

PETROGRAFICKÁ VARIABILITA TĚŠÍNITOVÉHO TĚLESA V BLUDOVICÍCH U NOVÉHO JIČÍNA (SLEZSKÁ JEDNOTKA, VNĚJŠÍ ZÁPADNÍ KARPATY)

Petrographic variability of a body of teschenite from the site Bludovice near Nový Jičín (Silesian Unit, Outer Western Carpathians)

Kristýna Schuchová, Kamil Kropáč, Zdeněk Dolníček, Tomáš Lehotský

Katedra geologie PřF UP, 17. listopadu 1192/12, 771 46 Olomouc; e-mail: kamil.kropac@upol.cz

(25-21 Nový Jičín)

Key words: teschenite, Silesian Unit, Flysch Belt, Outer Western Carpathians

Abstract

A petrographically complex teschenite sill occurs 800 m south-eastern from the village of Bludovice near Nový Jičín. The rocks are composed mainly of chemically zonal clinopyroxene (diopside core – Fe-rich diopside or Mg-rich hedenbergite rim) and clin amphibole (kaersutite or ferrokaersutite core – hastingsite or ferropargasite rim) phenocrysts which range up to few cm in size, apatite, biotite, opaque minerals and bright gray to pinkish matrix. Main constituents of the matrix are alkali feldspars and analcime which are accompanied by secondary minerals (titanite, chlorite, prehnite, carbonates, epidote, and hydrated iron oxide-hydroxides). In this paper, we characterize various rock types of analcime-rich teschenites and thus try to elucidate petrographic variability of the teschenite body from Bludovice. Based on the mineral composition, texture, and geological position, four types of teschenites were distinguished: (I) leucocratic ($M' = 28-35$) medium- to coarse-grained teschenites with pyroxene and amphibole phenocrysts; (II) mesocratic to melanocratic ($M' = 46-66$) fine- to medium-grained pyroxene-amphibole to amphibole-pyroxene teschenites; (III) nests of leucocratic ($M' = 20-21$) fine-grained pyroxene teschenite; and (IV) dykes of leucocratic to mesocratic amphibole-pyroxene to amphibole ($M' = 22-38$) teschenite. Large petrographic variability resulted from processes of magmatic differentiation (fractional crystallisation, gravitational differentiation, and irregular distribution of volatile components) and subsequent hydrothermal alteration. Leucocratic nests and dykes represent most differentiated parts of the teschenite body.

Úvod

Ve starém opuštěném lomu poblíž Bludovic u Nového Jičína vystupuje těšinitové těleso, které se vyznačuje neobyčejnou petrografickou variabilitou. V několika nesouvislých odkryvech se zde vyskytují těšinity s výrazně odlišnou barvou, zrnitostí i zastoupením felzických a mafických komponent. Značná proměnlivost ve stavbě a složení místních vyvěřelin neunikla pozornosti autorů klasických prací o těšinitách jako byl Klvaňa (1897) nebo Pacák (1926). Klvaňa (1897) doslova napsal: „*Hřbet od Čertova mlýna k Bludovicům se táhnoucí z počátku úplně jen z tešenitů se skládá a protože zalesněn jest, nejlépe se o tom na pokraji lesa přesvědčíme. Tešenit sám je rozmanitý, ale celkem poměrně velmi čerstvý. Na jednom místě vzat kus, kterýž ve tmavošedé, hrubozrnné hmotě obsahoval černá a bělavější místa. Uvnitř bylo mnoho skvrn bělavých a růžových, jež na povrchu šedými se jevila. Jiný ještě čerstvější kus obsahoval skoro černou hmotu se třpytnými průseky amfibolu as 3 mm dlouhými.*“ Podrobnější dokumentace a popis však chybějí. Předkládaná práce se zabývá petrografickou charakteristikou zmíněných světlých a tmavých typů těšinitů na lokalitě a objasněním jejich vzájemných vztahů.

Geologická situace

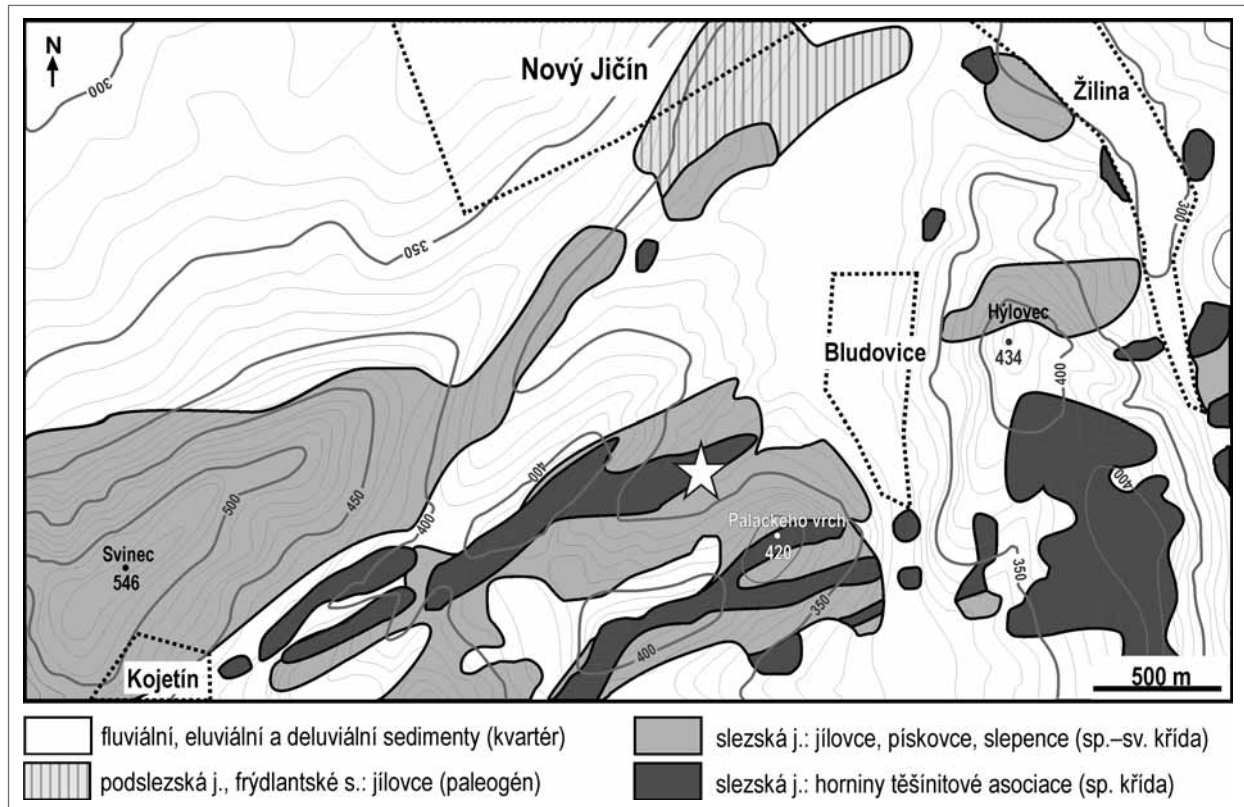
Horniny těšinitové asociace představují heterogenní skupinu alkalických intermediálních až ultrabazických magmatitů zahrnující těšinity, pikrity, monchiquity a bazalty. Tyto vyvěřeliny se vyskytují v podobě žilných a výlevných těles v pásu přes 100 km dlouhém, který se táhne od města Hranice přes Český Těšín až po Bielsko-Biala v Polsku (Pacák 1926; Šmíd 1978; Hovorka – Spišiak 1988; Dostal – Owen 1998; Wlodyka – Karwowski 2004;

