PARAGENEZE MINERÁLŮ PEGMATITOVÝCH ŽIL Z HATÍ U DOLNÍCH BORŮ NA ZÁPADNÍ MORAVĚ

THE MINERAL PARAGENESES OF THE DOLNÍ BORY-HATĚ PEGMATITE DYKES, WESTERN MORAVIA, CZECHOSLOVAKIA

JOSEF STANĚK

Abstract

Staněk, J., 1991: Parageneze minerálů pegmatitových žil z Hatí u Dolních Borů na západní Moravě. *Acta Mus. Moraviae, Sci. nat., 76:19—49* (with English summary).

The mineral parageneses of the Dolní Bory-Hatě pegmatite dykes, western Moravia, Czechoslovakia.

The Dolní Bory-Hatě pegmatite dykes are situated in the Moldanubian complex of the Bohemian Massif, 55 km northwest of Brno, 135 km southeast of Prague. They were being for feldspar minerals. The pegmatite dykes, located in a granulite massif show a concentric zoning, 4 zones are present (in the sequence of formation): granitic border zone (1) with a characteristic assemblage of oligoclase + orthoclase + quartz (+ biotite + muscovite); graphic zone (2), K-feldspar + quartz, (albite + quartz); central blocky zone (3), orthoclase-perthite + quartz; albite zone (4). Most of the accessory minerals are concentrated in the albite zone. 81 minerals were found in these pegmatites to date. Their morphology, chemical analyses, and other data are given.

Key words: mineral parageneses, pegmatite dykes, Dolní Bory, Czechoslovakia.

Josef Staněk, Department of Mineralogy and Petrography, Faculty of Science, Masaryk University, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Czechoslovakia.

Úvod

Mezi přední mineralogické lokality našeho státu patří pegmatitové žíly v „Hatích" u Dolních Borů na západní Moravě. Jsou známy déle než sto roků. Již koncem osmdesátých let minulého století z nich byl příležitostně dobýván živec. Jeho intezívnější těžba nastala po první světové válce, ukončena byla v roce 1930. V mnohem větším rozsahu byla těžba obnovena po druhé světové válce. V letech 1950—1972 bylo důlními díly otevřeno několik větších pegmatitových žil, z nichž se vytěžilo 430 kt rubaniny, z níž se získalo 30 % glazurových živců a další živcová a křemenná surovina. V roce 1972 byla těžba zastavena a v současné době je většina žil zcela nepřístupná. Od počátku byly tyto pegmatity také předmětem vědeckého zájmu, který trvá dodnes. Bylo jim věnováno mnoho studií, a to jak geologických, tak mineralogických i ložiskových; desítky jich byly publikovány, desítky zůstaly ve formě posudků a zpráv. Zásluhu o poznání tamějších pegmatitů a jejich minerálů mají Suess (1885—1906), Stejskal (1925), Sekanina (1928, 1933), Staněk (1953—1990), Němec (1954—1977), Duda (1986), Novák (1988, 1989) a řada badatelů dalších. Od monografie Staňkovy (Staněk 1954) ne-

Připsáno vynikajícímu znalci nerostů moravských pegmatitů prof. dr. Josefu Sekaninovi, členu korespondentovi ČSAV k jeho nedožitým 90. narozeninám (* 4. 9. 1901 v Knínicích u Boskovic, + 28. 11. 1986 v Letovicích).

vyšla publikace, která by souborně pojednávala o zdejších minerálech, jejichž počet za uplynulých 35 let značně vzrostl. Až tato studie kompletně prezentuje neobyčejně bohatou asociaci minerálů této, dnes vpravdě světové mineralogické lokality.

Lokalizace pegmatitových žil a jejich geologická pozice

Lokalita „Hatě" u Dolních Borů leží 8 km severně od Velkého Meziříčí, 55 km sz. od Brna, 135 km jv. od Prahy v strážeckém moldanubiku. Pegmatitové žíly jsou situovány mezi obcí Dolní Bory a řekou Oslavou v severní části borského granulitového masívu, v těsné blízkosti severněji vystupujících migmatitů. Horniny tohoto masívu nově studovali Staňková (1982) a Fiala et al. (1987). V prostoru „Hatí" jsou rozšířeny hlavně tmavé rohovcovité granulitové ruly, méně časté jsou světlé granulity. Tyto horniny jsou polyfázově metamorfovány, někdy až granitizovány. Všechny významnější pegmatitové žíly mají téměř shodný směr SSZ-JJV i úklon 50—60° k VSV. Směr i úklon jednotlivých žil se v jejich průběhu poněkud mění. Žíly jsou i přes 1 km dlouhé, někdy stupňovité, od několika do 30 metrů mocné. Většina z nich vysílá drobnější pravé i ložní odžilky. Rozmístění žil je závislé hlavně na zlomové tektonice, ovlivněno je však i vrásovými strukturami a jejich puklinovým systémem.

Zonální stavba pegmatitových žil

Pegmatitové žíly v „Hatích" jak větších, tak menších rozměrů i jejich odžilky vykazují obvykle symetricky zonální stavbu. Od nadložního okraje směrem do středu následují za sebou tyto zóny: granitická, grafická, bloková, která někdy bývá diferencována v samostatné zóny draselného živce a křemenné jádro. Od podložního okraje směrem do středu těles je stejný sled výše uvedených zón. Kolem blokové zóny proniká do ní a sousední nadložní i podložní grafické zóny metasomatická albitová zóna. V blokové i albitové zóně se často objevují dutiny — miaroly, v prvé větších, ve druhé podstatně menších rozměrů. Nejsou tak časté, aby bylo možno tyto pegmatity označovat jako miarolové. Jejich přítomnost je ale pro zdejší žíly charakteristická. Uvedená zonálnost je však jen v nejzduřelejších, centrálních částech žil, na jejich koncích je pouze zóna granitická. Teprve postupně dále ke středu žíly, a to nejen po směru, ale i po úklonu, přistupují zóny další. Naopak mocnost zóny granitické se pozvolna zmenšuje a v nejzduřelejší části, v níž zcela převládají obří bloky K-živce a křemene, může být redukována na pouhé 1—2 dm. Žíly menších rozměrů mají místo blokové zóny zónu drobně blokovou; živce a křemen jsou v ní centimetrových, výjimečně decimetrových rozměrů.

Granitickou zónu tvoří ortoklas, oligoklas, křemen, v menším množství biotit, muskovit, akcesorický je apatit a zirkon. Pokud se v ní vyskytují jiné minerály, tak jsou mladší a vázány na pozdější albitovou metasomatózu. Na kontaktu s okolní horninou bývá vždy středně zrnitá s velikostí minerálů kolem 3 mm, dále od kontaktu drobně zrnitá až hrubozrnná s rozměrem součástek až do 30 mm. Její textura je všesměrně zrnitá. Někdy však lze pozorovat rytmicky se střídající proužkování (centimetrové mocnosti), více méně paralelní s hranicí s okolní horninou.

Písmenková zóna je tvořena hlavně draselným živcem a křemenem. Často se však objevují také hnízda albitu s písmenkovým křemenem. Oba křemenem graficky prorostlé živce se vyskytují pohromadě; hranice mezi oběma živci je zcela ostrá. Tvoří zóny mezi okrajovou granitickou zónou a blokovým jádrem.

Křemen grafických srůstů je drobný, 1 až 5 mm velký. Jeho průměrný obsah je vždy vyšší v plagioklasové grafice než v ortoklasové. Ve výbrusech bylo zjištěno, že obsah křemene vzrůstá k okrajům draselných živců, u plagioklasové grafiky je obsah křemene téměř konstantní (Černý 1971).

Blokovou zónu, zaujímající centrální části pegmatitových žil, tvoří obrovská, i několik kubických metrů velká individua K-živce a křemene. Maximální mocnost této zóny je kolem 20 metrů. K-živec v ní převažuje nad křemenem, v některých částech žil a směrem do hloubky však převažoval křemen. Některé bloky draselného živce mají tendenci ke krystalovému omezení. Ukazovalo by to na to, že jsou starší než blokový křemen. Křemen rovněž tvoří bloky obřích rozměrů. Má zpravidla bílou či šedobílou barvu, na styku s draselným živcem je hnědavě zbarven. Ojediněle se v centru křemenných bloků objevuje růženín. Hranice mezi K-živcem i křemenem jsou zcela ostré, na křemenných individuích se často objevuje indukční rýhování. V místech kde v blokové zóně převládá K-živec nad křemenem působí křemen dojmem obřích hieroglyfů či ichtyoglyptů a tato místa dojmem obřího písmenkového pegmatitu. Naopak v místech v nichž převažuje křemen je zřetelně vidět, že krystaly K-živce jsou v něm uzavřeny jako starší. To by nasvědčovalo tomu, že oba minerály krystalizovaly téměř současně, křemen je však zřetelně mladší. Je možné, že všechen křemen v rámci celé blokové zóny patří jednomu obrovskému individuu — monokrystalu. Vzácně je u některých pegmatitových těles centrální bloková zóna diferencována ve dvě samostatné zóny draselného živce a křemenné jádro. Platí to zvláště pro tělesa čočkovitého tvaru. Křemenné jádro je pak nepochybně mladší. Bloková zóna je téměř vždy bez vzácnějších minerálů. Pokud se v ní přece jen vyskytují, potom jsou dvojího původu. K minerálům vzniklým s blokovým K-živcem a křemenem patří vzácné primární Fe-Mn fosfáty a hnědozelený apatit. Ostatní minerály v ní se vyskytující jsou z albitové zóny a jsou tudíž mladší.

V blokové zóně byly poměrně časté dutiny — miaroly. Jejich rozměry se pohybovaly od jednoho do několika dm^3, výjimečně do jednoho až dvou kubických metrů. Byly vyplněny hlavně krystaly K-živce a křemene, nejčastěji záhnědou, řidčeji křišťálem. Na ně narůstaly krystaly mladšího albitu, muskovitu, skorylu, apatitu, vzácně i jiných minerálů. Krystaly z těchto dutin se svými rozměry i krásou mohou srovnávat s podobnými ukázkami z proslulých světových pegmatitových lokalit.

Albitová zóna je složena hlavně z albitu. Ten v ní tvoří hrubě zrnité či lištovité agregáty, bílé, žlutavé až narůžovělé barvy. V partiích bližších povrchu má narůžovělou barvu jako ortoklas a těžko se od něj pouhým okem rozeznává. V hlubších partiích žil bývá bílý a zóna jím tam tvořená je mnohem nápadnější. Poměrně vzácný je v této zóně bílý, šedobílý či šedohnědý křemen; tvoří menší, zcela nepravidelná hnízda a žilky. Albitová zóna, 0,3—1 m mocná, zaujímá pozici mezi písmenkovou a blokovou zónu či mezi zónou K-živce a křemenným jádrem. Proniká mezi ně, zatlačuje více živec než křemen. Nikdy není tak mohutně vyvinuta jako bloková zóna, nedosahuje tak velkého rozsahu jako v lepidolitových pegmatitech, např. u blízkých Dolních Borů, Dobré Vody a Laštoviček, v nichž zcela zastřela původní, poměrně jednoduchou zonální stavbu. Albitová metasomatóza postihla blokovou zónu jen nepatrně, oba minerály — K-živec i křemen — zůstaly zachovány v čistých blocích, což mělo z praktického hlediska rozhodující význam pro jejich efektivní těžbu jako vysoce kvalitních keramických surovin. Albitizace je zvláště pěkně patrná ve výbrusech. Do draselných živců pronikají žilky albitu složené z drobných zrn či lištovitých krystalů, ve výjimečných případech v tak velkém množství, že K-živec zůstává pouze v reliktech. Na albitovou zónu jsou vázány téměř všech-

ny akcesorické minerály, které jsou v ní však rozmístěny zcela nepravidelně — hnízdovitě, šlírovitě nebo pásovitě. Některá hnízda této zóny, tvořená pouze křemenem a muskovitem, velmi připomínají greisenovou mineralizaci.

I v této zóně se objevují dutiny. Jsou velice časté, ale podstatně menší než dutiny v blokové zóně, pouze centimetrových, vzácně decimetrových rozměrů. V nich bývá vykrystalován albit, křemen, muskovit, apatit, pyrit, popř. i některé další minerály.

Uvedené zóny vznikly v tom pořadí v jakém jsou uvedeny. Nejstarší je granitická zóna, která načala krystalizaci celého pegmatitového procesu; po ní vznikly grafické srůsty alkalického živce + křemene a plagioklasu + křemene v písmenkové zóně, a to magmatickou frakciovanou krystalizací. Centrální bloková zóna krystalizovala z nadkritických plynných fluid. Vznik poslední, nejmladší albitové metasomatické zóny je spojen s krystalizací hydrotermálních fluid; stejným způsobem vznikla většina akcesorických minerálů těchto pegmatitových žil. Mnoho minerálů však vděčí za svůj vznik až supergenním pochodům, při nichž přeměnou minerálů primárních vzniklo velké množství minerálů sekundárních.

Minerální parageneze z pegmatitových žil v „Hatích" u Dolních Borů

SILIKÁTY

K-živce jsou součástí granitické, grafické a blokové zóny. Jsou, jak ukázal jejich strukturní a optický výzkum, zastoupeny hlavně ortoklasem; v blokové zóně je vedle něj zcela podřadně přítomen mezomikroklin a vzácně i mikroklin s $\triangle = 0{,}80$. K-živce mají narůžovělou či žlutou barvu; ortoklas, na jehož puklinách se objevuje monazit, oyamalit, ilmenit a biotit, má až tmavě červenou barvu. Draselné živce jsou vždy perthitické. Perthitický albit vytváří nejčastěji žilky či vřeténka, v hostiteli orientovaně uspořádané. Naduření žilných perthitů vede k tvorbě skvrnitých perthitů. Velmi jemné filmové perthity byly zjištěny na plochách murchisonitové oddělitelnosti podle (15.0.2). Rozložení perthitů je jak rovnoměrné, tak nerovnoměrné. Vznikly jako odmíseniny subsolidu. Obsah albitové komponenty se pohybuje mezi 20—40 objemovými procenty. Sodný živec perthitů je téměř vždy albitově dvojčatně lamelován. V dutinách se pak vyskytovaly krystaly ortoklasu až půlmetrových rozměrů. Na ně často orientovaně narůstají menší krystaly bílého až sklovitě čirého albitu. Vzácně byl zjištěn adulár, jehož drobounké krystaly narůstaly rovněž na krystaly ortoklasu.

Plagioklasy se podílejí na složení granitické zóny, albitové grafiky a albitové zóny. V granitické zóně jsou zastoupeny oligoklasem Ab_{85}, v ostatních zónách albitem Ab_{94-100}. Albit je rozmanitě vyvinut. V granitické zóně tvoří do 1 cm velká, bíle zbarvená zrna, v albitové grafice partie o objemu od několika cm^3 do 5 dm^3, složené ze zrn centimetrových rozměrů, v albitové zóně obvykle lištovité, někdy vějířovitě uspořádané, až decimetr dlouhé agregáty. Proti draselným živcům je albit většinou bílý a menších rozměrů, někdy však také béžově růžově zbarven jako K-živec a pak od něho těžko rozeznatelný. V dutinách se běžně vyskytovaly dokonale vyvinuté tabulkovité krystaly podle (010), často albitově zdvojčatěné, paralelně srostlé v pěkné drúzy. Nikdy se tu nevyskytoval cukrovitý albit a typický cleavelandit.

Křemen je přítomen ve všech zónách, v některých žilách vytváří v jejich středu téměř monominerální křemenné jádro. Bývá rozmanitě vyvinut. V granitické zóně tvoří až 1 cm velká zrna, v draselné písmenkové zóně hiero-

glyfy milimetrových rozměrů, málokdy poněkud větších. V albitové grafice je taktéž menších rozměrů a má rovněž jednotnou optickou orientaci. V blokové zóně vytváří jedince o objemu až několika m^3 či souvislejší zónu obrovských rozměrů. V blokové zóně bývá křemen často zonálně zbarven, na styku s živcem hnědavě, k centru bloků bíle; v jejich centru bývá někdy růženín, výjimečně drahokamové kvality s nádhernou opalescencí. Hnědavé zabarvení na styku s K-živcem mohly vyvolat radioaktivní minerály vyskytující se na puklinách živců nebo i radioaktivní draslík z alkalických živců. Podle Vlasova (1952) je růženín typický pro blokové pegmatity se slabou Na-Li metasomatózou. V dutinách blokového křemene se vzácně objevují krystaly křišťálu, v dutinách blokové zóny pak krystalovaná záhněda. Záhnědy z těchto dutin zpravidla představují paralelní srůst drobnějších krystalů na starším větším krystalu křemene nebo záhnědy. Drobné krystaly mají dipyramidální habitus, silně potlačené prizmatické plochy, charakteristické kouřové zbarvení. Jiné tvary na nich pozorovány nebyly. Krystal záhnědy bohatý plochami, popsaný Rosickým (1925), nepochází ze zdejších větších žil, ale z jiného místa od Dolních Borů. Krystaly dipyramidálního habitu jsou běžně zdvojčatěny podle dauphinéského i brazilského zákona; to je možno zjistit jedině leptáním HF na orientovaných řezech (Němec 1954). Drúzy s těmito krystaly, někdy značných rozměrů a hmotnosti (i přes 100 kg) patří k nejlepším světovým záhnědám. Pozoruhodné jsou též žezlové záhnědy, kdy na starší sloupcovitý krystal nasedá v jeho ukončení větší dipyramida. Poměrně vzácné byly krystaly sloupcovitého habitu, jednoduše ukončené, rovnoměrně hnědě zbarvené. V albitové zóně vytváří křemen obvykle malá, vzácně větší hnízda; je bíle či hnědě zbarven. V dutinách této zóny se obvykle vyskytují krystaly bílého křemene. Na ně nebo na krystaly živců někdy pak narůstá nejmladší křemen, reprezentovaný drobnými, 1—3 mm velkými krystaly křišťálu.

