

SBORNÍK NARODNÍHO MUZEA V PRAZE

ACTA MUSEI NATIONALIS PRAGAE

Volumen XXXVI B (1980), No. 1

REDAKTOR: JIŘÍ ČEJKA

IVAN MRÁZEK a LUBOŠ REJL

Geoindustria, n. p., Praha a Geofyzika, n. p., Brno

ZONÁRNÍ KŘEMEN – AMETYSTOVÉ ŽILY U BOCHOVIC NA TŘEBÍČSKU

ÚVOD

Zájmové území s výskyty zonárních křemen - ametystových žil se nachází západně a severozápadně od Bochovic. Ojedinelé výskyty drobných žilek byly zaznamenány i severně od této obce (obr. 1).

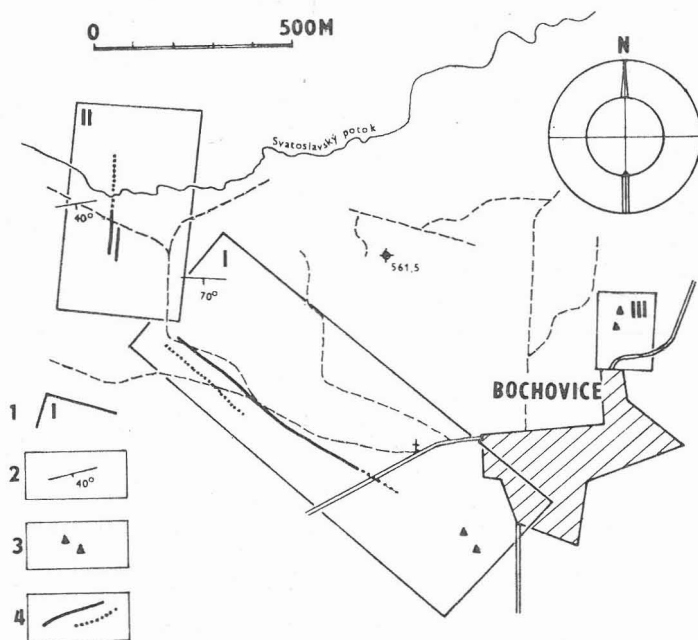
Geologicky patří oblast k třebíčskému masívu, jehož regionálním výzkumem se zabývala řada autorů. Souhrnně byly v rámci prognózního ocenění uranové mineralizace zhodnoceny výsledky geologického, tektonického, geofyzikálního a geochemického studia třebíčského masívu BUBENÍČKEM (1968 a, b), později pak STÁRKOVOU a ZRŮSTKEM (1977).

Detailní geologické či mineralogické studium křemen - ametystových žil u Bochovic prováděno nebylo, i když o zdejším výskytu tzv. „hradbového“ ametystu spolu s dalšími varietami křemene se zmiňuje již DVORSKÝ (1880). Stručné poznámky o existenci bochovických křemenů nalézáme v řadě pozdějších prací (KUČERA 1923, BURKART 1953 aj.). Doposud nejucelenější přehled o geologických a mineralogických poměrech křemen - ametystových žil od Bochovic podává REJL (1977) a nejnověji MRÁZEK et al. (1978). V poslední citované práci jsou také shrnuty a zhodnoceny výsledky geofyzikálních měření, provedených u Bochovic.

GEOLOGICKÉ POMĚRY TŘEBÍČSKÉHO MASÍVU

Křemen - ametystové žily vystupují v oblasti třebíčského masívu, jehož geologickou stavbou se zabývala řada autorů. Převážná část jejich výsledků, doplněná o nové poznatky je zahrnuta v práci BUBENÍČKA (1968 a, b). V poslední době byl třebíčský masív podroben rozsáhlému studiu v rámci sestavování prognózních map výskytů uranového zrudnění.

Ze všech dosavadních prací vyplývá, že třebíčský masív tvoří intruzivní těleso etmolitového tvaru, které je rozděleno výraznou východozápadní strukturou, označovanou BUBENÍČKEM (1968 a) jako třebíčský zlom, na dvě části. Ty se liší nejenom petro-



Obr. 1. Žilná pole u Bochovice: 1. ohraničení žilných polí — 2. usměrnění K - živcových vyrostlic — 3. eluvia křemenných žil — 4. hlavní zjištěné a předpokládané křemenné žíly

graficky, ale i strukturně geologicky a petrochemicky. Severní část masívu je chápána jako vyšší patro tělesa se zbytky plášťových hornin a vlastní rudní aureolou. Z petrografického hlediska je pro tento segment třebíčského masívu charakteristická přítomnost bazičtějších hornin a nepoměrně výraznější žilný doprovod ať již aplitového, pegmatitového nebo křemenného charakteru. Naproti tomu v jižní části se setkáváme s horninami, které vykazují vyšší aciditu, chybí rudní aureola a i výskyt hornin žilného charakteru je jen velmi malý. Nesetkáváme se zde ani s hydrotermálními křemennými žilami. Rozdíly petrografického, strukturně-geologického a petrochemického charakteru v obou popisovaných segmentech vedly k rozčlenění segmentů na další dílčí bloky.

Hlavním horninovým typem třebíčského masívu jsou porfyrické, převážně biotitické nebo amfibol - biotitické žuly, přecházející místy v granosyenity nebo syenity. Ve smyslu klasifikace TRÖGERA (1935) a ve shodě s nomenklaturou KRUPÍČKY (1968) jsou vzhledem k přechodnému trendu z žul do syenitů označovány jako durbachity. Výrazné změny v modálním složení se projevují i v základních strukturních znacích horniny, především ve změnách velikosti porfyrických vyrostlic. Rozdílná distribuce některých stopových prvků, obsažených v horninách třebíčského masívu, ať již ve vztahu k jeho tektonické nebo vnitřní stavbě, je diskutována v práci BUBENÍČKA (1968 b).

Třebíčský masív byl ve svém vývoji značně tektonicky postižen, což se odrazilo v jeho velmi složité vnitřní stavbě, projevující se nejenom zvýrazněním usměrněných vyrostlic K - živců, které kopírují strukturu okolních metamorfních jednotek, ale i v komplikované zlomové tektonice. Jejím nejvýraznějším reprezentantem je třebíčský zlom. Souběžně s ním proniká především jižní částí masívu řada paralelních zlomů východozápadního směru. Význačné jsou i zlomy sv. - jz. až ssv. - jjz. založení a v neposlední řadě i dobře sledovatelné tektonické linie sz. - jv. směru, doprovázené mylonitizací, hematitizací a přítomností křemenných žil.

Rudní aureola třebíčského masívu je velmi chudá. Většina dnes známých rudních výskytů je vázána na severní část masívu, a to buď na jeho exo- nebo endokontakt. Zrudnění uvnitř masívu bylo zjištěno jen v okolí Rejdůvně u Budišova. V celém prostoru převládá polymetalické (Pb, Zn, Cu) zrudnění nad monominerálním (Cu). V menší míře bylo zjištěno i zrudnění uranové a wolframové.

Křemenné žíly vystupují v severní části třebíčského masívu. Jejich prostorová závislost na průběhu výrazných zlomových linií v tomto segmentu, nebo na rozmístění v dílčích blocích, nebyla prokázána. Směr žil odpovídá převládajícím směrům zlomových linií, zjištěných v severní části masívu.

GEOLOGIE A PETROGRAFIE KŘEMEN - AMETYSTOVÝCH ŽIL, OKOLNÍCH A DOPROVODNÝCH HORNIN

Křemen - ametystové žíly v okolí Bochovic jsou soustředěny do tří samostatných prostorů — žilných polí (obr. 1). V jednotlivých polích mají žíly odlišný charakter minerální výplně. Žíly sledují základní starší tektonické prvky této oblasti, tj. zlomový a puklinový systém směru SSZ—JJV (popř. S—J) a SZ—JV (popř. ZSZ—VJV). Z žil prvního systému se odmršťují odžilky druhého systému a naopak. V jednotlivých žilných polích však převládá vždy jeden systém. Všeobecně lze říci, že žíly často vyklíňují a znovu nasazují, rozmršťují se, lokálně mění směr ale udržují generelní směr. V žilách jsou vyvinuty nepravidelné volné prostory s drúzami krystalů křemene a jeho variet. Tyto dutiny jsou vyplněny obvykle jílem.

Křemen - ametystové žíly prorážejí durbachity třebíčského masívu. Makroskopicky jde o tmavošedou porfyrickou horninu s nápadnými vyrostlicemi K - živeců. Živce jsou většinou usměrněny. Mikroskopicky byl v hornině zjištěn především K - živec, který tvoří karlovarsky zdvojitělé převážně perthitizované, idiomorfně až hypidiomorfně omezené, zonární vyrostlice, dále biotit a plagioklas oligoklas — andezinového složení.

