

<https://doi.org/10.46861/bmp.30.188>

PŮVODNÍ PRÁCE/ORIGINAL PAPER

# Příspěvek k poznání exotických hornin flyšového pásma Západních Karpat: chloritoidová břidlice z Nového dvora u Kvasic (Chřiby)

## A contribution to knowledge of exotic rocks of the Western Carpathian Flysch Belt: Chloritoid schist from Nový dvůr near Kvasice (Chřiby Mts., Czech Republic)

ZDENĚK DOLNÍČEK<sup>1)\*</sup>, ROSTISLAV KOUTŇÁK<sup>2)</sup> A JANA ULMANOVÁ<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Mineralogicko-petrologické oddělení, Národní muzeum, Cirkusová 1740, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice;

\*e-mail: [zdenek.dolnicek@nm.cz](mailto:zdenek.dolnicek@nm.cz)

<sup>2)</sup>Bezručova 1168, 765 02 Otrokovice

DOLNÍČEK Z, KOUTŇÁK R, ULMANOVÁ J (2022) Příspěvek k poznání exotických hornin flyšového pásma Západních Karpat: chloritoidová břidlice z Nového dvora u Kvasic (Chřiby). Bull Mineral Petrolog 30(2): 188-196 ISSN 2570-7337

### Abstract

New occurrence of pebbles of chloritoid schists, found in Eocene-to-Oligocene conglomerates of the Zlín Formation, Rača Unit, Magura Flysch, Outer Western Carpathians, Czech Republic, is characterized in this contribution. The rock has very simple mineral composition, including chloritoid, quartz, white mica and trace amount of apatite, rutile, and monazite. Chloritoid contains only very small proportions of magnesiochloritoid (7 - 11 mol. %) and otterlite (up to 0.4 mol. %) components. The composition of white mica corresponds to muscovite and illite. The significant differences in mineral assemblages of rocks as well as in chemical composition of chloritoid and white mica usually appeared during comparison with those of similar rock types occurring in potential source areas in the Czech Republic, Slovakia, and Austria. The best comparable chemical composition showed only chloritoid in chloritoid schist from Bělá in the Hrubý Jeseník Mts., Silesicum, Czech Republic.

**Key words:** Outer Western Carpathians, Flysch Belt, conglomerates, exotic rocks, chloritoid schist, provenance study

Obdrženo 13. 10. 2022; přijato 25. 11. 2022

### Úvod

Valounový materiál slepenců představuje vědecky cennou komponentu sedimentárních pánví, jejíž podrobnější výzkum přináší klíčové argumenty mj. i pro vymezení zdrojové oblasti, z níž pocházel detritický materiál dnes uložený v sedimentárních horninách. V oblasti Moravy byly v posledních dvou dekádách z tohoto pohledu velmi intenzivně studovány zejména sedimentární horniny spodního karbonu kulmské facie v oblasti Dražanské vrchoviny a Nížkého Jeseníku, které přesvědčivě doložily původ valounového materiálu v krystalinických oblastech jádra Českého masivu, ležících západně od tehdejších sedimentárních pánví (viz např. Čopjaková 2007 a citace tam uvedené).

S mnohem menším nasazením byly dosud studovány valouny slepenců plošně rozsáhlé oblasti moravské části vněkarpatského flyšového pásma. Relativně podrobně byly studovány hlavně valouny sedimentů, zejména vápenců (srov. Menčík et al. 1983), zatímco valouny tvornými „exotickými“ krystalinickými horninami se ve druhé polovině 20. století zabývalo jen několik autorů. Starší práce se zaměřovaly hlavně na deskriptivní petrografickou charakteristiku výbrusů exotických hornin (Krystek 1965; Němcová-Hlobilová 1964; Němcová 1967). Autoři uvádějí pestrou asociaci krystalinických hornin z oblasti magurského flyše Chřibů a Hostýnských vrchů, zahrnující

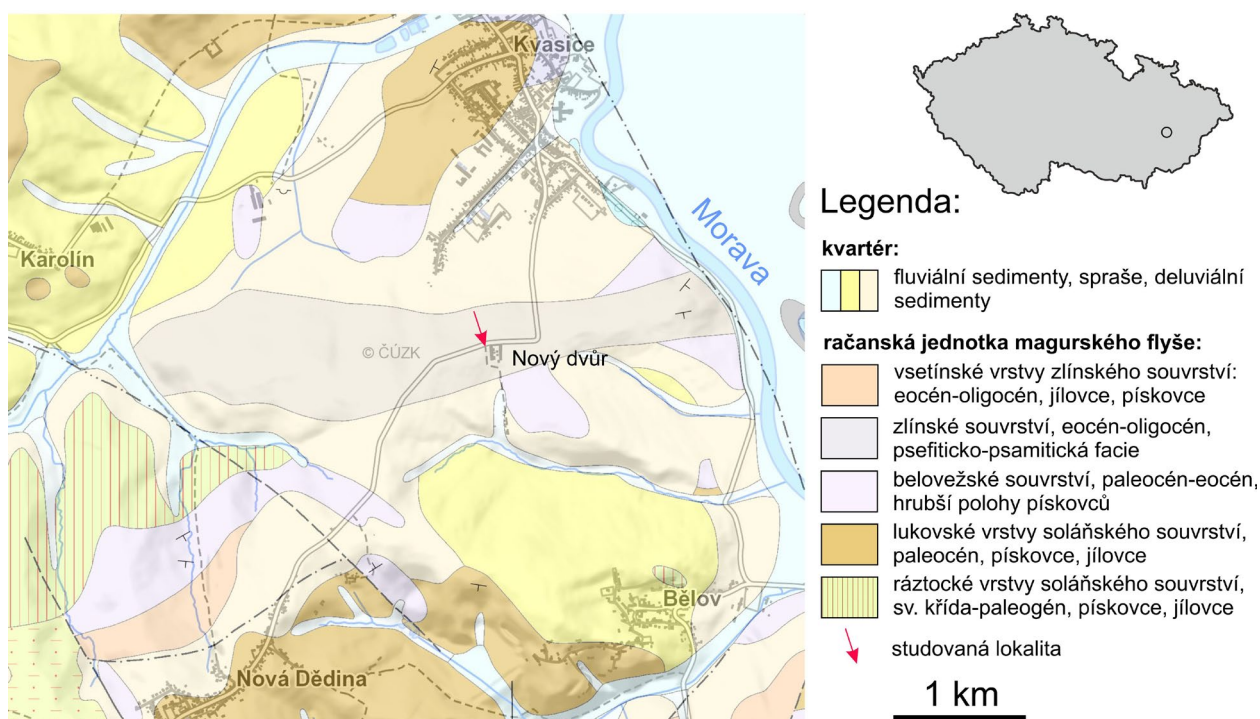
různé typy granitoidů, aplitů, pegmatitů, porfyritů, lamprofyritů, paleobazaltů, z metamorfitů pak různé typy rul, svorů, fylitů, migmatitů, kvarcitů a fylonitů. Novější, respektive detailnější práce jsou v této oblasti rovněž jen sporadické a omezené na základní petrologickou, geochemickou a zcela výjimečně i geochronologickou (CHIME datování monazitu) charakteristiku valounů granitoidů (Štelcl 1989, 1993a,b; Hanžl, Krejčí 1996; Hanžl et al. 1997). Starší práce interpretovaly zdroj granitoidních hornin v oblasti východního okraje Českého masivu, zejména brunovistulika (např. Pokorný 1946; Němcová-Hlobilová 1964; Štelcl 1993a,b). Výsledky pokročilejších geochemických a geochronologických výzkumů tyto výskyty paralelizují s granitoidy krystalinických komplexů alpsko-karpatského orogénu (Hanžl, Krejčí 1996; Hanžl et al. 1997). Provenienci hrubě klastického materiálu slepenců v alpsko-karpatské oblasti dokládají i valouny mezozoických sedimentů (Soták 1992). Prakticky zcela stranou podrobnějšího odborného zájmu zatím zůstávaly valouny metamorfovaných hornin, nepochybně i proto, že dosud byly z oblasti popisovány hlavně běžné, provenienčně málo specifické typy hornin.

