leminger (1912). Podstatně méně je časově souvislých celkových údajů o nákladech na dobývání a hutnění.

Při obnovování těžeb v druhé polovině 15. století minimální kovnatosti limitních kyzových rud, odvozené z kontrolního vzorkování a historických dat, se pohybovaly mezi 100-150 g/t Ag. V 16. a počátkem 17. století byly při výkupu rozlišovány stříbrné a kyzové rudy, což bylo dáno jejich odchylným chováním při další úpravě a hutnění, i preferencí velkých nákladníků oproti drobným lénhavřím. Minimální kovnatost kondičních stříbrných rud (v rostlém stavu) v průběhu 16. století stoupla z prvních několika desítek g/t na sto g/t Ag. Naopak u kyzových rud klesla z přibližných 200-300 g/t Ag zhruba na polovinu. Koncem 16. století se drsně promítla do ekonomického systému kutnohorských dolů téměř stoletá západoevropská inflace. Počátkem 17. století panovník opustil důlní podnikání a nedostatek investičního kapitálu vedl, spolu s dalšími vlivy, ke zhroucení těžby stříbra v Kutné Hoře. Limitní kovnatosti kyzových rud vzrostly během třicetileté války na úroveň 500-700 g/t Ag.

hranici toho, co ještě byla ruda chudá, která při těžbě a zpracování nepřinášela zisk, a co naopak byla ruda bohatá, jejíž dobývání bylo ziskové.

Při odhadu minimální kovnatosti stříbrných rud potřebné pro rentabilní provoz lze použít i analogie z ložisek, o nichž je zachováno více historických zpráv.⁹ Pro 16. století pro posouzení pravděpodobné výše limitních kovnatostí („chudých rud“ starců) můžeme použít přímých historických údajů. Na příklad Leminger (1912) uvádí vývoj výkupních cen stříbrných rud v Kutnohorském revíru po polovině 16. století. Kyzové rudy byly vykupovány až k hraniční kovnatosti 140-150 g/t.¹⁰

Výskyty a ložiska rud obsahujících stříbro a těžené v předindustriální době v českých zemích rozdělil ve své studii Králík (1985) na objekty s chudými rudami, obsahujícími v průměru méně než 50 g/t Ag, výskyty s bohatými rudami, obsahujícími více než 50 g/t Ag a nejbohatší výskyty s ušlechtilými rudami stříbra. K tomuto rozdělení dospěl na základě statistického zhodnocení několik set v minulosti těžených a prozkoumávaných výskyků.¹¹

Kyzové rudy s nízkými obsahy stříbra byly těženy a hutněny na ložisku Rammelsberg údajně již od roku 968 (Vaněček et al. 1995). Těžba kyzových polymetalických rud v Jeseníkách, chudých stříbrem,¹² je připomínána u Benešova od roku 1263 a u Horního Města (Hankštetnu) k roku 1398 (Kořan 1988). Z hlediska dobových znalostí technologií nebylo hutnění kyzových rud chudých stříbrem v polovině 13. století technologickým problémem.¹³

K odhadu minimálních kovnatostí limitních rud v předhusitském období chybí dostatek báňsko historických podkladů. Jednou z možností, jak extrapolovat do minulosti minimální kovnatosti kondičních rud, je zjištění změn ceny stříbra či nákladů na jeho výrobu pro příslušná období (Holub 2005). Změny lze zjistit například porovnáním ceny lidské práce vyjádřené ve váze čistého stříbra, nikoliv v peněžních jednotkách podléhající devaluaci způsobené snižováním obsahu drahého kovu v minci. Cena lidské práce (vyjádřená nikoliv jen výší mzdy, ale i cenami základních životních potřeb) vyjádřená ve stříbre byla v první polovině 14. století přibližně o čtvrtinu nižší oproti poslední čtvrtině 16. století. Z řídkých údajů plyne, že od konce 10. století do poloviny 13. století byla cena práce ještě nižší, není však jisté

⁹ Z archivních údajů o nákladech a cenách v 15.-17. století lze vypočítat minimální kovnatosti pro některé z králem vlastněných dolů v Kutné Hoře. Je však otázkou, zda výsledek by odpovídal vynaložené námaze. Těžební podnikání bylo financováno složitým systémem přímých i nepřímých plateb a dotací nákladníků, stavů a panovníka. Náklady bývaly zčásti kompenzovány různými úlevami nemajícími často nic společného s horním podnikáním. Obdobně i zisk panovníka byl realizován až při ražbě mincí. Proto tehdejší důlní podnikání lze jen obtížně hodnotit dnešními ekonomickými metodikami.

¹⁰ Různé hranice „chudé rudy“ platné v různých dobách jsou v tomto odhadu produkce stříbra zohledněny při volbě velikosti koeficientu plošné rudonosti, který udává kolik procent plochy bloku je zruďeno. Při nižší hranici „chudé rudy“ je koeficient vysoký a naopak.

¹¹ Při obdobných hodnoceních je nutné kriticky přistupovat k historickým údajům o kovnatostech rud. V pozdním středověku a ranném novověku byly většinou analyzovány a v archivních materiálech jsou uváděny výsledky analýz z vybraných nálezů rudy, často ještě přebírané či gravitačně upravované. A z výsledku průběh se jen usuzovalo (Kořan 1988), zda takto analyzovaná ruda pokryje při těžbě veškeré náklady. Skutečně profesionální vzorkování, ze kterého lze soudit na kovnatosti rud v rostlém stavu, se začalo objevovat až v době tereziánské obnovy dolování.

¹² Rudy obsahují v průměru 20-50 g Ag/t rudy, místně až 200 g/t (Urbánek-Vaněček et al. 1995).

¹³ Případné obsahy mědi, obvyklé v kyzových rudách, nebyly velkou překážkou. Přirozené obsahy železa v kyzech usnadňovaly, při přidání přebytku olova do hutní vsázky, oddělení „rudního olova“ od kamínku a strusky. Část stříbra však v mědi zůstávala. Proto byly od 15. století staré měděné předměty přetavovány a tepelně (ságrováním) z nich získáváno stříbro.

o kolik. Je pravděpodobné, že rozdíl je nejméně půl řádu, možná i řád.¹⁴

Použiji-li uvedenou relaci i na změnu požadovaných minimálních kovnatostí rudy, je pravděpodobné, že v době před „sběhem na kutnu“ dostačovala kondiční kovnatost prvních desítek g/t Ag pro mělkou podzemní těžbu v dosahu lanových rumpálových šachtic. Pro konec 14. století a pro období obnovy dolů za Jiřího z Poděbrad se limitní kovnatost pohybovala ve vyšších desítkách gramů na tunu.¹⁵

Podle Morávka (1971, 1992) byly v první polovině 14. století na ložisku Jílové těženy zlaté rudy až k limitní kovnatosti 2 g/t Au. Při případném přepočtu limitní kovnatosti Au na limitní kovnatost Ag je nutné vzít v úvahu také změny kurzu zlata v první polovině 14. století (Skalský 1950).¹⁶ Odhadnuté poměry limitních kovnatostí obou drahých kovů se příliš neodchylují od tehdejšího kurzovního poměru obou drahých kovů.

Lokalizace polymetalické mineralizace

Staročeské pásmo je přirozeně vymezeno na západě strukturou Hlavní žíly a na východě dislokací Panské jámy. Tyto dvě struktury vytvářejí drobnou hrást' severojižního směru. Hydrotermální roztoky pronikaly oběma okrajovými strukturami do složitěho systému puklin a trhlin uvnitř hrástě a vytvářely mineralizaci drobnějších, zpeřených žil. Zrudnění je koncentrováno do rudních sloupů. Prvá dvě stádia mineralizace¹⁷ jsou soustředěna ve

¹⁴ Pokud za základ vezmu příjmy a životní náklady tesařského a zednického tovaryše a vyjádřím-li cenu jeho týdenní práce ve třetí čtvrtletí 16. století na 30-35 g stříbra, pak po polovině 14. století jeho týdenní práce představovala hodnotu 23-27 g stříbra. Do poloviny 13. století byla cena jejich práce ještě nižší. Podle předběžného odhadu je pravděpodobné, že cena lidské práce byla někde v intervalu 3-15 g stříbra.

¹⁵ Nepřímo vyšší limitních kovnatostí dosvědčuje i opuštění stříbrných dolů na Vrchovině v době po „sběhu na kutně“.

¹⁶ Kurz se měnil od obvyklého poměru 1:10-1:12. Před r. 1300 stoupl na 1:18 do r. 1325 a poté až na 1:25 po r. 1335. Na konci 30. let začal klesat a v polovině století se pohyboval opět okolo 1:12. Od poslední čtvrtiny 14. století kurz zlata stoupal hlavně při válečných událostech.

¹⁷ Na žilách Staročeského pásma jsou vyvinuta všechna vývojová stadia polymetalické mineralizace i předchozí turmalinitové formace. V prvním vývojovém stadiu (těž „kyzové“ či „Zn rudní“) spolu s křemenem krystalizovala hlavní masa arzenopyritu (I) a pyritu (I) - generace minerálů jsou označovány římskými číslicemi. Rudní perioda prvního stadia začala krystalizací sfaleritu a pyrhotinu. S nimi vznikal stanin a chalkopyrit (I), které se vyskytují většinou v podobě drobných inkluzí. Následoval pyrit (II) a další minerály, včetně Mn a Mg karbonátů. Druhé vývojové stadium („rudní“ nebo „Pb-Cu-Ag-rudní“) začíná většinou po slabším tektonickém neklidu krystalizací křemene (II), následovaného galenitem a chalkopyritem (II). Oba poslední minerály jsou provázány stříbrnosným tetradritem (freibergitem). Galenit s freibergitem se nachází převážně v žilovině, ve svrchní části vertikálního zonálního řezu. Naproti tomu chalkopyrit (II) provázený freibergitem se vyskytuje ve spodní části zonálního řezu a vytváří většinou nepravidelné žilky v sulfidech předchozího stadia. Hlavním nositelem stříbra v tomto stadiu je freibergit. Stadium bylo ukončeno krystalizací sideritu a kalcitu (I). Minerály prvních dvou vývojových stadií jsou na žilách vždy přítomny. Minerály dalších stadií se vyskytují jen lokálně, často vytvářejí samostatně orientované žilky.

Rudní minerály třetího stadia vytvářejí na severních pásmech ploché čočky a odstavce, oddělené od starších rud trhlínami s ohlasy. Rudní minerály třetího vývojového stadia („ušlechtilých rud stříbrných“ či „Ag-Sb stadium“) vytváří dvě asociace minerálů, které se vyskytují i samostatně. Pro první asociaci jsou typické pyrrargyrit-proustit a miargyrit, pro druhou asociaci bertierit a antimonit. Minerály čtvrtého vývojového stadia („porudního“) představují již jen jakési dozvuky hydrotermálního procesu.

sloupech, jejichž delší osy jsou rovnoběžné s hranicemi horninových souvrství, *svrchních rul, centrálních migmatitů a podložních migmatizovaných rul*. Rudní sloupy rovněž sledují okolí vzájemných průniků rudonosných struktur, včetně průniků s žilami lamprofytrů.

V rozmístění rud na Staročeském pásmu existuje výrazná zonálnost. V nejhlubších částech Hlavní žíly Staročeského pásma se převážně v centrálních migmatitech vyskytuje zóna Fe a Fe-As sulfidů, tvořená hlavně pyritem, pyrrhotinem a arzenopyritem. V této zóně byly zjištěny poněkud zvýšené obsahy Au (0,05-0,5 g/t). Směrně a vzhůru přechází tato zóna do zóny Cu-rud. V ní přistupuje k předchozím minerálům chalkopyrit (II) doprovázený freibergitem. Ještě výše a ve větší směrné vzdálenosti se nalézá zóna Sn-Cu-Zn-rud (též komplexních rud), tvořená předchozími minerály, dále staninem a téměř smolně černým sfaleritem. Ubýváním staninu a chalkopyritu (II) přechází tato zóna do zóny Zn-rud, většinou chudých stříbrem. Zároveň směrně i dovrchně ubývá i pyrrhotinu. Na její jižnější části Hlavní žíly a na žilách nižších řádů ve východní části pásma přechází tato zóna do Pb-Zn-rud. Galenit se nejdříve vyskytuje na zpeřených strukturách, výše v zonálním řezu přechází do vlastní žiloviny. Na přechodu obou zón značně ubývá pyrrhotin. Nehojný arzenopyrit je vázán prakticky pouze na okolorduní alterace. Spolu s rostoucím obsahem galenitu stoupá i obsah Ag v rudě a objevuje se i makroskopicky patrný tetraedrit-freibergit. Aby to nebylo jednoduché, Ag má na všech žilách navíc samostatnou vertikální zonálnost. Jeho obsahy v kyzech (zvláště v pyritu a chalkopyritu) do hloubky ubývají.

Rozsah dobývek

Pro odhad množství stříbra obsaženého ve vytěžené rudě je potřeba v první řadě vymezit konturu těch částí žil, které jsou postiženy starou těžbou. Po nález ložiska byly zprvu vydobyty jeho přípoверхové části. Předpokládám, že zvětralé a navětralé rudy dosahovaly na Staročeském pásmu hloubky maximálně 10-15 m (Kořan 1988). Vzhledem k několika metrů mocnému pokryvu spraší, pokrývajícímu většinu výchozu pásma (s výjimkou její jižnější části), měli staří horníci ztíženou práci. Pokud dopravovali rudu rumpály až na povrch, mohli zvětralé rudy dobývat do hloubky 10-20 m pod spodní hranicí spraše. Hlubší části již byli nuceni dobývat kombinací vertikálních a horizontálních děl - hašplů a chodeb.

O rozsahu předhusitského dolování neexistují spolehlivé informace. Kořan (1950) předpokládal dosah dobývání v tomto období do hloubky maximálně 100 m. J. Bílek již koncem 60. let (ústní sdělení) uvažoval o větším hloubkovém dosahu předhusitského dobývání, neboť za Jířho z Poděbrad byly staré doly zmáhány a neperspektivní rychle opouštěny. Souhlasím s jeho názorem, že ve válkou zničeném hospodářství nebylo dostatek prostředků na hromadné prohlubování šachet v celém revíru. Několik set metrů hluboký dosah předhusitských dobývek uvádí i Morávek et al. (1992) z Jílového.