Buriánek – Bubík 2012). Z regionálněgeologického hlediska se tělesa hornin těšinitové asociace řadí do slezské jednotky flyšového pásma Západních Karpat. K magmatickým intruzím a podmořským výlevům lávy docházelo současně s ukládáním sedimentů hradištského souvrství, jež probíhalo v časovém úseku valangin až střední/svrchní apt (Eliáš et al. 2003). Radiometrická datování hornin těšinitové asociace na polské straně indikují, že hlavní fáze magmatické aktivity probíhaly přibližně v rozmezí 125–120 Ma (Lucińska-Anczkiewicz et al. 2002; Grabowski et al. 2003; Szopa et al. 2014).

V zájmové oblasti j. od Nového Jičína vystupuje těšinitová ložní žíla, jejíž průběh lze vysledovat v délce cca 1 km od Bludovic na SV až k vodní nádrži Čerták u Čertova mlýna na JZ (Klvaňa 1897; Pacák 1926; Šmíd 1978). Studovaná lokalita se nachází ve v. části žilného tělesa (obr. 1).

Metodika

V terénní etapě proběhla podrobná geologická dokumentace tělesa těšinitů ve starém lomu u Bludovic. Na lokalitě byly studovány jednotlivé odkryvy a odebrány reprezentativní horninové vzorky. Vybírány byly těšinity co nejčerstvějšího vzhledu, které se od sebe lišily svou zrnitostí, strukturou nebo barvou (textura vzorků byla ve všech případech všesměrná). U leukokratických až mesokratických žil protínajících tmavší partie těšinitového tělesa byla provedena strukturně-tektonická měření geologickým kompasem. Odebrané vzorky byly makroskopicky popsány a následně z nich byly na Katedře geologie PřF UP v Olomouci zhotoveny leštěné výbrusy. Tyto preparáty byly studovány pomocí klasické mikroskopie v polarizovaném světle (v módu PPL – s vysunutým analyzátořem a XPL –



Obr. 1: Schematická geologická mapa okolí Bludovic. Pozice studované ložní žíly těšinitu je označena hvězdičkou. Upraveno podle Rotha (1989) a Pálenského (1996).

Fig. 1: A schematic geological map of surroundings of the village of Bludovice. Position of the studied teschenite sill is marked with an asterisk. Modified according to Roth (1989) and Pálenský (1996).

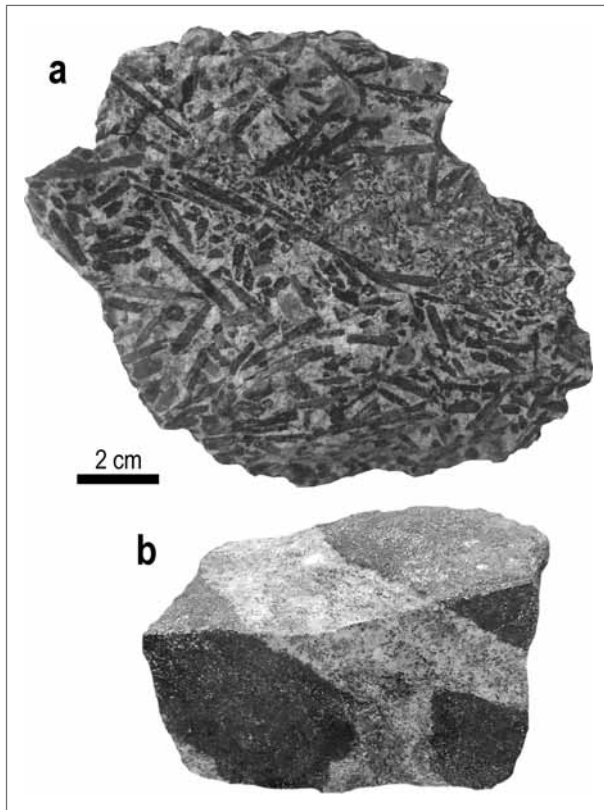
se zasunutým analyzátořem) a jejich modální složení bylo určeno planimetrickou analýzou (průměrně 1 000 bodů na jeden výbrus). Při výpočtu mafického indexu (M') byly k tmavým součástem řazeny primární mafické minerály, pseudomorfozy chloritu po vyrostlicích mafických minerálů a opakní minerály. Používané zkratky minerálů jsou podle Kretze (1983).