V tomto příspěvku přinášíme bližší charakteristiku chloritoidové břidlice, nově identifikovaného horninového typu, který dosud nebyl z valounového materiálu slepenců moravského vněkarpatského flyše popisován.

## Lokalizace nálezu a geologická pozice

Níže charakterizované valouny byly odebrány z výkopu pro vodovodní potrubí, realizovaného v letech 2020 - 2022 v místní části Nový dvůr, spadající pod obec Kvasice na severovýchodním okraji Chřibů (obr. 1). Výkop ve své spodní části zastihl i nezávětralé flyšové podloží, obsahující vedle převažujících různých typů pískovců a méně zastoupených jílovců lokálně i polohy slepenců, z nichž pocházejí studované valouny. Oba níže charakterizované valouny byly autory odebrány přímo z odkryvu mocné (> 5 m) slepencové polohy v západní (vzorek # 1), respektive východní (vzorek # 2) stěně výkopu pro nově budovanou podzemní komoru pro umístění vodoměrů, situovanou před domem č. p. 353. Valounový materiál v hornině objemově zcela dominuje (cca 90 obj. %) nad

písečným pojivem a vyznačuje se širokým rozsahem zrnitosti (2 mm až 25 cm; obr. 2). V rámci slepencové polohy lze konstatovat hrubnutí valounového materiálu směrem k severu. Slepeneček je petromiktní, vedle křemene jsou valouny tvořeny ve významné míře i metamorfity (makroskopicky připomínající hlavně fylity, ojediněle ruly a kvarcity), magmatity (granitoidy, aplity) a sedimenty (silicity, světlé vápence). Valouny jsou většinou velmi dobře opracované transportem. Podle elektronické verze geologické mapy 1:50 000 je podloží zájmové oblasti budováno eocenními až oligocenními sedimenty psefiticko-psamitické litofacie zlínského souvrství račanské jednotky magurského flyše (obr. 1).



**Obr. 1** Geologická pozice studované lokality. Podkladová mapa upravena z elektronické verze geologické mapy ČR 1:50 000 (<https://mapy.geology.cz/geocr50/>).

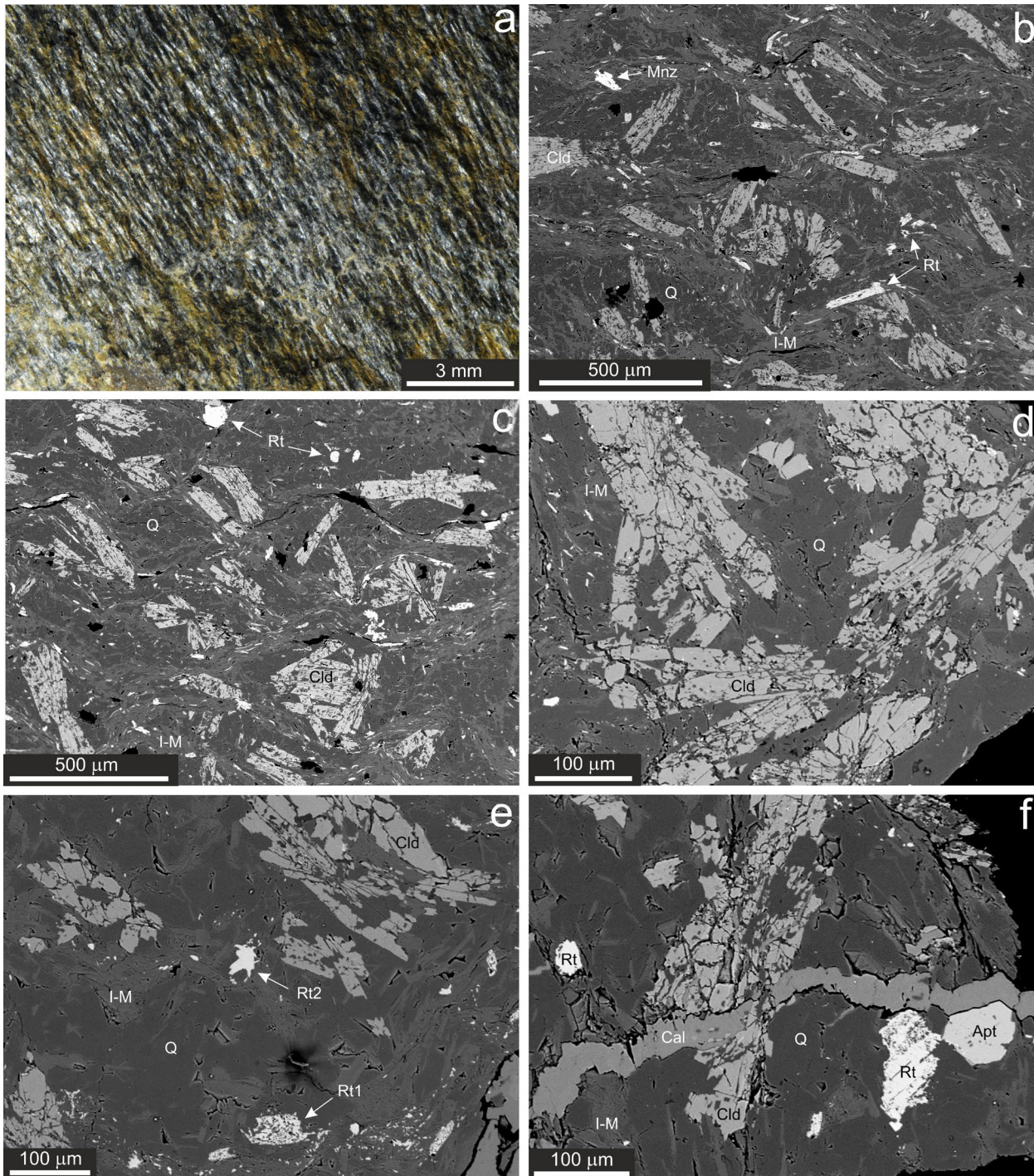
**Obr. 2** Odkryv hrubozrnného slepence v severozápadním rohu výkopu na Novém dvoře u Kvasic. Foto R. Koutňák, stav v listopadu 2020.