Důkazy o hloubkách předhusitského dolování přinesl průzkum na Roveňském pásmu. „Díky“ značným přítokům vody z Vrchlice zůstalo toto pásmo ve větších hloubkách v pohusitském období nedotčeno. V hloubce okolo 150 m pod povrchem byly navrtány dobývky a podařilo se dendrochronologicky datovat i navrtanou výdřevu (Mikuš et al 1993). Pravděpodobně i na ostatních pásmech dosáhlo předhusitské dolování hloubek okolo 100-150 m, v příhodných poměrech i větších. O tom svědčí i hloubky vyzmáhaných a ihned opuštěných dolů na jihu Grejfského pásma (J. Bílek in Holub et al. 1974) a nepřímo i poměr velikostí produkce stříbra za zhruba stejně dlouhá období první a druhé slávy českého hornictví (ca 2000 ku 500 tunám).

Z období pohusitské obnovy dolů na Staročeském pásmu podle Bílka (2000) zprávy chybí. Od konce 15. století postupně přebírali doly do svého majetku panovníci a od té doby se zachoval rozsáhlý archiv písemností i vzácných map. Tento fond ve 20. století postupně zpracovávali Kořan (1950, 1988), Šimon a Urban (1958), Urban (1960) a Bílek (1969, 1970,

1972, 1985, 2000). Hloubky jam a dosah dobývek po přepočtu na svislé hloubky je uveden v následující tabulce. Je z ní zřejmé, že nejhlubší jámy i dobývky byly na severním konci pásma. Vezme-li se v úvahu i konfigurace terénu, dobývky na Hlavní žíle dosáhly zde nejméně 100 až 130 m podmořské hloubky (m pm), na žíle Benátecké ca 200 m pm.

Dosah jam a dobývek přepočtený na svislou hloubku (m):

Název dolu	jámy	dobývky	Název dolu	jámy	dobývky
Trmandl	163	285	Fráty	93	320
Šafary	143	350	Šmitna	157	325
Kuntery	185	300	Protiklonná žíla		360
Nová jáma	130	320	Nyklasy	115	300
Hoppy	153	330	Nyklasy	115	300
Rabštejn	115	275	Šváby		320
Mladá Plimle	110	310	jižnější doly		ca 300
Špitálská žíla		315	Panská jáma		450

Výrubnost rudních sloupů blíže povrchu byla, podle pozorování ve stařinách Turkaňského a Rejzského pásma 80-90 %. Kyzové rudy Hlavní žíly Staročeského pásma v hloubce 250 m pod povrchem jsou prokazatelně, podle výsledku průzkumných prací, vydobyté minimálně z 80 %. Bohatší rudy Benátecké žíly jsou v hloubce 350 m vydobyté ca z 90 %.

Odhad velikosti produkce

Pro odhad produkce stříbra jsem rozdělil Staročeské pásmo na několik podle mého názoru přirozeně ložiskově a informačně definovaných bloků. Je to blok připovrchových zvětralých a navětralých rud a blok strukturního uzlu v okolí Panské jámy, další bloky jsou lokalizovány na Hlavní žíle - blok severního vyklínování zrudnění v okolí šachty Trmandl, blok strukturního uzlu dolů Šafary a Kuntery, blok centrální části žíly (Nová, Hoppy a Rabštejn), strukturní uzel Špitálské žíly (Mladá Plimle) se samostatnými bloky na Hlavní a Špitálské žíle, blok jižního pokračování žíly (Šmitna, Nyklasy a Šváby) a konečně blok jižního štěpení žíly.

Výchozové části Staročeského pásma

V prvé, pionýrské fázi těžby byly dobývány zvětralé a navětralé rudy. Hloubka zvětrání a navětrání rud na Staročeském pásmu není přesněji známá. Povrch byl, s výjimkou nejjížnější části, před nálezem ložiska pokryt několikametrovou vrstvou spraší. Nyní je situace komplikována pozůstatky po staleté hornické činnosti a obytnou zástavbou. Podle sledování občasných propadů starých dobývek předpokládám, že hloubka zvětrání a navětrání rudniny se pohybovala v metrech. Bílek (1985) předpokládal těžbu bohatých cementačních rud stříbra. Pro jejich vznik a uchování, podobně jako pro vznik stříbrných černí, nebyly na Staročeském pásmu vhodné podmínky (Holub 2009). Kořan (1988) uvádí na Staročeském pásmu dosah zvětrání okolo 10 m a těžbu zvětralin, „vitrifiků“, s kovatostmi až 700 g/t Ag. Tyto zvětraliny údajně obsahovaly drátkové stříbro.

Pro odhad pravděpodobného množství stříbra, obsaženého ve vytěžených zvětralých rudách, byla zvolena metoda variantního výpočtu v připovrchovém bloku pokrývajícím celý výchoz pásma. Vstupy do výpočtu byly zvoleny v intervalech: délka pásma 1200-1400 m, šířka pásma 100-150 m, mocnost zvětralých a navětralých rud 3-10 m, objemová hmotnost

2000 kg/m³, průměrná kovnatost 20-200 g/t Ag, výrubnost 10-40 %.¹⁸

Výsledek modelového výpočtu je nejcitlivější na změny průměrné kovnatosti a koeficientu výrubnosti. Pokud průměrná kovnatost se pohybovala okolo 50 g/t a výrubnost okolo 20-30 %, ¹⁹ **množství vytěženého stříbra dosáhlo pravděpodobně prvních desítek tun kovu.**

Strukturální uzel v okolí Panské jámy

V nověji prozkoumaném prostoru mezi Panskou jámou na východní straně pásma a jámami Kuntery a Nová šachta na západním okraji pásma lze jednoznačně identifikovat Hlavní a Benáteckou žílu a s určitou rezervou i některé další žíly - Podložní souklonnou, Láskovskou a Apatickou.

V okolí Panské jámy dislokace nesoucí její jméno (severojižního směru a upadající k východu), spolu se zpeřenou Benáteckou žílou směřující k JJZ, žílou Apatickou a také s prvním lamprofyrem přicházejícím od SSZ, vytvářejí strukturální uzel, na němž se vyskytovaly i tisícigramové obsahy stříbra. Kovnatosti těžných kyzů uvádí Bílek (2000) ve výši 150-400 g/t, mocnost Benátecké žíly do jednoho až dvou metrů, mocnosti těžných kyzů 3-6 dm, výjimečně vyšší.

Průzkumem zjištěné mocnosti vytěžených a většinou zaplněných prostor byly vždy několik metrů.²⁰ Nesoulad mezi menšími mocnostmi těžné rudy, uváděné v historických zprávách, a většími mocnostmi stařin může být způsoben řadou příčin. Výběrový efekt v relacích vizitačních komisí, které nechtěly být příliš optimistické, byl již zmíněn. Bílkem (2000) uváděné napadávký z nadloží nevyřeší vše.²¹

Z údajů uváděných Bílkem (2000) je možné odhadnout, že limitní kovnatost a mocnost rudy byly mezi 150 až 250 g/t Ag a 50 až 15 cm mocnosti kyzů²² při minimální šíři dobývky okolo 50-60 cm. Byla-li mocnost rudy či její kovnatost vyšší, byly přibírány zrudněné boky dobývky („*kaňkov**“). Přibírka bývá levnější než vlastní ražba a rozdíl v nákladech tak umožňoval těžit i méně mocné či chudší prožilky a vtroušeniny. Hlušina (nejen) z přibírek se ihned používala k založení již vydobytých prostor.

Na strukturálním uzlu v okolí Panské jámy byl vyvinut rudní sloup (vlastní Benátecká žíla starců) z něhož byly „*podle spolehlivých záznamů*“ (Bílek 2000) vytěženy kyzý obsahující ca 50 tun stříbra. O spolehlivosti archivních záznamů nepochybuji, pochybuji však o jejich úplnosti. Podle těchže záznamů byl koncem šedesátých let minulého století prognózován rudní

¹⁸ Na příklad při šířce pásma 100 m a sumární šířce vytěžených zvětralin 25 m na třech až čtyřech produktivních zónách je výrubnost 25 %.

¹⁹ Při modelovém výpočtu musíme dodržet nepřímou závislost mezi kovnatostí a výrubností.

²⁰ Podle orientačních vrtů v čelbách - stařiny nebyly, až na výjimky, procházeny.

²¹ Koeficient nakypření napadávek je okolo 1,5-2, a tak k úplnému zaplnění dva metry mocné dobývky je potřeba dalších 1,33 m rostlé horniny. Napadávký nemají vhodnou zrnitost, uvolněné bloky jsou často značné velikosti a tak nárůst mocností na účet napadávek nelze považovat za hlavní důvod. Mluví proti němu i běžně nacházená výplň dobývek. Drobné úlomky alterovaných hornin bývají většinou uloženy v jílovité hmotě s uhlíky, pravděpodobně pozůstatkem po sázení ohně.

Podle mého názoru je řešení v tehdejší ekonomice. Zisk z dobývání drahého kovu byl realizován až urburou panovníka. Na zisku se různým způsobem podíleli báníští podnikatelé a to i úlevami a svobodami, které neměli s důlním podnikáním nic společného. Proto hraniční kovnatost vykupované rudy byla stanovena tak, aby panovník dostával urburo a ostatní zúčastnění mohli žít způsobem odpovídajícím době. Maximalizace osobního zisku nebyla cílem, neboť panovník rychle bohatnoucí podnikatele vždy dokázal přesvědčit, aby mu postoupili část svého zisku.

²² Mezi limitní mocností a limitní kovnatostí platí nepřímá úměra.

sloup na Benátecké žíle sousedící se stařinami. Ten však byl, jak ukázal průzkum na počátku sedmdesátých let, starci z větší části vydobyt do hloubky okolo 450 m pod povrchem a pravděpodobně obsahoval dalších několik desítek tun stříbra. Další v záznamech o Benátecké žíle neevidované stříbro pocházelo z doby prvních nálezů bohatých nálomů v nálezných překopech zhruba na úrovni 3. patra pozdější Panské jámy.

Celkové množství vytěženého stříbra z uvedeného strukturního uzlu dosáhlo pravděpodobně vyšší desítky tun a mohlo přesáhnout i sto tun.

Toto množství vytěženého stříbra odpovídá i středním hodnotám výsledků variantního výpočtu zásob rostlé rudy ze vstupů: délka vytěženého bloku 300-350 m, šířka bloku 150-200 m, průměrná mocnost 2-3 m, objemová hmotnost 3000 kg/m³, průměrná kovnatost 300-500 g/t Ag, výrubnost 70-90 %.

Severní vykliňování zrudnění v okolí šachty Trmandl

Tento blok je vymezen na severním vykliňování Hlavní žíly nad hranicí souvrství svrchních rul s centrálními migmatity. Rozhraní obou celků upadá pod středním úhlem k severu a je vyvinuto jako několik desítek metrů mocná zóna střídání rul a migmatitů. Hloubkový dosah předhusitského dobývání není znám a i o pozdějším dobývání existuje, podle Bílka (2000), velmi málo ložiskových údajů. Důl Trmandl byl spojen organizačně i technicky se Šafary a byl používán již v první polovině 16. století pro čerpání důlních vod. Blok byl nově prozkoumán baňsky na 3. a 5. patře Turkaňské jámy.

V jižní části důlního pole dolu Trmandl, v jeho hlubších částech, měla Hlavní žíla mocnost 2-3 m, z toho kyzy tvořily 30-50 %. Zrudnění tvořilo krátká čočkovitá tělesa. Průměrné obsahy stříbra v kyzech těžných v druhé polovině 16. století se pohybovaly mezi 130 až 260 g/t Ag. Pod dolem Trmandl na úrovni 3. patra protíná Hlavní žíla 2. lamprofyr, tedy rudonosnou strukturu, na níž je vyvinuta Láskovská žíla. Toto protětí je sledováno štíhlým rudním sloupem s obsahy Ag do 100 g/t (v zásekovém vzorkování). Obsah Ag klesá na úrovni 5. patra na ca 50 g/t. Polymetalická mineralizace dosahuje na Hlavní žíle ve významnější míře asi 50-80 m nad uvedenou hranicí souvrství a postupně se rozpadá, směrem k severu, v drobnější rudní čočky. Zrudnění je tvořeno na 5. patře zónou Cu-rud s obsahy Ag 80-100 g/t v metrových zásekových vzorcích. Na 3. patře, na němž mineralizace přechází do zóny Zn-rud, byly zastíženy stařiny až po protětí 2. lamprofyru. Ovizkované zbylé rudy mají obsahy Ag ve vyšších desítkách g/t.

Pět metrů u povrchu považují za vytěžené zvětralé a navětralé rudy, které do bloku nezapočítávám. Jižní hranici bloku u povrchu kladu 150 m jižně od dolu Trmandl. Hranice je svislá a končí v hloubce 285 m (viz tabulka dosahu dobývek). Severní hranice bloku začíná u povrchu rovněž ve vzdálenosti 150 m od jámy Trmandl. Odtud směřuje k dobývkám na 3. patře u 2. lamprofyru tak, že hloubku 100 m protíná ve vzdálenosti 60 m severně od jámy Trmandl. Od hranice na 3. patře pokračuje ploše k hloubce - 285 m na jižní hranici bloku.

Hlavní žíla dosahuje v rudních odstavcích mocnosti 2-3 m. Směrem k severu rudních odstavců ubývá, jejich zastoupení v ploše žíly klesá ze 60 na 30 %. Mezi rudními odstavci je Hlavní žíla zrudněna prožily a vtroušeninami sulfidů.

Kovnatosti kyžů ve spodní části bloku, vezmeme-li v úvahu selektivní dobývání a přebírání rud, se pohybovaly v rozmezí 130-250 g/t Ag. Pro svrchní část bloku chybí údaje. Vzhledem k zonálnosti rud lze předpokládat o něco vyšší kovnatosti, a to okolo 300 g/t Výrubnost menších odstavců byla zřejmě vysoká, dobýváno bylo i „kaňkoví“ mezi rudními odstavci.

Z variantních výpočtů plyne, že z tohoto bloku mohly být vytěženy první desítky tun stříbra.

Strukturální uzel dolů Šafary a Kuntery

Tento blok je vymezen na strukturálním uzlu jámy Šafary a zaujímá i severní část důlního pole jámy Kuntery. Hlavní žíla zde prochází rojem struktur ssv.-jjz. směru, na nichž existuje mnoho odžilků, které byly zčásti označovány jako samostatné žíly (podložní - „*lintové*“ i nadložní „*hantové*“). Uzel je blíže povrchu komplikován protětím 2. lamprofyru a v hlubších částech hranicí souvrství svrchních rul s centrálními migmatity. Rozhraní obou celků upadá pod středním úhlem k severu a dílčí rudní sloupy jsou orientovány paralelně s tímto rozhraním. Blok byl báňsky prozkoumán mezi 1. a 5. patrem.