Následně byl stanoven chemismus pyroxenů a amfibolů. Leštěné výbrusy byly nejprve napařeny grafitem a vlastní WDX analýzy byly provedeny s pomocí elektronové mikrosondy Cameca SX-100 na společném pracovišti elektronové mikroskopie a mikroanalýzy ÚGV PrF MU a ČGS v Brně (analytik dr. P. Gadas) za podmínek: napětí 15 kV, proud 10 nA, šířka elektronového svazku 5 μm . Jako standardy byly použity syntetické fáze a dobře definované minerály. Klinopyroxeny byly klasifikovány podle Morimota et al. (1988). Jejich empirické vzorce byly přepočítány na 6 atomů kyslíků a obsahy Fe^{2+} a Fe^{3+} rozpočítány normalizací na 4 kationty (Droop 1987). K pojmenování klioamfibolů byla využita klasifikace Leakeho et al. (1997). Empirické vzorce amfibolů byly přepočteny na 23 atomů kyslíku, přičemž dvojmocné a trojmocné železo bylo rozpočítáno dle doporučení Schumachera (1997) metodou 13eCNK.

Terénní výzkum

Ve starém lomu situovaném cca 800 m jz. od kaple sv. Michala v Bludovicích (GPS souřadnice: N 49°34'15,330" E 18°0'45,379") bylo dokumentováno celkem sedm větších

nesouvislých odkryvů. Přesná pozice odkryvů v rámci žilného tělesa není zřejmá. V prostoru lokality lze nalézt těšinity s různým zastoupením světlých a tmavých minerálů, zrnitosti a geologickou pozicí. Na základě těchto kritérií lze specifikovat čtyři základní horninové typy. Nejběžnější typ (I) představují převážně leukokráttní středně zrnité až hrubozrnné pyroxenicko-amfibolické až amfibolicko-pyroxenické těšinity s porfyrickou strukturou a všesměrně zrnitou texturou, někdy s náznaky fluidálního uspořádání vyrostlic (obr. 2a). Makroskopicky jsou v hornině na první pohled patrné černé vyrostlice pyroxenů a amfibolů o velikosti až 5 cm. Základní hmota je béžové až světle šedé barvy s růžovým nádechem a na jejím minerálním složení se podílejí především živce a analcim. S přibývajícím množstvím tmavých minerálů se hornina postupně stává mesokráttní až melanokráttní. Takové horniny jsou jemnozrnné až středně zrnité, mají porfyrickou nebo stejnoměrně zrnitou strukturu a masivní texturu (typ II). Často lze pozorovat ostré přechody mezi světlými (I) a tmavými (II) typy a jejich relativní stáří tedy nelze na lokalitě jednoznačně posoudit. Výrazně leukokráttní těšinity se objevují v podobě jemnozrnných „hnízd“ (typ III) o velikosti až 5 cm uzavřených v hrubozrnnějších tmavších typech nebo jako leukokráttní až mesokráttní žíly (typ IV) o mocnosti 0,5–10,0 cm, které prorážejí jemnozrnné až středně zrnité melanokráttní partie těšinitového tělesa (obr. 2b). Tyto leukokráttní žíly mají orientaci S–J, případně SSV–JJZ, se sklonem cca 70° k Z, resp. k ZSZ.



Obr. 2: Vzorky studovaných analcimem bohatých těšinitů: a – převážně leukokráttní hrubozrnný těšinit s porfyrickými vyrostlicemi pyroxenu a amfibolu (typ I); b – leukokráttní žíla (typ IV) pronikající jemnozrnný melanokráttní těšinit (typ II).

Fig. 2: Samples of investigated analcime-rich teschenites: a – leucocratic coarse-grained teschenite with phenocrysts of pyroxene and amphibole (Type I); b – leucocratic dyke (Type IV) hosted by fine-grained melanocratic teschenite (Type II).

Charakteristika minerální asociace

Variabilita v zastoupení hlavních minerálů v různých typech těšinitů je markantní také ve výbrusech pod mikroskopem (obr. 3a). Mafické minerály ve vzorcích

reprezentují zejména porfyrické vyrostlice klinopyroxenů a klioamfibolů, ve vedlejším až akcesorickém množství pak apatit, biotit a opakní minerály. Felzické minerály zastupují především alkalické živce a analcim v základní hmotě (tab. 1).