Tabulka 1. Planimetrické analýzy durbachitů

Č. planimetrické analýzy	B1	B2
křemen	12,8	11,4
K - živec	43,5	42,8
plagioklas	14,4	15,2
biotit	15,1	17,4
amfibol	13,8	12,9
akcesorie	0,4	0,3
celkem	100,0	100,0
křemen ze světlých součástí	18,2	16,6
K - živec ze světlých součástí	61,5	61,5
plagioklas ze světlých součástí	20,3	21,9

Tabulka 2. Silikátová analýza durbachitu

vzorek B1	SiO ₂	58,07
	TiO ₂	0,93
	Al ₂ O ₃	14,19
	Fe ₂ O ₃	5,04
	FeO	0,90
	MgO	5,84
	CaO	5,41
	Na ₂ O	1,86
	K ₂ O	6,31
	+ H ₂ O	1,04
	— H ₂ O	0,21
	celkem	99,80
	qz	2,5
F	44,0	
fm	53,4	

Podřadně jsou zastoupeny křemen a amfibol, akcesoricky pak apatit, zirkon, pyroxen a opakní minerály (tab. 1). Struktura horniny je nestejněměrně zrnitá — porfyrická. Podle petrografické charakteristiky je možno horninu ve smyslu klasifikace STRECKEISENA (1975) označit jako amfibol — biotitický křemenný syenit (obr. 2). Vzorek B 1 byl za účelem konfrontace s ostatními durbachity třebíčského masívu podroben i chemickému rozboru. Výsledek silikátové analýzy je v tabulce 2, kde jsou uvedeny také přepočty v systému KÖHLER—RAAZE.

Vedle hornin durbachitového charakteru se ve studovaném území setkáváme i s žilnými horninami. Ty jsou reprezentovány aplity a v menší míře i pegmatity. V eluviu byly nalezeny úlomky křemenných žil s xenolity žilných hornin, což jednoznačně dokazuje, že křemenné žíly jsou mladší. Petrograficky se aplitické horniny blíží k žulám. Nejrozšířenější varietou jsou turmalinické žulové aplity, dále biotitické žulové aplity, aplitpegmatity a pegmatity. U jednoho vzorku aplitpegmatitu byl pozorován zonární vývoj jednotlivých křemenných seskupení. Nelze vyloučit, že na závěr pegmatitové fáze zde dochází k prvním náznakům zonárního vývoje křemene. Přehledná charakteristika modálního složení žilných hornin je prezentována v tabulce 3, kde jsou uvedeny i jejich struktury.

Žilné pole I

Bylo vymezeno západně a severozápadně od Bochovic, v trati „Mrákoviny“, na ploše cca 600×200 m (obr. 3). Na severozápadě je toto pole omezeno tektonickou linií směru SSV—JJZ. Tato porucha je dle geofyzikálních podkladů ukloněna k VJV. Na severovýchodě a jihozápadě bylo žilné pole ohraničeno pásmy vysokých elektrických odporů. V těchto

Tabulka 3. Modální složení a struktury žilných hornin

		Dok.b	K - živec	Plagioklas	Křemen	Turmalin	Biotit	Apatit	Zirkon	Opakní minerály	Titamit	Struktura	Celková charakteristika horniny	
BOCHOVICE	Žilné pole II	B3	×	×	×	+		+				panalotriomorfní	turmalinický žulový aplit	
		B4	×	×	×	○		+				panalotriomorfní	turmalinický žulový aplit	
		B5	×	×	×	○		+		+		netypicky hypidiomorfně zrnitá	turmalinický žulový aplit	
		B6	×	×	○			+	+	+		netypicky hypidiomorfně zrnitá	aplitpegmatit	
		B7	×	×	×		+			+		panalotriomorfní	biotitický žulový aplit	
		B8	×	×	○		+	+		+		netypicky hypidiomorfně zrnitá	aplitpegmatit	
		B9	×	×	×	○		+		+		panalotriomorfní	turmalinický žulový aplit	
		B10	×	×	×		+			+	+	panalotriomorfní	turmalinický žulový aplit	
		Žilné pole I	B11	×	×	×	○		+		+		netypicky hypidiomorfně zrnitá	turmalinický žulový aplit
			B12	×	+	×		+						grafická

Zastoupení:



podstatné

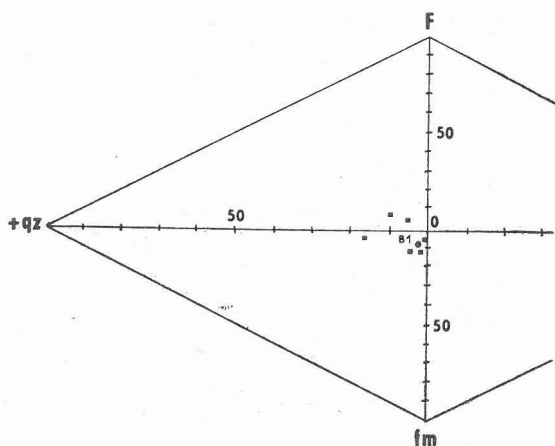
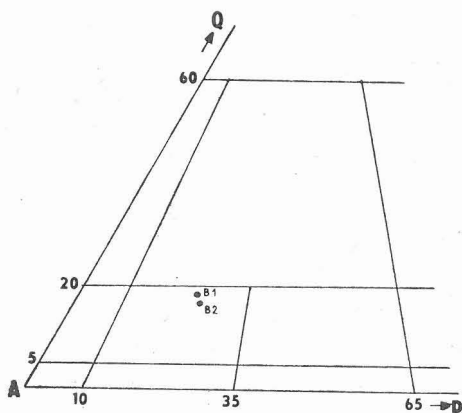


podřadné

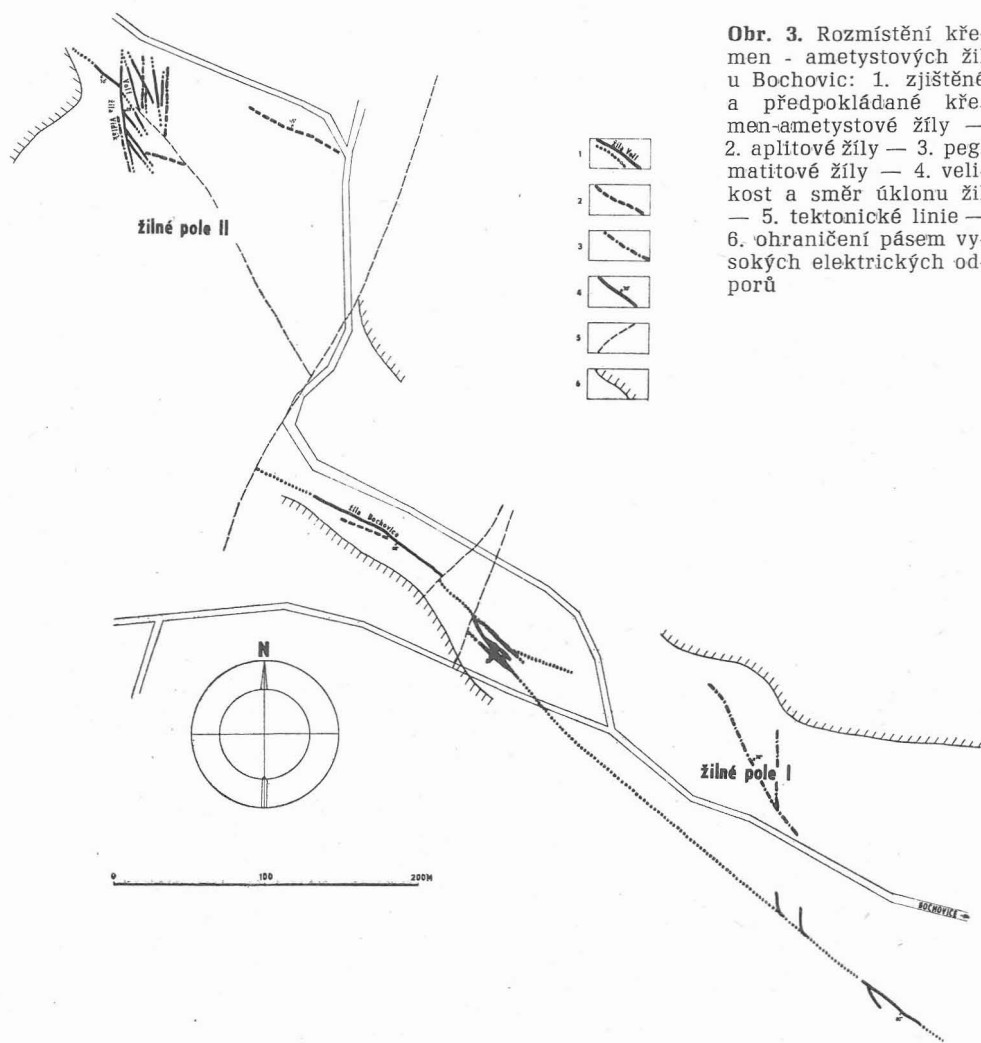


akcesorické

Obr. 2. Klasifikační diagram (STRECKEISEN 1975) pro modální složení studovaných durbachitů a diferenční diagram (KÖHLER — RAAZ 1951) durbachitů.



pásmech lze stěží předpokládat existenci tektonických poruch (a tedy křemen - ametystových žil) na rozdíl od pásma nízkých odporů, které koresponduje s vlastním žilným polem. V žilném poli I byla zjištěna žíla „Bochovice“, kterou lze sledovat přes celé žilné pole v délce cca 600 m. Tato žíla byla ověřena rýhami do hloubky 5,0 m. Její další průběh v severozápadní části pole je indikován výsledky geofyzikálních měření, zatímco v jihovýchodní části pole je pouze předpokládán. Generelní směr žíly je SZ—JV (místy ZSZ—VJV), žíla je ukloněna velmi strmě (kolem 80°) k jihozápadu, lokálně může být svislá, popř. až strmě ukloněná k severovýchodu. V severozápadní části pole se žíla rozmršťuje na množství odžilků. V tomto prostoru lze předpokládat existenci minimálně dvou tektonických poruch směru SSV—JJZ a SV—JZ. Uvedené odžilky jsou, podobně jako žíla „Bochovice“, ukloněny strmě (70—90°) k severovýchodu i jihozápadu. Žíla „Bochovice“ dosahuje mocnosti 0,4—0,7 m. Mocnosti odžilků se pohybují od 0,02 do 0,25 m. Žíla „Bochovice“ je složena z proměnlivého počtu paralelních, těsně se přimykajících žilek.