O dobývání existují, podle Bílka (2000), ložiskové údaje převážně z hloubek větších jak 200 m. V těchto částech měla Hlavní žíla mocnost 2-3 m, ve svrchních částech uzlu i více. Kyzý tvořily 40-80 % žiloviny. V odžilkách kyzý tvořily až několik decimetrů mocné lité zrudnění. Zrudnění v rudním sloupu strukturálního uzlu, podle rozsahu dobývek na 1. a 3. patře a podle vývoje žíly na 5. patře, vyplňovalo 70-90% plochy žíly.

Průměrné obsahy stříbra v kyzech těžných v druhé polovině 16. století se ve středních hloubkách (ca do 250 m) pohybovaly mezi 300-400 g/t. Ve větších hloubkách klesaly na 130 až 260 g/t. Dobývky na tomto rudním sloupu v poli dolu Šafary dosáhly 350 m pod povrch, směrem k dolu Kuntery spodní hranice dobývek stoupá na hloubku 300 m pod povrchem. Mocnost kyzů v těchto hloubkách zůstávala v metrech. Ve svrchních částech uzlu, v místech protětí 2. lamptofyru, lze předpokládat obsahy Ag i ve vyšších stovkách g/t.

Pět metrů u povrchu považují za vytěžené zvětralé rudy, které do bloku nezapočítávám. Svislá severní hranice bloku je totožná s jižní hranicí předchozího bloku. Šířka bloku ke svislé jižní hranici je 200 m.

Z variantních výpočtů plyne, že z tohoto bloku pravděpodobně byly vytěženy nižší až střední desítky tun stříbra.

Centrální část žíly (Nová, Hoppy a Rabštejn)

Tento blok je vymezen na centrální části Hlavní žíly. Zaujímá jižní část důlního pole dolu Kuntery, dále důlní pole jam Nová, Hoppy a spodní část pole dolu Rabštejn. Blok byl báňsky prozkoumán mezi 1. a 5. patrem. Rudní sloupy na Hlavní žile sledují hranicí souvrství svrchních rul s centrálními migmatity. Poslední ve spodní jižní části bloku přecházejí do souvrství migmatizovaných rul. Na 5. patře je Hlavní žíla mocná 1-3 m, místy i více. Má brekciovitou texturu a je zde vyvinuta nejhlubší As-zona rudního zonálního řezu s nízkými obsahy Ag a zvýšenými obsahy Au. Rozhraní obou horninových celků upadá mírně k severu a dílčí rudní sloupy jsou orientovány paralelně s tímto rozhraním.

O starém dobývání existují, podle Bílka (2000), ložiskové údaje z hloubek větších jak 150-200 m. V těchto částech, na dole Hoppy, měla Hlavní žíla mocnost 2-3 m, ve svrchních částech i více. Na Nové jámě v hloubkách okolo 200 m existují rozsáhlé vydobyté prostory mocné až 7 m, průměrně snad 4-5 m. Indicie o podobných mocnostech existují i na vyšších částech důlního pole jámy Rabštejn. Bílek (2000) uvažuje o zvětšení prostor vlivem napadávek. I když napadávky určitou roli hrát mohou, spíše zde byly přibírány žilky kyzů v okolordních alteracích, „*kaňkoví*“ starců.

V hlubších částech kyzý tvořily 40-80 % žiloviny. Zrudnění v rudním sloupu, podle rozsahu dobývek na 1. až 3. patře a podle vývoje žíly na 5. patře, vyplňovalo 70-90 % plochy žíly. Průměrné obsahy stříbra v kyzech se ve středních hloubkách (ca do 150-200 m) pohybovaly mezi 300-400 g/t, ve větších hloubkách klesaly na 130 až 260 g/t.

Dobývky v poli dolů Nová a Hoppy dosáhly 320-330 m pod povrch, směrem k dolu Rabštejn stoupají na 270-280 m pod povrchem. Pět metrů u povrchu považují za vytěžené zvětralé a navětralé rudy, které do bloku nezapočítávám. Svislá severní hranice bloku je

totožná s jižní hranicí předchozího bloku. Šířka bloku k šikmé jižní hranici je u povrchu 200 m, v hloubce 300 m je 400 m.

Z variantních výpočtů plyne, že z tohoto bloku mohlo být vytěženo okolo sto tun stříbra.

Strukturální uzel dolu Mladá Plimle

Strukturální uzel jámy Mladá Plimle začíná u povrchu pravděpodobně v prostoru dolu Fráty, zaujímá i důlní pole jámy Mladá Plimle a v nehlubších částech zasahuje do důlního pole dolu Šmitna. Rudní sloup upadá v ploše Hlavní žíly pod středním úhlem k jihu.

Hlavní žíla zde prochází protiklonou strukturou téměř sv.-jz. směru, která je jižním pokračováním rudonosné struktury Benátecké žíly. Průnik obou struktur byl prozkoumán na 5. patře, v hloubce ca 400 m pod povrchem. V zóně průniku obou struktur, směrné délky okolo 200 m, existuje mnoho odžilků a drobnějších zpeřených žil, jak souklonných, tak protiklonných. Dílčí rudní sloupky jsou orientovány paralelně s hranicí souvrství centrálních migmatitů s podložními migmatitizovanými rulami. Rozhraní obou celků upadá pod mírným úhlem k severu. V prostoru tohoto strukturálního uzlu také začíná jižní štěpení Hlavní žíly do několika subparalelních struktur.

Mocnosti Hlavní žíly na 5. patře ve směrně rozsáhlých rudních sloupech jsou 1,5-2 m při obsahu Zn 1-1,5 %, Cu pod 1 %, Ag 50-150 g/t a okolo 3 % As. Pyrotinové zrudnění s chalkopyritem a obdobnými obsahy Ag se vyskytuje i na zpeřených žilkách proměnlivé mocnosti a obtížné propojitelnosti mezi překopy raženými na mocnost alterovaného pásma. Vtroušené zrudnění a prožilky vyplňují i nejbližší okolí zpeřených žilek. O starém dobývání existují, podle Bílka (2000), ložiskové údaje převážně z hloubek větších jak 150 m. V těchto částech měla Hlavní žíla mocnost 2-3 m, ve svrchních částech uzlu i více. Žilovina obsahovala 50-80 % kyzů. V odžilkách kyzý tvořily až několik decimetrů mocné lité zrudnění. Zrudnění v rudním sloupu strukturálního uzlu, podle analogie se severněji prozkoumanými částmi žíly a podle vývoje žíly na 5. patře, vyplňovalo 70-90% plochy žíly. Mocnosti na podložní (Špitálské) žíle byly nižší, okolo jednoho metru, a většinu výplně tvořily kyzý.

Průměrné obsahy stříbra v kyzech z Hlavní žíly ve středních hloubkách (ca 200-250 m) se pohybovaly mezi 300-400 g/t, výše se vyskytovaly obsahy i mezi 600-800 g/t. Ve větších hloubkách obsahy klesaly na 130 až 260 g/t Ag. Obsahy na Špitálské žíle a doprovodných žilkách byly mírně vyšší.

Dobývky na tomto rudním sloupu v poli dolu Mladá Plimle dosáhly na obou žilách hloubky 300-320 m pod povrch, směrem k dolu Šmitna dosáhly na podložní protiklonné (Špitálské) žíle spodní hranice v hloubce okolo 350 m. Na Hlavní žíle končily asi 300 m pod povrchem. Pět metrů u povrchu považují za vytěžené zvětralé a navětralé rudy, které do bloku nezapočítávám. Ukloněná severní hranice bloku je totožná s jižní hranicí předchozího bloku. S ní rovnoběžná jižní hranice bloku je horizontálně vzdálená 200 m na hlavní žíle. Šířku bloku na Podložní protiklonné žíle (Špitálské) uvažují v rozmezí 50-150m.

Z variantních výpočtů plyne, že z tohoto bloku Hlavní a Podložní protiklonné (Špitálské) žíly bylo vytěženo nejspíše sto až dvě stě tun stříbra.

Jižní pokračování Hlavní žíly (Šmitna, Nyklasy a Šváby)

Tento blok je vymezen na jižní, větví se části Hlavní žíly. Zaujímá svrchní část důlního pole jámy Šmitna, dále důlní pole jam Nyklasy a Šváby. Obě větve Hlavní žíly byly, podle Bílka (2000), na dolech Nyklasy a Šváby považovány za samostatné žíly. Spodní část bloku byla baňsky prozkoumána na 5. patře. Rudní sloupky na Hlavní žíle sledují v hloubce hranicí souvrství centrálních migmatitů postupně přecházejících do podložního souvrství migmatiti-

zovaných rul. Rozhraní obou celků upadá mírně k severu a dílčí rudní sloupy jsou orientovány paralelně s tímto rozhraním.

Na 5. patře je Hlavní žíla mocná 1-2 m a má rozsáhlou zónu hydrotermálních přeměn se sulfidy. Žíla má brekciovitou texturu metasomatického typu a je zde vyvinuta zóna Cu-rud s obsahy v zásekových vzorcích Ag 50-100 g/t, ojediněle i vyššími. V příčném řezu, v periferních částech zde byl pozorován i galenit. Podle Bílka (2000) v hloubkách 100-200 m v severní části bloku zůstaly nevydobyty mocné a rozsáhlé polohy kyzů chudých stříbrem. Pravděpodobně v této části mineralizace přechází do zóny Zn-rud, v níž se stříbro vyskytuje v obsazích zajímavějších starce jen v nejvyšších částech rudních sloupů. Tato zóna přechází k jihu do zóny Pb-Zn rud s obsahy mezi 500-800 g/t Ag. Mocnosti v této zóně jsou nízké, většinou v prvních decimetrech. Plošná rudonosnost je neznámá. Podle analogie s Rejzským pásmem je pod 50 %, nejspíše okolo 30 %. Dobývky na těchto bohatších rudách lokálně dosáhly hloubku 300 m.

Kosá severní hranice bloku je totožná s jižní hranicí předchozího bloku, jižní hranice je svíslá. Šířka bloku u povrchu je 450 m, v hloubce 300 m je 250 m.

Z variantních výpočtů plyne, že z tohoto bloku bylo vytěženo pravděpodobně okolo desíti tun stříbra, maximálně snad až prvé desítky tun tohoto kovu.

Jižní štěpení Hlavní žíly

Nejjihnější část pásma netvoří, ve smyslu výpočtu zásob, ucelený ložiskový blok. Pásmo je zde prezentováno řadou žil a žilek, o jejichž průběhu a vlastnostech je málo informací. Podle Bílka (2000) byl na těchto žilách po polovině 16. století jen omezený provoz. Některé zdejší dobývky dosáhly snad hloubek až 300 m.

Mineralizace je uložena v nehomogenním souvrství migmatitizovaných rul a je již značně vzdálená od mineralizačního centra Staročeského pásma. Lze proto očekávat, že rudní sloupy jsou zde menších rozměrů a jsou tvořeny Zn-Pb a Pb rudami, v nichž hlavním kyzem je pyrit. Podle Bílka (2000) mocnosti žil jsou převážně v centimetrech až decimetrech. Žilovinu tvořil křemen, v rudě byl častý galenit s pyritem. Obsahy Ag se pohybují mezi 500-800 g/t, místy i vyšší. Plošná rudonosnost je neznámá. Podle analogie s Rejzským pásmem je nejspíše pod 30 %, a v případě bohatších, hlouběji těžných rud snad jen okolo 10 %.

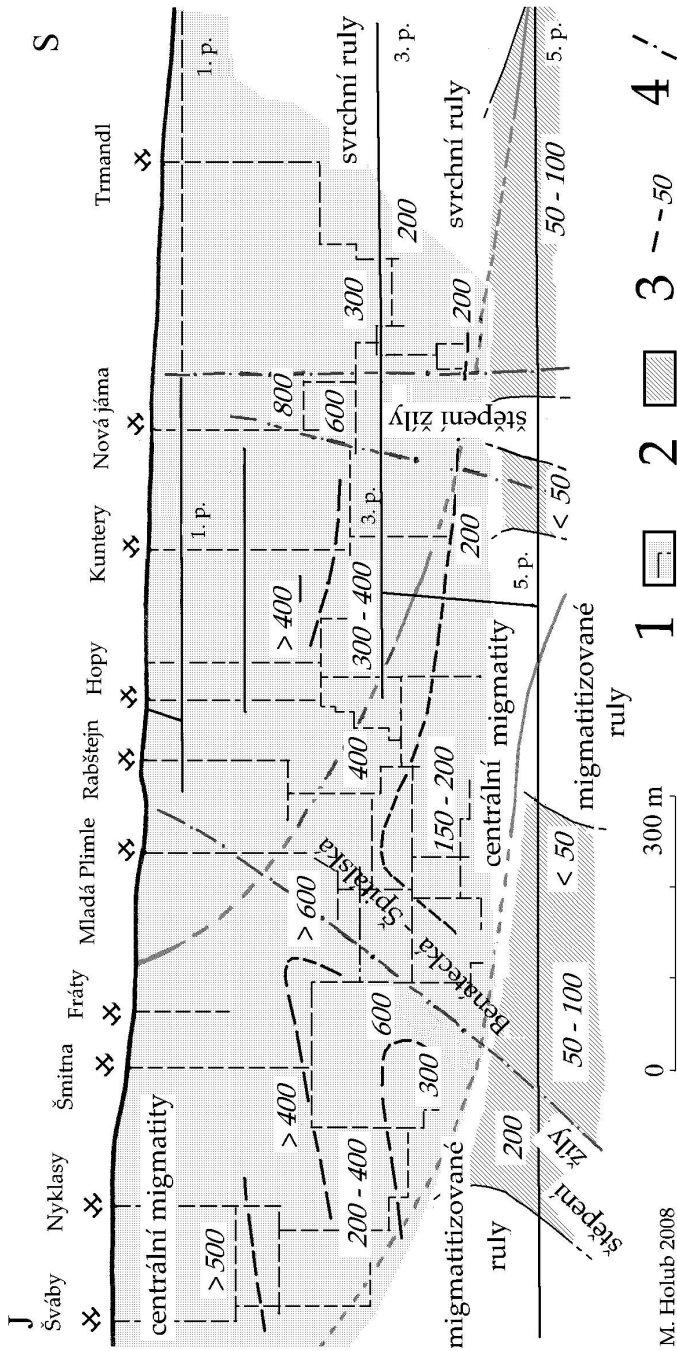
Z variantních výpočtů plyne, že z tohoto bloku byly vytěženy maximálně prvé desítky tun stříbra.