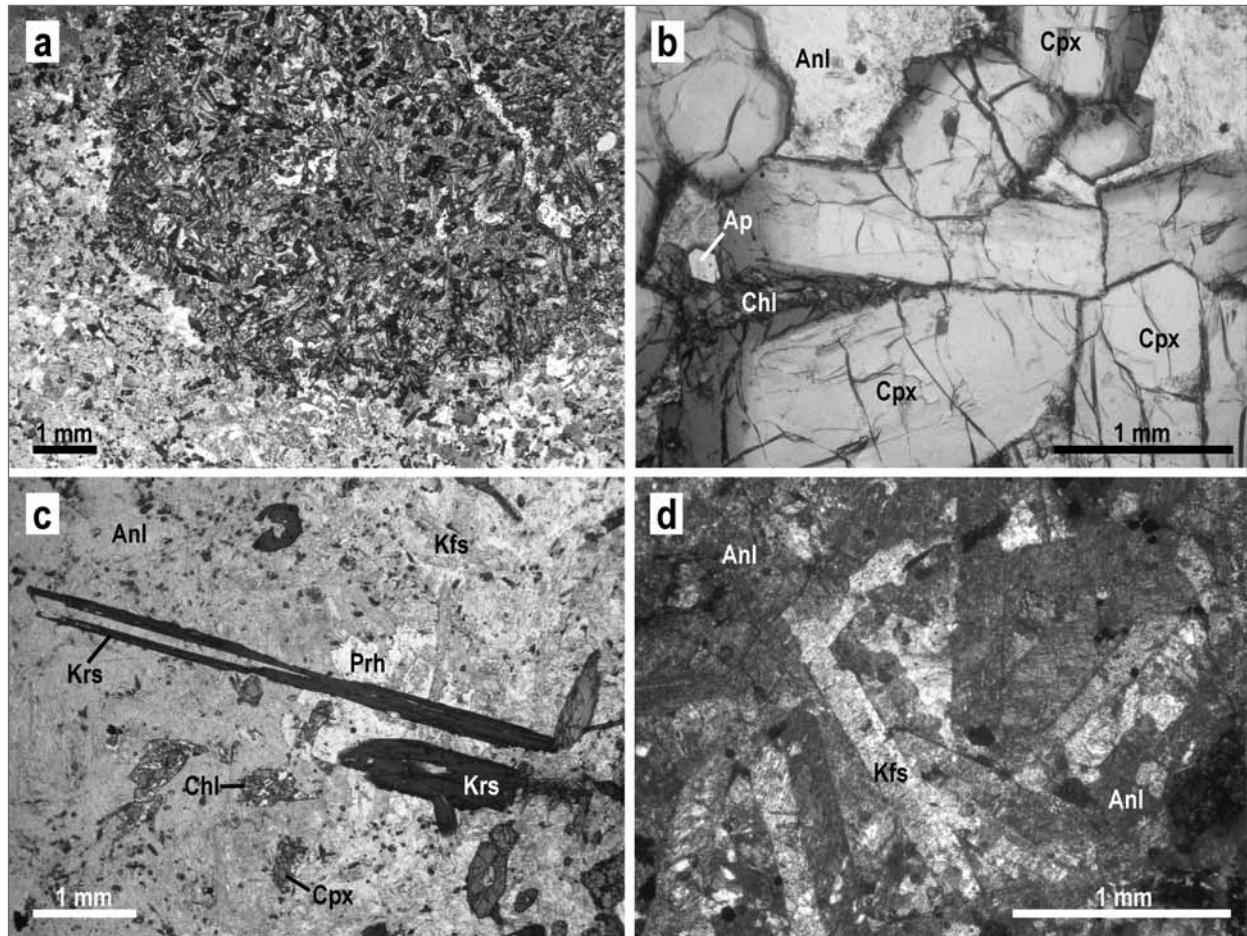
Zastoupení pyroxenu v leukokráttních až melanokráttních těšinitech typu I a II je velmi proměnlivé a pohybuje se v rozmezí 5,8–40,3 obj. % (tab. 1). Obecně se množství pyroxenu v hornině mírně zvyšuje s nárůstem mafického indexu, ale zároveň může být dramaticky sníženo intenzitou druhotných přeměn (viz vzorek č. 6). Relativně nízké obsahy pyroxenu byly zaznamenány také v melanokráttním vzorku č. 7, a to v důsledku nahloučení opakních minerálů. V leukokráttních hnízdech (typ III) a leukokráttních až mesokráttních žilách (typ IV) je pyroxen zastoupen obecně méně (5,7–16,4 obj. %), případně v některých vzorcích zcela chybí (viz tab. 1). Vyrostlice klinopyroxenu mají ve výbrusech automorfní omezení a krátce sloupcovitý habitus. V hornině jsou rovnoměrně distribuovány nebo tvoří hrubozrnnější shluky v melanokráttních partiích (vzorek č. 10; obr. 3b). Jejich velikost se ve výbrusu pohybuje nejčastěji v rozmezí 1,5–3 mm. Při pozorování v PPL je u klinopyroxenu dobře patrná štěpnost podle {110} a růstová zonálnost, kdy střed vyrostlic je slabě narůžovělý, zatímco okraje jsou růžovohnědé až sivě zelené a pleochroické v odstínech těchto barev. V XPL jeví klinopyroxen střední dvojlom a často také strukturu „přesýpacích hodin“. Zháší šikmo vůči protažení i štěpným trhlinám ($n_{y/c} = \sim 42^\circ$). Na základě WDX analýzy (tab. 2) bylo zjištěno, že středy zrn pyroxenů svým chemismem odpovídají diopsidu ($X_{Mg} = 0,87–0,92$) se zvýšenými obsahy Ti, Fe^{3+} a Al, zatímco okraje pyroxenů jsou více nabohacené na Fe^{2+} a lze je klasifikovat jako železem bohatý diopsid až hořčíkem bohatý hedenbergit ($X_{Mg} = 0,36–0,54$). Okraje vyrostlic pyroxenů bývají slabě postiženy chloritizací a někdy limonitizací. V leukokráttních hnízdech a žilkách je intenzita chloritizace podstatně silnější, k vidění jsou zde částečné až úplné pseudomorfozy chloritu po pyroxenu.

Tab. 1: Zastoupení horninotvorných minerálů v jednotlivých typech těšinitů z lokality Bludovice (v obj. %).

Tab. 1: Modal composition of various types of teschenites from the site Bludovice (mod. %).

Typ	I		II					III		IV			
	hornina		hornina					hnízdo		žíla			
Pozice	leukokráttní		mesokráttní až melanokráttní					leukokráttní		leukokráttní až mesokráttní			
Tmavost	leukokráttní		mesokráttní až melanokráttní					leukokráttní		leukokráttní až mesokráttní			
Zrnitost	hrubo-	středně-	středně zrnitá až jemnozrnná					jemnozrnná		středně-	jemnozrnná		
Vzorek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
pyroxen	11,7	18,9	19,3	21,3	40,3	5,8	9,4	–	5,7	6,6	16,4	–	–
amfibol	6,9	5,5	12,4	7,6	12,4	14,9	18,9	–	–	4,7	3,8	31,2	9,8
apatit	3,5	1,3	1,7	3,2	–	0,4	–	–	0,5	5,4	3,3	–	–
biotit	–	–	–	–	–	–	–	1,0	–	–	–	–	–
živce	46,8	44,0	25,9	31,3	11,6	5,2	7,6	53,0	54,3	35,0	44,4	26,0	25,9
analcim	12,5	16,0	15,2	19,8	5,4	8,1	10,8	23,6	17,2	34,1	18,5	18,0	5,9
opakní min.	4,0	2,8	3,4	4,3	3,9	8,9	37,8	3,4	0,5	0,9	4,5	2,4	7,7
prehnit	12,4	5,0	13,0	2,4	21,7	2,1	13,9	2,7	8,0	8,9	3,8	12,8	21,1
chlorit	1,3	6,5	6,2	10,1	–	25,9	–	13,7	12,8	3,0	4,6	–	0,3
karbonát	–	–	–	–	2,3	20,6	1,6	–	–	–	–	7,6	9,0
ostatní*	0,9	–	2,9	–	2,4	–	–	2,6	1,0	1,4	0,7	2,0	20,3
M'	28,3	35,0	45,9	46,5	59,0	64,0	66,1	20,7	20,5	22,0	33,3	35,6	38,1