## Metodika

Z odebraných vzorků byly zhotoveny nábrusy, jejichž prvotní dokumentace byla provedena na odrazovém polarizačním mikroskopu Nikon Eclipse ME600. Následně byly nábrusy potaženy uhlíkovým filmem o tloušťce 30 nm a studovány na elektronové mikrosondě Cameca SX-100 v laboratoři Mineralogicko-petrologického oddělení Národního muzea v Praze (operátor Z. Dolníček). Na přístroji byly pořízeny snímky ve zpětně odražených elektronech

(BSE), provedena identifikace jednotlivých fází pomocí energiově disperzních (EDS) spekter a kvantitativně měřeno chemické složení vybraných fází ve vlnově disperzním (WDS) modu. Kvantitativní analýzy minerálů byly provedeny při urychlovacím napětí 15 kV, proudu svazku 20 nA (chloritoid, rutil, monazit), resp. 10 nA (apatit, slída), a průměru elektronového svazku 0.7  $\mu\text{m}$  (chloritoid, rutil, monazit), respektive 2  $\mu\text{m}$  (apatit, slída). V chloritoidech byly stanovovány obsahy Al, As, Ca, Cr, F, Fe, Mg, Mn,



**Obr. 3** Vzhled a minerální asociace studovaných valounů. a - jemně svrstěná foliační plocha horniny z valounu č. 2. b,c - stavba horniny z valounu č. 2 na BSE snímcích. Porfyroblasty chloritoidu (Cld) jsou uloženy v základní tkáni složené z křemene (Q), illit-muskovitu (I-M), rutilu (Rt) a monazitu (Mnz). d - růžicovitě uspořádané tabulky chloritoidu (Cld) ve vzorku č. 1, BSE obraz. e - dva typy rutilu ve vzorku č. 1: první typ (Rt1) je porézni, druhý typ (Rt2) homogenní. BSE obraz. f - apatit (Apt) a rutil (Rt) ze vzorku č. 1, protínaného kalcitovou žilkou (Cal). BSE obraz. Snímek (a) J. Ulmanová, b-f Z. Dolníček.

Na, Ni, P, Sb, Si, Sn, Ti, U, V, Y, Zn a Zr, v rutilech byly měřeny obsahy Al, As, Ca, Cr, Fe, Mg, Mn, Mo, N, Na, Nb, P, Pb, S, Sc, Si, Sn, Ta, U, V, W, Y a Zr, v apatitech Al, As, Ba, Ca, Ce, Cl, F, Fe, K, La, Mg, Mn, Na, Nd, P, Pb, S, Si, Sr, Y a Zn, v monazitě všech REE, Al, As, Ba, Bi, Ca, Cl, Cu, F, Fe, Hf, K, Mg, Mn, N, Na, P, Pb, S, Sc, Si, Sr, Th, Ti, U, V, Y a Zr a ve slídkách Al, Ba, Ca, Co, Cs, Cu, F, Fe, K, Mg, Mn, N, Na, Ni, P, Pb, Rb, Sb, Si, Sr a Zn. Použité standardy a analytické čáry: albit ( $NaK\alpha$ ), almandin ( $AlK\alpha$ ,  $FeK\alpha$ ,  $SiK\alpha$ ), apatit ( $PK\alpha$ ), baryt ( $BaL\alpha$ ), Bi ( $BiM\alpha$ ), BN ( $NK\alpha$ ), celestin ( $SK\alpha$ ,  $SrL\beta$ ),  $CePO_4$  ( $CeL\alpha$ ),  $Cr_2O_3$  ( $CrK\alpha$ ),  $CrTaO_4$  ( $TaL\alpha$ ), Cs-sklo ( $CsL\alpha$ ), diopsid ( $MgK\alpha$ ),  $DyPO_4$  ( $DyL\beta$ ),  $ErPO_4$  ( $ErL\alpha$ ),  $EuPO_4$  ( $EuL\alpha$ ),  $GdPO_4$  ( $GdL\alpha$ ), halit ( $ClK\alpha$ ), hematit ( $FeK\alpha$ ), Hf ( $HfM\alpha$ ),  $HoPO_4$  ( $HoL\beta$ ), chalkopyrit ( $CuK\alpha$ ), klinoklas ( $AsL\alpha$ ),  $LaPO_4$  ( $LaL\alpha$ ), LiF ( $FK\alpha$ ),  $LuPO_4$  ( $LuM\beta$ ), Nb ( $NbL\alpha$ ),  $NdPO_4$  ( $NdL\beta$ ), Ni ( $NiK\alpha$ ),  $PrPO_4$  ( $PrL\beta$ ), Rb-Ge-sklo ( $RbL\alpha$ ), rodonit ( $MnK\alpha$ ), sanidin ( $KK\alpha$ ,  $AlK\alpha$ ),  $Sb_2S_3$  ( $SbL\alpha$ ),  $ScVO_4$  ( $ScK\alpha$ ), scheelit ( $WL\alpha$ ),  $SmPO_4$  ( $SmL\alpha$ ), Sn ( $SnL\alpha$ ),  $TbPO_4$  ( $TbL\alpha$ ), Th ( $ThM\alpha$ ),  $TiO_2$  ( $TiK\alpha$ ),  $TmPO_4$  ( $TmL\alpha$ ),  $UO_2$  ( $UM\alpha$ ), V ( $VK\alpha$ ), vanadinit ( $PbM\alpha$ ), wollastonit ( $CaK\alpha$ ),  $YbPO_4$  ( $YbL\alpha$ ),  $YVO_4$  ( $YL\alpha$ ), zirkon ( $SiK\alpha$ ,  $ZrL\alpha$ ). Měřicí časy na píku se obvykle pohybovaly mezi 10 a 30 s (pro N 150 s), měřicí časy pozadí trvaly polovinu času měření na píku. Obsahy výše uvedených prvků, které nejsou zahrnuty v tabulkách minerálních analýz, byly kvantitativně analyzovány, ale zjištěné obsahy byly pod detekčním limitem (většinou cca 0.03 - 0.1 hm. % pro jednotlivé prvky, pro těžší REE a Bi kolem 0.2 - 0.3 hm. %). Získaná data byla přepočítána na hm. % oxidů za použití PAP algoritmu (Pouchou, Pichoir 1985) s automatickou korekcí na koincidence La vs. Dy, Eu vs. Dy, F vs. Ce, Bi vs. Ce, Er vs. Tb, Eu vs. Pr, Tm vs. Sm, P vs. Y, Zr vs. P, Si vs. Ta a Th vs. U. Obsahy REE byly normalizovány na C1 chondrit s využitím chondritických