Výsledek odhadu

Sumář odhadu množství stříbra obsaženého ve starci vytěžené rudě Staročeského pásma:

<i>Blok</i>	<i>Odhadované množství kovu (tuny)</i>
výchozové části	prvé desítky
uzel Panské jámy	vyšší desítky až stovka
severní vykliňování žíly	prvé desítky
uzel Šafary - Kuntery	nižší až střední desítky
centrální část žíly	okolo stovky
uzel Mladé Plimle	sto až dvě stě
jižní pokračování žíly	deset až dvacet
jižní štěpení žíly	okolo deseti

Podle tohoto odhadu ruda vytěžená z hlavních rudních struktur Staročeského pásma obsahovala střední až vyšší stovky tun stříbra.



M. Holub 2008

Obr. 1 - Mapa plochy Hlavní žíly Staročeského pásma

Vysvětlivky: 1 - rozsah starých dobývek podle Bílka (1969-2000) s vyznačením hlavních komunikací podle Urbana (1960), 2 - průzkumem ověřený rozsah rudních sloupů Cu-rudy, 3 - orientačně vyznačené obsahy a izolinné Ag v g/t, 4 - linie průníků rudonosných struktur.

K článku: Odhad množství stříbra obsaženého v rudě vytěžené ze Staročeského pásma

Výsledek odhadu je řádovou proměnnou, kterou lze vyjádřit slovně, nikoliv však číselně, u které nelze definovat pravděpodobnou chybu odhadu. Pokud bychom měli statisticky dostatečný počet dílčích řádových odhadů, v tomto případě odhadů z dostatečného množství bloků, bylo by možné nahradit jednotlivé odhady na příklad středy či kvartily tříd, na něž byla rozdělena řádová proměnná. I když nemám dostatečný počet dílčích odhadů, mohu se, s vědomím značné nepřesnosti sumárního odhadu, o toto číselné vyjádření pokusit.

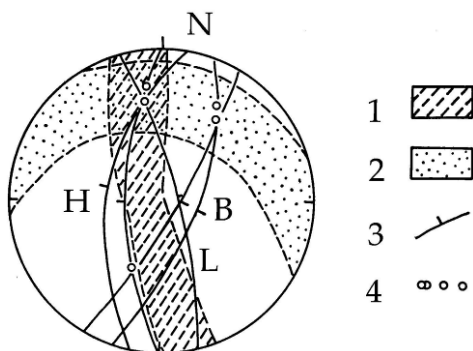
Výsledkem uvedeného postupu je odhad množství vytěženého stříbra mezi 350-700 tunami. Toto rozptí platí pro sumu v tabulce uvedených bloků.

Pokud jde o produkci stříbra z celého Staročeského pásma, přikláním se k odhadu ve vyšších stovkách tun. K údajům v tabulce je nutné přidat i těžbu z ostatních žil pásma. J. Bílek (2000) sice o nich uvádí ložiskové údaje, ty však nejsou informačně stejnocené s údaji o blocích Hlavní a Benátské žíly, neboť nejsou alespoň zčásti kontrolovatelné výsledky průzkumu.

Také není jisté, zda v pohnutých dobách (Janáček 1972, Kavka 1998, Žemlička 1998, Kolektiv 2003, Majer 2005) po vraždě posledního Přemyslovce Václava, i později bezprostředně po husitských válkách, byla cena lidské práce stejně vysoká, jako před těmito disturbancemi. Pokud mohu soudit podle kovnatostí rud na výskytech prozkoumaných na Vrchovině (Holub 2008), byly vždy po takovýchto depresích těženy i rudy s velmi nízkými kovnatostmi a dobývky byly s postupující konzolidací hospodářství opět opuštěny.

Další důvody jsou ložiskové. Vezme-li se v úvahu zonálnost rud a indicie přítomnosti galenitu ve svrchních a periferních částech zpeřených žil, je pravděpodobné, že i relativně nevelké odstavce (do prvních desítek metrů) se zrudněním mocným „na prsty až dlaně“, s obsahy stříbra v nižších stovkách g/t²³ sice nebyly bilanční podle ekonomických kritérií na králem vlastněných dolech v 16. století, mohly být ale vítaným cílem drobných soukromých podnikatelů. Ti, právě ve zmíněných pokrizových obdobích i v době po nálezu ložiska ve 13. století, těžili tyto rudy do malých, přirozeně relativně dobře větratelných hloubek několika desítek metrů. I když množství stříbra získané z takovýchto jednotlivých jam starců bylo nejspíše v desítkách až stovkách kilogramů, vzhledem k velkému blíže neznámému počtu drobných dolů mohla tato „drobná“ těžba dodat do celkového množství vytěženého stříbra určitě další desítky tun, možná i sto tun kovu.

Výsledky statistického vyhodnocení strukturních prvků na Staročeském pásmu (úhlojevná síť, spodní polokoule): 1 - pás stop průměrných příčných puklin, 2 - pás stop průměrných metamorfních foliací hornin, 3 - stopy maxim rudonosných struktur: H - Hlavní žíla, B - Benátská žíla, L - druhý lamprofyr (Láskovská žíla), 4 - orientace delších os rudních sloupů.



²³ Takovéto vlastnosti měly průzkumem ve 20. století zastižené žíly na severu revíru - na příklad žíla Václav či žíly Alžbětina a Niffelského pásma.

Literatura

- Bílek, J. 1969: Historický výzkum Staročeského pásma. - Díl I. - *MS, Geofond Kutná Hora*.
- 1971: Historický výzkum Staročeského pásma.- Díl II. - *MS, Geofond Kutná Hora*.
- 1972: Historický výzkum Staročeského pásma.- Díl III. - *MS, Geofond Kutná Hora*.
- 1985: Historický přehled dolování v kutnohorském revíru. - *In Orský František a kol.: Tisíc let kutnohorského dolování a mincování. Rudné doly, s. 21-48, Kutná Hora*.
- 2000: Kutnohorské dolování. 5. Staročeské žilné pásmo. - *Kutna, Kutná Hora*.
- Ercker, L. 1574: Kniha o prubřívství (přeložil Pavel Vitouš) 271 str. - *Nár. tech. muzeum 1974*.
- Fiala, Z. 1968: Předhusitské Čechy 1310-1419. - *Svoboda, Praha*.
- Holub, M. 1989: Modelování kovnatosti okrajového vzorku rudních ložisek. - *Geologický průzkum č. 12, 370-372, Praha*.
- 2002: Pokus o odhad množství síry a arzenu obsaženého v rudách drahých a barevných kovů, vytěžených v Čechách a na Moravě do poloviny devatenáctého století. - *Uhlí-Rudy, č. 4, 21-26, Praha*.
- 2005: Nakolik chudé, stříbro obsahující rudy mohly asi zajímat prospektory v polovině 13. století v okolí Krucemburku - poznámka ložiskového geologa ke stati: Jiří Doležel: Cruciburgensis monetae magister: několik poznámek k problému jeho identifikace. (Archeologické rozhledy LVI - 2004, seš. 2, 401-416). - *Archeologické rozhledy LVII, seš. 3, 573-580*.
- 2008: Poznámky k existenci větráním obohacených zón stříbronosných rud v Brodském a Jihlavském revíru. - *Sborník Stříbrná Jihlava 2007, s. 206-215, Muzeum Vysočiny Jihlava*.
- 2009: Kutnohorský ložiskový appendix. - *Kutnohorsko 11/09, 1-21*.
- 2009: „Zapomenutý“ sloup stříbrné rudy na rudonosné struktuře Láskovské žíly. - *Kutnohorsko 11/09, 22-29*.
- Holub, M. et al. 1974: Kutnohorský revír - mineralogická, geochemická, strukturní a ložisková studie. - *MS Geofond Praha*.
- 1982: Polymetalická mineralizace kutnohorského revíru. - *In: Sborník geologických věd - řada LGM. 69-124, Ústřední ústav geologický, Praha*.
- Holub, M. - Mikuš, M. 1984: Stanovení minima průzkumných vrtů pro kategorizaci zásob v kutnohorském revíru. - *Geologický průzkum č. 2, 37-38, Praha*.
- Janáček, J. 1972: Stříbro a ekonomika českých zemí. - *Českosl. čas. historický 20, 875-906, Praha*.
- Kolektiv, 2003: Rudné a uranové hornictví České republiky. - 645 str. - *ANAGRAM, Ostrava*.
- Kavka, F. 1998: Poslední Lucemburk na českém trůně. - *Mladá fronta, Praha*.
- Kořan, J. 1950: Dějiny dolování v rudním okrsku kutnohorském. - *Geotechnica, Praha*.
- Kořan, J. 1988: Sláva a pád starého českého rudného hornictví. - *Hornická Příbram ve vědě a technice, Příbram*.
- Králík, M. et al. 1985: Zhodnocení prognózních zdrojů Ag v Českém masívu. - *MS Geofond Praha*.
- Leminger E. 1912: Královská mincovna v Kutné Hoře (s dodatky 1924). - Reprint: *Kutna, Kutná Hora, 2003*.
- Majer, J. 2005: Rudné hornictví v Čechách, na Moravě a ve Slezku. - 255 str. - *Libri, Praha*.
- Mikuš, M. - Hušpauer, M. 1980: Závěrečná zpráva úkolu Kutnohorský revír - Staročeské pásmo. - *MS Geofond Praha*.
- Morávek, P. 1971: Ložiskové poměry a mineralizace jílovského zlatonosného revíru. - *Sbor. geol. věd, LG, 13, 1-170, Praha*.
- Morávek, P. et al. 1992: Zlato v Českém masívu. - *ČGÚ, Praha*.
- Skalský, G. 1950: Měnová politika Karla IV. - *Numismat. čas., 19, 37-54, Praha*.
- Šimon, Z. - Urban, J. 1958: Zpráva o báňsko-historickém výzkumu lokality Kutná Hora (úsek Fráty - Sedlák). - *MS, Geofond Praha*.
- Urban, J. 1960: Ortogonální schéma dopravních cest na Hlavní žíle Staročeského pásma. - *MS Geofond Kutná Hora*.
- Urbánek, J. - Vaněček, M. 1995: Jeseníky - rudní potenciál. Studie MHČR. - *MS Geofond Praha*.
- Vaněček, M. et al. (1995): Nerostné suroviny světa. - *AV ČR Praha*.
- Žemlička, J. 1998: Století posledních Přemyslovců. - *Melantrich, Praha*.

POHLED LOŽISKOVÉHO GEOLOGA NA ČLÁNEK JAROSLAVA BÍLKA „K ZAČÁTKŮM TĚŽBY STŘÍBRNÝCH RUD V KUTNOHORSKÉM REVÍRU“¹

Milan Holub

J. Bílek se polemicky vyjádřil k mé poznámce z roku 2000² o možnostech existence bohatých cementačních rud stříbra v Kutnohorském revíru. Přiznávám, že jsem smysl jeho polemiky nepochopil. Svou „Poznámku...“ jsem napsal proto, že v části numismaticko-historické i montanistické literatury kolovalo, a soudě podle Bílkovy reakce dosud existuje, paradigma³ o existenci stříbrem bohatých **cementačních rud**, které údajně byly předmětem „časově a prostorově omezené exploatace“ Slavníkovců a zdrojem stříbra pro ražbu jejich denárů.

Napsal jsem svou „Poznámku...“ také proto, že za posledních nejméně 100 milionů let druhotně obohacené cementační rudy bohaté stříbrem nemohly v geomorfologicky exponované severní části revíru (vrchy Turkaňk, Sukov, Kuklík) vzniknout, neboť nebyly pro jejich vznik a zachování vhodné podmínky. Nemohly-li tyto typy rud vznikat a být uchovány, nemohly je ani Slavníkovci těžžit. Zároveň jsem poukázal na to, že Slavníkovci měli doslova za humny bohatý zdroj primárních rud, dosažitelný tehdejšími technologickými postupy - galenitové rudy na výchozech Rejzského pásma. Otázku, zda Slavníkovci stříbro těžžili či ne, jsem neřešil.

J. Bílek zvolil pro polemiku s mou „Poznámkou...“ klasickou metodu, při které se kritizovanému autorovi vloží do úst něco, co neřekl a to se lehce vyvrátí. J. Bílek vyvrací tvrzení, že jsem „odmítl někdejší představy, že se zde mohly za Slavníkovců těžžit tzv. *zvětraliny*, jejichž přítomnost se dříve předpokládala v oxidační zóně některých žilných pásem“ (str. 1). Následně, po řadě odboček k nepřímým důkazům o těžbě stříbrných rud za Slavníkovců, popisuje **stříbrné černě** z hloubky 10-20 m („pod křídovým příkrovem !/!“⁴ - str. 2) na pásmu Skaleckém a klade řečnickou otázku, zda se staří báňští odborníci mylili, když tyto rudy považovali za zvětraliny. Pochopitelně, že se nemýlili.⁵

Problém je ale zcela jinde. J. Bílek používá (nejen) ve své polemice termíny „*tyto rudy*, tzv. *zvětraliny*“, „*druhotné rudy neboli zvětraliny !/*“, „*sekundární zvětraliny !/?*“, „*oxidické rudy stříbra !/*“, „*vlastní oxidační resp. cementační pásmo*“, „*sekundární oxidické zrudnění !/?*“, „*zvětralinová zrudnění*“, „*sekundární stříbrem bohaté rudy*“, „*stříbrné černě*“ či „*stříbrem bohaté zvětraliny*“ s udivující lehkostí jako synonyma, jimiž však nejsou. Výsledkem této stylistiky jsou věty složené z odborných výrazů, věty ale zmatečné, bez věcného obsahu, s nimiž nelze diskutovat.

K větrání sulfidických stříbronosných rud

Při větrání sulfidických rud dochází většinou k jejich ochuzování, neboť užitkové složky bývají vynášeny z prostoru ložiska. V některých případech se produkty rozpadu a rozkladu

¹ Kutnohorsko - vlastivědný sborník 6/02, 2000, str. 51-56.

² Holub, M. 2000: *Poznámka k možné slavníkovské těžbě stříbra poblíže Malína u Kutné Hory*. In: *Česká numismatická společnost, pobočka Praha, Členské informace*, str. 15-20. Poznámku jsem později poněkud rozšířil ve sborníku: *Slavníkovci v českých dějinách, Antiqua Cuthna 2*, Praha 2007, ve stati: Holub, M.: *K možnostem vzniku a zachování bohatých sekundárních rud stříbra v Kutnohorském revíru*, str. 122-140.