* zirkon, titanit, epidot, kryptokrystalické fáze, oxidy a hydroxidy železa (limonit); M' = mafický index (v %)



Obr. 3: Mikrofotografie různých petrografických typů těšínitů: a – kontakt leukokrání žíly (typ IV) a hostitelského melanokráního těšínitů (typ II); b – automorfní vyrostlice klinopyroxenu s výraznou růstovou zonálností a slabou chloritizací na okrajích v těšínitěch typu II; c – dlouze sloupcovitě vyrostlice kaersutitu a relikty klinopyroxenu v leukokrání těšínitové žíle (typ IV); d – lišty alkalických živců a xenomorfní analcim v leukokráních hnízdech (typ III).

Fig. 3: Microphotographs of different types of teschenites: a – leucocratic dyke (Type IV) hosted by the melanocratic teschenite of the Type II; b – euhedral phenocrysts of slightly chloritized clinopyroxene with well-developed growth zonality in the Type II teschenite; c – long columns of kaersutite and relicts of clinopyroxene in the leucocratic teschenite dyke (Type IV); d – laths of alkali feldspar and anhedral analcime in leucocratic nest (Type III).

Klinoamfiboly tvoří krátce až dlouze sloupcovitě automorfní vyrostlice, které dosahují ve výbruse velikosti i přes 5 mm (obr. 3c). Vyskytují se poměrně hojně v různých typech těšínitů, pouze v leukokráních hnízdech (typ III) zcela chybějí (tab. 1). V PPL jsou hnědé a jeví silný pleochromismus (X – světle žlutohnědá, Y – červenohnědá, Z – tmavě kaštanově hnědá), sporadicky lze pozorovat i růstovou zonálnost. Vyznačují se dokonalou štěpností podle {110} s charakteristickým úhlem štěpných trhlin 124° na příčných průřezech. V XPL vykazují klinoamfiboly střední dvojlom a šikmé zchášení ($n_{y/c} = \sim 6^\circ$) vůči protažení nebo štěpným trhlinám v řezech rovnoběžných s (010). Klinoamfiboly tedy odpovídají optickými vlastnostmi kaersutitu nebo ferrokaersutitu což potvrzuje i WDX analýza ($Si = 5,57-5,59$ apfu, $X_{Mg} = 0,34-0,51$, $Ti = 0,53-0,54$ apfu; viz tab. 2). V některých případech (zejména ve vzorcích typu IV) lze kolem jader kaersutitu nebo ferrokaersutitu pozorovat tenký lem, který vykazuje zvýšené obsahy Fe^{2+} a odpovídá hastingsitu nebo ferropargasitu ($Si = 5,67-5,94$ apfu, $X_{Mg} = 0,01-0,11$, $Ti = 0,06-0,49$ apfu; tab. 2). Sloupce amfibolu jsou bez přeměn, bývají však někdy korodované

základní hmotou. Často uzavírají větší množství inkluzí opakních minerálů a apatitu.

Apatit zaujímá až 5,4 obj. % a představuje poměrně běžný akcesorický minerál (vzácně může chybět v některých jemnozrnných horninách). Tvoří bezbarvé automorfně omezené sloupce prizmatického typu s nízkým dvojlomem. Průřezy kolmé k vertikální ose z mají tvar pravidelného šestiúhelníku. O poznání méně pravidelně je přítomen biotit. Hnědé silně pleochroické (X – světle béžový, Y/Z – tmavě oranžový až oranžovohnědý) lupínky biotitu bez známek druhotných přeměn byly zastiženy ve větším množství pouze ve vzorku jemnozrnného mesokráního těšínitů (vzorek č. 6; tab. 1). Zcela ojediněle byl pozorován také automorfně omezený zirkon.

Hlavní složku základní hmoty tvoří alkalické živce spolu s analcimem (obr. 3d). Největší zastoupení mají v leukokráních typech těšínitů. Vzorky leukokráních hnízd obsahují až 54,3 obj. % živců a v leukokrání žíle (vzorek č. 10) bylo zjištěno až 34,1 obj. % analcimů (tab. 1). Živce se ve výbrusu vyskytují v podobě karlovarsky zdvojitých tabulek nebo nepravidelných zrn. Ve většině případů se

Tab. 2: Reprezentativní analýzy chemického složení pyroxenů a amfibolů.

Tab. 2: Representative analysis of chemical composition of pyroxenes and amphiboles.