Obr. 3. Rozmístění křemen - ametystových žil u Bochovice: 1. zjištěné a předpokládané křemen-ametystové žíly — 2. aplitové žíly — 3. pegmatitové žíly — 4. velikost a směr úklonu žil — 5. tektonické linie — 6. ohraničení pásem vysokých elektrických odporů

Tento počet se mění (maximálně pět žilek) ve směru horizontálním i vertikálním. V žíle „Bochovice“ i v odžilcích byly zjištěny nepravidelné dutiny jejichž krystalová, popř. jiná výplň je popsána dále. Na základě úlomků křemenné žiloviny nelze vyloučit přítomnost dalších, zřejmě méně významných žil, paralelních s žílou „Bochovice“ a to jak jihozápadním, tak také severovýchodním směrem.

Kromě křemen - ametystových žil byly v žilném poli I zjištěny i žilné horniny. Žilka jemnozrnného turmalinického aplitu, ověřená v severozápadním úseku žilného pole v mocnosti 0,1m, probíhá paralelně se sousední žílou „Bochovice“ a je ukloněna strmě k SSV (60°). Větvičí se pegmatitová žíla byla zastižena v jihovýchodní části žilného pole.

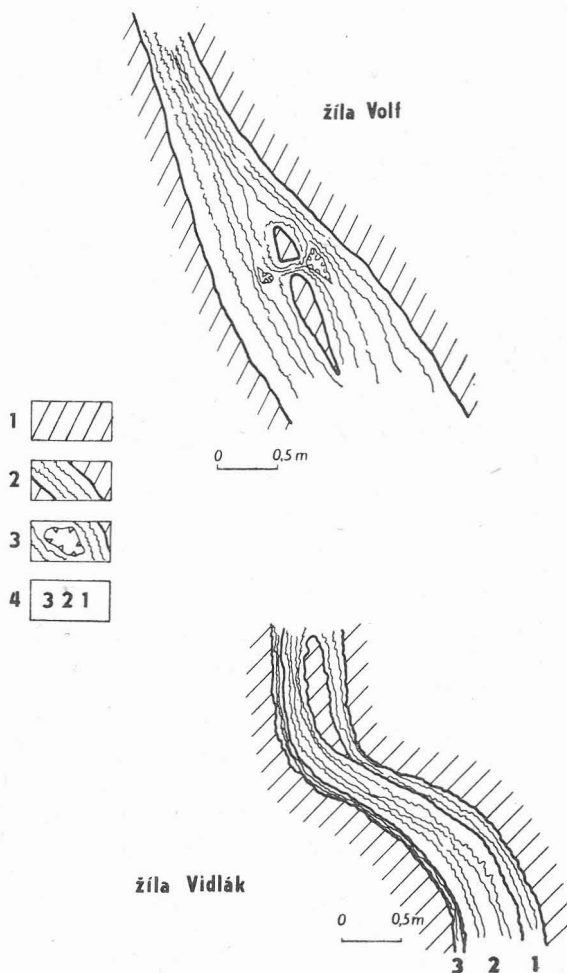
Mocnost hlavní žíly je 0,25 m, mocnost odžilku 0,08 m. Pegmatit je složen z křemene, převažujícího nad K - živcem, dále je zastoupen biotit. Směr hlavní pegmatitové žíly SZ—JV odpovídá směru hlavního zlomového systému tohoto žilného pole (se kterým korespondují i křemen - ametystové žíly a aplitová žilka), zatímco směr pegmatitového odžilku (SSZ—JJV) odpovídá vedlejšímu zlomovému systému. Pegmatitová žíla je strmě uklonněna k severovýchodu (75—80°).

Žilovina z žíly „Bochovice“ má proměnlivý charakter jak v laterálním, tak i vertikálním směru. V severozápadní části žilného pole je výplň žíly tvořena ze 70—75 % mléčně bílým a našedlým průsvitným křemenem a zbytek připadá na sytě fialový ametyst, tvořící čtyři zóny mocné kolem 1 cm blíže středu žíly a kromě toho je 3 mm proužek ametystu vyvinutý při vnějších okrajích žíly. Dále jihovýchodním směrem se žíla „Bochovice“ rozmršťuje v žílu s výplní tvořenou slabě nařadovělým ametystem a žílu se zonární křemen - ametystovou výplní (převažuje křemen nad ametystem středně fialového odstínu, který je ve střední části žíly). V jihovýchodním úseku žilného pole je žíla „Bochovice“ složená z dílčích žil, přičemž jednotlivé žíly jsou tvořeny hrubě zonární žilovinou, na jejíž stavbě se podílí převážně ametyst (60%) jasně fialové barvy a dále bílý a našedlý průsvitný křemen. Ametyst tvoří dvě zóny o mocnosti kolem 3 cm v okrajových partiích žil. Směrem do hloubky se dílčí žíly spojují, žilovina je velmi hrubě zonární a střídá se v ní v proužcích okolo 3 cm mocných středně a sytě fialový ametyst s mléčně bílým a šedobílým, průsvitným křemenem. Ametyst reprezentuje 60 % žiloviny.

Žilné pole II

Bylo vymezeno severozápadně od Bochovic, v trati „Hlavy“, na ploše cca 200×100 m (obr. 3). Na západě je toto pole, podobně jako žilné pole I, ohraničeno pásmem vysokých elektrických odporů, na jihovýchodě tektonickou linií, diskutovanou výše. Směrem k severu a jihu dochází k postupnému vyklíňování žil a omezení žilného pole je nejasné. Přibližně středem žilného pole probíhá výrazná tektonická linie směru SZ—JV, s úklonem k severovýchodu, indikovaná geofyzikálními měřeními. V žilném poli byly zjištěny dvě dominantní žíly — „Vidlák“ a „Volf“. Žílu „Vidlák“ lze sledovat v délce cca 80 m. Byla ověřena rýhami, zčásti je její průběh indikován výsledky geofyzikálních měření. V severní části žilného pole má žíla převažující směr S—J (lokálně SSZ—JJV) a je uklonněna velmi strmě k V až VSV (80—90/75—90°). V jižní části žilného pole má žíla směr SSZ—JJV a je uklonněna strmě k VSV (75/80°). Žíla „Vidlák“ byla ověřena v mocnosti od 0,2 do 0,65 m. Jde, podobně jako u žíly „Bochovice“, o žílu složenou z paralelních dílčích žil. V severní části žilného pole je žíla složená z hlavní žíly a dvou okrajových žilek (obr. 4), ve střední části pole je žíla složená ze dvou žil, v jižní části pole je žíla složená z hlavní žíly a okrajové žilky. Z žíly „Vidlák“ vybíhá na východní straně několik odžilků směru zhruba SZ—JV, což odpovídá vedlejšímu zlomovému systému v tomto žilném poli, na rozdíl od dominantních žil, odpovídajících směrově hlavnímu zlomovému systému. Odžilky jsou velmi strmě uklonněny k severovýchodu (80—85°). Na západní

Obr. 4. Řezy žilami „Volf“ a „Vidlák“: 1. okolní hornina — 2. zónární žilovina — 3. drúzová dutina
4. 1, 3 okrajové žilky, 2 hlavní žíla



stranu vybíhá jediný odžilek, zachovávající rovněž směr SZ—JV, ukloněný však opačně (70° k jihozápadu). Mocnosti těchto odžilků se pohybují většinou v centimetrových hodnotách, ojediněle dosahují řádově decimetrových rozměrů. Krystalová výplň z dutin v žíle „Vidlák“ a jejích odžilkách je popsána dále. Žíla „Volf“ je sledovatelná v délce ca 40 m. Byla ověřena rýhami a indikována výsledky geofyzikálního měření. Generelní směr žíly je SSZ—JJV, žíla je ukloněna velmi strmě k ZJZ ($80-90^\circ$). Žíla byla zastižena v maximální mocnosti 1,7 m, což představuje dosud největší mocnost, zjištěnou na lokalitě Bochovice. V této mocnosti byla žíla ověřena v severním úseku žilného pole, v místě spojení a naduření dvou žil, tvořících žílu „Volf“. Východní žíla má průměrnou mocnost 0,6 m, západní žíla 0,7 m. Směrem na jih dochází postupně k rozmrštění a opětovnému spojení obou žil (obr. 4). V žíle „Volf“ byla nalezena dutina s drúzami krystalů křemene, popsanými podrobně dále. Kromě uve-

dených dominantních žil byly v žilném poli II zjištěny ještě dvě další žíly. Jejich generelní směr SSZ—JJV odpovídá hlavnímu zlomovému systému tohoto pole. Žíly jsou ukloněny velmi strmě (70—85°) k VSV a ZJZ. První z žil dosahuje mocnosti 0,1—0,25 m, druhá žíla je 0,45 m mocná. Z žil se odmršťují odžilkky ve směru S—J. Mocnosti odžilků se pohybují řádově v centimetrových hodnotách. V uvedených žilách byly zastíženy dutiny s drúzami krystalů, jejichž popis je obsažen v dalším textu.