³ Citace podrobněji uvádím v člácích - viz pozn. 2.

⁴ Výrazy označené !/ a !/? jsou problematické samy o sobě či při použití v souvislosti s kutnohorským revírem.

⁵ Narozdíl od Bílkova přesvědčení stříbrné černě nejsou typem rudy vhodným pro rýžování, neboť při odkalování šlichu by docházelo k nepříjemným ztrátám jemně dispergovaného stříbra a jeho minerálů.

primárních minerálů ve zvětralinách hromadí a vznikají druhotně či větráním obohacené rudy.⁶ **Termín ruda je termínem ekonomickým** a označuje horninu či minerál, z něhož lze více či méně hospodárně získávat kov. **Zvětralinové rudy** jsou rudy vyskytující se ve zvětralinách. **Zvětralin** jsou produktem větrání ostatních hornin v oblasti interakce geosféry, hydrosféry, atmosféry a biosféry. Obecně zvětralinou rudou nejsou. Zůstaňme u větrání rudních žil v kutnohorském revíru. Rudní žíly jsou složeny z rudních minerálů - převážně sulfidů různých kovů, a hlušiny (jaloviny) - různých silikátů často obsahujících vodu, křemene, karbonátů a dalších, většinou řídkce se vyskytujících minerálů.

Větrání je obvykle děleno na **chemické**, při němž dochází k chemickým změnám minerálů a **fyzikální**, při němž dochází jen ke změnám jejich fyzikálních vlastností, hlavně k mechanickému rozpadu. Větrání sulfidických ložisek přehledně uvádí *Smirnov (1982, 419-451)*.⁷ Podle klasické koncepce se při chemickém větrání redukčně-oxidačními pochody mění mineralogické složení původních rud. Složení nově vznikajících asociací minerálů závisí v prvé řadě na množství kyslíku v podzemních vodách (a jejich chemizmu), na hladině a rychlosti proudění podzemních vod.

Větráním vznikající asociace minerálů bývají rozdělovány na několik zón.⁸ **Oxidační zónou** je nazývána ta část rudních ložisek, která je situována nad kolísající hladinou spodní vody. Touto zónou prosakují do hloubky provzdušněné, kyslíkem bohaté povrchové vody. Nejsvrchnější část této zóny je v případě sulfidických ložisek často složena převážně z hydroxidů železa (je známa též jako **železný klobouk** či **gosan**) a v Čechách byla starci většinou využívána jako železná ruda. Ve svrchní části zóny kolísajících podzemních vod je obvykle přítomna **subzóna vyloužených oksyložených rud**, která do hloubky přechází do **subzóny nabohacených oksyložených rud**. V obou subzónách této hlubší oxidační zóny jsou minerály rozpouštěny a vznikají minerály nové. Část rozpuštěné hmoty může být vynášena do okolí, mimo prostor rudní žíly. Rudy vzniklé v této zóně označujeme jako **rudy oxidačního pásma**.⁹ Podle svého složení mohou být například oxidické, karbonátové, silikátové atd.

Pod nejnižší hladinou kolísajících podzemních vod je obvykle vyvinuta **zóna obohacených sulfidických rud**, označovaná také jako **cementační zóna**. Póry, drobnější pukliny i jiné otevřené prostory, např. drúzy starších minerálů, jsou v této zóně vyplňovány hypergenními minerály.¹⁰ Cementační minerály na jedné straně téměř nepropustně obalují reliktu primárních rud a na druhé straně, při dalším do hloubky postupujícím větrání samy vytváří „obrněné“ reliktu uvnitř minerálních asociací oxidační zóny. Zjednodušeně řečeno, **obohacení vzniká mnohanásobným postupným rozpouštěním minerálů v zóně oksyložení a jejich vypadávaním z roztoku v přítomnosti sulfidů v zóně obohacení**.¹¹

⁶ Vážnější zájemce odkazují na *Ložiskovou geologii* V.I. Smirnova, která vyšla v mnoha jazycích a vydáních, i česky.

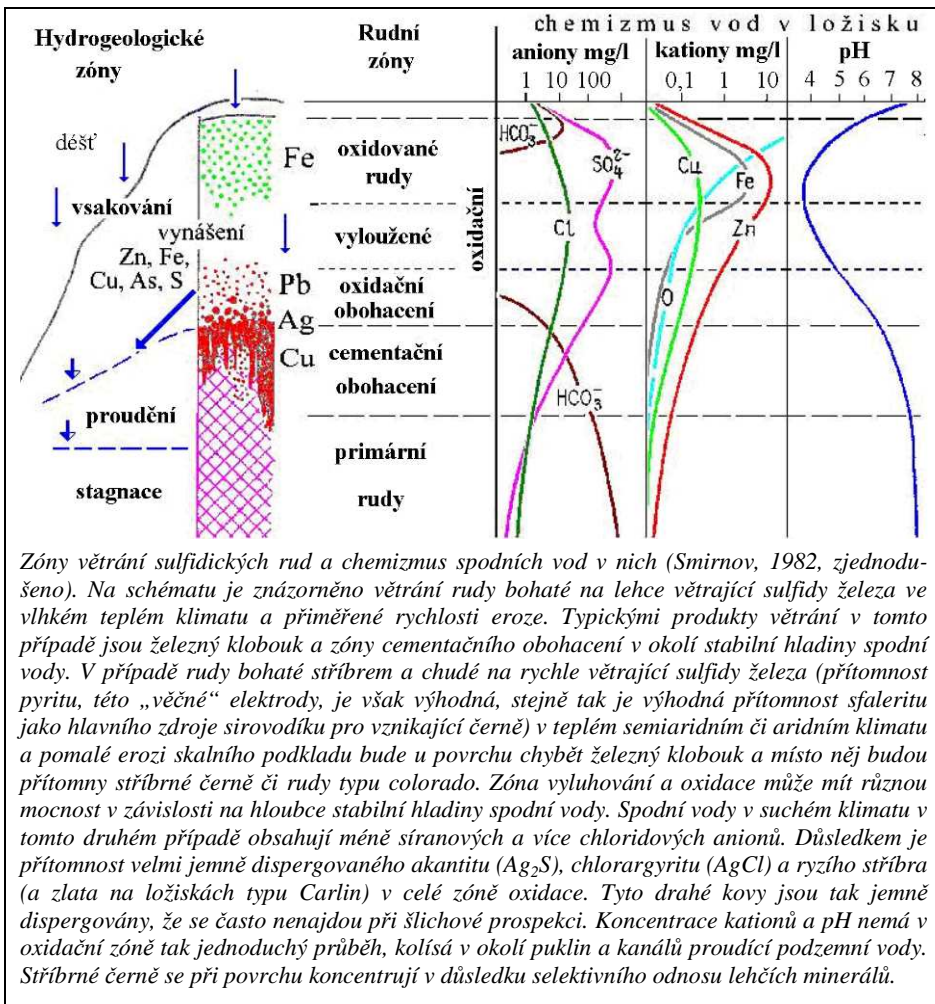
⁷ Smirnov, V.I. 1982: *Geologija poleznych iskopajemych*, Moskva, Nědra, 669 str.

⁸ Je třeba zdůraznit, že hranice zón nemusí souhlasit se současnou hydrogeologickou situací na ložisku, neboť mohou být produktem větrání v podmínkách geologické minulosti, podstatně se lišících od současných.

⁹ Bílkův termín *oxidické rudy* označuje rudy obsahující kyslík. Ty nemusí mít s větráním nic společného. Příkladem může být magnetit (Fe_3O_4). A kysličník stříbra jako minerál zóny větrání sulfidických rud neznám.

¹⁰ Minerály hypergenní jsou minerály vzniklé vlivem povrchových (hypergenních) geologických pochodů. Opakem jsou minerály hypogenní, vzniklé pochody z hlubin Země.

¹¹ Jednotlivé krystalové minerály větrajících rud navzájem spolu reagují v závislosti na svých standardních elektrodových potenciálech (SEP). Prvky s vysokým pozitivním SEP se hromadí při větrání ve svrchních částech ložiska. Mezi běžnými sulfidickými minerály polymetalických ložisek má nejvyšší hodnotu SEP pyrit (FeS_2), který vytváří na styku s ostatními sulfidy stabilní



Zóny větrání sulfidických rud a chemizmus spodních vod v nich (Smirnov, 1982, zjednodušeno). Na schématu je znázorněno větrání rudy bohaté na lehce větrající sulfidy železa ve vlhkém teplém klimatu a přiměřené rychlosti eroze. Typickými produkty větrání v tomto případě jsou železný klobouk a zóny cementačního obohacení v okolí stabilní hladiny spodní vody. V případě rudy bohaté stříbrem a chudé na rychle větrající sulfidy železa (přítomnost pyritu, této „věčné“ elektrody, je však výhodná, stejně tak je výhodná přítomnost sfaleritu jako hlavního zdroje sirovodíku pro vznikající černě) v teplém semiaridním či aridním klimatu a pomalé erozi skalního podkladu bude u povrchu chybět železný klobouk a místo něj budou přítomny stříbrné černě či rudy typu colorado. Zóna vyluhování a oxidace může mít vzhlednou mocnost v závislosti na hloubce stabilní hladiny spodní vody. Spodní vody v suchém klimatu v tomto druhém případě obsahují méně síranových a více chloridových anionů. Důsledkem je přítomnost velmi jemně dispergovaného akantitu (Ag_2S), chlorargyritu ($AgCl$) a ryzího stříbra (a zlata na ložiskách typu Carlin) v celé zóně oxidace. Tyto drahé kovy jsou tak jemně dispergovány, že se často nenajdou při šlíchové prospekci. Koncentrace kationů a pH nemá v oxidační zóně tak jednoduchý průběh, kolísá v okolí puklin a kandrů proudící podzemní vody. Stříbrné černě se při povrchu koncentrují v důsledku selektivního odnosu lehčích minerálů.

Rozsah a složení jednotlivých subzón závisí na mnoha místních, současných i minulých faktorech klimatických, geologických a geomorfologických. Zvláště pak na propustnosti rud, žiloviny a okolních hornin pro prosakující a protékající vody, na chemickém složení vod a na chemickém a mineralogickém složení rud a okolních hornin. V neposlední řadě závisí i na rychlosti eroze skalního masivu povrchovými vlivy. Na rychlost chemických reakcí v oxidační a cementační zóně působí i další vlivy, které klasický Emmonsův koncept chemického větrání nezahrnoval. Oxidaci sulfidů napomáhá jejich rozklad bakteriemi (hlavně kmeny rodu *Thiobacillus*). Také vliv vzájemných elektrodových potenciálů sulfidických minerálů výrazně

elektrodu urychlující jejich oxidaci. Pomalu je oxidován (přechází v síran) i argentit (Ag_2S), či jeho nízkoteplotní modifikace akantit. Pro svůj vysoký SEP se stříbro vyskytuje při povrchu větrajících stříbrnosných rud i v podobě stříbrných černí.

ovlivňuje dynamiku chemických reakcí. Rozpouštění, migrace a opětné srážení prvků v zónách ložiska je však podstatně komplikovanější. Je například ovlivňováno vznikem koloidů, komplexních sloučenin, působením bakterií, elektrolyzou v přirozeném elektrickém poli aj. Zvláště nezanedbatelně působí na průběhy reakcí a na stabilitu vznikajících sloučenin pH (kyselost či zásaditost), Eh (redox potenciál), koncentrace ostatních sloučenin a další vlivy.

Stříbro je při větrání sulfidických rud velmi málo rozpustné v povrchové vodě a nemělo by být vynášeno v roztoku z oxidační zóny. Jeho rozpustnost však značně stoupá v přítomnosti síranu železitého a kyseliny sírové. Stříbro v podobě síranu tak může být spolu s nimi přenášeno i na značné vzdálenosti. V přítomnosti sirovodíku vznikajícího z rozkládajících se dalších sulfidů¹² však v roztoku vypadávají (ještě v oxidační zóně) **stříbrné černě**. Ty jsou tvořeny primárně akantitem (t.j. nízkoteplotní modifikací Ag_2S). Spolupůsobit na vznik vysokých „poddrnových“ koncentrací Ag mohou i huminové kyseliny (Ag je vázáno na humáty), přirozené elektrické proudy (vzniká drátkové stříbro), sorbce na vznikajících koloidech oxidických minerálů Fe a Mn. Stříbrné černě jsou typické pro oxidační pásmo sulfidických ložisek primárně bohatých stříbrnými minerály a chudých sulfidy s významným obsahem železa. V aridním klimatu bývá často v černých přítomen argentojarosit - $\text{AgFe}_3(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_6$ - a halové sloučeniny Ag (hlavně chlorkerargyrit - AgCl) a další minerály i komplexní sloučeniny. Takovéto zvětralínové stříbrné rudy aridních oblastí bývají pestrých žlutých až hnědých barev a bývaly prospektory označovány jako *colorado*.

Při obvyklém snížení obsahu kyslíku a redukcí síranu železitého ve vodách prosakujících do hloubky se vylučuje ryzí stříbro již v zóně obohacených oxidických rud (*oxidická cementace*). V zóně sulfidů již oxidace prakticky chybí a z přitékajících roztoků vznikají (v zóně *sulfidické cementace*) stříbrnosné minerály - Ag-tetraedrit (freibergit) a další ušlechtilé rudy stříbra. Tyto druhotné minerály vytváří metasomatické struktury např. v galenitu. Nejtypičtějším a nejrozšířenějším stříbrným minerálem i v cementační zóně je však akantit.

Při větrání sulfidů se vytváří přirozené (též spontánní) elektrické pole (dále jen SP) stejnosměrného proudu se záporným pólem při zemském povrchu. Výrazné SP vzniká při větrání zrudnění, jehož sulfidy jsou ve vzájemném kontaktu. Výhodná pro existenci SP je přítomnost grafitu,¹³ jako je tomu v doprovodných dislokacích a hydrotermálně přeměněných horninách na severních kutnohorských pásmech. V elektrickém poli kationy kovů (uvolňované například při větrání minerálů) se pohybují k zápornému pólu, tedy k povrchu. Vylučují a hromadí se na mnoha drobných katodách tvořených například pyritem, grafitem či ryzím stříbrem.¹⁴ Drobné katody postupně rostou a mění se v drátky stříbra.¹⁵ Rychlost elektrolytických procesů při větrání je sice velmi pomalá, ale při velmi malé erozi a pomalém proudění spodních vod je k dispozici geologický čas v řádu milionů i desítek milionů let. Ve slabém přirozeném elektrickém poli se elektrolyticky obohacují připovrchové části ložiska nejen na účet hlouběji ležících rud, ale ionty jsou přinášeny i z širšího, často velmi chudého zvětrávajícího okolí. Důležitým efektem SP je vytváření větších zrn a agregátů minerálů, které se hromadí při pomalé erozi v povrchových depresích větrajícího ložiska.