hodnot podle Anderse a Grevesseho (1989). Výpočet číselných hodnot Ce a Eu anomálií byl proveden z chondritem normalizovaných hodnot podle vztahů prezentovaných např. McLennanem (1989).

### Charakteristika chloritoidové břidlice

Dva blíže studované valouny chloritoidové břidlice mají velmi podobný makroskopický vzhled, texturu i minerální složení. Dosahují velikosti až 25 cm a mají ploché a izometrický tvar. Makroskopicky připomínají fylit či fylitickou břidlici (obr. 3a). Za čerstva mají šedou barvu a zřetelně patrnou plošně paralelní břidličnatost, která je příčinou relativně snadné rozpadavosti horniny. Na foliačních a příčných lomných plochách jsou v hornině hojně patrné makroskopicky poněkud tmavší skvrny o velikosti do 0.5 mm, tvořené porfyroblasty. Místy valouny obsahují i vlasové pukliny, zčásti vyplněné kalcitem. Stavba typická pro metamorfované horniny je viditelná i v mikroměřítku, kde je patrná jednak jemně páskovaná stavba, jednak detailní svaštění foliačních ploch horniny (obr. 3a). Podrobnější studium ukázalo, že hlavními složkami horniny je křemen, světlá slída a chloritoid, akcesorické fáze jsou apatit, rutil a monazit. Struktura horniny je porfyroblastická (obr. 3b-f). Porfyroblasty jsou tvořeny chloritoidem, jemná základní tkáň pak všemi ostatními výše zmiňovanými fázemi. Páskovaná stavba základní tkáně je definována odlišným vzájemným zastoupením obou hlavních složek, křemene a světlé slídy, v polohách mocných 0.1 - 1 mm.

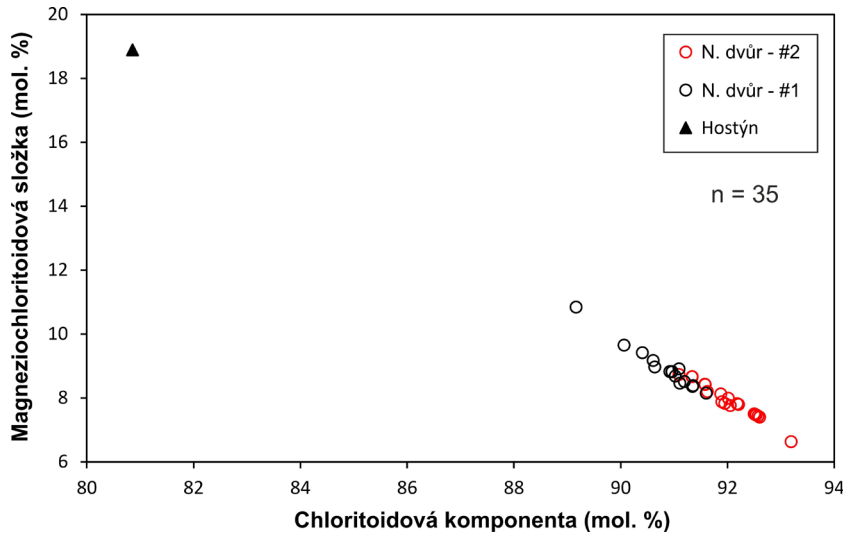
**Chloritoid** vytváří v hornině hojně hypautomorfně omezené tabulkovité porfyroblasty o velikosti až 400 x 70  $\mu$ m, které jsou často růžicovitě uspořádané (obr. 3b-f). Protažení jednotlivých tabulek většinou přibližně sleduje foliační plochy horniny. Charakteristickým rysem je jejich cedníková struktura, definovaná obsahem značného množství

**Tabulka 1** Příklady chemického složení chloritoidu z valounů chloritoidové břidlice z Nového dvora u Kvasic. Obsahy oxidů v hm. %, hodnoty apfu jsou vypočítány na bezvodou bázi 12 atomů kyslíku na vzorcovou jednotku, obsahy koncových členů v mol. %. b.d. - pod mezí stanovitelnosti