Podobně jako v žilném poli I, byly i zde mimo křemen - ametystových žil zjištěny také žilné horniny. Čtyři pegmatitové žíly se vyznačují většinou převahou křemene nad K - živcem a přítomností biotitu. Byly ověřeny v mocnosti 0,15 m, 0,45 m, 0,2 m a 0,3 m. Pegmatitové žíly mají, stejně jako křemen - ametystové žíly, směr S—J a SSZ—JJV a jsou ukloněny strmě (60—80°) k Z a VSV. Směr pegmatitových žil odpovídá hlavnímu zlomovému systému pole I. Naproti tomu dvě žíly turmalinického aplitu, zjištěné ve východním úseku žilného pole v mocnosti 0,2 m a jižním úseku pole v mocnosti 0,1 m, probíhají ve směru ZSZ—VJV, což souhlasí s vedlejším zlomovým systémem v tomto žilném poli.

Na žíle „Vidlák“ byla zjištěna hrubě zonární křemen - ametystová výplň tvořená od okraje do středu žíly 14 barevně odlišnými zónami (křemen, ametyst a záhněda), sdruženými do 7 pulzů, z čehož 6 pulzů reprezentuje křemen I. generace a 1 pulz zastupuje II. generaci křemene (tab. 4). V jižní části žilného pole je centrální část žíly „Vidlák“ vyplněna lístkovitě odlučným křemenem. Charakter žiloviny na žíle „Volf“ je různý podle toho, zda jde o západní nebo východní žílu. Zatímco východní žíla je tvořena převážně mléčně bílým křemenem s ojedinělými ametystovými zónami, je žilovina západní žíly velmi podobná žilovině z žíly „Vidlák“. Je tvořena 13 barevně odlišnými zónami (křemen a ametyst), sdruženými do 6 pulzů, reprezentujících křemen I. generace (tab. 4). Vedlejší žíly, vyvinuté východním směrem, jsou vyplněny jednak zonární křemen - ametystovou žilovinou, v níž převládá křemen a jednak mléčně bílým, hvězdově vyvinutým křemenem (blíže žíle „Volf“).

Žilné pole III

Je situováno severně od Bochovic (obr. 1). Bylo sledováno pouze podle úlomků křemenné žiloviny v eluviu, v níž silně převládá křemen mléčně bílé barvy nad ametystem.

MINERALOGICKÁ CHARAKTERISTIKA KŘEMEN - AMETYSTOVÝCH ŽIL

Bochovické křemeny jsou vyvinuty ve dvou generacích, přičemž I. generace silně převládá. Drúzy krystalů II. generace byly zjištěny převážně v žilném poli II. Pro krystaly obou generací platí, že jsou morfologicky chudé. Krystalová individua, orientovaná kolmo ke stěnám dutin, jsou ukončena na jednom pólu obvykle spojkou obou základních romboedrů a nevykazují většinou ani část prizmatu. Pokud je někdy prizma zastoupeno, pak bývají jeho plochy velmi krátké. Prizmatické plochy bývají vyvinuty na největších z krystalů, tvořících drúzy. Koncové plochy se vyznačují většinou stejností (rovnováhou) obou klenců, v ojedinělých

Tabulka 4. Pulzační charakter žil

Žíla	Generace	Pulz	Zbarvení zóny	Varieta
VOLF	I	1	světle fialová — šedobílá sytě hnědofialová bílá	ametyst — křemen ametyst křemen
		2	fialová bílá	ametyst křemen
		3	fialová slabě nahnědlá bílá	ametyst křemen
		4	světle fialová — fialová bílá	ametyst křemen
		5	fialová bílá	ametyst křemen
		6	fialová bílá	ametyst křemen
VIDLÁK	I	1	světle fialová sytě fialověhnědá bílá	ametyst záhnědá křemen
		2	světle fialová bílá	ametyst křemen
		3	fialová slabě nahnědlá bílá	ametyst křemen
		4	světle fialová — fialová bílá	ametyst křemen
		5	fialová bílá	ametyst křemen
		6	tmavě fialová bílá	ametyst křemen
	II	7	světle fialová	ametyst

případech může některý z klenců převládat. Drúzy těchto netypických krystalů, s výrazně převládajícím jedním romboedrem, byly popsány v žilném poli I na žíle „Bochovice“. V jedné dutině v žilném poli II byly nalezeny i krystaly, omezené jen jedním romboedrem. Tyto krystaly jsou rozmístěny mezi většími krystaly, omezenými kombinací obou romboedrů. V žilném poli I byly ojediněle zjištěny drúzy, v nichž krystaly byly orientovány paralelně s podkladem a ukončeny plochami romboedrů na obou pólech. Někdy vykazují krystaly známky kostrovitého vývoje, který v některých částech dutin zcela převládá. Tento vývoj je charakterizován vystouplými, dobře vyvinutými hranami a vrcholy a

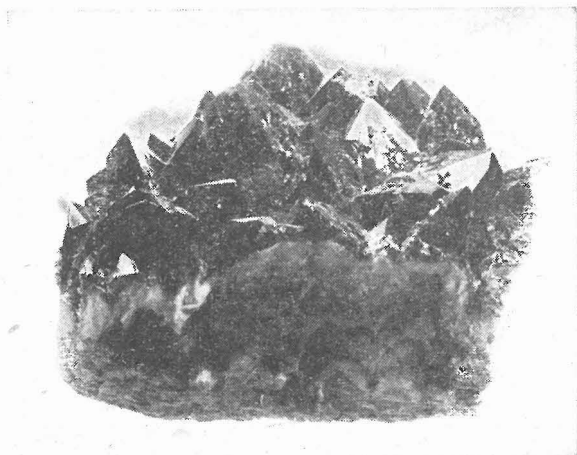
nedokonale vyvinutými plochami, tvořenými paralelními srůsty drobných krystalků. Na žíle „Volf“ byl v některých dutinách nalezen hvězdově uspořádaný bílý křemen.

Velikost krystalů je proměnlivá. Krystaly I. generace dosahují průměrné velikosti 1—3 cm, maximální 5 cm (výjimečně až 15 cm). Krystaly II. generace bývají jen několik milimetrů velké.

Krystaly jsou seskupeny v drůzy, vyplňující dutiny. V drúzách většinou deskovitého, méně často vypouklého tvaru, bývají uspořádány krystaly různé velikosti. Běžně lze pozorovat paralelní srůsty několika jedinců. Podklad drúz krystalů I. generace je tvořen žilným zonárním křemenem a ametystem. Drůzy krystalů II. generace jsou vyvinuty na starších krystalech.

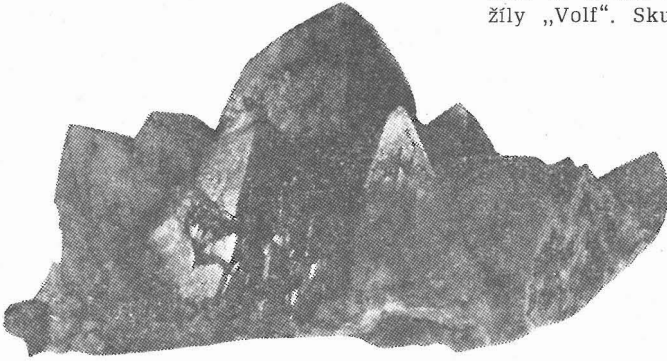
Stejně variety křemene, které se podílejí na zonární textuře žil, tvoří i krystaly ve volných prostorách těchto žil. Je třeba zdůraznit, že krystaly jsou zonární a jejich označení je dáno charakterem konečné zóny. V ojedinělých případech se mohou objevit menší krystaly, tvořené jen jednou barevnou varietou. Barevný charakter konečné vrstvičky je v různých dutinách různý, někdy se vyskytují vedle sebe různé variety i v jedné dutině.

Nejběžnější z variet křemene je ametyst. Tvoří krystaly zbarvené světle fialově s nejrůznějšími přechody až k intenzívně fialovému zbarvení. Převládající tóny jsou tmavě fialové. Průhledné krystaly bývají tmavěji zbarveny na hranách a vrcholech. Bochovické ametysty jsou převážně jen průsvitné a neprůhledné. Ametyst byl v krystalové formě zjištěn v žilném poli I i II. Záhněda je zastoupena v dutinách žil mnohem méně a přechází často do morionu. Byla nalezena na žíle „Bochovice“ spolu s morionem. Obecný křemen, většinou mléčně bílý, méně často průsvitný — skoro křišťál nebo nažloutlý až nahnědlý, je nejběžnější. Často tvoří nejsvrchnější zónu na krystalech. Tato vrstvička dosahuje mocnosti několika milimetrů až 1 cm. Ojediněle pokrývá tato vrstvička pouze část krystalových ploch, obrácených ve směru k přínosu krystalizačního roz-



Obr. 7. Drůza krystalů morionu z dutiny v žilném poli I. Skutečná velikost 12×10 cm.