Biotit je nejrozšířenější slídou. Je běžnou součástí granitické zóny, častý na puklinách K-živců písmenkové zóny, na nichž někdy vytváří z lišt či lupenů složité rozvětvené agregáty. Vyskytuje se také v albitové grafice, a to v drobných, hypoparalelně nebo též zcela nepravidelně uspořádaných lištách. Ve větších, někdy až 10 cm^2 velkých, zprohýbaných lupenech je znám ze společnosti lištovitého albitu a blokového křemene, do nichž zřetelně proniká a je vůči nim bezpečně mladší. Často se vyskytuje spolu s ilmenitem a sekaninaitem. Podle Němce (1976) tmavé slídy z Dolních Borů spadají svým složením do pole siderofylitu-eastonitu a vykazují poměrně nízké obsahy TiO_2.

Muskovit je zastoupen v menším množství než biotit. V granitické zóně je přítomen v 2—3 mm velkých šupinkách a jako sericit jenž vznikl přeměnou oligoklasu. Častý je v písmenkových partiích, a to jak K-živcových, tak albitových; tvoří v nich spolu s křemenem malá i větší hnízda křemenomuskovitového agregátu, v němž má pérový vývin. Tento agregát, s péry muskovitu až několik centimetrů dlouhými, vznikl nejspíše hydrolýzou K-živců. Podobně vznikla poměrně objemná hnízda drobně až středně šupinkatého tmavě šedohnědého muskovitu v albitové zóně některých žil. Muskovit větších rozměrů byl vzácný, objevoval se společně s hrubě lupenitým biotitem v albitu a křemeni. V dutinách se vyskytovaly 0,5—3 cm velké, stříbřitě bílé nebo nazelenalé krystaly muskovitu, jež někdy pokrýval jemně šupinkatý, žlutozelený hydromuskovit. Na štěpných plochách blokového K-živce tvoří tenké povláčky stříbřitě bílý sericit a dodává živcům zvláštního perleťového lesku.

Turmalín-skoryl patří k nejrozšířenějším akcesorickým minerálům zdejších pegmatitů. Bývá rozmanitě vyvinut. Často tvoří sloupcovité, až 20 cm dlouhé a 4 cm široké metakrystaly v blokovém křemeni a K-živci. Pozoruhodné

byly hrubě jehlicovité až stébelnaté, hypoparalelně srostlé, přes půl metru dlouhé agregáty. Častý byl skoryl v albitové zóně. Zarůstá do albitu v sloupcovitých krystalech nebo se objevuje na jeho puklinách v tence tabulkovitých metakrystalech. Bývá také jemně i hrubě zrnitý, nahromaděný v žilkách či nepravidelných shlucích. V dutinách, nejčastěji ve společnosti krystalovaného albitu, se setkáváme s krystaly sloupcovitého habitu, i oboustranně ukončenými. Zjištěny na nich byly tyto tvary: v prizmatickém pásmu {1010}, {1010}, {1120}, {4150}, na antilogním pólu {1011}, {0221}, {2131}, {3251}, {0772}, na analogním pólu {1011}, {0112} a {0001} (Sekanina 1928). Krystaly bývají někdy zlomeny a vyhojeny křemenem nebo muskovitem. Skoryl má vždy černou barvu, v tenčích třískách prosvítá do hněda.

Vzácný je mladší, modravě zbarvený skoryl. Objevuje se v dutinách v jemných jehličkách na krystalech albitu nebo narůstá na krystaly staršího skorylu ve formě jemných, s c-osou staršího krystalu paralelně uspořádaných, hedvábně lesklých štětiček.

Skoryl, i když se vyskytuje v blokovém křemeni a K-živci, někdy i v písmenkové a granitické zóně, je v nich vždy pozdějším minerálem. Je dokonce mladší než metasomatický albit, s nímž se vyskytuje nejčastěji. I v něm vytváří mladší metakrystaly a žilky. Skoryl vznikl v jedné etapě, jeho krystali-

Tab. 1. Chemické analýzy turmalínu, sekaninaitu, andalusitu a granátu z Dolních Borů.
Tab. 1. Chemical analyses of tourmaline, sekaninaite, andalusite, and garnet from Dolní Bory.

	Turmalín		Sekaninait		Andalusit		Granát	
	1	2	1	2	1	2	1	2
SiO_2	35,50	34,91	45,10	45,02	36,97	36,86	36,18	35,38
TiO_2	0,39	0,45	0,04	0,03	—	—	0,40	0,35
B_2O_3	10,29	10,18	—	—	—	—	—	—
Al_2O_3	34,26	33,80	30,63	30,71	61,15	61,47	18,95	20,22
Fe_2O_3	1,62	0,72	0,91	0,87	0,37	1,56	4,44	2,51
FeO	12,70	13,80	17,85	17,65	0,44	0,00	24,67	27,00
MnO	0,17	0,13	0,92	0,94	—	—	14,30	13,85
MgO	0,41	0,29	1,69	1,57	—	—	0,22	0,18
CaO	0,20	0,14	0,39	0,50	stopy	0,06	0,57	0,56
Li_2O	0,017	0,032	—	—	—	—	—	—
Na_2O	1,49	1,54	0,68	0,70	0,35	0,48	—	—
K_2O	0,17	0,19	0,03	0,04	stopy	0,25	—	—
H_2O^+	2,91	2,61	1,84	1,72	—	—	—	—
H_2O^-	0,01	0,09	0,12	0,13	—	—	0,07	0,08
F_2	0,31	0,36	—	—	—	—	—	—
Σ	100,45	99,24						
O = F	—0,13	—0,15						
Σ	100,32	99,09	100,20	99,88	99,28	100,68	99,80	100,13

Turmalín: 1 skoryl z albitové zóny, 2 metakrystaly skorylu z křemenného jádra (Povondra 1981). Sekaninait: 1 modrý, 2 modrofialový (Staněk, Miškovský 1975). Andalusit: 1 růžový, 2 červený (Sekanina 1928). Granát: 1, 2 hnědočervené krystaly (Němec 1976).

Tourmaline: 1 schorl from the albite zone, 2 schorl metacrystals from quartz core (Povondra 1981). Sekaninaite: 1 bluish, 2 bluish-violet (Staněk, Miškovský 1975). Andalusite: 1 rose, 2 red (Sekanina 1928). Garnet: 1, 2 brownish-red crystals (Němec 1976).

zační rozpětí však bylo širší. Modrý skoryl pak reprezentuje druhou, bezpečně mladší generaci. Chemismus dvou skorylů uvádí tab. 1.

Sekaninait $Fe_2^{2+}Al_3$ $[AlSi_5O_{18}]$, druhý krajní člen cordieritové řady, byl popsán z Dolních Borů jako nový minerál (Staněk a Miškovský 1968, 1975); před tím byl označován jako cordierit. Vytváří krátce sloupcovité, často kónické, nedokonale omezené, až 70 cm dlouhé a 30 cm široké krystaly, někdy omezené tvary {001}, {100}, {110}, {130}, obvykle zdvojčatěné podle (110) nebo (130), čímž nabývají hexagonálního vzhledu. Sekaninait je modrý až fialově modrý, nedokonale štěpený, dobře dělitelný podle (001). Je dvojosý, negativní, s indexy lomu α = 1,561, β = 1,572, γ = 1,576, — 2V = 68°, výrazně pleochroický X = bezbarvá, Y = modrá, Z = světle modrá. T = 7, h = 2,770 g/cm^{-3}. Chemické analýzy dvou sekaninaitů uvádí tab. 1. Z nich vyplývá, že modrý obsahuje v mol % 81,9 sekaninaitové, 13,8 cordieritové a 4,3 Mn-složky, modrofialový 82,6 sekaninaitové, 13,0 cordieritové a 4,4 Mn-složky.

Sekaninait, i když byl v Dolních Borech běžným minerálem, nevyskytoval se na všech žilách. Byl vázán především na albitové části pegmatitových žil; asocioval však též s blokovým ortoklasem a křemenem, muskovitem, biotitem, ilmenitem, někdy též s andalusitem, granátem, pyritem, pyrhotinem; nevyskytoval se ve společnosti skorylu. Sekaninait je obvykle částečně či zcela přeměněn. Bylo zjištěno několik druhů pseudomorfóz. Nejčastější je přeměna v chlorit. U slabě přeměněných prostupuje chlorit nejdříve podle ploch (001), u více alterovaných pak na ně ve směru kolmém; přeměna může být úplná. Na plochách (001) se často objevují jehlice ferroalumoantofylitu. Na žíle č. 5 jsou krystaly sekaninaitu zcela přeměněny v drobně šupinkatý až téměř celistvý muskovit. Jindy je sekaninait přeměněn v celistvou, zelenavě šedou či sklovitou černou až červenavou hmotu, v prvním případě ve směs chloritu a jílových minerálů, ve druhém až na amorfní, blíže neurčenou hmotu. Některé pseudomorfózy bývají prostoupeny velmi jemně zrnitým pyritem, který může i zcela převažovat. Pouze jednou byla nalezena pseudomorfóza složená z albitu a muskovitu. Ta dokazuje, že tento sekaninait vznikl před albitem. Většina sekaninaitu však proniká do albitu albitové zóny jako mladší metakrystaly. Sekaninait brzo po svém vzniku, za změněných podmínek, se stává nestabilním a mění se v nové, stabilnější fáze; za přítomnosti H_2O v chlorit a jílové minerály, za účasti alkalických kovů v muskovit, popř. v albit.

Na vznik cordieritu v pegmatitech panují v podstatě tři názory. Heinrich (1950) uvažuje o jeho pyrogením původu z nekontaminovaného magmatu, Shibata (1936) a Fersman (1940) spojují jeho vznik s asimilací hornin v hloubce či okolí, Andersen (1931) s metamorfní diferenciací. U sekaninaitu se nabízí vznik asimilací okolních hornin, především leptynitových rul obsahujících biotit, disten, granát a cordierit, posledně uvedený minerál ve formě jemných srůstů s křemenem, vzniklých rozpadem granátu. Pravděpodobnější je však vznik z nekontaminované taveniny, primárně bohaté hliníkem a železem, ale až v metasomatickém stadiu.

Ferroalumoantofylit se objevuje spolu s chloritem na plochách (001) sekaninaitu v šedozelených, až 3 cm dlouhých, 1—2 mm silných jehlicích, obvykle vějířovitě či paprsčitě uspořádaných. Oba minerály vznikly přeměnou sekaninaitu. Ferroantofylit bývá přeměněn v chlorit, je tedy starší. Jeho optická data: α = 1,701, γ = 1,715, —2V ~ 80°, Z = c, slabý pleochroismus ve světle zelených barvách.

Andalusit patří k nejrozšířenějším akcesorickým minerálům zdejších pegmatitů. Nejčastěji se objevuje v blokovém křemeni, podstatně méně v blokovém K-živci a albitu. Tvoří v nich izolované, 1—2 dm dlouhé, 1—3 cm široké sloupce, často uspořádané do paprsčitých nebo stébelnatých shluků. Stébelnaté,

hypoparalelně či divergentně srostlé agregáty dosahovaly délky až 50 cm. Dále vytvářel hrubě zrnité agregáty družící se do hnízd až metrových rozměrů. Vzácné jsou krystaly z dutin křemene, omezené tvary {110}, {100}, {011} a {101}. Andalusit má růžovou, hnědavě červenou nebo i hnědozelenou barvu, u izolovaných krystalů jedna barva často plynule přechází v druhou. U hrubě stébelnatých, divergentně uspořádaných agregátů je možno na příčném řezu pozorovat v převažujícím růžovém andalusitu menší, ostře izolované kosočtverce hnědočerveného andalusitu. Obě variety se od sebe zřetelně odlišují chemismem i fyzikálními vlastnostmi (Sekanina 1928). Se zvyšujícím se obsahem Fe_2O_3 zvyšují se indexy lomu i dvojlom a minerál dostává sytější červenou barvu a výraznější pleochroismus. Chemismus obou andalusitů uvádí tab. 1. Andalusit je často pokryt celistvým hydromuskovitem, jenž vznikl jeho přeměnou. Hrubě zrnitý andalusit bývá doprovázen diasporem, hydromuskovitem, vzácně augelitem, wolframitem, monazitem, autunitem. V hypoparalelně srostlých agregátech jsou někdy zarostlá drobná zrnka šedomodrého korundu a zeleného monazitu.

Andalusit vytváří v blokovém křemeni i draselném živci mladší metakrystaly. V K-živcích i albitu proniká v úzkých, drobně zrnitých žilkách a je tedy vůči nim mladší. Proniká též sekaninaitem. Andalusit bývá součástí málo diferencovaných, vzácněji komplexních pegmatitů a bývá v nich považován za primární složku nebo také za produkt kyselého vyluhování a dealkalizace živců. V Dolních Borech vznikl nejspíše prvním způsobem.

Korund tvoří až 1 cm velká zrna nebo nedokonalé krystaly zarostlé do stébelnatého andalusitu, často obklopené šupinkami muskovitu. Má šedě, světle až sytě modrou barvu, někdy ho lze označit jako safír. Je anomálně dvojosý.

Dumortierit patří k nejvzácnějším minerálům; byl nalezen jen v několika exemplářích v jediném pegmatitu, a to v draselném živci písmenkové zóny v jemně vláknitých, maximálně 5 mm dlouhých, hypoparalelně či vějířovitě uspořádaných, hedvábně lesklých agregátech, nápadných svou modrofialovou barvou. Indexy lomu $\alpha = 1{,}668$, $\gamma = 1{,}689$ (Němec 1935) a pleochroismus X = tmavě červenofialová až fialově růžová, Y = modrofialová až kobaltově modrá, Z = bezbarvá, ukazují na dumortierit chudší železem. Dumortierit je v písmenkovém pegmatitu mladší součástí. Vyskytuje se bez dalších minerálů, takže jeho sukcesní postavení nelze přesně vymezit. Jeho vznik je asi ve spojení s albitizací.

Granát byl zjištěn pouze na žíle Oldřich a jen místy, zato však v obrovském množství. Byl zastoupen dvěma formami. Častější byl ve větších, do 1 cm velkých krystalech, nahloučených do větších kumulací, zarostlých do křemene a albitu, vzácněji ortoklasu. Spolu s ním se vyskytoval biotit, muskovit, chlorit, vzácně sekaninait, pyrit a sfalerit. Na krystalech převládají plochy {110}, podřadněji jsou zastoupeny plochy {211} a {321}. Krystaly mají sytě červenou barvu, silný skelný lesk, místy poněkud prosvítají. Index lomu n = 1,815, mřížkový parametr a_0 = 11,583 Å. Tento granát analyzoval Němec (1976), analýzy uvádí tab. 1. Z nich vyplývá, že je to almandin s vysokým obsahem spessartinové komponenty. Granát je mladší než albit, často jím proniká v žilkách složených z drobných metakrystalů. Vzácný byl jemně zrnitý až téměř celistvý růžově červený granát. V milimetrových žilkách pronikal blokovým K-živcem, písmenkovým pegmatitem a hnízdy jemně zrnitého skorylu či v mohutnějších žilkách a větších shlucích (o hmotnosti i přes 1 kg) prostupoval blokovým křemenem. Ve výbrusech je celistvý granát složen z drobných, dokonale omezených krystalů, jejichž velikost je pod 0,3 mm. Index lomu n = 1,821, mřížkový parametr a_0 = 11,573 Å.