¹² H_2S vzniká zvláště ze sfaleritu v přítomnosti anionů halogenové skupiny.

¹³ Grafit je narozdíl od sulfidů výborný elektronový vodič.

¹⁴ Antropova, A. D. - Goldberg, A. S. - Vicher, R. V., 1980: *Osnovy elektrogeochimických poiskov rudnych městorožďenij*, Vsesuzjnyj institut techniky rozvėdki, Leningrad.

¹⁵ Při geofyzikálních měřeních (*Gruntorád-Skopec 1963*) v Brodském revíru byly zjištěny hodnoty přirozeného elektrického napětí okolo -300 mV (milivoltů) nad větrajícími kyzovými rudami lokality Dlouhá Ves a -100 až -200 mV nad křemennými žilami lokality Bartoušov spoře prováděnými grafitem.

Možnosti vzniku a uchování druhotně obohacených rud v kutnohorském revíru¹⁶

Speciální práce, která by se zabývala výskyty, složením a genezí druhotně obohacených rud v kutnohorském revíru, pokud vím, neexistuje.¹⁷ Oba hlavní typy větráním obohacených rud stříbra - **cementační rudy** a **stříbrné černě** - vznikají v typické formě za odchýlných podmínek. Pro vznik cementačních rud je nutná přítomnost snadno větrajících sulfidů s obsahem železa, zvláště pyrotinu a arzenopyritu. Takovéto rudy byly a jsou známy hlavně ze severní části kutnohorského revíru Stříbrné černě vznikají hlavně z rud primárně bohatých stříbrem, které ze sulfidů železa obsahují pouze pomalu větrající pyrit (který je zároveň elektrodou, na níž se vylučují drátky stříbra). Takovéto primární rudy existovaly a dosud existují v celém kutnohorském revíru.

Pro vznik cementačních rud je vhodné **teplé a vlhké klima**, pro vznik stříbrných černí je vhodné **teplé a suché klima**, neboť hojnost srážek ve vlhkém klimatu zvyšuje riziko eroze a odnosu u povrchu vznikajících stříbrných černí. Je-li **klima chladné**, převládá mechanické větrání nad chemickým, sulfidy nestačí oxidovat a obohacená zóna nevznikne, neboť fyzikálně vzniklé zvětralininy jsou odnášeny z prostoru ložiska. Chladné až ledové klima tundrového typu zcela převládalo ve Střední Evropě v posledních 1,5-2 milionech let (My). Mírné klima dob meziledových bylo typickým pro asi 10 % této doby a bylo rozloženo do intervalů trvajících asi 15-20 tisíc let střídajících se s ledovými dobami trvajících okolo 90-100 tisíc let. O klimatu vzdálenější minulosti můžeme soudit z vlastností sedimentů například v jihočeských pánvích.¹⁸ Klima od počátku křídového útvaru (tj. asi před 135-140 My) bylo tropické. Vlhká a suchá období se střídala a toto střídání pokračovalo i ve starších třetihorách, v paleogénu (65-23 My). V mladších třetihorách (neogénu) se klima postupně ochlazovalo a asi před 5 My přešlo v přibližně dnešní mírné a vlhké klima.

Pro vznik větráním obohacených stříbrných rud je nutná vhodná kombinace klimatických a geomorfologických poměrů a rychlosti eroze skalního podkladu. Je-li rychlost eroze velká (převládá odnos větrajících částí ložiska) či je-li rychlost eroze malá, je obohacení cementačních zón nevýrazné i při jinak příznivém teplém a vlhkém teplém klimatu, neboť není dostatek nově se oxidujících minerálů, které by byly v roztoku přenášeny do hlubších částí ložiska. Při pomalé erozi a suchém klimatu jsou naopak vhodné podmínky pro vznik stříbrných černí. Při pomalé erozi a vlhkém klimatu bývají vhodné podmínky ke vzniku drátků ryzího stříbra spontánní elektrolyzou. Protože v přírodě se podmínky klimatu a geologického prostředí mění nejen se změnou místa, ale hlavně v čase, jsou nacházené stříbrné rudy ve zvětralinách jen málokdy produktem striktně definovaných pochodů.¹⁹

Morfologie podloží křídových sedimentů v kutnohorském revíru pochází ze spodního cenomanu, tj. je starší než 90 My. Od té doby se příliš nezměnila. Průměrná rychlost eroze

¹⁶ Pokud je v této části používán termín obohacené zóny bez bližší specifikace, zahrnuje všechny typy obohacení při větrání, tj. cementaci, stříbrné černě, elektrolytické drátky stříbra atd.

¹⁷ Přehled zmínke o těchto rudách v publikacích J.H. Bernarda, B. Katzera, J. Koutka, J. Kutiny a dalších je uveden ve práci: Holub, M. 2007: *K možnostem vzniku a zachování bohatých sekundárních rud stříbra v Kutnohorském revíru*. In: Slavnickovi v českých dějinách, Antiqua Cuthna 2, Praha, str. 122-140. Další zmínky lze nalézt v Bílkových monografiích o jednotlivých rudních pásmech revíru z let 2000-2001.

¹⁸ Základní přehled o paleoklimatu v zemích českých lze nalézt in: Mísař, Z. et al. 1983: *Geologie ČSSR I*, 333 str., SPN Praha.

¹⁹ Z tohoto hlediska by bylo zajímavé pokusit se z původních pramenů o stříbrných černích na Skaleckém pásmu přesněji určit jejich stratigrafickou pozici (případný vztah ke sladkovodnímu cenomanu), horninovou charakteristiku a vztah k výchozům žil. Bílkovy popisy tvarů rudních těl ukazují na možnost, že se jedná o zvětralinové rudy alespoň zčásti redeponované.

skalního masivu od konce permu, od vzniku rudních žil, do svrchní křídý²⁰ byla přibližně jeden až dva centimetry za tisíc let. Většina eroze krystalinika mocného zhruba jeden kilometr však připadá na období horotvorného neklidu v triasu. Před cenomanskou transgresí byla krajina v okolí kutnohorského revíru již plochá. Stálá mírná dynamika ve svrchní křídě i po ní je indikována pohyby na železnohorských zlomech.

Ve svrchní křídě, zhruba před 95 My, došlo k celkovému poklesu Českého masivu a mělké moře se od severu rozšířilo na jeho značnou část. Území kolínské křídý bylo zaplaveno po dobu nejméně 5-10 My. Moře při transgresi erodovalo všechny měkké horniny terénních vyvýšenin, zvláště zvětraliny. Abrazí pevných hornin vznikly rozsáhlé, dodnes patrné plošiny na krystaliniku Čáslavska a Kutnohorska. Na severu kutnohorského revíru příboj hluboko vymyl měkké okolorudní hydrotermálně alterované zóny, ve kterých mohly být vyvinuty větráním obohacené rudy. Vápnité lumachely a slepence zde nasedají na čerstvé, nezvětralé ruly a migmatity. Na severním svahu Turkaňku je patrné, že vápnité sedimenty zcela vyplnily a zatmelily úzké rokle a drobné kaňony vzniklé příbojem v místech zrudněných pásem. V morfologických sníženinách tehdejšího reliéfu se místy zachovala kaolinizace i reliktů půd, zvláště v podloží převážně jezerních sedimentů sladkovodního cenomanu. V těchto místech mohly zůstat zachovány i reliktů zón druhotně obohacených rud. Což je právě případ stříbrných černí zachovaných pod křídovými sedimenty na Skaleckém pásmu.²¹

V terciéru bylo klima opět vhodné pro vznik druhotně obohacených zón a reliéf byl mírně zmlazován v souvislosti s pohyby na zlomech Železných hor. Ve starším a pravděpodobně i mladším terciéru však převládala v Kutnohorském revíru eroze sedimentů křídového stáří, jimiž bylo celé území zakryto. Terciérní vody, které po pórech, puklinách a krasových kavernách mohly prosakovat do rudních zón, byly díky interakci s vápnitým okolím zásadité, s nízkou oxidační schopností. Je třeba mít stále na paměti, že propustnost výchozových partií rudních žil byla značně snížena „plombami“ vápnitých slepenců a lumachel. Na druhé straně si lze představit existenci krasových jevů ve vápnitých sedimentech.²² Krasovými dutinami protékající vody se mohly dostávat do výchozových partií rudních zón a působit zde místní oxidaci a zvětrávání rud.²³

V místech, v nichž během terciéru denudace dosáhla krystalinika, znovu začínala oxidace sulfidických rud. Nedostatečná rychlost eroze způsobila, že vznikaly jen mělké zvětraliny rud, bez výrazného vývoje obohacených zón. Lokálně mohlo vznikat výraznější nabohacení drátkovým stříbrem, zvláště na pásmech Staročeském, Gruntecko-hloušeckém a Grejfském. Obsahy stříbra v těchto zvětralých rudách, jak je uvádí *Kořan (1988)*,²⁴ výrazněji

²⁰ J. Koutek (1966) řešil výškový rozdíl mezi slepenci (podle něj cenomanskými) na vrcholu Turkaňku a slínovci (podle něj turonskými) pod jeho severním úbočím dislokací podél severovýchodního svahu Turkaňku a pokřídovými pohyby na ní. Tato dislokace, ač je tradována i v nejnovějších oficiálních geologických mapách, neexistuje, což bylo dokázáno ražbou směrné chodby po Turkaňském pásmu až k železnici Kutná Hora - Kolín.

²¹ Ve svém článku: *Historický přehled dolování v kutnohorském revíru*, in: Oraský František a kol.: *Tisíc let kutnohorského dolování a mincování*, Rudné doly, Kutná Hora, str. 21-48, z r. 1985 však J. Bílek píše o cementačních rudách na tomto pásmu.

²² Artéské krasové vody byly navrtány mapovacími vrty například na území Ústavu nerostných surovin nedaleko Malína, na svazích Turkaňku a u Grunty. Ojedinele byly zaznamenány v lumachelách i výrony plynu (CO₂).

²³ U výtoků těchto původně krasových vod z ložiska do vápnitých sedimentů na úpatí Turkaňku mohly vznikat oxidické minerály Zn (*smithsonit* - ZnCO₃, či *hemimorfit* ZnSiO₄), mědi (*malachit* CuCO₃) aj.

²⁴ Kořan, J. 1988: *Sláva a pád starého českého rudného hornictví*, Hornická Příbram ve vědě a technice, Příbram.

nepřevyšovaly obsahy v primárních rudách, z nichž *vitruňky* vznikly. V kvartéru byla úbočí svahů opakovaně zaváta vápnitými sprašemi. Mocné závěje jsou vyvinuty zvláště na svazích v severovýchodním až jihovýchodním kvadrantu *Hor třívrchých*, a rovněž v zmíněných morfologických sníženinách, v místech mineralizovaných pásem. Spraše zakryly většinu výchozů rudních pásem a přítomnost vápnitých spraší opět ztížila vznik výraznějších zón obohacených stříbrných rud během klimaticky převážně nepřítomného kvartéru.

Závěr

Ze stručného přehledu je zřejmé, že druhotně obohacené zvětralinové rudy stříbra (cementační, stříbrné černě, zvětralinové s drátky stříbra, snad i reliktů černých písků a pod.) se v kutnohorském revíru vyskytovaly jen v drobných (z dnešního hlediska drobných) výskytech. Na druhé straně takovéto z tehdejšího hlediska bohaté rudy určitě byly vítanou premií pro všechny zúčastněné.

NĚKOLIK POZNÁMEK LOŽISKOVÉHO GEOLOGA KE SBORNÍKU „TĚŽBA A ZPRACOVÁNÍ DRAHÝCH KOVŮ: SÍDELNÍ A ARCHEOLOGICKÉ ASPEKTY“ *

Milan Holub

Martin Bartoš: Středověké dobývání v Kutné Hoře, 157-201.

Autor se pokusil o přehledný souhrn současných znalostí, týkající se montánních, hutních a souvisejících sídelních činností.

V kap. 2.1., napsané společně s Petrem Paulišem, autoři používají prastaré dělení kutnohorských žil a pásem na „kyzová“, „stříbrná“ a jakási „přechodná“. Tento zdánlivě pravdivý poznatek pochází z dob, v nichž se také tvrdilo, že stříbrné rudy se nalézají pouze na severních svazích vrchů Kaňkovských proto, že slunce od potopy světa svým teplem přeháná měsíční a chladný kov stříbrný na půlnoční stranu vrchů. A ve starší literatuře zdůrazňovaná přítomnost „kyzů“ je jen odrazem podmínek ovlivňujících lokalizaci rud.⁸ Přestaneme-li

* *Tento text, který byl původně otištěn v časopise Archeologické rozhledy LVII (2005) 390-409, reaguje na sborník Těžba a zpracování drahých kovů: sídelní a technologické aspekty, (Mediaevalia archaeologica 6, Praha - Brno - Plzeň 2004). Převzata je jen pasáž zabývající se článkem M. Bartoše: Středověké dobývání v Kutné Hoře (tento článek byl přetiskem ve sborníku Kutnohorsko - vlastivědný sborník 9/08).*

⁸ Původně hornické dělení rud na kyzy, leštěnce, blejna a ušlechtilé rudy je dnes poněkud archaické, stejně nevhodné je dělení zrudněných kutnohorských pásem a žil na „kyzová“ a „stříbrná“ či jakási „přechodná“. Pokud není citován starý pramen, je vhodnější používat např. termíny deskriptivní, např. pásma severní, jižní apod. Za kyzy byly hlavně považovány - podle současné mineralogické nomenklatury - pyrit a markazit (krystalové modifikace FeS₂), pyrotin (přibližně FeS), arsenopyrit (FeAsS) a měděné kyzy, zvláště chalkopyrit (CuFeS₂). Hlavními leštěnci byl galenit (PbS) a argentit s akantitem (krystalové modifikace AgS), chalkosin (Cu₂S) a snad i různé stříbrnosný tetraedrit - freibergit (přibližně (CuAg)₃SbS₄). Sfalorit (ZnS) patřil mezi blejna, tedy

používat raně novověké technologické dělení kutnohorských rud a začneme-li sledovat distribuci prvků, minerálů a minerálních asociací v ploše žil a dílčích rudních sloupů skládajících žíly, s důrazem na znalost přesné lokalizace vzorků ve strukturním plánu žíly a v jejím příčném řezu, zjistíme jinou skutečnost. Rozdíly mezi pásmy (podle současného stavu znalostí) jsou dány zonálností prvních dvou přínosových stadií rud, a to zonálností výrazně ovlivněnou litologicko-strukturními vlastnostmi hornin krystalinika.