Obr. 5. Drúza krystalů křemene z dutiny žíly „Volf“. Skutečná velikost 16×9 cm.



Obr. 6. Drúza krystalů křemene z dutiny žíly „Bochovice“. Skutečná velikost 30×25 cm.



toku a na zbývajících plochách není vyvinuta. Někdy bývá vrstvička křemene vyvinuta jen ve velmi tenkém nesouvislém povlaku a tvoří „mramorování“ na krystalech. Drúzy krystalů obecného křemene byly zjištěny ve všech žilných polích.

Kromě křemene a jeho variet byly v dutinách křemen - ametystových žil nalezeny ještě další minerály. Drobné krystalky bílé až nažloutlé barvy, zjištěné v žilném poli II, byly rentgenometricky (tab. 5) a opticky identifikovány jako adulár (KOLBABOVÁ in MRÁZEK et al. 1978). Analogicky lze za adulár považovat i nejmladší drúzový minerál z žíly

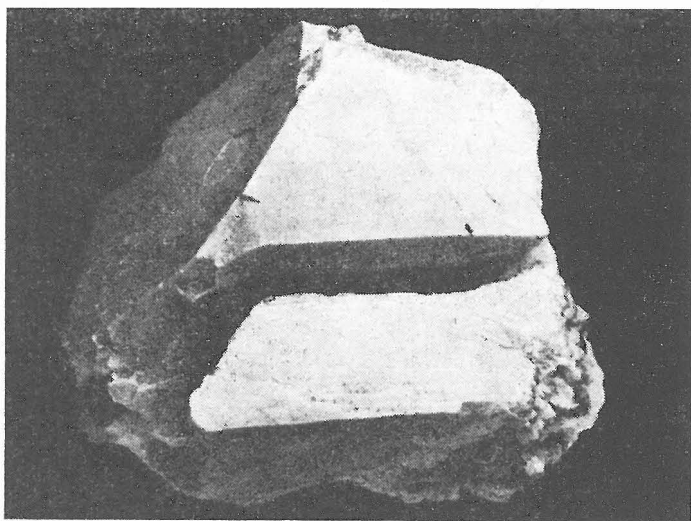
Tabulka 5. Rentgenometrická data aduláru

* Sloupečkovité krystaly		Adulár (tabelovaná data) dle MICHEJEVA (1957)	
d	I	d	I
0,657	2	0,644	6
0,606	1	0,586	2
0,424	5	0,425	3
0,405	6	0,402	9
0,378	7	0,380	8
0,3452	5	0,3493	2
0,3332	9 (křemen)	0,3331	1
0,3192	10	0,3183	10
0,2985	7	0,2995	7
0,2925	5	0,2929	7
		0,2645	6
0,2535	2	0,2534	7
		0,2470	6
0,2382	2	0,2390	6
		0,2286	7
0,2139	5	0,2130	4

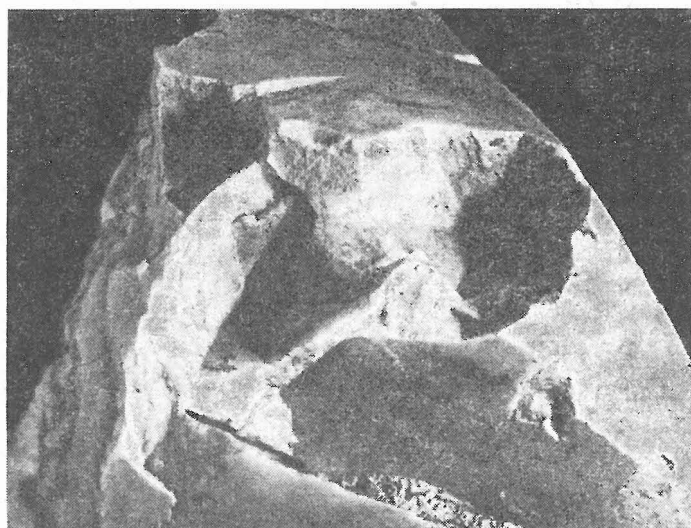
* prášková metoda, Bragg-Brentano, záření $\text{CuK}\alpha$

„Bochovice“. Drúzy krystalů aduláru v žilném poli II zaznamenal již KRUIA (1973), který mimoto uvádí i goethit v pseudomorfózách pa pyritu. Za goethit lze považovat drobné bochníkovité útvary a krystalky krychlového habitu, vyskytující se jako inkluze v krystalech křemene a na jejich puklinách v žilném poli II (KOLBABOVÁ in MRÁZEK et al. 1978). Dalším minerálem křemen - ametystových žil je hematit, tvořící na krystalech křemene cihlově červené až červenohnědé nesouvislé povlaky, složené z velmi drobných prstencovitých útvarů.

V některých dutinách žil v žilném poli I jsou vyvinuty zvláštní útvary křemene — mnohostěny milimetrových, většinou však řádově centimetrových (do 10 cm) velikostí, jejichž tenký plášť (do 0,5 cm) je tvořen bílým, naředlým, někdy průsvitným zrnitým křemenem. Vnitřní část křemenných mnohostěňů je vyplněna jemně zonární křemen - ametystovou žilovinou. Ve střední části bývá často dutinka s drúzami krystalů křemene nebo jeho variet, romboedricky omezených. Ve vnějších stěnách mnohostěňů byly nalezeny otisky vrcholů krystalů křemene. V některých případech přechází zonární výplň mnohostěňů plynule do hruběji zonární výplně žíly. Křemenné mnohostěny postrádají krystalovou souměrnost, nelze je proto pokládat za pseudomorfozy po nějakých starších krystalech a jejich původ je nejasný. SCHUMANN (1976), udává, že podobné útvary, tzv. „pseudoacháty“ nebo též polyhedrické křemeny o velikosti až 0,75 m, byly nalezeny v Brazílii. Tyto útvary rovněž nemají symetrii a nejsou tedy ve vztahu ke krystalům. Jejich způsob vzniku je neznámý. V severozápadní části žilného pole I (žíla „Bochovice“) byly v části



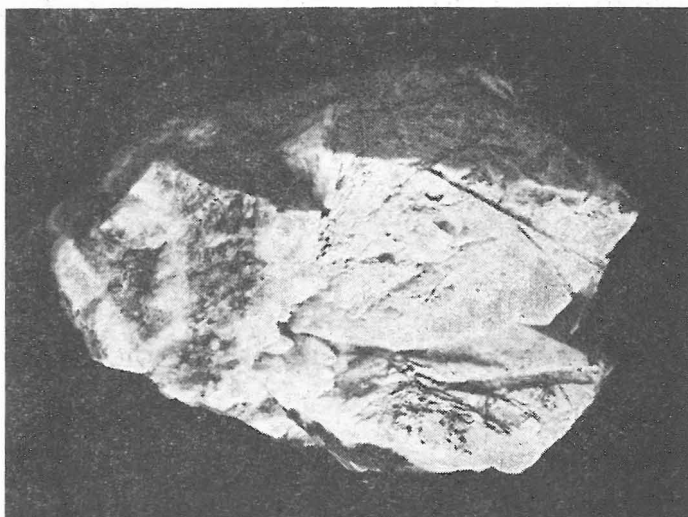
Obr. 8. Křemenný mnohostěn s otisky krystalů křemene (žilné pole I). Skutečná velikost 9×8 cm.



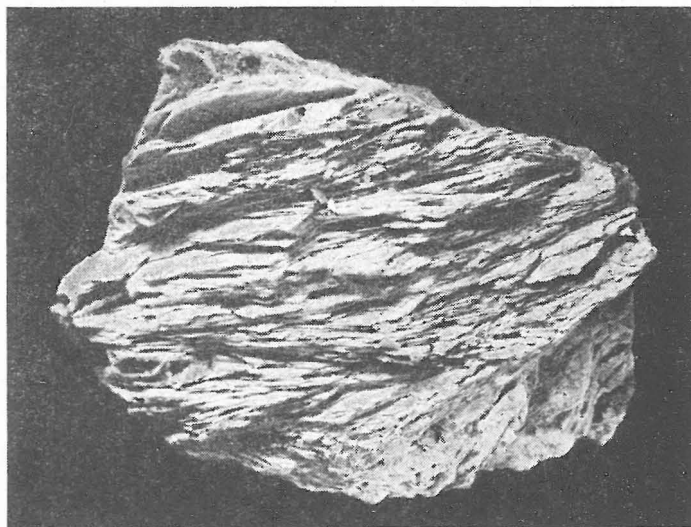
Obr. 9. Otisky krystalů křemene v křemenném mnohostěnu. Skutečná velikost otisků 2×1,5 cm.

dutiny s drúzami krystalů křemene zjištěny otisky, vyvinuté v konečné vrstvičce bílého křemene. Otisky jsou rovnoběžně uspořádané, v ojedinělých případech se objevují po celém obvodu krystalů (na všech plochách

romboedrů). Šířka otisků je 1–3 mm a jejich hloubka kolem 1 mm. V jižní části žilného pole II je střední část žíly „Vidlák“ v mocnosti 0,2 m vyplněna lístkovitě odlučným, mléčně bílým křemenem. Směr odlučnosti je kolmý ke směru žíly. Lístičky křemene jsou tenší než 1 mm.