Oyamalit (Zr,...) [(Si, P)O_4] s cca 18 % vzácných zemin, představuje směsný krystal mezi zirkonem $ZrSiO_4$ a xenotimem YPO_4, jež jsou izotypní. Metamiktně přeměněnému oyamalitu patří drobné, krátce sloupečkovité, jen několik mm dlouhé, často hvězdičkovitě srostlé, šedohnědě zbarvené krystaly na puklinách K-živců, do nichž zarůstají jako mladší metakrystaly, jež často zakrývá tence destičkovitý ilmenit. V novém postavení na nich byly zjištěny tyto tvary: {100}, {110}, {101} a {211}. Krystaly jsou izotropizované, některá jejich místa čirá, zcela izotropní, jiná zakalená, slabě dvojlomná, s agregátní polarizací. Index lomu čirých míst je vyšší než 1,78, u zakalených kolem 1,67. Minerál obsahuje v podstatném množství Y, Ca, Si, Zr a P, v podřadném Al, Fe, Yb, La, Mg a U, ve stopovém Ba, Hf, Mn, Pr, Sc, Ti a Th.

FOSFÁTY

Fosfáty jsou v dolnoborských pegmatitech nejpočetněji zastoupenou skupinou minerálů. Nejvýznamnější je apatit. Monazit se druží s oyamalitem a vytváří charakteristickou paragenezi. Velmi vzácné Al-fosfáty — augelit a scorzalit, i když se objevují v andalusitu, nikdy společně. Význačné jsou pro tuto lokalitu Fe-Mn fosfáty, k nimž je možno parageneticky přiřadit vzácný wagnerit. K fosfátům patří i uranové slídy, ty však budou uvedeny zvlášť.

Monazit byl dosti častým minerálem zdejších pegmatitů. Vyskytoval se v drobných, do 1 mm velkých, zelených krystalech a zrnech v andalusitu a albitu, nebo až 1 cm velkých, téměř černě zbarvených krystalech na puklinách K-živců, sdružených někdy do hřebenitých srůstů, často ve společnosti oyamalitu a ilmenitu. V obou případech vytváří metakrystaly mladší než andalusit, K-živec i albit. Krystaly mají tabulkovitý, krátce sloupcovitý až izometrický habitus. Sekanina (1933) na nich zjistil tvary {100}, {110}, {101}, {101}, {111}, {305}, {305} a nejistý tvar {102}. Indexy lomu $\alpha = 1{,}782$, $\gamma = 1{,}831$; $+2V \sim 15°$. Hodnoty d-práškového rentgenogramu: 5,19 (3), 4,65 (3), 4,16 (5), 3,50 (4), 3,28 (6), 3,08 (10), 2,96 (2), 2,86 (8), 2,594 (2), 2,434 (2), 2,330 (1), 2,180 (3), 2,142 (4), 2,127 (3), 1,958 (3), 1,864 (4), 1,793 (1), 1,756 (2), 1,732 (4), 1,687 (2), 1,530 (2), 1,466 (1), 1,363 (1), 1,326 (1). Chemismus větších krystalů byl

Tab. 2. Kvantitativní elektronová mikroanalýza monazitu z Dolních Borů.
Tab. 2. Quantitative electron microprobe analysis of monazite from Dolní Bory.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
La_2O_3	9,88	10,50	11,69	9,67	8,49	10,35	10,72	9,34	70,67	10,28
CeO_2	25,27	26,90	26,78	24,58	23,71	25,54	24,87	25,08	26,78	23,96
PrO_2	1,91	3,46	2,69	2,70	3,73	2,78	2,78	3,67	2,94	2,70
Nd_2O_3	12,08	11,66	11,12	11,56	11,84	10,28	10,86	11,97	11,97	11,98
Sm_2O_3	3,63	3,61	3,16	3,53	3,80	2,87	3,48	3,52	3,72	3,11
Gd_2O_3	2,34	1,85	1,35	1,93	1,92	1,96	1,90	2,30	2,18	2,06
Y_2O_3	3,67	1,22	1,95	3,88	3,11	3,54	2,77	3,20	1,34	2,40
UO_2	4,92	4,08	2,98	5,59	6,74	5,01	4,74	4,34	5,04	5,02
ThO_2	0,59	1,37	2,54	1,32	1,85	2,53	2,70	1,38	1,21	2,47
CaO	1,18	0,93	1,39	1,21	1,35	1,26	1,26	1,14	1.10	1,40
P_2O_5	34,53	34,43	34,36	34,05	33,48	33,71	33,89	34,00	33,06	34,63
Σ	100,00	100,01	100,01	100,02	100,02	99,83	99,97	99,94	100,01	100,01

1—5 světlezelený monazit, 6—10 tmavozelený monazit. Analyzovali M. Maleček, P. Šimůnek, 1989.
1—5 light green monazite, 6—10 dark green monazite, Analysts: M. Maleček, P. Šimůnek, 1989.

studován pomocí elektronové mikroanalýzy. Získané výsledky uvádí tab. 2. Všechny analýzy vykazují přebytek P_2O_5, nedostatek kationtů. Zelený monazit bývá někdy přeměněn v zemitou nebo práškovitou žlutobílou, blíže neurčenou hmotu. Kolem něho bývá andalusit radikálně rozpukán a červeně zbarven, vznikly pleochroické dvůrky. Černozelený monazit zbarvuje okolní K-živec do tmavočervena.

Apatit se vyskytoval v rozmanitých paragenezích a byl různě vyvinut. Vzácný byl v granitické zóně, a to v 0,1 až 0,2 mm velkých zrnech. Z blokové zóny asi pocházely kusy hnědavě zeleného apatitu o objemu i přes 1 dm^3, nalezené pouze na haldě. Nejčastěji se vyskytoval s albitem. V dutinách nasedal nejen na albit, ale i ortoklas a křemen. Jeho krátce sloupcovité nebo čočkovité krystaly, milimetrových až centimetrových rozměrů, bývají zeleně, bíle, často i zonálně zbarvené. Jsou omezeny tvary {1010}, {1011}, {1012} a {0001}. Ve společnosti Fe-Mn fosfátů byl častý celistvý, šedohnědě zbarvený apatit; vznikl metasomatickým přepracováním zwieselitu.

Augelit $Al_2[(OH)_3|PO_4]$ byl zjištěn ve společnosti andalusitu, diasporu a hydromuskovitu ve dvou bílých, velmi slabě nazelenalých, kolem 1 cm velkých, štěpných zrnech. Jeho optická data: $\alpha = 1{,}573$, $\gamma = 1{,}589$, $+2V \sim$ středně velký. Hustota = 2,687. Augelit je mladší než andalusit, starší než diaspor a hydromuskovit.

Scorzalit $(Fe, Mg)Al_2[OH|PO_4]_2$ — železnatý analog lazulitu — byl zjištěn jen v několika exemplářích, a to s andalusitem, v němž tvoří na puklinách modře zbarvené, 1 až 2 mm velké, jemně zrnité agregáty, často srostlé s drobnými šupinkami muskovitu. Jeho optická data $\alpha = 1{,}639$, $\gamma = 1{,}675$, $-2V \sim 70°$, X = bezbarvá, Y a Z = světle modrá (pruská modř) a nejsilnější rentgenometrické hodnoty-d 3,23 (10), 3,20 (9), 3,14 (7), 4,73 (5), 3,08 (5), 2,56 (5), 1,277 (5), 2,27 (4), 2,01 (4) a 1,973 (4) ukazují na hořečnatý scorzalit obsahující přibližně 25 mol. % složky $MgAl_2[OH|PO_4]_2$ (Staněk 1966). Spolu se scorzalitem se vyskytoval albit, křemen, skoryl, apatit a pyrit. Nelze bezpečně rozhodnout, jestli vznikl přeměnou jiného minerálu či přímou krystalizací z hydrotermálních fluid; pravděpodobnější je druhý způsob vzniku. Za primární ho považují Ginzburg (1952, 1954) i Mücke (1990). V porovnání s primárními Fe-Mn fosfáty je bezpečně mladší.

Fe-Mn fosfáty jsou známy pouze z žíly Oldřich. Objeveny byly ve druhé polovině šedesátých let a potom zevrubně popsány (Staněk 1966, 1967, 1968, 1970, 1983). Nalezeny tu byly dva zcela nové minerály, které se však nepodařilo zcela jednoznačně definovat a dáno jim bylo označení fosfát „A" a fosfát „B" (Staněk 1968, 1970, 1983). Teprve v roce 1987 byly ztotožněny s paulkerritem a earlshannonitem, novými minerály precizovanými Peacorem et al. (1984a, 1984b). V poslední době byly odtud identifikovány další dvě nové fáze — beusit (Staněk 1990) a whitmoreit, o němž je referováno poprvé v této studii. Dolní Bory je dnes možno přiřadit ke klasickým světovým lokalitám Fe-Mn fosfátů. Ty jsou v nich zastoupeny jak primárními, tak metasomaticky nebo sekundárně vzniklými minerály, ať již vlivem hydrotermálních fluid nebo supergenních přeměn. Celkově jsou však vzácné až velmi vzácné; nikdy nebyly nalezeny přímo na žíle, in situ, ale pouze v haldovém materiálu, velmi obtížně se proto stanovuje jejich paragenetické a sukcesní postavení.

Zwieselit $(Fe, Mn)_2[F|PO_4]$ byl nejběžnějším primárním Fe-Mn fosfátem. Vyskytoval se v blokovém křemeni v několikacentimetrových pecičkách tmavě až černě hnědé barvy, smolného lesku. Doprovází jej pyrit, pyrhotin a vivianit. Často bývá lemován jemně zrnitým až celistvým hnědošedým apatitem

a téměř stejným sideritem. Jeho indexy lomu $\alpha = 1{,}696$, $\beta = 1{,}705$, $\gamma = 1{,}712$, $+2V \sim 60°$, $r < v$, pleochroismus v žlutohnědých barvách. Nejsilnější linie práškového rentgenogramu jsou 2,87 (10), 3,04 (9), 3,21 (7), 3,64 (5), 1,630 (5), 3,39 (4), 1,992 (4), 1,920 (4), 1,765 (4). Jeho chemická analýza je uvedena v tab. 3. Obsah přibližně 4 % Fe_2O_3 ukazuje na jisté stadium jeho přeměny. Pro ni by mohl nasvědčovat též nižší obsah fluoru proti teoretickému obsahu a dosti vysoký obsah vody. Poměr CaO:MgO:FeO:MnO = 1:2,3:12,6:8,4 ukazuje na zwieselit pozoruhodný vyšším obsahem MgO a CaO. Dolnoborský zwieselit obsahuje řadu minoritních prvků — Ti, Al, Na, Zn, Zr (0,1—0,01 %), Sn, Sr, Yb (0,01—0,001 %), Ag a Pb (< 0,001 %), z nichž některé, zvláště z nejvyšší obsahové kategorie, sehrály jistě významnou roli při vzniku sekundárních Fe-Mn fosfátů.

Zwieselit se vyskytuje vždy v blokovém křemeni. Nikdy nebyl nalezen pospolu s dalšími primárními Fe-Mn fosfáty a ve společnosti albitu, je nesporně starší než většina minerálů geneticky vázaných na albitovou zónu. Jeho přeměnou vznikla řada sekundárních Fe-Mn fosfátů, často je zatlačován celistvým apatitem, vzácně i sideritem.

Triplit $(Mn, Fe)_2[F|PO_4]$ byl nalezen jen v několika zrnech zarostlých v křemeni. Má proti zwieselitu světle hnědou barvu, podstatně nižší indexy lomu, $\alpha = 1{,}660$, $\gamma = 1{,}679$. To ukazuje na triplit s 10 mol. % zwieselitové složky.

Trifylín $Li(Fe, Mn)[PO_4]$, typický minerál mnoha pegmatitů, byl nalezen jen v několika ukázkách. V jednom případě tvořil 1 cm dlouhý, podle osy a protažený zelenošedý krystal, omezený plochami (001), (011), (012), (010) a (110), zarostlý v křemeni. Na ostatních vzorcích, tvořených hlavně K-živcem a albitem, podřadně křemenem a muskovitem, je v nepravidelně omezených peckách o objemu několika cm^3. Na jejich styku s okolními minerály

Tab. 3. Chemické analýzy zwieselitu (1) a trifylín-sarkopsidového srůstu (2) z Dolních Borů.

Tab. 3. Chemical analyses of zwieselite (1) and triphylite + sarcopside intergrowth (2) from Dolní Bory.

	1	2
FeO	30,87	36,93
MnO	21,30	9,85
MgO	3,58	0,17
CaO	2,13	1,57
Al_2O_3	0,29	0,00
Fe_2O_3	3,96	1,30
Li_2O	0,00	5,56
P_2O_5	31,10	42,41
H_2O^+, H_2O^-	2,86	1,24
F_2	6,71	0,91
SiO_2	0,14	0,51
Σ	102,94	100,45
$-O = F_2$	—2,82	—0,38
Σ	100,12	100,07

Analytik: P. Povondra (Staněk 1968, 1983).
Analyst: P. Povondra (Staněk 1968, 1983).

se objevuje v trifylínu vivianit, kolem něho pyrit, chlorit, alluaudit, apatit a siderit. Místy lze v trifylínu pozorovat úzké, až 0,5 mm široké, rovnoběžně uspořádané lamely světle růžově hnědého sarkopsidu. Optická data trifylínu: α = 1,694, β = 1,695, γ = 1,702, +2V ~ 70°, r > v. Nejsilnější d-hodnoty: 5,19 (4), 4,28 (8), 3,94 (5), 3,48 (9), 3,01 (8), 2,78 (5), 2,53 (9), 2,28 (5), 1,743 (7), 1,628 (4), 1,502 (7), 1,342 (4).

Chemická analýza trifylín-sarkopsidového agregátu je uvedena v tab. 3; potvrzuje, že převládajícím minerálem je trifylín. Výsledky elektronové mikroanalýzy čistého trifylínu, která však nestanovila Li_2O, uvádí tab. 4. Z prvků zasluhujících pozornost, byl spektrální analýzou zjištěn v trifylínu zinek a titan.

Dolnoborský trifylín je vázán na centrální části žíly, v nichž je asi starší než jej doprovázející albit. Je jediným primárním lithným minerálem tamějších bezlepidolitových pegmatitů. Reprezentuje v nich I-Li fázi, spojenou s krystalizací blokové zóny nebo křemenného jádra. Jeho metasomatickým přepracováním vznikl alluaudit. Zda z něj vznikly další sekundární Fe-Mn fosfáty, nelze bezpečně doložit. Je pravděpodobné, že část rockbridgeitu a s ním sdružené mladší Fe-Mn fosfáty jsou produkty jeho přeměny, část rockbridgeitu však produktem přeměny zwieselitu; přímé důkazy však chybí. Tím nelze proto rozlišit, jak se to podařilo např. v Hagendorfu, parageneze sekundárních fosfátů vzniklé přeměnou trifylínu na straně jedné a zwieselitu na straně druhé (viz Mücke 1981, 1990).

Sarkopsid $(Fe, Mn, Mg)_3[PO_4]_2$ (Moore 1982) nebo $(Fe^{2+}, Mn, Ca)_3[PO_4]_2$ (Strunz 1978), monoklinický, strukturně však příbuzný trifylínu, je známí z řady pegmatitových lokalit. Zpravidla se nevyskytuje samostatně, ale ve srůstech s graftonitem nebo trifylínem. Tohoto druhu je i náš sarkopsid, srůstá s trifylínem. Svého času to byl vůbec prvý známý srůst těchto dvou minerálů (Staněk 1967), dnes známý z mnoha dalších pegmatitových výskytů. Sarkopsid tvoří v trifylínu 0,1—0,5 mm široké a do 2 cm dlouhé, navzájem paralelně uspořádané, růžově hnědé lamely. Jeho optická data α = 1,687, β = 1,741, γ = 1,746, —2V malý. Nejsilnější linie práškového rentgenogramu: 6,06 (6), 4,36 (4), 3,94 (8), 3,54 (10), 3,03 (5), 2,82 (7), 2,56 (8), 2,49 (6), 1,767 (5). Obraz o složení sarkopsidu dala elektronová mikroanalýza, její vý-

Tab. 4. Kvantitativní elektronová mikroanalýza trifylínu (1—7) a sarkopsidu (8—10) z Dolních Borů.

Tab. 4. Quantitative electron microscope analysis of triphylite (1—7) and sarcopside (8—10) from Dolní Bory.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Li_2O	?	?	?	?	?	?	?			
Na_2O	0,04	0,06	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06
K_2O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
CaO	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,09	0,01	0,00
MgO	0,14	0,12	0,09	0,08	0,09	0,03	0,12	0,11	0,11	0,07
MnO	9,06	9,62	9,31	8,46	8,69	9,47	9,30	11,98	11,71	11,99
FeO*	37,64	36,98	37,05	36,61	37,53	36,37	37,68	48,16	48,48	48,31
ZnO	0,00	0,00	0,01	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
Al_2O_3	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P_2O_5	42,86	41,82	41,96	43,99	42,61	42,80	43,00	37,20	37,65	36,57
Σ	89,74	88,62	88,42	89,19	89,05	88,69	90,10	97,54	97,99	97,10

* Všechno Fe jako FeO. Analyzoval: F. Fontan, 1988.