V naší geologické ložiskové literatuře posledního půlstoletí se zonálnost rud „nenosila“. Převládala představa o všemocné síle mineralizačních pulsů, jejichž zhmotněným literárním výrazem jsou typomorfní minerální asociace (kpol, pol, f-ba atd). Stačí zalistovat ve statích a knihách J. H. Bernarda, J. Chrta a dalších. Svou autoritou, a někdy i administrativními zásahy znemožňovali publikace vycházející ze znalosti zonálnosti konkrétních ložisek, např. statě o zonálnosti primárních aureol. Odraz jejich nechuti k zonálnosti rud se asi přenesl i do pojednávané práce. Hlavní rysy zonálnosti rud v kutnohorském revíru lze nalézt v publikaci *Holub et al. (1982)*. Opomíjení zonálnosti vede právě k nesmyslnému „tradičnímu“ členění pásem.

Např. Staročeské pásmo zahrnují P. Pauliš a M. Bartoš mezi pásma kyzová. Historickou produkci stříbra z tohoto pásma uvádějí ve výši 300 tun. Na Staročeském pásmu byly těženy nejen kyzové, ale i stříbrné rudy. Je to zřejmé ze „zapomenutého“, či spíše v důsledku logiky vizitačních komisí z konce 16. století nenalezeného rudního sloupu na žíle Láskovské, v němž se obsahy stříbra pohybují v prvních kilogramech na tunu rostlé rudy. Stříbro je tu vázáno převážně na miargyrit (Ag_3SbS_2). I jen orientační ložisková úvaha ukáže, jak významným zdrojem stříbra byla žíla Benátecká, s žílou Láskovskou tvořící jeden strukturní systém.

Vezměme kovnatosti rostlých rud zjištěné moderním vzorkováním a přepočtem dávných analýz (*Holub et al. 1982, 97*): „Kyzové“ rudy z Hlavní žíly měly 100-500 g/t Ag, na pátém patře i méně. „Přechodné“ rudy z Benátecké a „stříbrné“ rudy z Láskovské žíly měly 1000-4000 g/t Ag. Pro odhad množství vytěženého stříbra je nutné znát nejen vytěžené objemy žil, ale odhadnout i výši ztrát při dobývání, úpravě a hutnění.⁹ Pravděpodobný rozsah starých dobývek na Hlavní žíle, ze kterých podle mého odhadu mohlo být vytěženo asi 1,5-2 miliony

mezi skaliny neobsahující kov a jež horníka jen klamou. Ušlechtilými rudami stříbra byly zejména jasnorudek (proustit, Ag_3AsS_3) a stříbrorudek či temnorudek (pyrargyrit, Ag_3SbS_3). Jejich pěkné exempláře, „handštyky“, byly často zasazovány do šperků.

Staří havíři nerozlišovali minerály podle chemizmu a vlastností krystalových mřížek. Hlavními kritérii pro rozlišení druhů byla barva, tvar a technologické vlastnosti (srovnej popisy rud u Lazara Erckera, který v 16. století delší dobu v Kutné Hoře pracoval). Z dnešního hlediska často šlo o skaliny, horniny či jiné asociace minerálů. Počátkem 70. let jsme se pokusili s J. Bílkem dešifrovat některé termíny. Např. „druza kaprovitá, že by do ní pes vlez“ se dala ztotožnit s dutinami, na jejichž stěnách byly vyvinuty ploché klence nejmladšího, tmavě zonálního kalcitu. Klence měly průměr až 10 cm. Tyto dutiny byly nafáraný na několika místech pátého patra Staročeského pásma. „Flosové s lednatými očky“ z pásma Turkaňského byla nejspíše masivní ruda sfalerit-pyrit-pyrhotinová, zcela vyplňující dutiny s krystaly křišťálu až šedavě kouřového křemene. Při dobývání kusové rudy byly krystaly křemene zlámány a na lomných plochách rudy vytvářely „lednatá očka“.

⁹ Plošnou výrubnost snižovali např. chudé rudy běžně zanechávané v pilřích na Hlavní žíle. Na Benátecké žíle, která měla bohatou rudu, byly celky nahrazovány dřevěnými povaly a na nich budovanými pilřmi z hlusiny. Ztráty z hutnění kyzových rud byly vysoké. Kyzové rudy s vysokým obsahem pyrhotinu se přidávaly hlavně pro snadnější a dokonalejší protavení vsázky. Těžily se, pokud obsah stříbra v nich byl - podle moderního vzorkování - přibližně nad 150 g/t v rostlé rudě. Tento obsah stříbra v kyzových rudách pravděpodobně kryl ztráty stříbra při hutnění špatně tavitelných křemitých rud.

tun rudy, odpovídá výše citované produkci 300 tun stříbra. Ovšem existují i dobývky na ostatních žilách Staročeského pásma. Můj odhad pro vytěžený sloup na Benátské žíle je okolo 120-200 tisíc tun vytěžené rudy s produkcí stříbra asi 150 tun. K ostatním žilám tohoto pásma, zvláště vysoce stříbrnosné žíle Špitálské, nemáme dostatek nových ložiskových podkladů.

Je zřejmé, že produkce stříbra z jedné tuny rudy byla na Benátské žíle téměř o jeden řád vyšší, než z rudy Hlavní žíly. A relativní produkce z tuny rudy ze „zapomenuté“ rudy na Láskovské žíle by byla ještě vyšší. Rozdílné obsahy rudních minerálů a stříbra na sousedních žilách „kyzového“ Staročeského pásma jsou odrazem strukturálně podmíněné zonálnosti rud. Nejmladší antimon-stříbrná mineralizace je totiž extenzivně rozšířena v celém kutnohorském revíru a je vázána na prostorově poněkud odchylné struktury oproti mineralizaci prvých dvou vývojových stadií.

Obdobné rozdíly lze zjistit porovnáním Turkaňského a Rejzského pásma, jež mají společně mineralizační centrum. Zvláště svrchní a jižní část Rejzského pásma odpovídá tomu, čemu se říká „stříbrné“ žíly. Opět za to může zonálnost a litologicko-strukturní faktory ji ovlivňující. A zonálnost rud, jež je patrná i v zonálnosti primárních aureol, byla, spolu se strukturálně-litologickou analýzou, hlavní metodou prognózování skrytých a slepých rudních sloupů při průzkumu kutnohorského revíru. Nové rudní sloupky, s kovnatostí těžitelnými v 70.-80. letech, byly skutečně nalezeny¹⁰ a charakteristiky nově nalezených rudních sloupů potvrdily zonálnost rud.

U tab. 1 není citován zdroj údajů; jsou to výsledky získané jen odhadem z dílčích báňsko-historických výzkumů nebo jsou konfrontovány s výsledky moderních průzkumných a těžebních prací? Podle odhadu *Kořanova (1988)*, *Bílkova (1985)* a podle odhadu vycházejícího z matematicko-ložiskového modelování produkce (*Holub 2002*) bylo z kutnohorského revíru za dobu jeho existence získáno dvoj- až trojnásobné množství stříbra, než je suma kovu v tab. 1.

Rovněž není pravdou, že „na kyzových pásmech jsou nositeli stříbra obecné sirníky železa, zinku, arsenu a mědi, případně olova. Na stříbrných pásmech ... jsou nositeli ... stříbrnosný tetraedrit - freibergit, ušlechtilé rudy stříbra a galenit“. Při posuzování vazby stříbra v minerálech je nutné vzít v úvahu i pokrok techniky. Výše uvedená tvrzení jsou na úrovni starší analytiky minerálů „na mokré cestě“, analýz dělaných z několikagramových navážek separovaných minerálů. V polovině 20. století se začala používat spektrální analýza pro zjišťování obsahu vedlejších a stopových prvků v minerálech. Velikost navážek separovaných minerálů klesala i pod desetinu gramu a tím se přiměřeně snížila možnost kontaminace studovaného minerálu příměsemi. Možné vazby nalezených prvků začaly být věci fundovanější diskuse. Poté přišly na řadu mikrosondy s možností analýzy zrn mikroskopických rozměrů.

Složení rudních minerálů a definicím minerálů - nositelů různých prvků, přesněji minerálů-konzentrátorů (tj. minerálů relativně nejvíce koncentrujících ve svém složení daný prvek či složku, přičemž není rozhodující, zda jde o minerál hlavní či akcesorický) a minerálů - hlavních nositelů (tj. minerálů, na něž je kvantitativně vázáno nejvíce daného prvku, a to ve váhových jednotkách na tunu rudy) - se věnovali *Holub et al. (1982)*. Minerálem - nositelem stříbra je v celém kutnohorském revíru jednoznačně freibergit (Ag_3SbS_4) a to i na severních „kyzových“ pásmech. Tak např. na Turkaňském pásmu je v něm obsaženo 54 % všeho stříbra a na Benátské žíle 94 %. Pochopitelně jiná je situace na Láskovské žíle (z této žíly se

¹⁰ Ceny kovů na světových trzích od r. 1980 klesly, po započtení inflačních vlivů, asi na jednu třetinu. Jestliže kolem roku 1980 byly v revíru ekonomicky těžitelné rudy s obsahem 4-6 % Zn, dnes by bylo nutné těžít kovnatosti s minimálně 12-15 % Zn. A takové rudy v revíru nejsou vyvinuty v potřebném množství.

nepodařilo odebrat vzorky pro modernější zpracování), která byla (a stále je) součástí „kyzového“ Staročeského pásma a na níž je hlavním koncentrátorem i nositelem miargyrit. Korelační analýza chemizmu pyrotinu ze Staročeského pásma ukázala, že Ag v něm výrazně přímo koreluje s mědí a antimonem, neboli nositelem jsou nejpravděpodobněji mikroskopické a submikroskopické inkluze freibergitu.

Galenit je koncentrátorem stříbra (pravděpodobně ve své mřížce či v submikroskopických inkluzích) pokud je v něm stříbra málo, asi do 400-600 ppm (g/t). Je-li v analýze galenitu nalezeno stříbra více (až do 2000 ppm), je Ag většinou koncentrováno do mikroskopicky pozorovatelných inkluzí freibergitu. Ještě vyšší obsahy stříbra již ukazují na nedokonalou separaci minerálů před analýzou. Tyto závěry platily při použití analytických metod běžně dostupných v Československu do 80. let 20. století. Nová, podrobnější a celý revír zahrnující studie distribuce stříbra v minerálech, s využitím dnes dostupných analytických metod, nebyla, pokud je mi známo, publikována.

Kap. 2.2. začíná větou: „*Počátky kutnohorského dolování, které je prokazatelné od 13. století, jsou obvykle kladeny již do 10. stol., kdy v Malíně působila slavníkovská mincovna*“. Tyto (obvyklé) úvahy se opírají právě o existenci zmíněné mincovny a o údajně nevyjasněnou funkci Sedleckého kláštera. Klášter byl ale založen až r. 1142 a autor se oprávněně podivuje, že se o jeho případných hornických aktivitách z té doby nezachovaly žádné zprávy. S hypotézou 10. století zacházejí jako s faktem někteří numismatici, kteří se pro změnu odvolávají na nejmenované montanisty (viz *Holub 2000*). A důkaz kruhem se bez důkazů uzavírá. (Po napsání tohoto textu pořádko Regionální muzeum v Kutné Hoře 1. kutnohorský kulatý stůl na téma „Slavníkovci v našich dějinách“. Vladimír Šrein prezentoval předběžné výsledky geochemického výzkumu subrecentních sedimentů v širším okolí Kutné Hory, z nichž jednoznačně plyne, že tamní těžba stříbra začala až po polovině 13. století.)

K dalšímu textu v kap. 2.2.: Na přelomu 16. a 17. století již nebylo krušnohorské (tj. hlavně jáchymovské, annabergské a freibergské) stříbro levné; dobývalo se ze značných hloubek a i v Krušných horách již nebyly k dispozici řádné lesy - i zde začalo být dřevo pro doly a hutě drahé.

A na doplnění kap. 2.3.: Na stavbu zmiňovaného železničního nadjezdu byla odvezena i původně sfalerit-galenitová rudní halda z Rejzského pásma, která byla vytěžena v 50. letech 20. století a do doby stavby nadjezdu oxidovala natolik, že nebylo účelné zpracovat ji na úpravně. Doufám, že v okolí nadjezdu nikdy nikdo nebude pěstovat kořenovou či listovou zeleninu (Pb se koncentruje v listech a kořenech) či pícniny na krmení (Cd se koncentruje v mase a zvláště ledvinách krmených zvířat).

Kapitoly 3-6. jsou velice zajímavé a poučné. Zvláště lokalizace kostelů přímo na dobývaných žilách svědčí o péči, kterou církve (katolická, podobenjí, evangelická a opět katolická) věnovaly hornickým duším. Havíři i další hory obhospodařující lid, dle soudobých kronikářů bezbožný (např. Kosmovi pokračovatelé k r. 1246), měl i těla. A do hlubších dolů se fáralo i na několik dní, ba i na celý týden. V sobotu se předávala ruda erzkauferům, kteří ji za týden, po analýzách, podle obsahu stříbra propláceli havířům. Ti vyplatili své pomocníky a odebrali se pro potěchu těla do hospod a náručí povětrných žen. V neděli ráno navštívili na lačno Pána Boha v jeho svatostánku a po zpovědi a přijímání Těla Páně se věnovali přípravě na další pracovní týden. I z lokalizace kostelů je zřejmé, že pokud jejich duše neměly dospět zatracení při častých důlních úrazech, otravách, neštěstích a jiných nehodách, muselo být k Bohu blíže než do hospody.