An. č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Valoun	#1	#1	#1	#1	#1	#1	#1	#2	#2	#2	#2	#2	#2	#2
$P_2O_5$	0.10	b.d.	b.d.	0.14	0.06	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0.07	0.08	0.19	0.10
$SiO_2$	23.84	23.46	23.39	23.04	23.44	23.75	23.73	23.42	23.57	23.32	23.42	23.49	23.81	23.53
$TiO_2$	0.04	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0.05	0.04	0.08	0.23	0.23	0.29	0	0.05
$Al_2O_3$	40.51	39.33	39.96	39.45	40.22	39.86	40.36	39.92	39.48	39.15	39.23	39.70	39.28	38.74
$V_2O_3$	0.05	0.06	0.09	b.d.	0.07	0.07	b.d.	b.d.	0.05	b.d.	0.05	b.d.	0.06	b.d.
$Cr_2O_3$	0.04	0.05	0.09	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0.06	b.d.	0.06	0.05	0.06	0.08
MgO	1.28	1.37	1.48	1.32	1.50	1.37	1.67	1.33	1.21	1.14	1.27	1.37	1.21	1.23
MnO	0.07	b.d.	0.05	0.12	0.08	0.06	b.d.	b.d.	0.06	b.d.	0.05	0.05	b.d.	b.d.
FeO	25.65	24.97	25.34	25.34	24.96	25.18	24.49	25.79	25.32	25.42	25.30	25.48	25.43	25.26
Celkem	91.58	89.24	90.40	89.41	90.33	90.29	90.30	90.50	89.83	89.26	89.68	90.51	90.04	88.99
$P^{5+}$	0.007	b.d.	b.d.	0.010	0.004	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0.005	0.006	0.014	0.007
$Si^{4+}$	1.999	2.018	1.989	1.984	1.990	2.018	2.007	1.993	2.017	2.011	2.009	1.996	2.031	2.033
$Ti^{4+}$	0.003	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0.003	0.003	0.005	0.015	0.015	0.019	b.d.	0.003
$Al^{3+}$	4.004	3.987	4.006	4.003	4.024	3.993	4.024	4.004	3.982	3.979	3.966	3.976	3.949	3.945
$V^{3+}$	0.003	0.004	0.006	b.d.	0.005	0.005	b.d.	b.d.	0.003	b.d.	0.003	b.d.	0.004	b.d.
$Cr^{3+}$	0.003	0.003	0.006	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0.004	b.d.	0.004	0.003	0.004	0.005
$Mg^{2+}$	0.160	0.176	0.188	0.169	0.190	0.174	0.211	0.169	0.154	0.147	0.162	0.174	0.154	0.158
$Mn^{2+}$	0.005	b.d.	0.004	0.009	0.006	0.004	b.d.	b.d.	0.004	b.d.	0.004	0.004	b.d.	b.d.
$Fe^{2+}$	1.799	1.796	1.803	1.824	1.772	1.790	1.732	1.835	1.812	1.833	1.815	1.811	1.814	1.825
Catsum	7.983	7.985	8.001	8.000	7.990	7.983	7.978	8.003	7.983	7.985	7.982	7.987	7.970	7.978
Mcl	8.1	8.9	9.4	8.5	9.6	8.8	10.8	8.4	7.8	7.4	8.2	8.7	7.8	8.0
Ott	0.3	0.0	0.2	0.4	0.3	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0
Cld	91.6	91.1	90.4	91.1	90.1	91.0	89.2	91.6	91.9	92.6	91.6	91.1	92.2	92.0

drobných uzavřenin minerálů základní tkáně, zejména křemene a slídy, méně rutilu. V BSE obraze není patrná žádná chemická zonálnost porfyroblastů. To potvrdily i bodové WDS analýzy, které ukázaly v rámci vzorku velmi homogenní složení (tab. 1). Ve všech analýzách vždy významně převažuje chloritoidová komponenta nad magneziochloritoidovou složkou, zatímco obsahy otřelivité komponenty

jsou vždy velmi nízké ( $Cl_{d,89-93}Mcd_{7-11}Ott_{\leq 0.4}$ ). Vzorek č. 1 má v průměru poněkud vyšší podíl magneziochloritoidové složky než vzorek č. 2 (obr. 4). Z dalších příměsí lze zmínit malé obsahy P, V, Cr a Ti (do 0.022 apfu), zaznamenané u části získaných analýz (tab. 1). Minerál je většinou bez přeměn, zcela ojediněle bylo pozorováno nepatrné zatlačování minerálem kaolinitové skupiny.



**Obr. 4** Variace v chemismu chloritoidu z oblasti vněkarpatského flyšového pásma. N. dvůr - data této práce, Hostýn - chloritoid z těžkého podílu (Uhlíř et al. 2011).

**Tabulka 2** Příklady chemického složení světlých slídy (Msc - muskovit, Ill - illit) z valounů chloritoidové břidlice z Nového dvora u Kvasic. Obsahy oxidů v hm. %, hodnoty apfu jsou vypočítány na bezvodou bázi 11 atomů kyslíku na vzorcovou jednotku. b.d. - pod mezí stanovitelnosti,  $I^{tot}$  - suma mezivrstevních kationtů