Obr. 10. Otisky v krystalech křemene z žíly „Bochovice“. Skutečná velikost 8×5 cm.



Obr. 11. Vzorek žilné výplně, tvořené lístkovitě odlučným křemenem (žíla „Vidlák“). Skutečná velikost 12×9 cm.

ZÁVĚR

Křemen - ametystové žíly u Bochovic představují vysokoteplotní hydrotermální fázi třebíčského masívu, kterou z genetického hlediska můžeme zařadit do období po vzniku žilných aplitů a pegmatitů. Vývoj křemen - ametystových žil byl vzhledem k tektonickému neklidu značně složitý, což se odrazilo jednak v jejich zonárním uspořádání, jednak v častém tektonickém porušení žil a vyhojení křemenem mladší generace.

Křemen - ametystové žíly jsou tvořeny obecným křemenem a ametystem, popř. záhnědou až morionem v zonárním vývoji. Jednotlivé barevně odlišné zóny jsou tvořeny polykrystalickými agregáty křemene s přednostní orientací individuí kolmo k okrajům zóny. Podle KOLBABOVÉ in MRÁZEK et al. 1978 jsou bílé zóny stejného charakteru jako zóny průsvitné, liší se jen přítomností vzduchových kanálků, orientovaných kolmo k okrajům zóny. Zóny jsou sdruženy do pulzů, jednotlivé pulzy jsou charakterizovány převládajícím barevným odstínem. Úplný pulz byl vždy ukončen krystalizací zóny mléčně bílého křemene, po níž následoval krátký hiát. Tato zóna je ostře ohraničena od následujícího pulzu a kromě toho na periferii bývají akumulovány inkluze cizích minerálů. Zonárnost se opakuje v 6 pulzech (I. generace křemene), ojediněle až v 8 pulzech. Převládající barevné odstíny jsou závislé jednak na mocnosti žíly (vyšší intenzita zbarvení u žil menších mocností), jednak na počtu pulzů (čím menší počet, tím sytější barvy). Intenzita zbarvení se mění i v jednotlivých pulzech. Dochází zde k postupnému zintenzivnění barev od světlých odstínů až po tmavé. Bezprostředně po dosažení maxima dochází ke skoku — krystalizaci mléčně bílého křemene.

V místech, kde došlo k uzavření žil ještě před jejich vyplněním, vznikly v dutinách krystaly. V řadě případů byly volné prostory nově vyplněny křemenem II. generace a to buď ve formě zonární žiloviny nebo ve formě krystalků, narůstajících na krystalech I. generace.

Na krystalech výrazně převládá krátce prizmatický habitus, což spolu se symetričností ploch nasvědčuje vzniku křemene z vysokotemperovaných hydrotermálních, velmi koncentrovaných roztoků (KONTA 1954). Kostrovitý vývoj krystalů v některých dutinách ukazuje na rychlou krystalizaci. Negativní výsledky studia obsahu barvicích komponent v ametystu na elektronovém mikroanalyzátoru (ROST in MRÁZEK et al. 1978) jsou v souladu se současnou představou o příčinách zbarvení ametystů, které je způsobeno tzv. barevnými centry (ŠVENEK 1976). Vznik těchto center je podmíněn ozářením a stopovou příměsí železa. Cizí minerály jsou v křemen - ametystových žilách přítomny jako inkluze v křemeni (goethit) nebo jako minerály drúzových dutin (adulár, hematit a goethit). Otisky krystalů křemene ve vnějších stěnách křemenných mnohostěňů ukazují, že mnohostěně jsou mladší.

Foto (tab. 1, 2, obr. 5—7): Fotoarchív Muzea Vysočiny v Jihlavě, autor Z. Laštovička

Foto (tab. 3, obr. 8—11): Autor L. Pichová

LITERATURA

- BUBENÍČEK, J. (1968 a): Geologický a petrografický vývoj třebíčského masívu. — Sbor. geol. Věd, Ř. G, **13**, 133—164. Praha.
- BUBENÍČEK, J. (1968 b): Distribuce stopových prvků v třebíčském masívu. — Čas. Mineral. Geol., **13**, (3), 285—299. Praha.
- BURKART, E. (1953): Moravské nerosty a jejich literatura. — Nakl. Čs. akad. věd. Praha.
- DVORSKÝ, F. (1880): Über einige in der Umgebung von Trebitsch vork. Felsarten und Mineralien. — Drittes Programm des k. k. Staats — Unter. gymn. zu Trebitsch 1879 bis 1880. Třebíč.
- KONTA, J. (1954): Příspěvek k poznání genese cínoveckých záhněd. — Rozpr. Čs. Akad. Věd, **64**, Ř. mat. přír. Věd, 4, 1—5. Praha.
- KÖHLER, A., RAAZ, F. (1951): Über eine neue Berechnung und graphische Darstellung von Gesteinsanalysen. — Neu. Jb. Mineral. Geol., Mh., 247—263. Stuttgart.
- KRUPÍČKA, J. (1968): Sharp boundaries in crystalline rocks and their interpretation. — Internat. Geol. Congr. Rept. 23rd Sess. Czechosl., Proc. Sess. **4**, 43—59. Praha.
- KRUŽA, T. (1973): Příspěvky k moravské topografické mineralogii XII. — Čas. Morav. Muz. v Brně, Vědy přír., **58**, 37—48. Brno.
- MICHEJEV, V. I. (1957): Rentgenometričeskij opredelitel mineralov. — Gos. Naučno-techn. izdat. Moskva.
- MRÁZEK, I. et al. (1978): Závěrečná zpráva úkolu Třebíčsko — Žďársko (01782353). — MS Geofond. Praha.
- REJL, L. (1977): Zonární ametystové žíly u Bochovic na Třebíčsku. — Šperkařství, **3**, 61—69. Praha.
- SCHUMANN, W. (1976): Edelsteine und Schmucksteine. — BLV Verlagsgesellschaft mbH. München.
- STÁRKOVÁ, I., ZRŮSTEK, V. (1977): Prognózní ocenění ČSSR na uran, oblast č. 25 — třebíčský masív. — MS Geofond. Praha.
- STRECKEISEN, A. (1975): Classification and Nomenclature of Plutonic Rocks. — Geol. Rdsch., **63**, 773—788. Stuttgart.
- ŠVENEK, J. (1976): O barvě a luminiscenci nerostů. — Nár. Muz. v Praze a Společnost Nár. Muz., č. 3. Praha.
- TRÖGER, E. (1935): Spezielle petrographie der Eruptivgesteine. — Verlag der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft e. V. Berlin.

IVAN MRÁZEK — LUBOŠ REJL

ZONED QUARTZ - AMETHYST VEINS NEAR THE VILLAGE OF BOCHOVICE IN THE TŘEBÍČ AREA

Zoned quartz - amethyst veins occur near the Village of Bochovice in the Třebíč area (the Western Moravia) concentrated into three independent vein fields (Fig. 1). The veins outcrop in the northern part of the Třebíč Massif that is formed by durbachites in this segment. They can be designated, in the neighbourhood of the Village of Bochovice, as an amphibole — biotitic quartz syenite (Fig. 2). In the studied area, besides rocks of the durbachite character also vein rocks occur that are represented by aplites and, less frequently, also by pegmatites (Tab. 3).

Vein field I was delimited west and northwest of the Village of Bochovice (Fig. 3). In the vein field I the "Bochovice" vein was discovered that can be followed for about 600 m. A general run of the vein, i. e. NW—SE corresponds to the direction of the main fault system of the field, the vein inclines very steeply to the southwest. The vein thickness is 0.4 to 0.7 m. The vein consists of variable number of parallel, tightly bundled veins (maximally five veins). Irregular caverns, with a crystal filling were detected in the "Bochovice" vein. A veinstuff from the "Bochovice" vein is of an irregular character both, in a lateral as well as a vertical direction. In the northwest part of the vein field, the filling of the vein is formed dominantly by a quartz;

the rest corresponds to the amethyst that forms four zones their thickness being 1 cm. In the southeast section of the vein field, the "Bochovice" vein is formed by partial veins, while individual veins are compound by coarsely zoned veinstuff its structure is given mainly by an amethyst and a quartz.

Vein field II was delimited southwest of the Village of Bochovice. Two dominant veins the "Vidlák" and the "Volf" were detected in this field. The vein "Vidlák" can be followed in length of 80 m. In the northern part of the vein field the vein runs in the N—S direction and inclines very steeply to the East. In the southern part of the vein field the vein is in the NNW—SSE direction and inclines steeply to ENE. The vein was verified with the thickness of 0.2 to 0.65 m. The vein is composed from parallel partial veins. Several apophysis extend in the NW—SE direction that corresponds to an adjoining fault system in this vein field in a contrary to dominant veins that correspond to a directionally main fault system. Caverns with druses of crystals were found in the vein "Vidlák". The vein "Volf" can be followed in length of 40 m. A general direction of the vein is NNW—SSE, the vein inclines very steeply towards WSW. The vein was detected in the maximum thickness of 1.7 m in the place of connection and swelling of two veins forming the vein "Volf". Caverns containing druses of quartz crystals were discovered within the vein "Volf". Besides the mentioned dominant veins two other veins were also found in the vein field II their thickness is slightly smaller and their general direction corresponds to the main fault system of this field. The quartz-amethyst filling of the "Vidlák" vein is coarsely zoned — from its margin to its centre formed by 14 zones associated into 7 pulses (Tab. 4). A character of the filling at the vein "Volf" is different according to the fact whether it is in the western vein or in the eastern one. While the eastern vein is formed predominantly by quartz with isolated amethyst zones, the filling of the western vein is very similar to the filling from the "Vidlák" vein (Tab. 4).