* Total Fe as FeO. Analyst: F. Fontan, 1988.

sledky uvádí tab. 4. V minerálu převažuje železo nad manganem, obsah vápníku i hořčíku je velmi nízký.

Ve výbrusech trifylín-sarkopsidovým agregátem lze v jednom individuu trifylínu zjistit tři systémy sarkopsidových lamel, místy zcela rovné, místy zohnuté, zřetelně deformované. Dva systémy lamel mají stejnou optickou orientaci. Vedle nich se ještě objevují vláskovité, paralelně uspořádané, zatím neidentifikované lamelky. Na ně je pravděpodobně vázána větší část fluoru, jenž byl zjištěn chemickou analýzou trifylín-sarkopsidového agregátu. Snad by mohly patřit apatitu. Podobný lamelární apatit ve zwieselitu z Hagendorfu uvádějí Forster et al. (1967). Sarkopsid je současný s trifylínem, vznikl v něm odmíšením.

Beusit $(Mn, Fe, Ca, Mg)_3[PO_4]_2$ nalezený v Dolních Borech v jediném vzorku byl donedávna považován za graftonit, železnatý člen graftonit-beusitové řady. Teprve bližší studium jeho chemismu prokázalo, že je to beusit. Jde o jemně zrnitý až téměř celistvý, světle hnědě zbarvený minerál, jejž doprovází

Tab. 5. Kvantitativní elektronová mikroanalýza beusitu (1—2) a trifylínu (3) z Dolních Borů.

Tab. 5. Quantitative electron microprobe analysis of beusite (1—2) and triphylite (3) from Dolní Bory.

	1	2	3
Li_2O			?
Na_2O	0,06	0,06	0,03
K_2O	0,00	0,01	0,01
CaO	6,97	6,59	0,02
MgO	0,67	0,87	2,79
MnO	25,16	25,40	12,85
FeO	25,01	24,74	28,69
ZnO	0,65	1,07	0,15
Al_2O_3	0,00	0,00	0,00
TiO_2	0,00	0,00	0,00
P_2O_5	40,08	40,44	44,47
F_2	1,13	1,06	0,00
Σ	99,73	100,24	
$-O = F_2$	—0,48	—0,45	
Σ	99,25	99,79	89,01

Analytik: F. Fontan, 1988 (Staněk 1990).
Analyst: F. Fontan, 1988 (Staněk 1990).

vivianit, pyrit, chalkopyrit, apatit; v elektronovém mikroskopu v něm byl zjištěn trifylín. Optická data tohoto minerálu: $\alpha = 1{,}712$, $\beta = 1{,}718$, $\gamma = 1{,}736$, $+2V \sim 50°$, plechroismus v silnějších řezech X, Y = bezbarvá, Z = slabě hnědě růžová. Jeho nejsilnější d-hodnoty: 3,50 (10), 2,86 (10), 2,71 (9), 2,99 (5), 2,94 (5). Chemismus beusitu byl stanoven pomocí elektronové mikroanalýzy, její výsledky uvádí tab. 5. Z analýz byly zjištěny následující molekulární kvocienty a poměr FeO:MnO. U první analýzy FeO 0,3482, MnO 0,3547, FeO:MnO 0,982, u druhé analýzy FeO 0,3443, MnO 0,3580, FeO:MnO 0,962. Z poměru FeO:MnO u obou analyzovaných vzorků vyplývá, že jde o minerál s Mn > Fe, tedy beusit, svým složením však velmi blízký graftonitu. S beusitem byl analyzován s ním srůstající trifylín, viz tab. 5, podstatně se svým složením odlišuje od trifylínu z tri-

fylín-sarkopsidového agregátu. Beusit proniká blokovým K-živcem, je vůči němu mladší, starší však než blokový křemen.

Alluaudit $(Na, Ca\square)Fe^{2+}Fe^{3+}{}_2[PO_4]_3$ (Moore 1982) byl zjištěn na okraji trifylínové pecky v lemu jen několik desetin mm silném. Je černozelený, jemně zrnitý až téměř celistvý. Indexy lomu $\alpha = 1{,}779$, $\gamma = 1{,}833$, +2V velký, r > v, pleochroismus X = hnědozelená, Z = modrozelená. Nejsilnější rentgenometrické hodnoty d: 2,71 (10), 6,30 (7), 2,54 (5), 3,48 (4), 3,09 (4). Vznikl ve spojitosti s Na-metasomatózou (Staněk 1967). Stejný názor na vznik tohoto minerálu má Moore (1973, 1982); ferroalluaudit podle něho vznikl přepracováním trifylínu působením Na-metasomatózy podle následujícího schématu:

trifylín →	heterosit →	ferroalluaudit →	apatit
primární	vyluhování alkálií, $-Li^{1+}$	Na-metasomatóza, $+Na^{1+}$	Ca-metasomatóza, $-Na^{1+}$, $+Ca^{2+}$.

Snad i dolnoborský minerál by mohl být ferroalluauditem. Podobně jako ferroalluaudit z Black Hills v Jižní Dakotě, i on se vlivem Ca-metasomatózy mění v apatit a navíc ještě v siderit.

Rockbridgeit $(Fe^{2+}, Mn)Fe^{3+}{}_4[(OH)_5|(PO_4)_3]$ byl po zwieselitu nejhojnějším Fe-Mn fosfátem. Tvořil shluky dosahující objemu až 5 cm^3 v dutinách po přeměněných primárních Fe-Mn fosfátech. V jeho vyluhovaných dutinách se vzácně vyskytoval mladší rockbridgeit II. Rockbridgeit I je černozelený, jemně zrnitý, často i radiálně paprsčitý. Rockbridgeit II vytváří až 1 mm velké polokulovité, jemně vláknité, zelenavě šedé agregáty. Optická data rockbridgeitu I $\alpha = 1{,}877$, $\gamma = 1{,}898$, +2V střední, r < v, silný pleochroismus X = hnědá, Y = modrozelená, Z = tmavě modrozelená, se dobře shodují s daty uváděnými Lindbergovou (1949) pro rockbridgeit z Fletcher quarry v New Hampshiru, jenž obsahuje 5,51 % FeO a 3,73 % MnO. Nejsilnější linie práškového diagramu jsou 3,19 (10), 2,42 (6), 1,594 (6), 3,60 (5), 3,37 (5), 3,44 (4), 2,77 (4), u rockbridgeitu II 3,20 (10), 3,43 (8), 2,424 (7), 1,970 (4), 1,601 (4).

Rockbridgeit I vznikl hydrotermálním přepracováním některého z primárních Fe-Mn fosfátů, nejspíše zwieselitu a snad i trifylínu. Rockbridgeit I, vzniklý v teplotním rozmezí 275—200 °C, byl přeměněn v další, vysloveně již sekundární Fe-Mn fosfáty, tedy i rockbridgeit II, pro něž je uvažována teplota vzniku pod 200 °C (Moore 1982). Podobnou přeměnu rockbridgeitu v sérii sekundárních fosfátů včetně rockbridgeitu II uvádí z Hagendorfu Mücke (1981).

Vivianit $Fe^{2+}{}_3[PO_4]_2 . 8 H_2O$ je častý v zwieselitu, trifylínu, šedohnědém apatitu i dutinkách; vytváří v nich světle až tmavě modře zbarvené, 1 mm dlouhé, 0,5 mm silné, nedokonale vyvinuté krystaly nebo zemité či porézní masy. Také tvoří tenké povlaky na křemeni. Na krystalech je patrná výrazná štěpnost, na štěpných plochách perleťový lesk. Masívní či porézní vivianit je matný, tmavě modrý. Tato barva ukazuje na jeho částečnou přeměnu, oxidaci $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$. Optická data $\alpha = 1{,}583$, $\beta = 1{,}601$, $\gamma = 1{,}634$, +2V ~ 80°, Z:c = 28°, X = tmavě modrá, Y = bezbarvá, Z = slabě nahnědlá. Nejsilnější linie práškového rentgenogramu jsou 6,75 (10), 2,98 (7), 2,71 (6), 3,20 (5) a 4,90 (4). Vivianit patří k nejstarším sekundárním Fe-Mn fosfátům; vznikl přeměnou zwieselitu a trifylínu působením hydrotermálních fluid. Nevyskytuje se ve společnosti nejmladších sekundárních Fe-Mn fosfátů — beraunitu, jahnsitu, laueitu, paulkerritu, earlshannonitu a whitmoreitu.

Fairfieldit $Ca_2(Mn, Fe)[PO_4]_2 . 2 H_2O$ se vyskytl ve vyluhovaných dutinkách spolu s paulkerritem. Tvoří v nich několik desetin mm dlouhé, divergentně paprsčitě uspořádané agregáty. Je štěpný, mléčně nebo slabě žlutavě bílý. Indexy lomu $\alpha = 1{,}625$, $\gamma = 1{,}658$, +2V velký. Nejsilnější linie práškového

rentgenogramu: 3,20 (10), 2,662 (9), 6,80 (4), 3,01 (4), 2,831 (4), 1,555 (3), 1,035 (3). Zjištěn byl v jediné ukázce. Je starší než paulkerrit.

Laueit $MnFe^{3+}{}_2[OH|PO_4]_2 . 8 H_2O$ se vyskytuje ve vyluhovaných dutinkách buďto sám nebo ve společnosti rockbridgeitu, červenohnědého i zeleného beraunitu, paulkerritu, earlshannonitu, někdy v blízkosti limonitizovaného pyritu, doprovázejícího tyto fosfáty. Tvoří krátce prizmatické až destičkovité, maximálně 0,8 mm velké, hnědožluté, často hypoparalelně srostlé krystaly omezené tvary {100}, {010}, {001}, {110}, {110}, {011} a {011}. Indexy lomu $\alpha = 1,598$, $\beta = 1,651$, $\gamma = 1,674$, —2V střední, r > v, slabý pleochroismus X = bezbarvá, Y = slabě žlutá, Z = žlutá, Z:c = 28°. Nejsilnější hodnoty d: 9,93 (10), 3,28 (9), 4,92 (8), 2,88 (8), 6,55 (7), 3,96 (5), 3,12 (5), 2,62 (5). Laueit je mladší než rockbridgeit I, starší však než rockbridgeit II, přibližně současný s červenohnědým beraunitem.

Beraunit $Fe^{2+}Fe^{3+}{}_5[(OH)_5|PO_4]_4 . 6 H_2O$ nebo $Fe^{3+}{}_3[(OH)_3|PO_4]_2 . 2,5 H_2O$ je zastoupen dvěma barevně odlišnými varietami, vzácnější červenohnědou a velmi rozšířenou zelenou. Zelený beraunit vytváří vzácně jemně jehličkovité agregáty, obvykle však velmi tenké, tmavě zelené povlaky na puklinách křemene, běžně rozšířené v sousedství jiných Fe-Mn fosfátů. Zelené zbarvení u beraunitu nebývá běžné, u dolnoborského minerálu bylo zjištěno vůbec poprvé (Staněk 1966). Ukazuje na to, že zelený, na rozdíl od červenohnědého, obsahujícího pouze trojmocné železo, obsahuje také dvojmocné železo. Na možný obsah Fe^{2+} u beraunitu upozornil již Frondel (1949a); beraunit by podle něho měl vlastně být bazickým vodnatým fosfátem dvojmocného i trojmocného železa, jenž je většinou však znám pouze v zoxidovaném stavu. Optická data $\alpha = 1,763$, $\gamma = 1,805$, +2V velký, r > v, X = žlutá, Y = žlutozelená, Z = tmavozelená. Nejsilnější hodnoty-d: 10,47 (10), 3,08 (9), 4,84 (8), 3,47 (8), 3,20 (7), 7,26 (6), 4,44 (5), 2,73 (5), 2,58 (5), 1,620 (5), 9,55 (4), 3,75 (4), 2,32 (4), 2,11 (4), 2,00 (4), 1,992 (4), 1,536 (4). Červenohnědý beraunit vytváří v dutinkách drobné jehličkovité krystaly, často seskupené ve vějířky. Jehličky jsou sotva 1 mm dlouhé, kolem 0,1 mm silné. Spolu s nimi se vyskytuje laueit a earlshannonit. Všechny nasedají na rockbridgeit I a vznikly jeho přeměnou. Optická data tohoto beraunitu: $\alpha = 1,780$, $\gamma = 1,821$, +2V velký, r > v, X = žlutá, Y = červenožlutá, Z = karneolově červená. Jeho nejsilnější d-hodnoty: 10,30 (10), 3,07 (9), 4,82 (8), 7,28 (7), 3,44 (7), 3,20 (7), 4,43 (4), 2,72 (4).

Jahnsit $CaMg_2MnFe^{3+}{}_2[OH|(PO_4)_2]_2 . 8 H_2O$ z Dolních Borů byl původně popsán jako xantoxen (Staněk 1968, 1970), jak byl v té době tento minerál označován (Strunz 1966, Forster et al. 1967), i když bylo zřejmé, že jde o minerál vyžadující si revizi a nemající nic společného s xantoxenitem, který precizně popsal Frondel (1949b). Dlouhou dobu se vedly o xantoxen spory, problém definitivně uzavřeli Moore a Ito (1978). Mezitím totiž popsal Moore (1974) jahnsit, který se ukázal být identický s nedostatečně definovaným xantoxenem. Xantoxen z Dolních Borů byl pak ztotožněn s jahnsitem (Staněk 1983).

Jahnsit tvoří sotva 0,2 mm velké, žlutavě hnědé, skelně lesklé, zčásti průsvitné, krátce prizmatické krystaly. Vyskytuje se v rockbridgeitu I s rockbridgeitem II, paulkerritem a beraunitem. Jeho optická data: $\alpha = 1,655$, $\gamma = 1,675$, —2V velký, silný pleochroismus X = světle žlutohnědá, Y = žlutohnědá, Z = tmavě žlutohnědá. Nejsilnější d-hodnoty: 2,845 (10), 9,35 (9), 5,00 (6), 4,66 (4), 3,50 (4), 2,606 (4), 1,885 (4).

Earlshannonit $MnFe^{3+}[OH|PO_4]_2 . 4 H_2O$, Mn-analog whitmoreitu, byl poprvé popsán jako nový minerál Peacorem et al. (1984b) z Kingsmountain v severní Karolíně v paragenezi s rockbridgeitem, laueitem a mitridatitem v červenohnědých, radiálně paprsčitých agregátech, a z Hagendorfu v intenzív-

ně žlutých agregátech obklopujících rockbridgeit. Earlshannonitem se ukázal být neznámý fosfát „B" z Dolních Borů, označovaný takto již od r. 1968 (Staněk 1968). V r. 1986 byl v něm poznán earlshannonit (Staněk 1988). Dosud je znám z jediného vzorku. Vyskytl se v dutinkách po vyluhovaných Fe-Mn fosfátech buďto zcela sám, nebo s laueitem a červenohnědým beraunitem. Je jemně jehlicovitý až téměř celistvý, jasně žluté barvy. Indexy lomu $\alpha = 1{,}703$, $\gamma = 1{,}772$; $h = 2{,}91$ g/cm^3. Nejsilnější linie práškového rentgenogramu: 9,93 (10), 6,92 (8), 2,779 (8), 4,19 (6), 2,703 (6), 4,90 (4), 4,40 (4), 2,975 (4), 2,874 (4), 2,389 (4), 2,096 (4). $a_0 = 9{,}914$ (12), $b_0 = 9{,}669$ (10), $c_0 = 5{,}486$ (6), $\beta = 99{,}43$ (8)°, V = 523, 24 (65) Å^3. Earlshannonit patří k nejmladším dolnoborským sekundárním Fe-Mn fosfátům, vzniklým již v supergenních podmínkách.