Minerál	diopsid			hedenb.	kaersutit	ferrokr.	hastingsit		ferropar.
	Typ/vz./an.	II/4/39	IV/10/29	II/4/40	IV/10/31	IV/10/22	IV/10/35	IV/10/23	IV/10/36
SiO ₂	40,01	46,17	44,41	42,82	36,66	35,64	36,49	34,76	35,97
TiO ₂	5,19	2,89	2,50	2,27	4,70	4,53	0,47	4,07	3,85
Al ₂ O ₃	10,85	7,28	6,39	7,92	15,52	15,18	13,13	13,00	13,42
V ₂ O ₃	BDL	BDL	BDL	BDL	0,11	0,06	0,14	0,03	0,01
Cr ₂ O ₃	0,03	0,32	BDL	BDL	–	BDL	BDL	–	BDL
Fe ₂ O ₃	5,37	4,10	5,32	5,77	0,55	1,02	5,36	2,15	0,66
FeO	2,71	2,00	10,15	13,70	15,03	19,58	27,17	25,90	26,73
FeO ^{tot}	7,54	5,69	14,94	18,89	15,53	20,50	31,99	27,83	27,32
MnO	0,15	0,14	0,47	0,46	0,35	0,40	0,68	0,61	0,64
MgO	10,49	13,10	6,79	4,28	8,87	5,75	0,10	1,79	1,51
CaO	23,66	23,83	22,82	22,83	12,24	11,97	11,10	11,50	11,31
BaO	BDL	BDL	BDL	–	0,33	0,31	BDL	0,34	0,35
Na ₂ O	0,41	0,38	0,73	0,61	2,21	2,10	1,79	1,84	1,85
K ₂ O	–	BDL	BDL	–	1,77	1,83	2,64	2,02	2,00
Cl	BDL	BDL	BDL	–	0,02	0,05	0,06	0,09	0,09
F	BDL	BDL	BDL	BDL	0,26	0,26	0,27	0,17	0,15
Suma	98,86	100,22	99,58	100,66	98,62	98,68	99,41	98,27	98,54
Si	1,526	1,713	1,730	1,679	5,593	5,571	5,936	5,666	5,811
Ti	0,149	0,081	0,074	0,067	0,539	0,533	0,057	0,498	0,467
Al	0,487	0,318	0,293	0,366	2,791	2,797	2,518	2,498	2,556
V	BDL	BDL	BDL	BDL	0,014	0,008	0,018	0,004	0,002
Cr	0,001	0,009	BDL	BDL	–	BDL	BDL	–	BDL
Fe ³⁺	0,154	0,114	0,156	0,170	0,063	0,120	0,656	0,264	0,081
Fe ²⁺	0,086	0,062	0,331	0,449	1,918	2,560	3,696	3,530	3,611
Mn	0,005	0,004	0,015	0,015	0,046	0,053	0,094	0,084	0,088
Mg	0,596	0,724	0,394	0,250	2,017	1,340	0,025	0,434	0,364
Ca	0,966	0,947	0,952	0,958	2,001	2,004	1,935	2,008	1,957
Ba	BDL	BDL	BDL	–	0,020	0,019	BDL	0,021	0,022
Na	0,030	0,028	0,055	0,046	0,652	0,637	0,563	0,580	0,579
K	–	BDL	BDL	–	0,344	0,364	0,548	0,420	0,412
Cl	BDL	BDL	BDL	–	0,005	0,012	0,017	0,024	0,025
F	BDL	BDL	BDL	BDL	0,124	0,129	0,141	0,087	0,074
Suma kat.*	4,000	4,000	4,000	4,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000

*suma kat. amfibolů bez Ca, Na a K; BDL – pod mezí detekce

jedná o K-živce nebo kyselý plagioklas bez polysyntetického lamelování, časté je zatlačování K-živce albitem. V PPL je vidět zakalení způsobené silnou argilitizací, ke které někdy přistupuje i karbonatizace (vzorek č. 6). Někdy jsou živce zatlačovány prehnitem (vzorek č. 5) či vláknitou kryptokrystalickou hmotou. Analcim vyplňuje prostor mezi živci a ostatními součástmi základní hmoty. V XPL je opticky izotropní a někdy i anomálně dvojlomný. Kromě živců a analcimu se v základní hmotě hojně objevují opakní minerály. Zrna opakních minerálů mají izometrický nebo nepravidelný tvar, různé omezení a velikost (10–500 μm). Jsou zastoupena ve všech vzorcích, nejvíce v melanokrátních typech (vzorek č. 7; tab. 1). Část opakních minerálů je pravděpodobně sekundární. Za sekundární jsou považovány také ojedinělé nárůsty brčálově zeleného klinopyroxenu (egirín / egirín-augit) na vyrostlých kličkách amfibolu a hypautomorfně až automorfně omezené krystaly titanitu klínovitého tvaru. Ke zjevně sekundárním minerálům patří šupinkovité agregáty chloritu, prehnit, karbonáty, epidot a oxidy a hydroxidy železa (tab. 1). Chlorit v PPL jeví slabý

pleochroismus v odstínech zelené barvy a v XPL vykazuje anomální zelenou interferenční barvu. Vzniká zejména na úkor pyroxenu. Nejmarkantnější projevy chloritizace lze pozorovat u leukokrátních hnízd a žil (typy III a IV) a u některých mesokrátních těšinitů typu II, kde chlorit v extrémním případě tvoří až 25,9 obj. % horniny (vzorek č. 6; tab. 1). Na styku leukokrátních a melanokrátních partií se běžně objevuje prehnit, který je nápadný pestrými interferenčními barvami II. řádu při pozorování v XPL. Tento minerál tvoří nepravidelná zrna nebo pseudomorfozy po lištách živců a vyskytuje se v proměnlivém množství (2,1–21,7 obj. %) ve všech vzorcích (tab. 1). Naproti tomu karbonát byl zastižen v podobě nepravidelných xenomorfních zrn bez dvojčatných lamel pouze v několika vzorcích v typech II a IV, kde opět zatlačoval živce. Nejvíce je karbonatizací postižen silně chloritizovaný horninový vzorek č. 6, který obsahuje 20,6 obj. % karbonátu a značné množství karbonátu bylo pozorováno také ve vzorku žíly č. 13 spolu s oxidy a hydroxidy železa (tab. 1). Ostatní sekundární minerály jsou zastoupeny pouze akcesoricky.

Diskuze

Těšínitová žíla vystupující u Bludovic je vnitřně silně nehomogenní těleso, je však nepravděpodobné, že by v rámci studované lokality šlo o polyfázovou intruzi. Na současné podobě se podepsaly především procesy diferenciacie magmatu a následné hydrotermální alterace. Lokálně se zde uplatnily procesy filtrační, a zejména gravitační diferenciacie, jak dokládají vzorky jemnozrnných melanokráttních těšínitů s vysokým obsahem opakních minerálů (viz tab. 1).