An. č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Minerál	Ill	Ill	Ill	Ill	Ill	Ill	Msc	Msc	Msc	Msc	Msc	Msc	Msc	Msc
Valoun	#1	#1	#1	#2	#2	#2	#1	#1	#1	#2	#2	#2	#2	#2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	b.d.	0.08	b.d.	b.d.	0.06	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0.12	b.d.	0.12
SiO <sub>2</sub>	48.40	47.00	47.00	46.91	45.33	47.39	48.07	46.88	48.18	46.94	45.99	46.80	48.27	46.35
TiO <sub>2</sub>	0.18	0.07	0.18	0.13	0.13	0.20	0.28	0.05	0.05	0.09	0.24	0.21	0.09	0.77
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	36.68	36.60	36.15	36.17	34.69	34.42	35.34	36.05	35.96	36.21	35.26	35.97	31.92	33.40
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.07	0.07	0.08	b.d.	0.09	0.09	b.d.	b.d.	0.09	0.08	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.08	0.13	0.06	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0.06	b.d.	0.06	b.d.	b.d.
MgO	0.41	0.27	0.31	0.42	0.49	0.45	0.45	0.26	0.18	0.31	0.41	0.49	1.28	0.70
FeO	0.85	0.77	1.00	0.98	3.50	1.28	1.34	0.39	0.51	0.92	0.99	1.01	3.23	2.50
CaO	0.05	b.d.	0.10	b.d.	0.11	b.d.	b.d.	0.05	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0.07
BaO	0.19	0.22	0.20	0.26	0.18	0.17	0.15	0.27	0.15	0.22	0.16	0.21	0.40	0.44
Na <sub>2</sub> O	0.84	0.76	1.23	0.72	1.02	0.88	1.01	0.80	1.16	0.78	0.99	0.82	0.64	1.17
K <sub>2</sub> O	8.25	8.19	7.72	8.78	6.74	8.41	8.65	8.52	8.46	8.78	8.76	8.69	9.25	8.27
F	0.23	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0.23	b.d.	b.d.	b.d.	0.29	b.d.	0.27	b.d.
Celkem	96.23	94.16	94.03	94.37	92.34	93.29	95.52	93.27	94.74	94.39	93.09	94.38	95.35	93.79
P <sup>5+</sup>	b.d.	0.004	b.d.	b.d.	0.003	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0.007	b.d.	0.007
Si <sup>4+</sup>	3.139	3.109	3.115	3.112	3.086	3.177	3.159	3.132	3.166	3.113	3.109	3.104	3.230	3.129
Ti <sup>4+</sup>	0.009	0.003	0.009	0.006	0.007	0.010	0.014	0.003	0.002	0.004	0.012	0.010	0.005	0.039
Al <sup>3+</sup>	2.804	2.853	2.824	2.828	2.784	2.720	2.737	2.839	2.785	2.830	2.809	2.812	2.517	2.657
V <sup>3+</sup>	0.004	0.004	0.004	b.d.	0.005	0.005	b.d.	b.d.	0.005	0.004	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.
Cr <sup>3+</sup>	0.004	0.007	0.003	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0.003	b.d.	0.003	b.d.	b.d.
Mg <sup>2+</sup>	0.040	0.027	0.031	0.042	0.050	0.045	0.044	0.026	0.018	0.031	0.041	0.048	0.128	0.070
Fe <sup>2+</sup>	0.046	0.043	0.055	0.054	0.199	0.072	0.074	0.022	0.028	0.051	0.056	0.056	0.181	0.141
Ca <sup>2+</sup>	0.003	b.d.	0.007	b.d.	0.008	b.d.	b.d.	0.004	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0.005
Ba <sup>2+</sup>	0.005	0.006	0.005	0.007	0.005	0.004	0.004	0.007	0.004	0.006	0.004	0.005	0.010	0.012
Na <sup>+</sup>	0.106	0.097	0.158	0.093	0.135	0.114	0.129	0.104	0.148	0.100	0.130	0.105	0.083	0.153
K <sup>+</sup>	0.683	0.691	0.653	0.743	0.585	0.719	0.725	0.726	0.709	0.743	0.755	0.735	0.790	0.712
F <sup>-</sup>	0.047	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0.048	b.d.	b.d.	b.d.	0.062	b.d.	0.057	b.d.
Catsum	6.841	6.844	6.865	6.885	6.867	6.867	6.886	6.861	6.865	6.885	6.917	6.888	6.943	6.926
$I^{tot}$	0.805	0.800	0.835	0.849	0.746	0.843	0.862	0.851	0.865	0.855	0.894	0.852	0.894	0.899

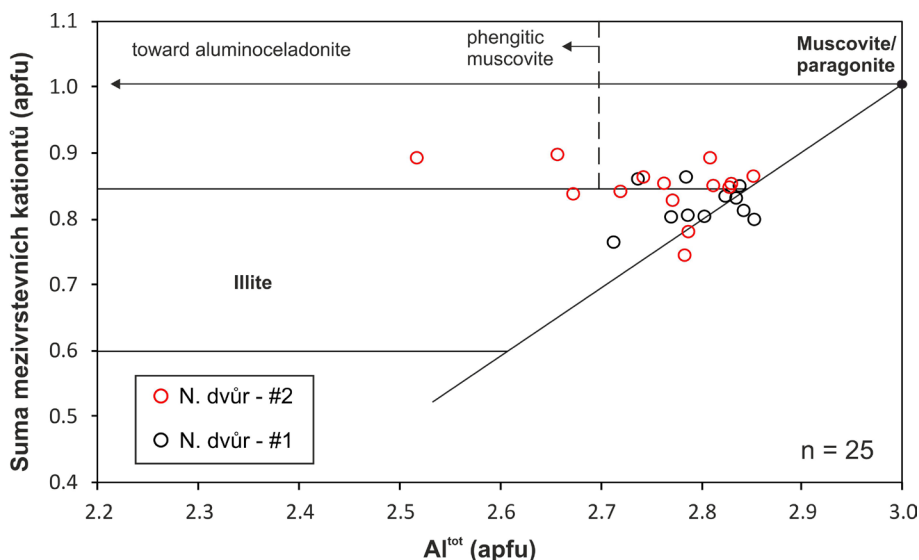
**Křemen** je vedle světlé slídy hlavní složkou základní tkáně horniny. Oba minerály se mnohde vzájemně prorůstají. Individua křemene jsou izometrická, někdy mírně protažená podél foliace, a xenomorfně omezená (obr. 3b-f).

**Světlá slída** vytváří hypautomorfně omezené tence tabulkovité šupinky o délce až 90  $\mu\text{m}$  srůstající v základní tkáni s křemenem nebo vytvářející i samostatné drobné polohy (obr. 3b-f). Spolu s páskováním základní tkáně šupinky slídy definují hlavní foliaci horniny. Chemické složení (tab. 2) se pohybuje kolem klasifikační hranice muskovitu a illitu (obr. 5; Si = 3.09 - 3.23 apfu, Al = 2.52

- 2.85 apfu, Fe = 0.04 - 0.20 apfu, Mg = 0.02 - 0.13 apfu, báze přepočtu 11 atomů O). Hliník je nepatrně zastupován V a Cr (max. 0.007 apfu). Obsah mezivrstevních kationtů, mezi nimiž dominuje K zčásti zastupovaný Na (0.08 - 0.16 apfu), činí 0.75 - 0.90 apfu. Obsah F je nízký (max. 0.06 apfu).

**Rutil** je přítomen ve dvou texturních a kompozičních typech. Rozšířenější jsou lištovitá individua o délce až 100  $\mu\text{m}$ , tvořená jemně porézním rutillem s řadou chemických příměsí (obr. 3b,e,f). Běžné jsou v nich podobné jako u chloritoidu drobné inkluze minerálů základní tkáně. Porozita se projevuje pravidelně nízkými analytickými

**Obr. 5** Variace v chemismu světlé slídy ze studovaných valounů z Nového dvora. Diagram podle Maydagána et al. (2016), klasifikační hranice pro illit modifikována podle Riederera et al. (1998).