Whitmoreit $Fe^{2+}Fe^{3+}[OH|PO_4]_2 . 4\,H_2O$ je novým vzácným sekundárním minerálem v paragenezi dolnoborských Fe-Mn fosfátů. Vytváří kolonie 0,1 až 0,3 mm dlouhých, maximálně 0,1 mm silných, temně hnědozeleně zbarvených krystalů, omezených tvary {100}, {110} a {011}, v dutinách po primárních fosfátech. Jeho optická data $\alpha = 1{,}672$, $\gamma = 1{,}748$, $-2V \sim 60°$, c‖Z, pleochroismus, X, Y = hnědozelená, Z = sytě zelenohnědá, jakož i hodnoty-d 9,93 (9), 6,91 (7), 4,93 (6), 4,85 (3), 4,36 (6), 4,15 (7), 3,44 (5), 2,96 (6), 2,85 (6), 2,78 (9), 2,70 (4), 2,56 (4), 2,38 (3), 2,33 (1), 2,21 (3), 2,159 (1), 2,093 (4), 1,996 (2), 1,977 (1), 1,952 (3), 1,875 (3), 1,769 (3), 1,676 (3), 1,639 (3), 1,580 (1), 1,560 (2), 1,539 (3), 1,484 (2), 1,457 (2), 1,442 (2) se dobře shodují s daty originálního whitmoreitu, které uvádí Moore et al. (1974). Minerál obsahuje vedle fosforu železo, v menším množství mangan, vápník a hořčík (EDAX). Whitmoreit patří k nejmladším sekundárním Fe-Mn fosfátům, jehož přesnější sukcesi však nelze určit, poněvadž se vyskytoval bez druhých minerálů.

Paulkerrit $K(Mg, Mn)_2(Fe^{3+}{}_5, Al, Ti, Mg)_2Ti[(OH)_3|(PO_4)] . 15\,H_2O$ byl popsán jako nový minerál Peacorem et al. (1984a) z pegmatitu u Hillside v Arizoně. Dolní Bory jsou jeho druhým výskytem (Staněk 1987, 1988). Jako neznámý fosfát „A" tu byl částečně charakterizován již v r. 1968 (Staněk 1968) a pod tímto označením uváděn v dalších pracích (Staněk 1970, 1983). Paulkerrit vytváří 0,1—0,3 mm velké, tence tabulkovité až lupínkovité, světle žlutobílé krystaly, pospojované obvykle v drobné shluky. Na krystalech převládá tvar {010}, přítomen je asi tvar {001} a pyramida {hkl} nebo dóma {h01}. Krystaly jsou zdvojčatěny podle (010). Optická data: $\alpha = 1{,}610$, $\gamma = 1{,}650$, $-2V \sim 80°$, disperze r > v. Nejsilnější d-hodnoty: 6,30 (10), 3,14 (10), 10,37 (9), 7,54 (8), 3,76 (6), 3,97 (5), 2,879 (5), 1,983 (5), 2,627 (4). $a_0 = 10{,}490$ (26), $b_0 = 20{,}685$ (101), $c_0 = 12{,}505$ (28), V = 2713,42 (13,48) Å^3. Paulkerrit byl identifikován především na základě svého chemického složení. Jako hlavní komponenty v něm byly zjištěny fosfor, železo, mangan, titan, draslík a vápník (EDAX). V porovnání s originálním paulkerritem v něm nebyl zjištěn hořčík, ale vápník, jež se však mohou vzájemně dobře substituovat. Paulkerrit vznikl mezi posledními sekundárními Fe-Mn fosfáty. Je poměrně častý a vyskytuje se v několika paragenezích. Vzácný byl v dutinách rockbridgeitu I s rockbridgeitem II, jahnsitem a laueitem; dále pak s wagneritem, sádrovcem a beraunitem; a konečně zcela sám v dutinách po vyluhovaných fosfátech.

Kakoxen $Fe^{3+}{}_4[OH|PO_4]_3 . 12\,H_2O$ (Strunz 1978) nebo $Fe(III)(OH)_{15}(H_2O)_3(PO_4)_4 . 15\,H_2O$ (Moore 1982) byl zjištěn pouze v několika ukázkách, a to v tenkých povlacích na křemeni. Povlaky jsou složeny z drobounkých, velmi jemně vláknitých, místy až téměř celistvých sférolitů. Délka vláken nepřesahuje 0,1 mm, šířka setiny milimetru. Sférolity mají zlatožlutou barvu a hedvábný lesk, celistvé povlaky jsou hnědé a matné. Indexy lomu $\omega = 1{,}609$, $\varepsilon = 1{,}660$. Nejsilnější linie práškového rentgenogramu: 12,00 (10), 3,34 (8), 1,815 (6), 4,23 (4), 2,452 (4), 1,540 (4) a 1,374 (4). K paragenetickému postavení

kakoxenu vůči ostatním Fe-Mn fosfátům se nelze jednoznačně vyslovit, poněvadž se vyskytuje bez nich. Vznikl při supergenních pochodech, pravděpodobně jako jeden z posledních; tomu by mohl nasvědčovat i vysoký obsah krystalové vody v jeho struktuře.

Wagnerit $Mg_2[F|PO_4]$ byl v Dolních Borech objeven poprvé na území našeho státu (Staněk 1965); patří tam k nejvzácnějším minerálům, nalezen byl jen na dvou vzorcích se sekundárními Fe-Mn fosfáty. Vytváří šedobílé, jemně zrnité, 1—2 mm silné povlaky či shluky v sousedství beraunitu a paulkerritu. Indexy lomu $\alpha = 1{,}568$, $\beta = 1{,}571$, $\gamma = 1{,}582$, +2V malý, ukazují na wagnerit s nízkým obsahem železa. Jeho nejsilnější d-hodnoty: 3,53 (5), 3,29 (7), 3,12 (8), 2,97 (10), 2,84 (9), 2,80 (5), 2,69 (7), 2,24 (4), 2,08 (4), 2,06 (4), 1,977 (5), 1,929 (6), 1,888 (8), 1,670 (5), 1,585 (6), 1,558 (6), 1,488 (4), 1,421 (4), a 1,384 (4). Wagnerit patří k nejmladším sekundárním fosfátům.

RUDNÍ MINERÁLY

V nich je možno rozlišit paragenezi oxidických rudních minerálů a paragenezi sulfidických minerálů s hojným löllingitem a ryzím bismutem.

Wolframit je zastoupen dvěma generacemi. Wolframit I tvoří černé, polokovově lesklé, až 2 cm velké tabulkovité krystaly v andalusit-křemen ± diasporovém agregátu, omezené tvary {100}, {001}, {110}, {111} a {011} (Kašpárek a Němec 1951). Pouze jednou se objevil v 5 cm^2 velké tabulce jako mladší výplň mezi blokovým K-živcem a křemenem. Nejsilnější linie práškového rentgenogramu 2,929 (10), 1,710 (8), 1,510 (7), 1,437 (7), 2,473 (6), 1,761 (6) a 1,452 (6) se dobře shodují s hodnotami-d, jež pro ferberit uvádí Michejev (1957). Wolframit II byl zjištěn Novákem a Šreinem (1989) jako zatlačující fáze po primárním W,Fe-niobátu; tvoří subhedrální tabulkovitá zrna

Tab. 6. Chemické analýzy wolframitu a ilmenitu z Dolních Borů.
Tab. 6. Chemical analyses of wolframite and ilmenite from Dolní Bory.

	Wolframit					Ilmenit	
	1	2	3	4	5	1	2
WO_3	74,13	74,33	74,00	68,79	66,62	—	—
Nb_2O_5	1,76	1,95	1,68	4,31	4,57	—	—
Ta_2O_5	0,00	0,10	0,09	0,83	0,68	—	—
TiO_2	0,07	0,00	0,00	0,85	1,18	50,54	51,03
SiO_2	—	—	—	—	—	0,00	0,09
ZrO_2	—	—	—	0,14	0,14	—	—
Al_2O_3	—	—	—	—	—	0,04	0,03
Sc_2O_3	0,77	0,44	0,50	1,00	0,73	—	—
FeO*	19,57	19,07	19,59	22,41	21,69	46,22	46,56
MnO	4,06	4,42	4,36	1,82	2,87	2,67	2,24
MgO	—	—	—	—	—	0,10	0,04
CaO	0,00	0,00	0,00	0,35	0,50	—	—
Σ	100,36	100,31	100,22	100,50	98,98	99,57	99,99

* Všechno železo jako FeO.
* Total Fe as FeO.

Wolframit: 1, 2 a 3 wolframit I, 4 a 5 wolframit II (Novák, Šrein 1989). Ilmenit: 1 a 2 (Novák, Jilemnická 1988).
Wolframite: 1, 2 and 3 wolframite I, 4 and 5 wolframite II (Novák, Šrein 1989). Ilmenite: 1 and 2 (Novák, Jilemnická 1988).

podobná wolframitu I. Asociuje s dalšími zatlačovacími produkty — Ti-niobátem, Sc-fosfátem, Nb-rutilem a scheelitem. Vytváří mikroskopické lemy nebo zrna na kontaktu mezi primárním W,Fe-niobátem a směsí zatlačujících minerálů. Wolframit I a W,Fe-niobát vznikly téměř současně s andalusitem. Wolframit II je zřetelně mladší než wolframit I. Chemismus obou wolframitů studovali elektronovou mikroanalýzou Novák a Šrein (1989). Výsledky analýz uvádí tab. 6. W, Fe-niobát a produkty jeho přeměny budou předmětem detailního studia.

Ilmenit byl v některých pegmatitových žilách relativně častým minerálem. Vyskytoval se nejčastěji na puklinách K-živce, vzácněji albitu, křemene, někdy i sekaninaitu, v destičkách od 0,5 do 7 mm silných, až 30 cm^2 velkých. Doprovázel ho biotit, monazit a oyamalit. V čerstvém stavu má šedočernou až černou barvu, polokovový až kovový lesk, je-li poněkud přeměněn, šedohnědou barvu a méně výrazný lesk. Výjimečně byly na povrchu destiček patrny růstové spirály. Hodnoty-d práškového rentgenogramu: 3,72 (7), 2,74 (10), 2,537 (6), 2,236 (5), 1,868 (6), 1,725 (9), 1,635 (3), 1,506 (6), 1,497 (7), 1,376 (2) a 1,342 (5). Analýzy dvou ilmenitů uvádí Novák a Jilemnická (1988), uvedeny jsou v tab. 6. Vykazují malý přebytek Fe^{2+}, část železa je zřejmě vázána jako Fe^{3+} v izomorfní příměsi hematitu. V nábrusech tvoří jak agregáty drobných zrn, tak individua větších rozměrů. Vzácně bývá zatlačován rutilem a hematitem. Jeho vznik je spojen s albitovou zónou; proti albitu je mladší.

Nb-rutil byl zjištěn nejen jako produkt přeměny W,Fe-niobátu, ale také v černých, kovově lesklých, 1—2 mm velkých, někdy i paralelně srostlých krystalech na krystalovaných živcích, křemeni, záhnědě i sideritu. Jeho d-hodnoty: 3,24 (10), 2,48 (7), 2,297 (2), 2,187 (5), 2,047 (2), 1,870 (1), 1,687 (10), 1,623 (7), 1,479 (3), 1,452 (3), 1,362 (4), 1,346 (3), 1,245 (1), 1,169 (2), 1,151 (1), 1,093 (2) a 1,082 (2).

Rutil je proti Nb-rutilu mnohem vzácnější. Tvoří černé, jemně zrnité shluky nebo jehličky často srůstající do jemného pletiva — sagenitu. Vznikl přeměnou ilmenitu a biotitu.

Hematit byl zjištěn ve společnosti ilmenitu; proniká jím v nepravidelných útvarech a tenkých žilkách. Je drobně zrnitý, ocelově šedomodrý, v nábrusech vykazuje dvojčatné lamelování. Vznikl s rutilem přeměnou ilmenitu.

Bismut je vzácný. Bývá zarostlý v andalusitu, löllingitu, albitu a křemeni v kovově šedobílých zrnech nebo dobře štěpných, až několik mm velkých lístcích. Bývá dvojčatně lamelován, přeměňuje se v bismutin.

Bismutin lemuje bismut nebo do něho proniká v žilkách. Lem, sotva 1 mm široký, makroskopicky zcela celistvý, je v mikroskopu složen z drobných, laločnatě do sebe zapadajících zrn.

Löllingit je nejznámějším rudním minerálem zdejších pegmatitů, avšak méně zastoupen než pyrit; na rozdíl od něho však vytvářel kumulace až půlmetrových rozměrů. Je masívní, jemně zrnitý, stébelnatý, vzácně s náznaky krystalového omezení, stříbrně až ocelově šedý. Chemická analýza v něm zjistila Fe 27,83, As 71,36, S 1,46, nerozp. zbyt. 0,17, suma 100,82 % (Vysloužil 1928). Löllingit byl nejčastěji zarostlý v živcích a křemeni, zpravidla sám, bez dalších minerálů, vzácně se s ním sdružoval pyrit, arzenopyrit, chalkopyrit, bismut, bismutin, molybdenit, pyrhotin, granát, andalusit, skoryl a zwieselit. K-živec v jeho sousedství může být někdy zelenavě zbarven. Löllingit se přeměňuje v sekundární arzenáty — skorodit, parasymplesit, symplesit, farmakosiderit a pitticit. Patří k nejstarším, hydrotermálně vzniklým rudním minerálům.

Arzenopyrit je těžko rozpoznatelný od löllingitu, proti němu však mnohem vzácnější. Vytváří nedokonalé krystaly a nepravidelná zrna. Stanoveno v něm bylo 19 % síry (K. Komár).

Pyrit je nejběžnějším sulfidem. Objevuje se v dutinách na živcích, křemeni, muskovitu nebo i ve volných krystalech a v paragenezích s dalšími nerosty, např. s löllingitem, sekaninaitem, granátem, andalusitem, primárními i sekundárními Fe-Mn fosfáty, jílovými minerály, v povlacích na krystalech skorylu, křišťálu a dolomitu. Zpravidla bývá krystalovaný; až 2 cm velké krystaly vytvářejí krychle, kubooktaedry a pentagondodekaedry. Vedle toho je jemně zrnitý až celistvý. Z minoritních prvků obsahuje poněkud větší množství arzénu. Němec (1974) v něm stanovil 1,4—2,5 ppm zlata. Málokdy bývá limonitizován.

Markasit byl zjištěn ve společnosti pyritu a vznikl jeho přeměnou. Vytváří jemně zrnité, nepravidelné útvary, přecházející bez ostrých hranic do pyritu. V porovnání s ním je mnohem silněji limonitizován.

Pyrhotin je neobyčejně vzácný. Jeho 1—3 mm velká zrnka bylo možno nalézt v blízkosti sekaninaitu a pak v zwieselitu se zrnky löllingitu; v löllingitu však nikdy nalezen nebyl.

Chalkopyrit je v porovnání s pyritem a löllingitem zastoupen zcela podružně. Vyskytuje se zpravidla v jejich společnosti, někdy bývá v koncích jemných rudních žilek. Tvoří 0,1—4 mm velká, nepravidelně omezená zrna. Je mladší než löllingit.

Covellín byl zjištěn pouze v nábrusech v úzkých lemech kolem chalkopyritu, jejž zřetelně zatlačuje. Má charakteristickou modrou barvu, slabou odraznost, silný dvojodraz a silnou anizotropii.

Sfalerit byl nalezen jen v několika exemplářích, v dutinách s pyritem, na nějž narůstá a je tedy mladší, nebo i ve volných, téměř 0,5 cm velkých, tetraedrických krystalech omezených tvary {111} a {111}. Vzácně srůstá s granátem, vyplňuje mezery mezi jeho jednotlivými krystaly; sfalerit má přitom jednotnou krystalografickou orientaci, patří jednomu krystalu. Sfalerit má hnědočernou barvu, diamantový lesk. Hodnoty-d práškového rentgenogramu: 3,131 (10), 2,713 (2), 1,915 (8), 1,633 (7), 1,565 (1), 1,354 (2), 1,242 (4), 1,212 (1), 1,104 (4). a_0 = 5,434. Elektronovou mikroanalýzou bylo zjištěno jeho chemické složení, viz tab. 7. Z něho vyplynulo, že jde o velmi čistý, železem bohatý sfalerit.

Tab. 7. Chemické analýzy sfaleritu z Dolních Borů.
Tab. 7. Chemical analyses of sphalerite from Dolní Bory.

	1	2	3	4
Zn	52.10	51,50	51,91	51,43
Cd	0,04	0,07	0,00	0,05
Fe	14,10	14,18	14,27	14,22
Mn	0,60	0,61	0,59	0,58
As	0,01	0,02	0,03	0,05
Cu	0,00	0,00	0,00	0,00
S	32,98	33,85	33,80	33,82
Σ	100,83	100,23	100,60	100,15

Analytik: V. Šrein, 1988.
Analyst: V. Šrein, 1988.

Molybdenit patří na lokalitě k nejvzácnějším sulfidům. Vyskytl se s löllingitem v šupinkách 1—2 mm velkých, v poněkud větších lístcích v bílém křemeni a v drobných šupinkách s albitem, v jehož dutinách byl i dobře vykrystalován.