K citované Kořanově statistice hloubky hašplů považují za nutné dodat, že v 60. letech zpracoval ortogonální schéma starých hašplů a chodeb na Hlavní žíle Staročeského pásma J. Urban. Jména, hloubky a horizontální vzdálenosti hašplů a jam později průběžně upřesňoval J. Bílek, který také vyhledával v erzkauferských záznamech kovnatosti těžných a přebíraných

rud zmínky vztahující se ke konkrétním hašplům resp. dobývkám v jejich okolí. Tyto rozsáhlé práce báňsko-historického výzkumu sice byly podkladem pro Bílkovy publikace z r. 2000-2002, avšak v nepublikovaných zprávách je skryta řada informací, které by pomohly osvětlit i důvody obvyklých a maximálních hloubek hašplů a jam. Např. maximální hloubka jam na Staročeském pásmu byla podle J. Bílka (ústní sdělení) omezena pevností řetězů používaných ke svislé dopravě v jámě.¹¹

¹¹ Při báňském průzkumu pátého patra Staročeského pásma jsme na přelomu 60. a 70. let sice postupovali pod archivně doloženým dosahem stařin, pro jistotu se však stále dbalo na jištění předvrtvy proti případným průvalům vod ze stařin. Páté patro bylo raženo ve svislé hloubce okolo 400 m pod intravilánem Kaňku. Překop P 501, ražený od Turkaňského pásma, dosáhl oblast Staročeského pásma po průchodu dislokací Panské jámy. Po dalších 70 m prošel asi 8 m mocným prvním lamprofyrem a v jeho bezprostředním podloží nafáral několik metrů mocné hydrotermální alterace Benátecké žíly, alterace nepravidelného průběhu a mocnosti. Při sledování alterací a mineralizace směrem k severu zajišťovací předvrt zastihl stařiny. Předvrt byl vrtán z překůpku raženého na zjištění mocnosti a vývoje Benátecké žíly, asi 125 m od počátku sledné Ch 561. Po odvodnění stařin došlo při odpalu k průvalu materiálu za stařin ze severního boku a části stropu překůpku. Materiál průvalu byl převážně hlinitý, vzhledem připomínal žlutohnědou „maznici“ vzniklou pravděpodobně zpracováním spraše. V této maznici byly hojně drobné úlomky alterovaných hornin, drobné kousky dřevěného uhlí, úlomky jakoby nekvalitně vypalých cihel a ojediněle až několikadecimetrové zbytky lana o průměru asi 2 cm a až více než 1 m dlouhé kusy roztrepených, původně zřejmě přitesávaných dřev. Po sesednutí závalu jsme vystoupili po závalu šikmo vzhůru asi do výše 6 m, kde byla při podloží staré dobývky směrem k severu vyražena stará chodba, místy okolo 2 m široká. Asi 10 m před námi byl zbytek starého rumpálu, po dalších zhruba 15 m byly jakési dřevěné trosky, jen matně osvětlené našimi lampami. V okolí rumpálu byla chodba rozšířená na téměř 4 m a její strop přecházel v dobývku vyklíňující asi 6-8 m nad námi. V místě rozšíření a v dalším pokračování chodby byly hojně napadávký bloků nadložních alterovaných hornin. V nadložních horninách, které tvořily šikmou stěnu a strop otevřeného prostoru, byly viditelné výrazné pukliny a trhliny a hrozilo další zřícení horninových bloků.

Zůstali jsme stát pod ochranou pevného stropu na jižním okraji dobývky. Přímě nad námi v jižní stěně byly dva výlomy ve zrudněné žíle, hluboké na dosah rukou, v čelbě s rudou mocnou okolo 20 cm. Výlomy směrem vzhůru ustupovaly k rumpálu, k severu. Třetí, nejdále k jihu zasahující a zároveň nejnižší viditelný výlom rudy byl již součástí našeho průlomu. Místy byly v okolí žíly nevýrazné stopy po práci se želičkem. Vše bylo pokryto nepravidelnou vrstvičkou jílu a okrů. Dobývka nepokračovala vzhůru, strop byl tvořen zanechaným celíkem. Prostor působil dojmem selektivního výstupkového dobývání rudy. U výlomu byl opřen asi 2 m dlouhý úzký žebř ze dvou otesaných štetřin spojených plochými, vysokými, značně prošlapanými příčlemi. Váha žebře byla nečekaná, přesto jsme jej vynesli z dolu. Při vysychání na něm narostly husté, Jehličkovité, téměř 4 cm dlouhé krystaly síranů. Podstatně vylehčený vyschlý žebř si odvezl do Národního technického muzea J. Majer. Pořídili jsme jen orientační náčrt ložiskové situace na okraji stařin s tím, že se vrátíme lépe vybaveni a zdokumentujeme celek. Bohužel v dalších dnech začaly padat až několikátunové „flece“ z nadloží. Napadávký, v důsledku koeficientu nakypření, vyplnily téměř celý prostor staré chodby. Při další směrné razbě k severu jsme výplň stařin, tvořenou převážně žlutohnědou jílovou hmotou s úlomky uhlíků, nafárali ve třech dalších překůpcech ražených z podloží na mocnost Benátecké žíly. Celková směrná délka stařiny byla mezi 40-50 m.

Rumpál stál nad rámem o rozměru asi 1 x 1,5 m, delší strana byla rovnoběžná se směrem chodby. Podpěra na odvrácené straně byla zhroucená až k podlaze, na přivrácené byla ze dvou plochých trámů, šikmo vyvrácených z rámu. Průměr válce rumpálu, který ležel šikmo nad úvodním rámem hašplu byl kolem 20 cm Na přivrácené straně byla tři krátká a jedno delší rameno, asi do jedné třetiny délky nejdelšího ramene překrytá krátkými širšími prkny. Tato prkna téměř překrývala kratší ramena. Zbytky lana jsme neviděli. Celý zbytek rumpálu byl pokryt

Kouřová patra v chodbách sloužících k větrání byla v 70. letech nafárána při těžbě rudy na severu Turkaňského pásma, tuším, že v dobývkách nad třetím patrem. Měla poněkud jednodušší dřevěnou konstrukci, než M. Bartoš uvádí ze Staročeského pásma. Možná se zachovaly i fotografie těchto kouřových pater, které fotografovali F. Vrátný či B. Cafourek. Mohou být uloženy ve fotografické části archivu Rudných dolů v Příbrami.

Škoda, že se dosud nepodařilo spojit poznatky různých autorů, zvláště ty dosud nepublikované, z různých průzkumů a výzkumů Staročeského pásma ve větší ucelenou publikaci. Úloha stříbra z tohoto pásma nejen v ekonomických dějinách posledních Přemyslovců, ale i v pozdější době, by si to zasloužila. Minimálně čtvrtina, možná i třetina kutnohorského stříbra pocházela z žil tohoto pásma. Ale nejde jen o množství (pro představu: téměř tisíc tun získaného kovu je krychle o straně 9,5 metru), vždy šlo o zisk. A těžba žil na tomto pásmu byla zisková po neuvěřitelných tři sta let.

Prameny a literatura

- Bílek, J. 1985:* Historický přehled dolování v kutnohorském revíru. In: Orský et al. 1985, 21-52.
- 2000: Kutnohorské dolování 6. Kutací a průzkumné práce v kutnohorském revíru a v jeho okolí. Kutná Hora.
- Ercker, L. 1974:* Kniha o prubřívství. Praha, Národní technické muzeum. (Podle vydání z roku 1574 přeložil P. Vitouš, reprint.)
- Holub, M. 2000:* Poznámka k možné slavníkovské těžbě poblíže Malína u Kutné Hory. In: Členské informace 2/2000. Česká numismatická společnost, Praha, 15-20.
- 2002: Pokus o odhad množství síry a arzenu obsaženého v rudách drahých a barevných kovů vytěžených v Čechách a na Moravě do poloviny 19. stol. In: Uhlí - rudy 4, Praha, 21-26.
- Holub, M. et al. 1982:* Polymetalická mineralizace kutnohorského revíru. In: Sborník geologických věd - řada LGM, Praha, ÚÚG, 69-124.
- Kořan, J. 1988:* Sláva a pád starého českého rudného hornictví. Hornická Příbram. Příbram.
- Orský, F. et al. 1985:* Tisíc let kutnohorského dolování a mincování. Kutná Hora, Rudné doly.

vrstvou žlutohnědé jílové hmoty a nebyly patrné detaily konstrukce.

Když jsem po letech srovnával celou situaci staré dobývky s informacemi z nepublikovaných zpráv, které o Staročeském pásmu vypracovali J. Urban a J. Bílek v 60. a 70. letech, dospěl jsem k názoru, že dávní horníci při postupu dolů nejdříve vyhloubili i několik na sebe navazujících úvodních hašplů do co největší hloubky. Poté začali po obou stranách nejhlubšího hašplu dobývat rudu selektivními výstupky. Výstupky tvořily nahoru se zužující šikmou prostoru, která usnadňovala odvod větrů. Čerstvé větry byly přiváděny pravděpodobně na spodek dobývky hašplem. Hlušinu nechávali pod sebou a zvolna postupovali vzhůru. Pokud okolí žily bylo pevné, používali sázení ohně, a to i "velkého", podle značného množství jílovité mazanice a jejích drobných vypálených kousků ve výplních stařin. Sousední hašply na stejné horizontální úrovni byly pravděpodobně rovněž v případě nutnosti hloubeny s pomocí sázení ohně. Hlušina a zbytky vypálené tvrdé maznice byly házeny do nejstaršího, již vydobytého prostoru. Hašply byly šikmé a byly raženy po úklonu žily, v případě sledování šikmých rudních sloupů možná i s odklonem od spádnice žily. Při hloubení prvých hašplů vznikla jakási primární „investiční“ prostora, která byla poté zakládána hlušinou z rudních výstupků a odpadem z okolních hašplů. Při dalším dobývání a hloubení sousedních hašplů se prostora pohybovala nahoru a do stran.

Podle odhadu J. Bílka dobývka, k níž nebyly v době jejího nafárání známy historické zprávy, pocházela z konce 16. až počátku 17. století (ústní sdělení). Po zpracování geologické dokumentace bylo zřejmé, že dobývka sledovala rudní sloup vyvinutý na Benátecké žíle, a to od jejího odmrštění od dislokace Panské jámy po její křížení s prvním lamprofyrem. Ze strukturální analýzy vyplynulo, že dobývka mohla ještě pokračovat do hloubky maximálně 40-50 m, do míst, v nichž Benátecká žila vyklínila a první lamprofyr končil na zmíněné dislokaci.

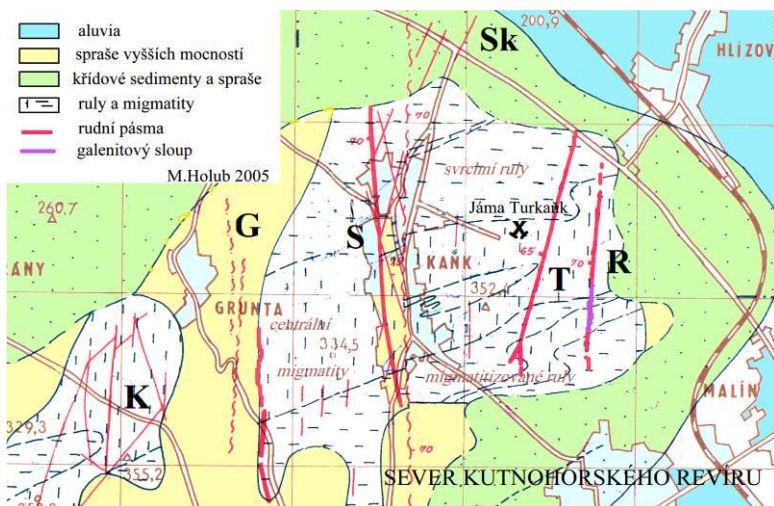
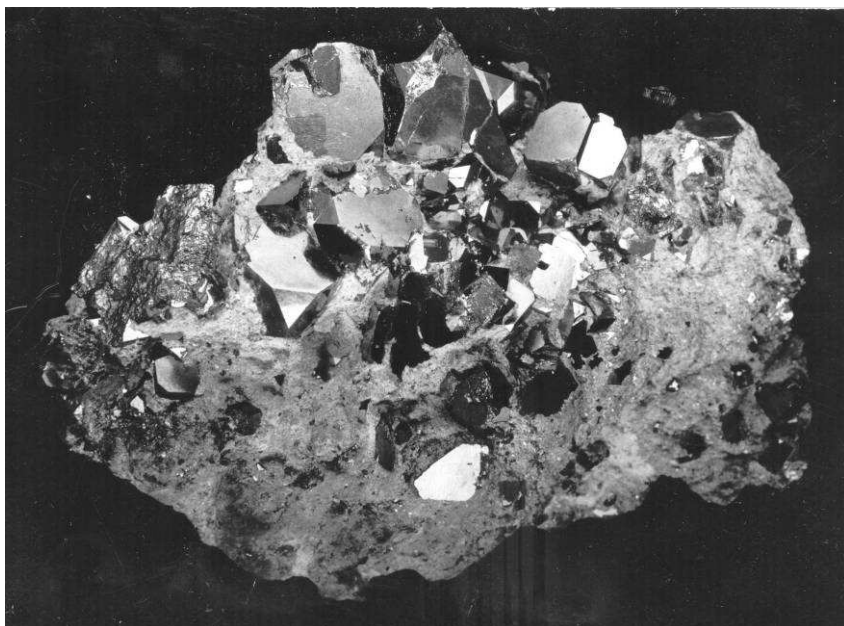


Schéma geologické stavby severní části Kutnohorského revíru s lokalizací rudního sloupu galenitových rud nad Malínem. Rudní pásma: S - Skalecké, K - Kuklické, G - Gruntecké, S - Staročeské, T - Turkaňské, R - Rejzské.



Pyrit III z Benátecké žíly, 5. patro, jih. Velikost vzorku je 15 cm (M. Holub)

OBSAH

M. Holub: Kutnohorský ložiskový apendix	1
M. Holub: „Zapomenutý“ sloup stříbrné rudy na rudonosné struktuře Láskovské žíly	22
M. Holub: Odhad množství stříbra obsaženého v rudě vytěžené ze Staročeského pásma	30
M. Holub: Pohled ložiskového geologa na článek Jaroslava Bílka: „K začátkům těžby stříbrných rud v kutnohorském revíru“	45
M. Holub: Několik poznámek ložiskového geologa ke sborníku „Těžba a zpracování drahých kovů: sídelní a archeologické aspekty“	51



*„Drůza kaprovitá, že by do ní pes vlez“
Kalcit II, 5. patro, Hlavní žíla - jih, šířka dutiny 0,5 m
foto M. Holub*