**Tabulka 3** Příklad chemického složení rutilu z valounů chloritoidové břidlice z Nového dvora u Kvasic. Obsahy oxidů v hm. %, hodnoty apfu jsou vypočítány na základ 2 atomů kyslíku na vzorcovou jednotku. b.d. - pod mezí stanovitelnosti

An. č.	1	2	3	4	5	6
Typ	1	1	1	2	2	2
Valoun	#2	#2	#2	#2	#1	#1
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.45	0.91	0.33	b.d.	b.d.	b.d.
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0.18	0.26
TiO <sub>2</sub>	87.47	82.44	92.71	97.49	97.58	99.26
SiO <sub>2</sub>	1.30	1.56	0.23	b.d.	b.d.	b.d.
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.23	1.70	1.26	b.d.	b.d.	b.d.
V <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.20	0.24	b.d.	0.11	0.34	0.26
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.10	0.11	b.d.	b.d.	0.10	b.d.
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.16	6.15	0.59	0.46	0.14	0.29
CaO	0.29	0.50	0.29	0.03	0.05	0.08
Celkem	96.20	93.61	95.41	98.09	98.39	100.15
P <sup>5+</sup>	0.005	0.011	0.004	b.d.	b.d.	b.d.
Nb <sup>5+</sup>	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	0.001	0.002
Ti <sup>4+</sup>	0.915	0.886	0.970	0.995	0.994	0.993
Si <sup>4+</sup>	0.018	0.022	0.003	b.d.	b.d.	b.d.
Al <sup>3+</sup>	0.020	0.029	0.021	b.d.	b.d.	b.d.
V <sup>3+</sup>	0.002	0.003	b.d.	0.001	0.004	0.003
Cr <sup>3+</sup>	0.001	0.001	b.d.	b.d.	0.001	b.d.
Fe <sup>3+</sup>	0.054	0.066	0.006	0.005	0.001	0.003
Ca <sup>2+</sup>	0.004	0.008	0.004	b.d.	0.001	0.001
Catsum	1.020	1.026	1.008	1.002	1.002	1.002

**Tabulka 4** Chemické složení apatitu z valounů chloritoidové břidlice z Nového dvora u Kvasic. Obsahy oxidů v hm. %, hodnoty apfu jsou vypočítány na základ 5 kationtů kovů v pozici Ca na vzorcovou jednotku. b.d. - pod mezí stanovitelnosti

An. č.	1	2	3	4	5	6
Valoun	#1	#1	#1	#2	#2	#2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	41.75	41.97	42.48	41.80	41.63	42.23
SiO <sub>2</sub>	0.39	b.d.	b.d.	0.32	0.26	b.d.
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	b.d.	b.d.	0.11	0.12	0.06	b.d.
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	b.d.	b.d.	b.d.	0.21	0.18	b.d.
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	b.d.	b.d.	b.d.	0.34	b.d.	b.d.
CaO	55.82	55.12	55.52	55.02	55.04	55.47
FeO	0.07	0.10	0.28	0.27	0.10	0.28
K <sub>2</sub> O	b.d.	b.d.	0.09	0.08	0.05	b.d.
F	4.44	5.18	3.85	4.60	4.59	4.10
O=F	-1.87	-2.18	-1.62	-1.94	-1.93	-1.73
Celkem	100.60	100.19	100.71	100.82	99.98	100.35
P <sup>5+</sup>	2.952	3.004	2.999	2.968	2.974	2.996
Si <sup>4+</sup>	0.044	b.d.	b.d.	0.037	0.030	b.d.
Subtot.	2.997	3.004	2.999	3.005	3.004	2.996
Al <sup>3+</sup>	b.d.	b.d.	0.011	0.012	0.006	b.d.
Ce <sup>3+</sup>	b.d.	b.d.	b.d.	0.006	0.006	b.d.
Nd <sup>3+</sup>	b.d.	b.d.	b.d.	0.010	b.d.	b.d.
Ca <sup>2+</sup>	4.995	4.993	4.960	4.944	4.976	4.980
Fe <sup>2+</sup>	0.005	0.007	0.020	0.019	0.007	0.020
K <sup>+</sup>	b.d.	b.d.	0.010	0.009	0.005	b.d.
Subtot.	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
F <sup>-</sup>	1.173	1.385	1.015	1.220	1.225	1.087

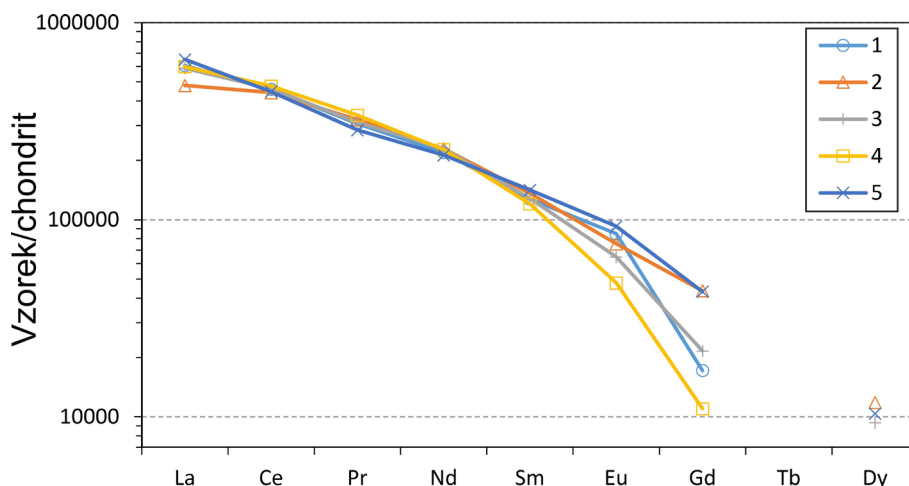
**Tabulka 5** Chemické složení monazitu z valounu chlo-  
ritoidové břidlice z Nového dvora u Kvasic. Obsahy  
oxidů v hm. %, hodnoty apfu jsou vypočítány na zá-  
klad 4 atomů kyslíku na vzorcovou jednotku. b.d. -  
pod mezí stanovitelnosti