The vein field III is situated north of Bochovice. It was followed only by fragments of a quartz filling dispersed in eluvium, that contains quartz and inferiorly amethyst.

The quartz of Bochovice is developed in two generations, the first generation strongly dominates. It is valid for crystals of both generations that they are morphologically poor. Crystal individua are terminated at one pole usually by connecting element of both basic rhombohedrons and do not mostly show even a part of prism. End surfaces are mostly marked by an identity of both rhombohedrons. The crystals sometimes show marks of a skeleton development. The size of crystals varies. Crystals of the first generation reach an average size of 1 to 3 cm, a maximum size of 5 cm, exceptionally up to 15 cm. Crystals are grouped into druses in which a parallel intergrowth of several individua can commonly be observed. The crystals are zoned and their designation is given by a colour character of the final zone. The most common from quartz varieties is an amethyst. A smoky quartz appears within caverns of the veins much less and, it frequently transit into morion. A basic quartz is most common one. Besides quartz and its varieties other minerals such as adular, goethite and hematite, have also been found within caverns of quartz-amethyst veins. In some caverns of veins quartz polyhedres are developed, their size up to 10 cm, that are filled with a finely zoned quartz-amethyst filling and with imprints of quartz crystals in external walls. These polyhedres do not exhibit a crystal symmetry they can not thus be considered pseudomorphoses after older crystals and their origin remains unclear. In the vein field I, in crystals, flat imprints were found parallel arranged. In the south part of the vein field II the central part of the "Vidlák" vein is filled with a leaf-like parting quartz.

Quartz-amethyst veins near the Village of Bochovice represents a high-temperature hydrothermal phase of the Třebíč massif, that, from the genetic point of view, can be classified after an origin of aplites and pegmatites. A development of the quartz-amethyst veins was, according to a tectonic activity, considerably complicated, that was reflected both in their zoned arrangement and in a frequent tectonic breach of veins and a healing by a quartz of a younger generation.

Quartz-amethyst veins are formed by quartz and amethyst, or in case, by other varieties of quartz in a zoned development. Individual zones different in colour are formed by polycrystalline aggregates of quartz exhibiting an exceptional orientation of individua perpendicular to margins of the zone. White zones have the same character as transparent zones; they differ only by a presence of air channels oriented perpendicular to margins of the zone. Zones are associated into pulses; individual pulses

are characterized by a dominant colour shade. A complete pulse was always terminated by a crystallization of a zone of milky-white quartz followed by a short hiatus. This zone is sharply divided from the following pulse and, beside that, inclusions of other minerals used to be accumulated at the periphery. The zoning repeats in six pulses (first generation of quartz) exceptionally up to in eight pulses. Dominant colour shades depend on both the thickness of the vein and on the number of pulses. The intensity of colouring varies also within individual pulses. A gradual increase of a colour intensity appears here. Immediately after reaching a maximum a sudden change occurs — the crystallization of a milky-white quartz.

In those places where veins were closed prior to their filling up, crystals developed in the caverns. In many cases the empty spaces were filled by a quartz of second generation in form of a filling or crystals.

Shortly prismatic habit expressively dominates on crystals that, together with a symmetry of surfaces, proves the origin of quartz from a high-temperature hydrothermal very concentrated solutions. A skeleton development of crystals illustrates a very rapid crystallization. An etching of some crystals on the surfaces oriented towards the depth proves the hypothesis about repetition of a transport of solutions. The negative results of the study of the content of colouring components in the amethyst are in an agreement with the present idea about a colouring of amethysts that is caused by so called colour centres. The origin of those centres is incited by a radiation and by traces of ferrum. Imprints of quartz crystals in walls of quartz polyhedres show that the polyhedres are younger.

Translated by G. Pliva

Explanation of figures

Fig. 1. Vein fields near the Village of Bochovice: 1. delimitation of vein fields — 2. directioning of K-feldspar phenocrysts — 3. eluvia of quartz veins — 4. main found and assumed quartz veins

Fig. 2. Classification diagram (STRECKEISEN 1975) for a modal composition of studied durbachites and the differential diagram (KÖHLER — RAAZ 1951) of durbachites

Fig. 3. A distribution of quartz-amethyst veins near the Village of Bochovice: 1. detected and assumed quartz-amethyst veins — 2. veins of aplite — 3. veins of pegmatite — 4. magnitude and dip direction of veins — 5. tectonic lines — 6. delimitation of zones of high geoelectric resistivity

Fig. 4. Cross-sections of the "Volf" and "Vidlák" veins: 1. surrounding rock — 2. zoned filling — 3. druse cavern — 4. 1, 3 marginal thin veins, 2 main vein

Fig. 5. A druse of crystals of quartz from the "Volf" vein cavern. Real dimensions 16 × 9 cm.

Fig. 6. A druse of crystals of quartz from the "Bochovice" vein cavern. Real dimensions 30 × 25 cm.

Fig. 7. A druse of crystals of morion from the cavern in the vein field I. Real dimensions 12 × 10 cm.

Fig. 8. A quartz polyhedr with imprints of crystals of quartz (the vein field I). Real dimension 9 × 8 cm.

Fig. 9. Imprints of crystals of quartz in quartz polyhedres. Real dimensions of the imprints 2 × 1,5 cm.

Fig. 10. Imprints in crystals of quartz from the "Bochovice" vein. Real dimensions 8 × 5 cm.

Fig. 11. A sample of the vein filling formed by a leaf-like parting quartz (the "Vidlák" vein). Real dimensions 12 × 9 cm.

Photographs (Tab. 1, 2, figs. 5—7): Photoarchiv of the "Muzeum Vysočiny" in Jihlava. Author: Z. Laštovička.

Photographs (Tab. 3, figs. 8—11): by L. Píchová

Explanation of tables

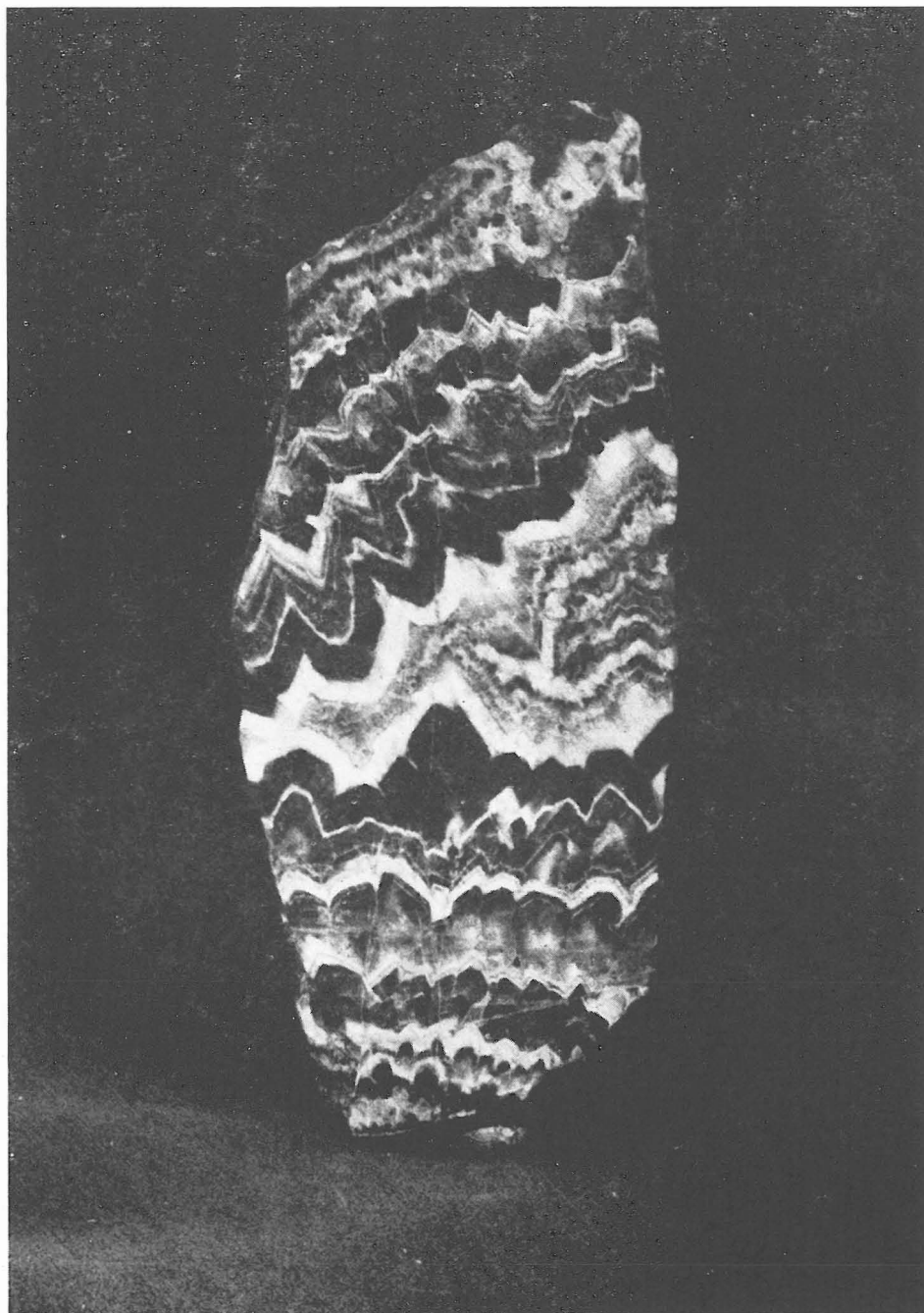
Tab. 1. Planimetric analyses of durbachites