Při frakční krystalizaci se z těšínitového magmatu za vysokých teplot vyloučily nejprve klinopyroxeny, apatit a některé opakní a akcesorické minerály (zirkon). V důsledku navýšení relativní koncentrace těkavých složek v reziduální tavenině došlo postupně ke krystalizaci vyrostlic klinoamfibolů a posléze i biotitu namísto pyroxenu (Šmíd 1978; Hovorka – Spišiak 1988; Buriánek – Bubík 2012). Komplikovanost vývoje vyrostlic mafických minerálů během krystalizace ukazuje chemická zonálnost pyroxenů a amfibolů. Obecný trend vývoje chemického složení od diopsidu k hedenbergitu, respektive od kaersutitu k ferrokaersutitu, odráží podmínky krystalizace při nízkých hodnotách fO_2 (Wlodyka 2010). Zejména v případě lemů hastingsitu nebo ferropargasitu kolem starších jader amfibolů zatím není zcela jasné, do jaké míry se na obohacování o Fe^{2+} podílela hydrotermální fluida (viz Dolníček et al. 2010). Následně se ze zbytkové magmatické taveniny vyloučily felzické minerály ze skupiny živců. Je však pravděpodobné, že minimálně část živců vznikala již v hydrotermální fázi vývoje horniny. Ke krystalizaci analcimu v základní hmotě došlo také buď v pozdních fázích magmatického procesu (např. Pearce 1993), anebo v raných stádiích hydrotermální fáze (Ferguson – Edgar 1978; Karlsoon – Clayton 1991). Trundová (2004) se v případě těšínitů přiklání k sekundární genezi analcimu zatlačováním bazických plagioklasů.

Výsledkem všech výše zmíněných procesů byla diferenciacie žilného tělesa a vznik analcimem bohatých světlých a tmavých typů těšínitů s různou zrnitostí (typ I a II). Wlodyka (2010) uvádí obecné schéma zonálnosti těšínitové žíly, kdy leukokráttní až mesokráttní střed tělesa obklopuje lem melanokráttních hornin. Zda hrubozrnnější typ I představuje centrální partie žilného tělesa a typ II jemnozrnný zchlazený okraj, nelze bohužel na studované lokalitě s jistotou prokázat. Podobné horniny jsou známé i z dalších lokalit v Podbeskydské oblasti (např. Řepiště, Staříč, Krmelín, Jasenice v pracích Klvaňy 1897; Pacáka 1926; Šmída 1978; Kuděláskové 1987; Hovorky – Spišiaka 1988; Trundové 2004; Buriánka – Bubíka 2012), a také z jiných geologických celků v Evropě. Např. leukokráttní hrubozrnné analcimické těšínity (analogie typu I) s vyrostlicemi kaersutitu (tzv. lugarity) byly popsány z oblasti Lugaru ve Velké Británii (Henderson – Gibb 1987). Nejmladší a nejvíce diferenciované typy těšínitů představují

jemnozrnná leukokráttní hnízda (typ III) a leukokráttní až mesokráttní žíly (typ IV), které pronikají těšínity typu II. Vznik výrazně leukokráttních hnízd ($M' \sim 20$) bohatých na živce a analcim lze spojovat s přítomností „bublin“ zbytkové taveniny bohaté fluidy. Těšínitové žíly a žilky s takovým složením popisují z lokality Punców Wlodyka a Karwowski (2004) nebo Wlodyka (2010), kteří horninu nazývají syenit či syenotěšínit.

Finální podobu minerální asociace všech čtyř studovaných typů těšínitů dotvořily pochody hydrotermální alterace. Hned v raných fázích hydrotermálního procesu došlo pravděpodobně ke krystalizaci automorfního titanitu a nárůstů egirínu / egirín-augitu z vysokosalinních katatermálních roztoků uvolněných z tuhajícího magmatu. Hydrotermální původ těchto minerálů v těšínitech byl prokázán studiem fluidních inkluzí (Dolníček et al. 2010). Během následných fází alterace horniny hydrotermálními fluidy docházelo k druhotným přeměnám pyroxenů a živců a tvorbě pestré asociace sekundárních minerálů zastoupených chlority, karbonáty, prehnitem, epidotem, oxidy a hydroxidy železa a sekundárními opakními minerály. Nelze vyloučit, že vláknitá kryptokrystalická fáze zatlačující živce je tvořena převážně natrolitem. Tento minerál v základní hmotě těšínitů dříve identifikovali např. Pacák (1926) nebo Šmíd (1978).

Závěr

Těšínitová ložní žíla, jež vystupuje z. od Bludovic u Nového Jičína, je vnitřně silně nehomogenní těleso, na jehož současné podobě se podepsaly procesy diferenciacie magmatu (zejména frakční krystalizace a lokálně i gravitační diferenciacie) a následné hydrotermální alterace. V rámci lokality se podařilo na základě zastoupení felzických a mafických minerálů, zrnitosti a geologické pozice vyčlenit čtyři petrografické typy alkalickoživcových, analcimem bohatých těšínitů: (I) převážně leukokráttní ($M' = 28-35$) středně až hrubě zrnitý amfibolicko-pyroxenický až pyroxenicko-amfibolický těšínit, (II) mesokráttní až melanokráttní ($M' = 46-66$) jemnozrnný až středně zrnitý amfibolicko-pyroxenický až pyroxenicko-amfibolický těšínit, (III) leukokráttní ($M' = 20-21$) jemnozrnný pyroxenický těšínit (hnízda) a (IV) leukokráttní až mesokráttní ($M' = 22-38$) jemnozrnný až středně zrnitý amfibolický až amfibolicko-pyroxenický těšínit (žíly). Leukokráttní hnízda a žíly představují nejvíce diferenciované partie těšínitového tělesa.

Poděkování

Autoři článku děkují anonymnímu recenzentovi, D. Matýskovi a editorům (D. Buriánkovi, P. Tomanové Petrové a H. Gilíkové) za kritické připomínky, které přispěly k jeho zkvalitnění. Práce byla podpořena projektem IGA_PrF_2016_014.