B o u r n o n i t byl nalezen v nepravidelně omezeném, ocelově šedočerném, 3×3 mm velkém zrnu ve společnosti montmorillonitu, sideritu, dolomitu a muskovitu a v nedokonale vyvinutém, kolem 1 mm velkém krystalu s krystaly křišťálu, sideritu, dolomitu, apatitu a zrny pyritu a chalkopyritu, v obou případech v dutinkách albitu. Nejsilnější linie práškového rentgenogramu: 2,73 (10), 3,86 (8), 1,765 (7), 2,97 (5), 2,57 (5), 2,59 (5), 1,981 (5). Z izominerálních prvků v něm byl zjištěn Bi (0,0X %), Ag a As (< 0,0X %). Arzén, jenž může v bournonitech zastupovat antimon až do poměru Sb:As = 4:1, je v něm zastoupen zcela podřadně. Bournonit je mladší než albit a uhličitany, avšak starší než chalkopyrit. Je v dolnoborských pegmatitech zatím jediným minerálem s podstatným obsahem olova a antimonu.

KARBONÁTY

Poměrně vzácnými minerály dolnoborských pegmatitových žil jsou karbonáty. Pouze na jediném místě, tektonické dislokaci žíly „Oldřich" byly poněkud hojnější; na většině žil zjištěny vůbec nebyly. Zabývali se jimi S t e j s k a l (1977), N ě m e c (1977), S t a n ě k a S t e j s k a l (1989). Zastoupeny jsou dolomitem a sideritem.

D o l o m i t byl častější a dokonce ve dvou generacích. Dolomit I je jemně zrnitý až celistvý, šedavě bílý; ve větším množství tmelil na tektonické poruše úlomky K-živců, nebo pronikal v sítivu žilek křemenem; do dutin byl ukončen drúzami drobných, až 3 mm velkých, tence tabulkovitých, klencem {0112} a bazí {0001} ukončených, perleťově až matně lesklých krystalů, často pokrytých jemně zrnitým pyritem. Dolomit II tvoří 1—2 mm velké, bílé, na povrchu často šedavě zbarvené klence R, narostlé obvykle na krystalech albitu; s nimi se vyskytuje muskovit, křišťál, apatit, pyrit, vzácně chalkopyrit a bournonit. Z chemických analýz (tab. 8) vyšel poměr Mg:Fe od 3,61:1 (vzorek 3) do 2,81:1 (vzorek 1). Podle P a l a c h e et al. (1951) a klasifikace navržené T r d l i č k o u (1971) lze tyto karbonáty označit jako železnaté dolomity, poněvadž poměr Mg:Fe je u nich větší než 1. Z analýz byly vypočteny tyto krystalochemické vzorce:

1. $[Ca_{1,0856}(Mg_{0,6262}Fe_{0,2676}Mn_{0,0172})_{0,9110}]_{1,9966}(CO_3)_{2,0000}$
2. $[Ca_{1,0904}(Mg_{0,6210}Fe_{0,2738}Mn_{0,0172})_{0,9120}]_{2,0024}(CO_3)_{2,0000}$
3. $[Ca_{1,0322}(Mg_{0,7378}Fe_{0,2042}Mn_{0,0220})_{0,9640}]_{1,9962}(CO_3)_{2,0000}$

Index lomu ω všech tří analyzovaných vzorků je prakticky stejný, 1,700, 1,699 a 1,697; i ten ukazuje na železnatý dolomit.

Tab. 8. Chemické analýzy dolomitu (1—3) a sideritu (4, 5) z Dolních Borů.
Tab. 8. Chemical analyses of dolomite (1—3) and siderite (4, 5) from Dolní Bory.

	1	2	3	4	5
FeO	9,61	9,65	7,47	54,19	52,74
MnO	0,63	0,01	0,81	1,49	0,67
MgO	12,82	12,43	15,32	4,45	4,12
CaO	30,93	30,38	30,01	stopy	2,49
CO_2	44,69	43,72	45,36	38,93	39,16
Fe_2O_3	0,24	0,10	stopy	nest.	nest.
n. z.	0,62	3,22	0,86	0,79	0,48
Σ	99,54	100,11	99,83	99,85	99,66

(S t a n ě k, S t e j s k a l 1989).

Siderit byl podstatně vzácnější než dolomit. Nejčastěji vytvářel destičkovité, až 1 cm velké krystaly, omezené velkými plochami {0001} a malými plochami klence R {1011}, šedozelené, hnědozelené, vzácně žlutohnědé barvy, na povrchu často slabě korodované a matné, na štěpných plochách silně lesklé; vzácné byly drobně zrnité, žlutohnědě zbarvené agregáty. Krystaly se vyskytovaly s albitem, muskovitem, Nb-rutilem, pyritem, zrnitý s löllingitem, pyritem a chalkopyritem. V jiném pegmatitu byl siderit zjištěn v ledvinitých, tmavohnědých, silně zoxidovaných agregátech o objemu do 0,5 cm^3 v dutinách albitu pocházejících z blízkosti Fe-arzenátů, vzniklých přeměnou löllingitu. Také se vyskytoval s Fe-Mn fosfáty; spolu s apatitem vznikl přeměnou zwieselitu. V tab. 8. jsou uvedeny chemické analýzy dvou sideritů. Vykazují vyšší obsah hořčíku a lze je tudíž označit jako hořečnaté siderity. Z analýz byly vypočteny tyto krystalochemické vzorce:

1. $(Fe_{0,8631}Mg_{0,1348}Mn_{0,0235})_{1,0124}(CO_3)_{1,0000}$
2. $(Fe_{0,9274}Mg_{0,0723}Mn_{0,0117})_{1,0114}(CO_3)_{1,0000}$

U vzorku 2 byl rtg. analýzou zjištěn vedle sideritu i dolomit, čímž lze vysvětlit obsah vápníku v tomto vzorku. Po odečtení jednotlivých komponent na teoretický vzorec dolomitu, bylo možno sestavit přibližný vzorec Mg-sideritu. V porovnání s Mg-sideritem 1 je patrný zvýšený obsah železa a snížený obsah hořčíku. Index lomu ω Mg-sideritů je u prvního 1,852, u druhého 1,862; je o něco nižší než je udáván pro čistý siderit.

Dolomit i siderit krystalovaly jako jedny z posledních hydrotermálních minerálů, nejspíše z alkalických nebo neutrálních roztoků, a jak dokládá jejich společný výskyt se sulfidy, v redukčním prostředí. V jejich chemismu se výrazně uplatňuje, podobně jako u mnoha dalších minerálů z těchto pegmatitových žil, železo a hořčík.

Fe-ARZENÁTY A U-SLÍDY

Skorodit, rombický $Fe^{3+}[PO_4] . 2 H_2O$, vytváří krypto- až jemně krystalické, žlutozeleně zbarvené agregáty v korodovaném löllingitu, nebo povlaky na živcích v jeho sousedství. Někdy přeměňuje löllingit tak silně, že tento zůstává pouze v reliktech. V nábrusech lze pozorovat jak v izolovaných ostrůvcích proniká löllingitem; vznikají přitom struktury podobné grafickým.

Farmakosiderit kubický $KFe_4[(OH)_4|(AsO_4)_3] . 7 H_2O$, je znám pouze z pegmatitové žíly „Nad Markovým stavem" v krystalických povlacích složených z drobných, 0,1 mm velkých krystalů, vzácněji v poněkud větších izolovaných krychlích. Krystaly vykazují zonální stavbu a anomální dvojlom; jejich anomální optické chování popsal Staněk (1953). Farmakosiderit nikdy nebyl nalezen přímo s löllingitem, jehož přeměnou jistě vznikl, ale na puklinách albitu v jeho blízkosti.

Symplesit, triklinický $Fe_3[AsO_4]_2 . 8 H_2O$, byl nalezen pouze v pegmatitu „Nad Markovým stavem" a odtud také popsán (Staněk 1953, 1954). Vytvářel do 3 mm dlouhé, sotva 1 mm silné, šedozeleně zbarvené, téměř nelesklé jehlice, seskupené do polokulovitých nebo plošně radiálně paprsčitých agregátů. Vyskytoval se v dutinách albitu v blízkosti löllingitu. Jeho optická data: $\alpha = 1,633$, $\beta = 1,646$, $\gamma = 1,681$, —2V velký, X = modrozelená, Y = slabě nažloutlá, Z = světle hnědá ukazují na částečnou oxidaci tohoto minerálu; vedle Fe^{2+} bylo také zjištěno Fe^{3+}. Brzo na to byl popsán nový minerál parasymplesit (Ito et al. 1954); bylo třeba zjistit, zda-li jím není i náš minerál. Rentgenostrukturní výzkum však prokázal, že je to opravdu symplesit. Jeho d-hodnoty 8,90 (40), 7,45 (30), 6,768 (100), 5,030 (20), 3,701 (30), 3,392 (20), 3,242 (10), 3,124 (20), 3,088 (10), 3,019 (30), 2,811 (20), 2,675 (10), 2,457 (5), 2,344 (5),

2,324 (10), 2,274 (5) se dobře shodují s d-hodnotami symplesitu z Bou Azzer v Maroku, které uvádějí Schmetzer et al. (1980). A poněvadž Fe^{2+} je částečně zoxidováno v Fe^{3+}, mohl by to být i ferrisymplesit.

Parasymplesit, monoklinický $Fe_3[AsO_4]_2 . 8 H_2O$, byl v Dolních Borech objeven mnohem později než symplesit, a to na žíle „Oldřich" v nádherných krystalech, obvykle seskupených do drobných trsů v rozloženém löllingitu. Krystaly jsou až 3 mm dlouhé, téměř 1 mm silné, světle šedozelené, průsvitné, intenzívně lesklé. Nápadně se liší od dříve nalezeného symplesitu. Měřením na nich byly zjištěny tyto tvary: {010}, {100}, {110}, {101} a {111}. Optická data: $\alpha = 1{,}628$, $\beta = 1{,}658$, $\gamma = 1{,}703$, $-2V \sim 80°$, velmi slabý pleochroismus. Jeho d-hodnoty 8,055 (30), 6,786 (100), 4,414 (20), 3,692 (20), 3,392 (10), 3,242 (30), 3,027 (30), 2,733 (30), 2,344 (20), 2,279 (10), 1,818 (5), 1,695 (20), 1,672 (10) souhlasí s d-hodnotami parasymplesitu z typové lokality Kiura (Ito et al. 1954) a z Bou-Azzer (Schmetzer et al. 1980). Parasymplesit vznikl přeměnou löllingitu asi účinkem pozdních hydrotermálních fluid.

Pitticit $Fe^{3+}{}_{20}[(OH)_{24}|(AsO_4, PO_4, SO_4)_{13}] . 9 H_2O$? Tomuto minerálu patří jemné, téměř celistvé, červenohnědé, smolně lesklé, rentgenoamorfní povlaky na živcích v sousedství farmakosideritu a symplesitu.

Autunit a metaautunit tvoří zelenavě žluté, až 2×2 mm velké, tence tabulkovité krystaly nebo lupínky v dutinách a na puklinách hrubě zrnitého andalusitu, doprovázeného diasporem, hydromuskovitem, vzácně wolframitem. Autunit popsali Kašpárek a Němec (1951). Metaautunit v něm přítomný prokázal rentgenostrukturní analýzou Z. Mrázek.

Torbernit a metatorbenit rentgenostrukturně potvrdil Z. Mrázek. Tyto dvě U-slídy trávově zelené barvy jsou vzácnější než předešlá dvojice. Jejich vznik nelze bezpečně doložit; mohly vzniknout jak přeměnou primárních minerálů i s poměrně nízkým obsahem uranu, tak krystalizovat z hydrotermálních fluid nesoucích uran.

JÍLOVÉ MINERÁLY

Hydromuskovit se nejčastěji vyskytoval v dutinách ve formě žlutozelených, jemně šupinkatých agregátů, které pokrývaly hlavně albit a dále pak s andalusitem a diasporem v jehličkovitých, radiálně paprsčitých, stříbřitě bílých agregátech, které Sekanina (1933) identifikoval jako pyrofylit, Konta (1957) však rentgenograficky určil jako hydromuskovit. Nejsilnější d-hodnoty, které pro něj uvádí, jsou: 4,48 (10), 3,5 (4), 3,30 (4), 2,57 (9), 2,42 (4), 2,19 (4), 2,13 (4), 1,98 (7), 1,637 (4), 1,500 (8) a 1,296 (4).

Montmorillonit s illitem vytvářejí celistvé, šedomodré až šedozelené agregáty. Byly zjištěny jako výplň dislokace na žíle „Oldřich", v povlacích na živcích a jako výplň dutin (Pavlíčková 1970). Nejsilnější linie práškového rentgenogramu: 9,98 (6), 4,97 (3), 4,44 (5), 3,34 (6), 3,07 (3), 2,56 (6), 1,992 (3) a 1,493 (3).

Kaolinit s přimíseným chloritem v celistvých, světlezelených agregátech vyplňoval dutiny v živcích a löllingitu.

Nontronit vytváří zcela celistvé, jasně žlutozelené, na omak mastné agregáty, často prostoupené jemným, rezavě hnědým limonitem. I pod mikroskopem je mikrokrystalický, indexy lomu se pohybují v rozmezí 1,595 až 1,625, dvojlom je poměrně vysoký. Nejsilnější linie práškového rentgenogramu: 4,52 (9), 1,518 (8), 1,718 (6), 2,565 (5), 3,031 (4) a 1,246 (4).

Palygorskit byl vzácně nalezen jako výplň dutin v celistvých žlutohnědých agregátech podobných kůži nebo papíru. Jeho indexy lomu: $\alpha = 1{,}530$, $\gamma = 1{,}546$ a nejsilnější d-hodnoty: 10,4 (10), 6,36 (7), 5,38 (6), 4,46 (8), 4,20 (4), 3,65 (5), 3,47 (4), 3,23 (7), 2,63 (6), 2,54 (5), 2,15 (5), 1,828 (3) a 1,498 (5).

OSTATNÍ MINERÁLY

Chlority nejsou ve zdejších pegmatitových žilách příliš rozšířeny. Vznikly přeměnou biotitu, sekaninaitu a ferroalumoantofylitu. Dosud nebyly blíže studovány.

Cookeit, lithný chlorit, byl nalezen pouze v haldovém materiálu, v čistých kusech o objemu až několika cm^3. Pochází asi z dutin nebo puklin, v nichž tvoří výplň. Je jemně šupinkatý, stříbřitě bílý. Indexy lomu jsou okolo 1,580. Nejsilnější d-hodnoty 4,72 (9), 3,53 (9), 7,09 (7), 4,45 (4), DTA-křivka a IR-spektrum odpovídají cookeitu. Nelze bezpečně rozhodnout, je-li to minerál primární nebo sekundární. Jediným reprezentantem lithia zdejších pegmatitů je trifylín, z něho však cookeit vzniknout nemohl.

Diaspor se vždy sdružuje s andalusitem. Hojnější byl na žíle poměrně bohaté na hnízda hrubě zrnitého andalusitu, s nímž se běžně vyskytoval hydromuskovit, vzácně korund, wolframit, monazit a autunit. Vytváří na andalusitu 1—2 cm^2 velké, 1 až 3 mm silné, stříbřitě bílé nebo slabě nažloutlé, perleťově lesklé, dobře štěpné destičky. Indexy lomu $\alpha = 1{,}700$, $\gamma = 1{,}750$; $+2V$ blízký 90°, disperze $r < v$. Ve výbrusech lze spatřit jak proniká do andalusitu, je vůči němu mladší; vznikl jeho přeměnou, nejspíše působením hydrotermálních fluid.

Anatas byl nalezen v 0,1—0,5 mm velkých, černých tabulkovitých krystalech, omezených {001} a {100} na drúzách albitu a muskovitu. Jeho rentgenometrická data: 3,49 (10), 2,83 (1), 2,74 (1), 2,42 (1), 2,37 (5), 2,32 (2), 2,102 (2), 1,885 (8), 1,696 (7), 1,662 (6), 1,478 (5), 1,362 (4), 1,336 (5), 1,262 (6), 1,248 (2), 1,165 (5), 1,050 (2), 1,043 (4), 1,016 (4), 1,004 (2). Dále byl anatas zjištěn v bipyramidálních, 0,1—0,2 mm velkých, safírově modrých krystalech v silně rozloženém biotitu, z něhož jistě vznikl.

Opál a chalcedon. V dutinovitém bílém křemeni se vzácně vyskytly drobounké hrozníčkovité povlaky šedobílého chalcedonu. Narůstají na tenké vrstvičky celistvého, hnědobílého opálu.

„Limonit" vznikl především přeměnou pyritu a markasitu. Vznikly zajímavé kolomorfní zonární struktury, v nichž se střídají vrstvičky různého složení, amorfního siderogélu a krystalického goethitu.

Mangonomelan tvoří drobné hrozníčkovité, šedočerně zbarvené agregáty, povlaky nebo dendrity na puklinách živců i křemene a v dutinách na krystalech těchto minerálů.