Tab. 2. Silicate analyses of durbachite

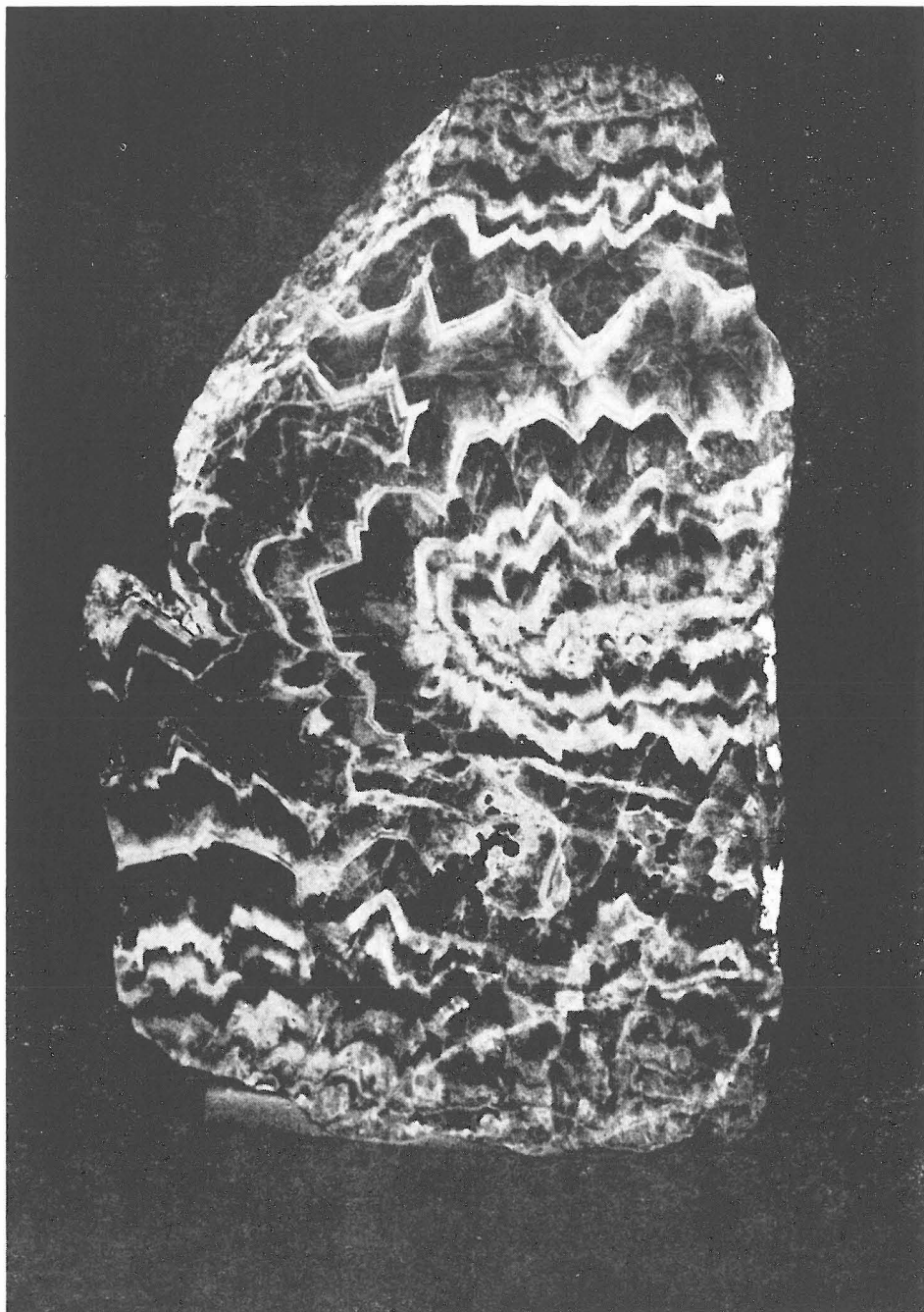
Tab. 3. Modal composition and the structures of the vein rocks

Tab. 4. Pulse character of the veins

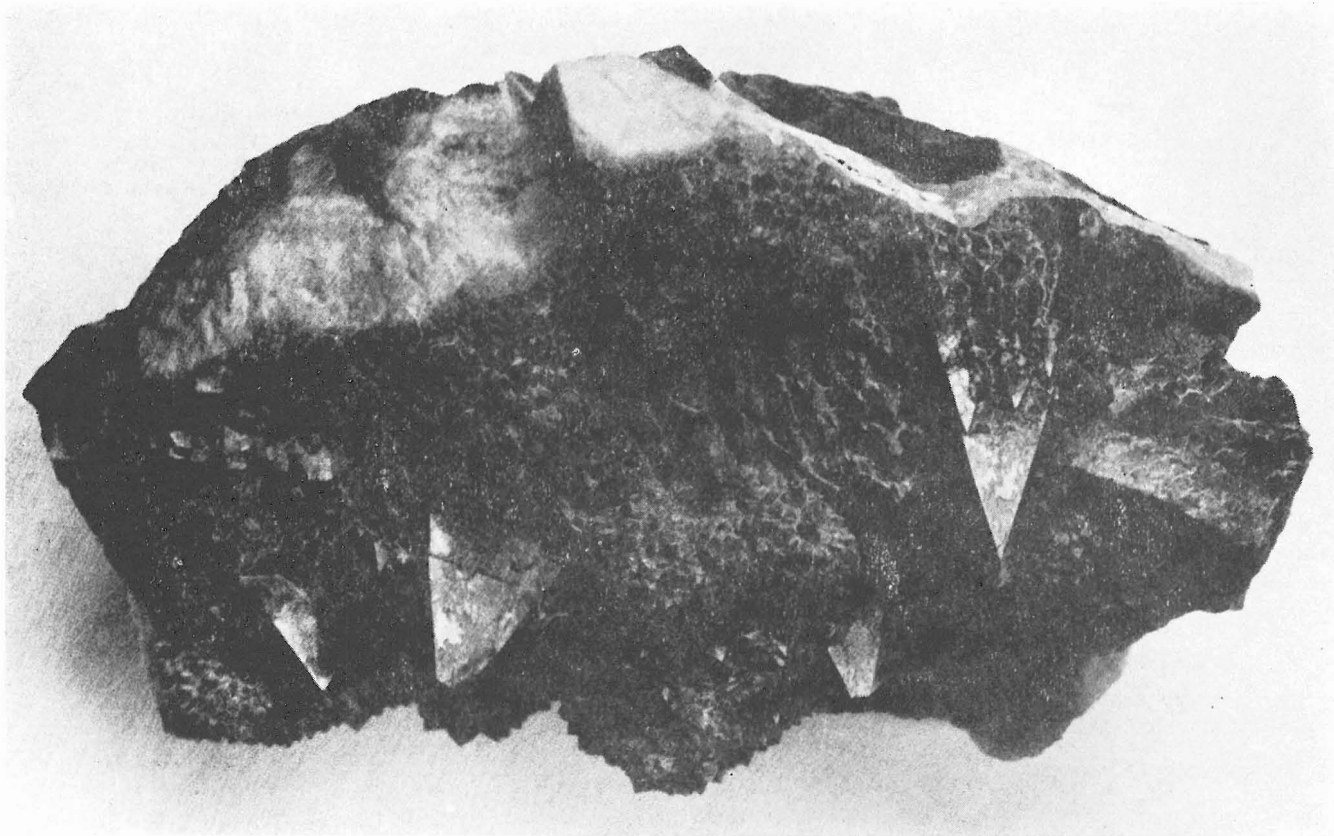
Tab. 5. X-ray analyses of adular



Vybroušený vzorek výplně žíly „Vildák“. Skutečná velikost 30×14 cm.
A polished sample of the "Vildák" vein filling. Real dimensions 30×14 cm.



Vybroušený vzorek výplně žíly „Volf“. Skutečná velikost 30×20 cm.
A polished sample of the "Volf" vein filling. Real dimensions 30×20 cm.



Drúzy krystalů křemene II. generace, narůstající na starších krystalech záhnědy z žilného pole I. Skutečná velikost 11×7 cm.
Druses of crystals of quartz of the second generation, growing upon older crystal of smoky quartz from the vein field I.
Real dimensions 11 × 7 cm.