Literatura

- Buriánek, D. – Bubík, M. (2012): Horniny těšinitové asociace v okolí Valašského Meziříčí. – *Acta Musei Moraviae, Scientiae geologicae*, 97, 1, 105–127.
- Dolníček, Z. – Kropáč, K. – Uher, P. – Polách, M. (2010): Mineralogical and geochemical evidence for multi-stage origin of mineral veins hosted by teschenites at Tichá, Outer Western Carpathians, Czech Republic. – *Chemie der Erde – Geochemistry*, 70, 267–282.
- Dostal, J. – Owen, V. (1998): Cretaceous alkaline lamprophyres from northeastern Czech Republic: geochemistry and petrogenesis. – *Geologische Rundschau*, 87, 67–77.
- Droop, G. T. R. (1987): A general equation for estimating Fe³⁺ in ferromagnesian silicates and oxides from microprobe analysis, using stoichiometric criteria. – *Mineralogical Magazine*, 51, 431–437.
- Eliáš, M. – Skupien, P. – Vašíček, Z. (2003): Návrh úpravy litostratigrafického členění nižší části slezské jednotky na českém území (vnější Západní Karpaty). – *Sborník vědeckých prací Vysoké školy Báňské – Technické univerzity Ostrava*, 49, 7–15.
- Ferguson, L. J. – Edgar, A. D. (1978): The petrogenesis and origin of the analcime in the volcanic rocks of the Crowsnest Formation, Alberta. – *Canadian Journal of Earth Sciences*, 15, 1, 69–77.
- Grabowski, J. – Krzeminski, L. – Nescieruk, P. – Szydło, A. – Paszkowski, M. – Pecskaý, Z. – Wójtowicz, A. (2003): Geochronology of teschenitic intrusions in the Outer Western Carpathians of Poland—constraints from ⁴⁰K/⁴⁰Ar ages and biostratigraphy. – *Geologica Carpathica*, 54, 385–393.
- Henderson, C. M. B. – Gibb, F. G. F. (1987): The petrology of the Lugar Sill, SW Scotland. – *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, 77, 325–347.
- Hovorka, D. – Spišiak, J. (1988): Vulkanizmus mezozoika Západných Karpát. – *Slovenská akadémia vied*. Bratislava.
- Karlsson, H. R. – Clayton, R. N. (1991): Analcime phenocrysts in igneous rocks: primary or secondary? – *American Mineralogist*, 76, 189–199.
- Klvaňa, J. (1897): Tešenity a pikrity na severovýchodní Moravě. – *Rozpravy České akademie císaře Františka Josefa pro vědy, slovesnost a umění v Praze*, 23, r. VI, tř. II.
- Kudělášková, J. (1987): Petrology and geochemistry of selected rock types of teschenite association, Outer Western Carpathians. – *Geologica Carpathica*, 38, 545–573.
- Kretz, R. (1983): Symbols of rock-forming minerals. – *American Mineralogist*, 68, 277–279.
- Leake, B. E. – Woolley, A. R. – Arps, C. E. S. – Birch, W. D. – Gilbert, M. C. – Grice, J. D. – Hawthorne, F. C. – Kato, A. – Kisch, H. J. – Krivovichev, V. G. – Linthout, K. – Laird, J. – Mandarino, J. A. – Maresch, W. V. – Nickel, E. H. – Rock, N. M. S. – Schumacher, J. C. – Smith, D. C. – Stephenson, N. C. N. – Ungaretti, L. – Whittaker, E. J. W. – Youzhi, G. (1997): Nomenclature of amphiboles: Report of the subcommittee on amphiboles of the international mineralogical association, commission on new minerals and mineral names. – *American Mineralogist*, 82 (9–10), 1019–1037.
- Lucińska-Anczkiewicz, A. – Villa, I. M. – Anczkiewicz, R. – Ślaczka, A. (2002): ⁴⁰Ar/³⁹Ar dating of alkaline lamprophyres from the Polish Western Carpathians. – *Geologica Carpathica*, 53, 45–52.
- Morimoto, N. – Fabries, J. – Ferguson, A. K. – Ginzburg, I. V. – Ross, M. – Seifert, F. A. – Zussman, J. – Aoki, K. (1988): Nomenclature of pyroxenes. – *Mineralogical Magazine*, 52, 535–550.
- Pacák, O. (1926): Sopečné horniny na úpatí Beskyd Moravských. – *Rozpravy Československé Akademie věd a umění*, 35. Praha.
- Pálenský, P. (1996): Geologická mapa ČR 1 : 50 000, list 25-12 Hranice. – *Český geologický ústav*. Praha.
- Pearce, T. H. (1993): Analcime phenocrysts in igneous rocks; primary or secondary?—Discussion. – *American Mineralogist*, 78, 1–2, 225–229.
- Roth, Z. (1989): Geologická mapa ČSR 1 : 50 000, list 25-21 Nový Jičín. – *Ústřední ústav geologický*. Praha.
- Schumacher, J. C. (1997): The estimation of the proportion of ferric iron in the electron-microprobe analysis of amphiboles. – *The Canadian Mineralogist*, 35, 238–246.
- Szopa, K. – Włodyka, R. – Chew, D. (2014): LA-ICP-MS U-Pb apatite dating of Lower Cretaceous rocks from teschenite-picrite association in the Silesian Unit (southern Poland). – *Geologica Carpathica*, 65, 4, 273–284.
- Šmíd, B. (1978): Výzkum vyvřelých hornin těšinitové asociace. Ústřední ústav geologický Praha, 153 s.
- Trundová, A. (2004): Petrologická charakteristika těšinitů z vybraných lokalit Moravsko-slezských Beskyd. – MS, diplomová práce, PřF MU Brno.
- Włodyka, R. – Karwowski, L. (2004): The alkaline magmatism from the Polish Western Carpathians. – *Mineralogical Society Poland*, 24, 23–31.
- Włodyka, R. (2010): Ewolucja składu mineralnego skal cieszynskiej prowincji magmowej. – *Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego*, Katowice, 231 pp.