Sádrovec se vzácně objevuje v dutinách na živcích a záhnědách v téměř bezbarvých, perleťově lesklých, několik mm dlouhých, sotva 1 mm silných, dvojčatně srostlých krystalech, dále v jemně jehličkovitých bílých agregátech spolu se sekundárními Fe-Mn fosfáty, v práškovitých povlacích na rozloženém ilmenitu a na krystalech andalusitu a pyritu v dutinách křemene. Ve všech případech vznikl přeměnou pyritu.

Halotrichit byl nalezen v rozloženém pyritu, který prostupuje andalusitem. Tvoří bílé, hedvábně lesklé, 2—3 mm dlouhé, setiny mm silné jehličkovité agregáty. Jeho optická data: $\alpha = 1{,}485$, $\gamma = 1{,}491$, $Z{:}c = 31°$. Vznikl přeměnou pyritu.

Závěr

Pegmatity v Hatích u Dolních Borů lze klasifikovat jako ortoklasové, slabě albitizované, s podružnou vzácněprvkovou mineralizací, avšak s velkým počtem minerálů. Dosud zjištěných 81 minerálů je řadí k nejbohatším pegmatitovým lokalitám světa. Vznik většiny z nich je spojen se vznikem albitové zóny těchto pegmatitových těles, pouze primární Fe-Mn fosfáty krystalizovaly v rámci vývoje blokové zóny. Charakteristickými nejvýznamnějšími minerály jsou turma-

lín-skoryl, andalusit, sekaninait, granát, podružnými monazit, oyamalit, ilmenit, sulfidy, vzácnými pak Fe-Mn fosfáty a karbonáty. Z prvků je významná přítomnost B, Al a Fe; podřadnější roli hrají P, REE, Ti, As a S; nepatrně se uplatnily W, Nb, Ta a Li.

Systematický přehled dosud známých minerálů z pegmatitových žil v Hatích u Dolních Borů

Prvky:
- bismut Bi

Sulfidy:
- sfalerit ZnS
- chalkopyrit $CuFeS_2$
- pyrhotin $Fe_{1-x}S$
- covellín CuS
- bismutin Bi_2S_3
- pyrit FeS_2
- markasit FeS_2
- löllingit $FeAs_2$
- arzenopyrit FeAsS
- molybdenit MoS_2
- bournonit $PbCuSbS_3$

Oxidy a hydroxidy:
- korund Al_2O_3
- hematit Fe_2O_3
- ilmenit $FeTiO_3$
- křemen SiO_2
- chalcedon SiO_2
- opál SiO_2+aqua
- rutil TiO_2
- Nb-rutil $(Ti, Nb)_2O_4$
- manganomelan Mn-oxidy
- anatas TiO_2
- wolframit $(Fe, Mn)WO_4$
- diaspor α-AlOOH
- goethit α-FeOOH
- siderogel FeOOH+aqua

Karbonáty:
- siderit $FeCO_3$
- dolomit $CaMg[CO_3]_2$

Sulfáty:
- halotrichit $Fe^{2+}Al_2[SO_4]_4 . 22\ H_2O$
- sádrovec $CaSO_4 . 2\ H_2O$

Wolframáty:
- scheelit $CaWO_4$

Fosfáty, arzenáty:
- trifylín $Li(Fe, Mn)[PO_4]$
- beusit $(Mn, Fe, Ca, Mg)_3[PO_4]_2$
- sarkopsid $(Fe, Mn, Ca)_3[PO_4]_2$
- alluaudit $(Na, Ca, H_2)_{>2}(Fe^{3+}, Mn^{2+})_2[PO_4]_3$
- monazit $Ce[PO_4]$
- wagnerit $Mg_2[F|PO_4]$
- zwieselit $(Fe, Mn)[F|PO_4]$
- triplit $(Mn, Fe)[F|PO_4]$
- scorzalit $(Fe, Mg)Al_2[OH|PO_4]_2$
- rockbridgeit $(Fe^{2+}, Mn)Fe^{3+}{}_4[(OH)_5|(PO_4)_3]$
- augelit $Al_2[(OH)_3|PO_4]$
- apatit $Ca_5[F|(PO_4)_3]$
- skorodit $Fe^{3+}[AsO_4] . 2\ H_2O$
- vivianit $Fe_3[PO_4]_2 . 8\ H_2O$
- parasymplesit $Fe_3[AsO_4]_2 . 8\ H_2O$
- symplesit $Fe_3[AsO_4]_2 . 8\ H_2O$
- fairfieldit $Ca_2(Mn, Fe)[PO_4]_2 . 2\ H_2O$
- earlshannonit $MnFe^{3+}{}_2[OH|PO_4]_2 . 4\ H_2O$
- whitmoreit $Fe^{2+}Fe^{3+}{}_2[OH|PO_4]_2 . 4\ H_2O$
- laueit $MnFe^{3+}{}_2[OH|PO_4]_2 . 8\ H_2O$
- kakoxen $Fe^{3+}{}_4[OH|PO_4]_3 . 12\ H_2O$
- beraunit $Fe^{3+}{}_3[(OH)_3|(PO_4)_2] . 2{,}5\ H_2O$
- pitticit $Fe^{3+}{}_{20}[(OH)_{24}|(AsO_4, PO_4, SO_4)_{13}] . 9\ H_2O$
- jahnsit $(Ca, Mn)MgFe^{3+}[OH|(PO_4)_2] . 4\ H_2O$
- paulkerrit $KTi(Mg, Mn)_2(Fe^{3+}, Mg, Al, Ti)_2[(OH)_3|(PO_4)_4] . 15\ H_2O$
- farmakosiderit $KFe^{3+}{}_4[(OH)_4|(AsO_4)_3] . 7\ H_2O$
- torbernit $Cu[UO_2|PO_4]_2 . 10—12\ H_2O$
- metatorbernit $Cu[UO_2|PO_4]_2 . 8\ H_2O$
- autunit $Ca[UO_2|PO_4]_2 . 10—12\ H_2O$
- metaautunit $Ca[UO_2|PO_4]_2 . 8\ H_2O$

Silikáty:
- almandin-spessartin $(Fe, Mn)_3Al_2[SiO_4]_3$
- oyamalit $(Zr, \ldots)[(Si, P)O_4]$
- andalusit $Al_2[O|SiO_4]$

dumortierit $(Al, Fe)_7[O_3|BO_3(SiO_4)_3]$
sekaninait $Fe_2[Al_4Si_5O_{18}]$
skoryl $NaFe^{2+}{}_3(Al, Fe^{3+})_6[(OH)_4|(BO_3)_3|Si_6O_{18}]$
ferroalumoantofylit ~ $(Mg, Fe)_{6-5}Al_{1-2}[OH|(Al, Si)Si_3O_{11}]_2$
muskovit $KAl_2[(OH, F)_2|AlSi_3O_{10}]$
biotit $K(Mg, Fe, Mn)_3[(OH, F)_2|AlSi_3O_{10}]$
hydromuskovit $(K, H_2O)Al_2[(H_2O, OH)_2|AlSi_3O_{10}]$
montmorillonit $\left\{ \begin{array}{c} (Al_{1,67}Mg_{0,33})\ [(OH)_2|Si_4O_{10}]^{0,33-} \\ Na_{0,33}(H_2O)_4 \end{array} \right\}$
nontronit $\left\{ \begin{array}{c} Fe^{3+}{}_2[(OH)_2|Al_{0,33}Si_{3,67}O_{10}]^{0,33-} \\ Na_{0,33}(H_2O)_4 \end{array} \right\}$
cookeit $\left\{ \begin{array}{c} Al_2[(OH)_2|AlSi_3O_{10}]^{1-} \\ LiAl_2(OH)_6 \end{array} \right\}$
chlorit ~ $\left\{ \begin{array}{c} (Mg, Al)_3[(OH)_2|AlSi_3O_{10}] \\ Mg_3(OH)_6 \end{array} \right\}$
kaolinit $Al_4[(OH)_8|Si_4O_{10}]$
palygorskit $(Mg, Al)_2[OH|Si_4O_{10}] \cdot 2\ H_2O + 2\ H_2O$
ortoklas $K[AlSi_3O_8]$
mikroklin $K[AlSi_3O_8]$
albit $Na[AlSi_3O_8]$
oligoklas An_{10-30}

SUMMARY

Pegmatites in Hatě near Dolní Bory are situated in Moldanubian complex of the Bohemian Massif, 135 km SE of Prague, 55 km NW of Brno, 8 km N of Velké Meziříčí on the northern border of the Bory granulite massif. All the greater pegmatite dykes are nearly of the same direction towards NNW-SSE and the dip of 50—60° towards ENE. The direction and the dip of the individual dykes somewhat vary through the passage. Some of the dykes are more than 1 km long, from several metres up to 30 m thick. The location of the dykes mainly depends on the fold tectonic, but it is also influenced by the fold structures and their fissure system. The pegmatites show a concentric zoning, 4 zones are present: a granitic border zone (1) consists of fine grained oligoclase, orthoclase, quartz, biotite and muscovite; a graphic zone (2) with graphic intergrowths of K-feldspar + quartz or albite + quartz; a central blocky zone (3) consisting of giant blocks of K-feldspar + quartz that is sometimes differentiated into two individual zones of K-felspar + quartz core; the primary Fe-Mn phosphate minerals are associated with this zone; an albite zone (4) consisting of medium to coarse-grained albite, subordinate quartz and muscovite is mostly situated between the graphic pegmatite and the blocky zone. The cavities occur in the blocky and albite zones. Most of the accessory minerals are concentrated within this zone. 81 minerals were discovered in these pegmatites.

K-feldspar is present in the granitic, graphic, and the blocky zone; orthoclase prevails. In the blocky zone it is attended in a small amount by mesomicrocline and sporadically by microline with Δ 0.80. K-feldspar is always perthitic, perthites form veinlets, spindels, rarely film perthites.

Plagioclases in the granitic zone are represented by oligoclase Ab_{80}, in the graphic pegmatite and in the albite zone by albite Ab_{94-100}. In cavities albite crystals often grow orientedly on older orthoclase crystals.

Quartz is present in all zones. It is of white or greyish-white colour, in some blocks of blocky zone rose quartz is present. Smoke-quartz occurs in cavities of the blocky zone; in cavities of the albite zone are usually white quartz crystals; they are often covered by the youngest rocky-quartz.

Biotite is the most widespread mica. It forms fine bands or flakes in the granitic, graphic zone, on the borders of blocky quartz and albite zone leaves up to 10 cm^2 large. Its composition corresponds to siderophyllite-eastonite.

Muscovite is present in smaller amount than biotite. It occurs in the granitic zone, in the quartz-muscovite aggregates connected with the graphic albite pegmatite, and in nests or crystals in the albite zone. Sericite originated by alteration of oligoclase, albite, and K-feldspar.

Tourmaline-schorl is the most common supplementary mineral. It is connected with the metasomatic albite zone. It forms great metacrystals in blocky quartz and K-feldspar, and also in cavities crystals. The younger one is thin, needle-like blue schorl on albite crystals. Chemical analyses of two schorls are given in Tab. 1.

Sekaninaite, the Fe-analogue of cordierite, was described from Dolní Bory as a new mineral. Its conic columnar crystals reached the length up to 70 cm and the width of 30 cm. It is blue, blue-violet but often altered into chlorite or muscovite, ferroalumoanthophyllite, albite + muscovite, and clay minerals. Its chemical analysis is given in Tab. 1.

Ferroalumoanthophyllite occurs together with chlorite on the (001) faces of sekaninaite in greyish-green needles up to 3 cm long and 1—2 mm thick.

Andalusite belongs to the most common accessory minerals. It forms isolated prismatic crystals or columnar aggregates often hypoparallely or divergently grown together, up to 50 cm long, 30 cm thick. It is of rose, red, and brownish-green colours. The rose and red varieties were analysed (see Tab. 1). The higher content of Fe_2O_3 in the red variety results in increasing the refractive indices, higher birefringence, and in stronger pleochroism.

Corundum forms little greyish-blue grains in andalusite.

Dumortierite occurs in one pegmatite only, in K-feldspar of the graphic zone in fine blueish-violet, needle-like aggregates.

Garnet was found in one dyke only; it was in great amount in several places only. It occurred in two forms. Crystals were frequent, fine-grained up to massive aggregates were rare. It is associated with the albite zone, but younger than albite. Its composition corresponds to almandine-spessartine (see Tab. 1).

Zircon — oyamalit. The metamict altered zircon with a high content of P_2O_5, Y_2O_3, CaO forms small crystals of brown colour on K-feldspar.

Monazite forms 1—2 mm small crystals or grains of green colour in andalusite or up to 1 cm black metacrystals on K-feldspars. Microprobe analysis of monazite is given in Tab. 2.

Apatite occurred in various parageneses and in different forms. It was in microscopic irregular grains in the granitic zone. Great specimens of brownish-green apatite may come from the blocky zone; the most frequent are crystals in cavities with albite, from 1 mm up to several cm. The massive greyish-brown apatite was formed by alteration of the primary Fe-Mn phosphate minerals.

Augelite was found together with andalusite, diaspore, hydromuscovite in two, almost white, grains about 1 cm in diameter.

Scorzalite forms fine-grained aggregates or 1—2 mm small grains of blue colour on andalusite. It is a very rare mineral.

Zwieselite is the most common primary Fe-Mn phosphate; it forms little nests of dark brown colour and pitchy luster in the blocky quartz. It is altered into apatite, siderite, and a number of secondary Fe-Mn phosphates. Its chemical composition is given in Tab. 3.

Triplite, the Mn-analogue of zwieselite is very rare mineral. In comparison with zwieselite it is of lighter brown colour.

Triphylite, the only primary Li-mineral of these pegmatites, occurred rare in little crystals in quartz or in nests of several cm^3 large in feldspars. It is of light grey colour. With triphylite intergrows sarcopside. Chemical analysis of these both minerals is given in Tab. 3, microprobe analysis of triphylite in Tab. 4.

Sarcopside forms in triphylite light rosy-brown exolution lamellae. Microprobe analysis of sarcopside is given in Tab. 4.

Beusite was found in one specimen only. It forms a grain of volume 2 cm^3 of light brown colour in feldspar. Microprobe analysis is given in Tab. 5.

Alluaudite occurred on the border of triphylite grain, at its contact with albite and muscovite in a rim thick only several tenths of mm. Alluaudite is of blacky-green

colour, very fine grained or massive. Its origin is connected with albitization — Na--metasomatism.

Rockbridgeite was, next to zwieselite, the most Fe-Mn abundant phosphate. It formed the clusters up to 3 cm great together with another phosphates, namely in the cavities originated by leaching the primary Fe-Mn phosphates. The younger rockbridgeite II occurs in the leached cavities of this rockbridgeite. Rockbridgeite I is black-green, fine-grained, rockbridgeite II is greyish-green, in very fine radially fibrous aggregates. Rockbridgeite I most probably originated by hydrothermal alteration of zwieselite, but the possibility of its origin from triphylite cannot be excluded. Rockbridgeit I was then altered into a number of secondary Fe-Mn phosphates and consequently into the rockbridgeite II.

Vivianite occurred in zwieselite, triphylite, greyish-brown apatite and quite alone in small cavities too. It forms fine imperfectly developed crystals or powdered coatings of blue colour. It belongs to the oldest secondary Fe-Mn phosphates, it is never found in association with the youngest phosphate minerals — beraunite, jahnsite, paulkerrite, earlshannonite, whitmoreite, and cacoxenite.

Fairfieldite was found in one sample only. It forms yellowish-white radial aggregates, only 0.5 mm long.

Laueite occurs together with rockbridgeite, beraunite, paulkerrite, and earlshannonite. It forms shortly prismatic or tabular crystals, 0.8 mm long, often hypoparallely grown together.

Beraunite is represented by two different coloured varieties, namely by a more rare one of redish-brown colour and by a more common one of green colour. Both of them form the needle-like crystals in cavities; the coatings of dark green beraunite on the cracks of quartz in the vicinity of other Fe-Mn phosphates are common.

Jahnsite forms 0.2 mm long, imperfectly developed, shortly prismatic crystals of yellowish-brown colour in cavities of rockbridgeite I together with rockbridgeite II, paulkerrite, and beraunite.

Earlshannonite was found in one specimen only. It is fine, needle-like almost massive, of yellow colour. It belongs to the youngest secondary Fe-Mn phosphates. Dolní Bory is the third known place of occurrence of this mineral in the world.

Whitmoreite forms crystals 0.1—0.3 mm long and maximally 0.1 mm thick of dark brownish-green colour in cavities left by the leached primary phosphates. It is very rare.

Paulkerrite forms yellowish-white thin tabular up to lamelar crystals 0.1—0.3 mm in size, usually connected in fine crystalline aggregates. It originated as one of the last secondary Fe-Mn phosphates. It occurs with rockbridgeite I and II, jahnsite, laueite, wagnerite, gypsum, and beraunite. Dolní Bory is the second place of occurrence of this mineral.

Cacoxenite was found in several handspecimens only and namely in thin coatings on quartz. It is finely fibrous, spherolitic. The fibres of spherolites of golden-yellow colour do not exceed the length of 0.1 mm.

Wagnerite is a rare mineral. It was found in association with garnet, pyrite, and secondary Fe-Mn phosphates in cavities. It forms needle-like or fine-grained aggregates of greyish-white colour.

Wolframite is of two types. Wolframite I forms tabular crystals up to 2 cm in size in the andalusite + quartz $\pm$ diaspore aggregate. Wolframite II is a microscopic phase replacing the primary W,Fe-niobate; it is associated with Ti-niobate, Sc-phosphate, Nb-rutile, and scheelite. Chemical analyses of both wolframites are given in Tab. 6.

Ilmenite covers the cleavage faces of K-feldspar and albite in plates almost 0.7 cm thick, 30 cm^2 large. Chemical analysis of ilmenite is given in Tab. 6.

Nb-rutile replaces W,Fe-niobate and forms also little crystals on feldspars. Rutile occurs in small crystals on albite, K-feldspar, and smoke-quartz.

Haematite forms thin veinlets in ilmenite or isolated up to 1 mm crystals in size on albite.

Bismuth is a rare mineral. It is usually ingrown in andalusite, löllingite, and quartz.

Bismuthinite forms narrow rims along native bismuth, replacing it.

Löllingite is the best known ore mineral of this locality. It forms cumulations of dimension up to 0.5 m, usually quite on its own; rarely other sulphide minerals, arsenopyrite, garnet, andalusite, and schorl occur with it.

Arsenopyrite is a rare mineral, very similar to löllingite.

Pyrite is the most widespread sulphide mineral. It occurs in cavities with common pegmatite minerals or with löllingite, garnet, andalusite, sekaninaite, Fe-Mn phosphates, clay minerals, and carbonates. It forms crystals, fine-grained, and compact aggregates. It is sometimes limonitized.

Marcasite is a very rare mineral associated with pyrite, often altered into limonite.

Chalcopyrite is represented in a quite small quantity.

Covellite covers in thin rims chalcopyrite or goes into it in thin veinlets.

Sphalerite was found in several specimens only, in dark brown tetrahedric crystals in cavities, and in intergrowths with garnet crystals. Its chemical analysis is given in Tab. 7.

Molybdenite forms small flakes in löllingite and quartz. It is a rare mineral.

Bournonite occurred in cavities with albite and many other minerals. Only two crystals were found.

Dolomite occurs in two generations. The older one is represented by a fine-grained almost massive dolomite of greyish-white colour that forms tabular crystals in cavities. The younger one forms small rhombohedrons. It belongs to Fe-dolomite (see Tab. 8).

Siderite forms tabular crystals up to 1 cm size of brown, brownish-green colour in the feldspars cavities. By its composition belongs to Mg-siderite (see Tab. 8).

Scorodite, parasymplesite, symplesite, pharmacosiderite, and pitticite originated by the alteration of löllingite.

Autunite, metaautunite, torbernite, and metatorbernite originated by the alteration of U-minerals, most probably of monazite.

Chlorites originated by the alteration of biotite, sekaninaite, and ferroalumoanthophyllite.

Cookeite was found only on dumps in bulbs of several cm^3 in size. Primary Li-mineral, from which it could originate, is unknown here.

Hydromuscovite is associated with diaspore in andalusite or with albite in cavities.

Montmorillonite with illite forms compact aggregates of greyish-green colour in cavities or coatings on feldspars.

Kaolinite is present in cavities of löllingite and feldspars.

Nontronite forms compact aggregates of yellowish-green colour in cavities.

Palygorskite is a rare mineral; it was found in cavities.

Diaspore is associated with andalusite, forms cleavage plates of yellowish-white colour on it. Diaspore is younger than andalusite, it replaces it.

Anatase occurred in black tabular crystals 0.2—0.4 mm in size on muscovite and albite crystals, and in very little bipyramidal blue crystals as altered product of biotite.

Opal and chalcedony occur rarely in cavities of quartz.

Limonite — goethite and siderogel — originated by oxidation of pyrite and marcasite.

Manganomelane, forming thin coatings, is rather rare.

Gypsum is rare. It occurred in cavities with smoky-quartz and secondary Fe-Mn phosphates. It is formed by the decomposition of pyrite.

Halotrichite is a rare oxidation product of pyrite. It forms white, silky fibers.

The Dolní Bory-Hatě pegmatite dykes can be classified as rather albitized orthoclase pegmatites with subordinate rare-metal mineralization, but with a great number of minerals. 81 minerals have been found in these pegmatites so far. Most of them are geneticaly connected with an albite zone, only Fe-Mn phosphates originated in the blocky zone. The characteristic minerals of these pegmatites are tourmaline — schorl, andalusite, sekaninaite, garnet subordinate, monazite, oyamalite, ilmenite, sulphides, rare Fe-Mn phosphates and carbonates.

LITERATURA

ANDERSEN, O., 1931: Discussion of certain phases of the genesis of pegmatites. *Norsk. Geol. Tidskr.*, 12:1—56.

ČERNÝ, P., 1971: Graphic intergrowth of feldspars and quartz in some Czechoslovak pegmatites. *Contr. Miner. Petrol.*, 30:343—355.

DUDA, J., 1986: Pegmatity v borském granulitovém masívu. *Sbor. geol. Věd, ložisk. Geol., Mineral.*, 27:157—202.

FERSMAN, A. J., 1940: Pegmatity. Moskva.

FIALA, J., MATĚJOVSKÁ, O., VAŇKOVÁ, V., 1987: Moldanubian granulites and related rocks: petrology, geochemistry and radioactivity. *Rozpravy ČSAV, ř. mat. a přír. věd*, 97:3—102.

FORSTER, A., STRUNZ, H., TENNYSON, CH., 1967: Die Pegmatite des Oberpfälzer Waldes, insbesondere der Pegmatit von Hagendorf-Süd. *Aufschluss, Sonderheft*, 16: 137—198.

FRONDEL, C., 1949a: The dufrenite problem. *Amer. Mineral.*, 34:513—540.

FRONDEL, C., 1949b: Wolfeite, xantoxenite, and whitlockite from the Palermo mine, New Hampshire. *Amer. Mineral.*, 34:692—705.

GINZBURG, A. I., 1952: O fosfatach v granitnych pegmatitach. *Trudy Miner. muz. AN SSSR*, 4:36—62.

GINZBURG, A. I., 1954: O processach okislenija fosfatov železa v granitnych pegmatitach. *Trudy Miner. muz. AN SSSR*, 6:49—70.

HEINRICH, E. W., 1950: Cordierite in pegmatite near Micanite, Colorado. *Amer. Mineral.*, 35:173—184.

ITO, T., MINATO, H., SAKURAI, K., 1954: Parasymplesite, a new mineral polymorphous with symplesite. *Proc. Japan. Acad.*, 30:318—324.

KAŠPÁREK, A., NĚMEC, D., 1951: Wolframit a autunit z Dolních Borů. *Sbor. Kl. přír. v Brně*, 28:76—80.

KONTA, J., 1957: Jílové minerály Československa. Nakl. ČSAV. Praha.

LINDBERG, M. L., 1949: Frondelite and the frondelite-rockbridgeite series. *Amer. Mineral.*, 34:541—549.

MICHEJEV, V. I. 1957: Rentgenometričeskij opredělitěl miněralov. Gosgeoltechizdat. Moskva.

MOORE, P. B., 1973: Pegmatite phosphates: descriptive mineralogy and crystal chemistry. *Miner. Record, May—June:* 103—130.

MOORE, P. B., 1974: Jahnsite, segelerite, and robertsite, three new transition metal phosphate species. III. Isotypy of robertsite, mitridatite, and arseniosiderite. *Amer. Mineral.*, 59:48—59.

MOORE, P. B., 1982: Pegmatite minerals of P (V) and B (III). *Mineral. Assoc. Canad., Short course handbook*, 8:267—291.

MOORE, P. B., ITO, T., 1978: Whiteite, a new species, and a proposed nomenclature for the jahnsite-whiteite complex series. II. New data on xantoxenite. III. Salmonsite discredit. *Miner. Mag.*, 42:309—323.

MOORE, P. B., KAMPF, A. R., IRWING, A. J., 1974: Whitmoreite, $Fe^{2+}Fe^{3+}{}_2(OH)_2(H_2O)_4[PO_4]_2$, a new species: its description and atomic arrangement. *Amer. Mineral.*, 59:900—905.

MÜCKE, A., 1981: The parageneses of the phosphate minerals of the Hagendorf pegmatite. A general view. *Chem. Erde*, 40:217—234.

MÜCKE, A., KECK, E., HAASE, J., 1990: Die genetische Entwicklung des Pegmatits von Hagendorf-Süd/Oberpfalz. *Aufschluss*, 41:33—51.

NĚMEC, D., 1954: Paralelnyje srostki kristallov kvarca iz pegmatitov bliz děrevni Dolnyje Bory v Moraviji (Čechoslovakija). *Zap. Vses. Miner. Obšč.*, 83:212—217.

NĚMEC, D., 1974: Gold in den Pyriten einiger tschechoslowakischen Vorkommen. *Mineralia Slov.* 6:151—154.

NĚMEC, D., 1976: Versuch einer paragenetischen Analyse der Pegmatite Böhmens und Mährens. *Chem. Erde*, 35:126—157.

NĚMEC, D., 1977: Carbonates of the pegmatites from Dolní Bory. *N. Jb. Miner., Mh.*, 11:517—521.

NĚMEC, F., 1935: Nové nálezy nerostné od Dol. a Hor. Borů u Vel. Meziříčí (západní Morava). *Věda přír.*, 16:281—282.

NOVÁK, M., JILEMNICKÁ, L., 1988: Ilmenite from pegmatites of western Moravia. *Čas. mineral. geol.*, 33:411—417.

NOVÁK, M., ŠREIN, V., 1989: Chemical composition and paragenesis of wolframite from the Dolní Bory pegmatites, western Moravia, Czechoslovakia. *Acta Univ. Carol., Geol., Čech Volume:* 495—500.

PALACHE, CH., BERMAN, H., FRONDEL, C., 1951: The Dana's system of mineralogy. II. New York.

PAVLÍČKOVÁ, B., 1970: Jílové minerály z pegmatitů u Dolních Borů. MS, dipl. práce, přír. fak. UJEP v Brně: 4—60.

PEACOR, D. R., DUNN, P. J., SIMMONS, W. B., 1984a: Paulkerrite, a new titanium phosphate from Arizona. *Miner. Record,* 15:303—306.

PEACOR, D. R., DUNN, P. J., SIMMONS, W. B., 1984b: Earlshannonite, the Mn analogue of whitmoreite, from North Carolina. *Canad. Mineral.,* 22:471—474.

POVONDRA, P., 1981: The crystal chemistry of tourmalines of the schorl-dravite series. *Acta Univ. Carol., Geol.;* 223—264.

ROSICKÝ, V., 1925: Mineralogické zprávy z Moravy. *Čas. Mor. zem. muz.,* 22:138—158.

SEKANINA, J., 1928: Nerosty moravských pegmatitů. *Čas. Mor. zem. muz.,* 26:113—224.

SEKANINA, J., 1933: Příspěvky k mineralogii moravských pegmatitů. *Spisy vyd. přír. fak. MU,* 180:3—26.

SHIBATA, H., 1936: Graphic intergrowth of cordierite and quartz in pegmatites from Sasago and Dosi, province of Kai, Japan. *Jap. Journ. Geol. Geogr.,* 13:205—229.

SCHMETZER, K., TREMMEL, G., BARTELKE, W., 1980: Eine Paragenese seltener Minerale aus Bou-Azzer, Marokko: Parasymplesit, Symplesit, Schneiderhöhnit, Karibibit. *N. Jb. Mineral., Abh.,* 138:94—108.

STANĚK, J., 1953: Příspěvky k mineralogii některých západomoravských pegmatitů. *Acta Mus. mor.,* 38:112—129.

STANĚK, J., 1954: Petrografie a mineralogie pegmatitových žil u Dolních Borů. *Práce Brněn. zákl. ČSAV,* 26, 7:1—43.

STANĚK, J., 1965: První výskyt wagneritu v Československu. *Acta Mus. mor., Sci nat.,* 50:67—70.

STANĚK, J., 1966: První výskyt scorzalitu v Československu. *Acta Mus. mor., Sci nat.,* 51:61—63.

STANĚK, J., 1966: Studium fosfátů z pegmatitů od Dolních Borů na západní Moravě. *Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Brun., Geol.,* 7, 11:63—75.

STANĚK, J., 1967: Trifylin, sarkopsid a alluaudit z pegmatitů od Dolních Borů na západní Moravě. *Acta Mus. mor., Sci. nat.,* 52:35—42.

STANĚK, J., 1968: Železnatomanganové fosfáty západomoravských pegmatitů. MS, habilitační spis, přír. fak. UJEP v Brně: 1—102.

STANĚK, J., 1969: Výskyt bournonitu v pegmatitech u Dolních Borů. *Čas. mineral. geol.,* 14:355—357.

STANĚK, J., 1970: Kakoxen und Xathoxen von Dolní Bory. *Acta Mus. mor., Sci. nat.,* 55:5—12.

STANĚK, J., 1983: Iron-manganese phosphate minerals from the Dolní Bory pegmatite. *Acta Mus. mor., Sci. nat.,* 68:7—22.

STANĚK, J., 1987: Nejvýznamnější mineralogické objevy na Moravě v rozmezí let 1981 až 1986. *Sbor. příspěvků z II. celostát. konference mineralogů a petrologů v Blansku:* 118—121.

STANĚK, J., 1988: Paulkerrite and earlshannonite from pegmatite near Dolní Bory (western Moravia, Czechoslovakia). *Acta Mus. mor., Sci. nat.,* 73:29—34.

STANĚK, J., 1990: Beusit z Dolních Borů. *Mega-membrány, ekologie, geologie, analytika,* 14, 3:106—111.

STANĚK, J., MIŠKOVSKÝ, J., 1968: Sekaninaite, a new mineral. IMA, schválení nového minerálu.

STANĚK, J., MIŠKOVSKÝ, J., 1975: Sekaninaite, a new mineral of the cordierite series, from Dolní Bory, Czechoslovakia. *Scripta Fac. Sci. Nat. UJEP Brun., Geol.* 1, 5:21—30.

STANĚK, J., STEJSKAL, V., 1989: Mineralogical-chemical characteristics of carbonates from pegmatites near Dolní Bory, western Moravia. *Acta Mus. mor., Sci. nat.*, 74:53—58.

STAŇKOVÁ, J., 1982: „Dist-sillimanite": its importance for assessment of polyphase metamorphism in the leptynite body near Bory, Czechoslovakia. *Krystalinikum*, 16:53—66.

STEJSKAL, J., 1925: Geologické poměry v oblasti mezi Bory a Velkým Meziříčím. *Práce Mor. přír. spol., II*, 9:223—270.

STEJSKAL, V., 1977: Mineralogicko-chemický výzkum žilných karbonátů ložiska uranových rud Zálesí a pegmatitů od Dolních Borů. MS, rigorosní disertace, přír. fak. UJEP v Brně: 1—92.

STRUNZ, H., 1966: Mineralogische Tabellen. 4. Auflage. Leipzig.

STRUNZ, H., 1978: Mineralogische Tabellen. 7. Auflage. Leipzig.

SUESS, F. E., 1895: Vorläufiger Bericht über die geologischen Aufnahmen im östlichen Teile des Kartenblattes Groß-Meseritsch in Mähren. *Verh. d. k. k. Geolog. Reichsanstalt:* 97—106.

SUESS, F. E., 1900: Der Granulitzug von Borry in Mähren. *Jb. d. k. k. Reichsanstalt*, 50:615—648.

SUESS, F. E., 1906: Erläuterungen zur geologischen Karte Gross-Meseritsch. *Geolog. Reichsanstalt in Wien:* 1—48.

TRDLIČKA, Z., 1971: Mineralogicko-chemické studium hydrotermálních karbonátů kalcitové a dolomitové řady ČSSR. MS, kandidát. disertace, přír. fak. UK v Praze.

VLASOV, K. A., 1952: Těksturno-paragenětičeskaja klassifikacija granitnych pegmatitov. *Izv. AN SSSR, ser. geol.:* 30—55.

VYSLOUŽIL, J., 1928: Löllingit z pegmatitu od Dolních Borů. *Příroda*, 21:84.