An.č.	1	2	3	4	5
Valoun	#2	#2	#2	#2	#2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	29.63	29.30	29.94	29.98	29.77
As <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.15	0.13	0.22	0.12	0.17
ThO <sub>2</sub>	1.55	4.65	1.71	1.58	1.29
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.28	0.24	0.41	0.14	0.37
La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.69	13.22	16.19	16.47	17.91
Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32.45	31.17	32.55	33.69	31.54
Pr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.20	3.35	3.25	3.53	2.97
Nd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.56	12.08	12.06	11.96	11.21
Sm <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.17	2.32	2.18	2.05	2.41
Eu <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.55	0.49	0.42	0.31	0.60
Gd <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.39	0.99	0.49	0.25	0.98
Dy <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	b.d.	0.33	0.26	b.d.	0.29
Bi <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.25	0.39	0.16	0.17	0.30
CaO	0.22	0.72	0.35	0.30	0.25
FeO	0.13	b.d.	0.14	b.d.	0.09
Cl	0.03	0.04	0.03	b.d.	0.03
Celkem	99.25	99.42	100.36	100.55	100.18
P <sup>5+</sup>	0.995	0.990	0.993	0.994	0.992
As <sup>5+</sup>	0.003	0.003	0.005	0.002	0.003
Subtot.	0.998	0.992	0.998	0.997	0.996
Th <sup>4+</sup>	0.014	0.042	0.015	0.014	0.012
Y <sup>3+</sup>	0.006	0.005	0.009	0.003	0.008
La <sup>3+</sup>	0.244	0.195	0.234	0.238	0.260
Ce <sup>3+</sup>	0.471	0.455	0.467	0.483	0.455
Pr <sup>3+</sup>	0.046	0.049	0.046	0.050	0.043
Nd <sup>3+</sup>	0.164	0.172	0.169	0.167	0.158
Sm <sup>3+</sup>	0.030	0.032	0.029	0.028	0.033
Eu <sup>3+</sup>	0.007	0.007	0.006	0.004	0.008
Gd <sup>3+</sup>	0.005	0.013	0.006	0.003	0.013
Dy <sup>3+</sup>	b.d.	0.004	0.003	b.d.	0.004
Bi <sup>3+</sup>	0.003	0.004	0.002	0.002	0.003
Ca <sup>2+</sup>	0.009	0.031	0.015	0.013	0.011
Fe <sup>2+</sup>	0.004	b.d.	0.005	b.d.	0.003
Subtot.	1.003	1.009	1.005	1.005	1.008
Cl <sup>-</sup>	0.002	0.003	0.002	b.d.	0.002
La <sub>N</sub> /Sm <sub>N</sub>	4.76	3.52	4.59	4.97	4.60
Eu/Eu*	1.81	0.98	1.23	1.31	1.18
Ce/Ce*	1.07	1.12	1.08	1.06	1.04

mi sumami WDS analýz (94 - 96 hm. %, tab. 3). Zvýšené jsou obsahy různých příměsí, u nichž lze předpokládat z větší části anizomimerální charakter (Si, Al, Fe, Ca), neboť tyto analýzy mají dosti nevyhovující stechiometrii: při přepočtu na bázi 2 atomů O vychází i za předpokladu přítomnosti všeho železa jako Fe<sup>3+</sup> vysoká suma kationtů mezi 1.008 a 1.026 *apfu* (tab. 3, analýzy 1 - 3). Ojedinele tato forma rutilu obsahuje v BSE obraze drobné světlejší domény s vysokým obsahem Fe a Ti (desítky hm. %). Předpokládáme proto, že tato forma rutilu představuje pseudomorfózy rutilu po nějakém Fe-Ti oxidickém minerálu; podle tvaru by mohlo jít nejpravděpodobněji o ilmenit. Druhý typ rutilu vytváří izometrická neporézní a nezonální zrna vtroušená v základní hmotě horniny (obr. 3c,e). Dosahují velikosti do 10 μm a mají xenomorfní omezení. Bodové WDS analýzy této formy rutilu (tab. 3, analýzy 4 - 6) se vyznačují lepšími sumami (98 - 99 hm. %), vyrovnanou stechiometrií a výrazně jednodušším složením, v němž kromě TiO<sub>2</sub> vystupují jen malé příměsi Fe a V (0.001 - 0.005 *apfu*) a méně i Cr (max. 0.002 *apfu*).

**Apatit** je přítomen v podobě ojedinelých xenomorfních až hypautomorfních individuí o velikosti do 80 μm (obr. 3f) jednotlivě rozptýlených v matrici horniny. Chemické složení (tab. 4) odpovídá velmi čistému fluorapatitu, se stechiometrickým poměrem Ca : P a jen nepatrnými obsahy příměsí. Vyšší než teoretický obsah F (1.02 až 1.38 *apfu*) pravděpodobně souvisí s nevhodnou orientací analyzovaných zrn vůči dopadajícímu svazku elektronů, umožňující difuzi F během analýzy (viz Stormer et al. 1993).

**Monazit-(Ce)** je přítomen jen v ojedinelých velmi drobných izometrických xenomorfně omezených zrnech dosahujících velikosti obvykle prvních jednotek μm, zcela výjimečně až prvních desítek μm (obr. 3b). WDS analýzy (tab. 5) ukázaly, že fosfor je zastupován nepatrným množstvím As (0.002 - 0.005 *apfu*). Mezi prvky vzácných zemin dominuje vždy Ce. Prvky vzácných zemin jsou v malé míře zastupovány Th (0.012 - 0.042 *apfu*), Ca (0.009 - 0.030 *apfu*), Y (0.003 - 0.009 *apfu*), Bi (0.002 - 0.004 *apfu*) a v části analýz i Fe (max. 0.005 *apfu*). Chondritem normalizovaný poměr La/Sm se pohybuje mezi 3.5 a 5.0. Chondritem normalizovaná distribuce REE vykazuje obvyklý plynulý pokles od La ke Gd (obr. 6). Ce anomálie většinou chybí (Ce/Ce\* = 1.04 - 1.12), Eu anomálie rovněž není vyvinuta či je slabě pozitivní (Eu/Eu\* = 0.98 - 1.31), v jednom případě výrazněji pozitivní (Eu/Eu\* = 1.81; tab. 5).



**Obr. 6** Chondritem normalizované distribuce REE v monazitech z valounu č. 2 z Nového dvora. Označení analýz odpovídá označení v tab. 5.

## Diskuse

Přestože nebyl výskyt chloritoidových břidlic ve valounovém materiálu vněkarpatkých flyšových slepenců dosud v literatuře zmiňován, podle našeho názoru nemusí tyto horniny nutně představovat extrémně vzácnou komponentu, vzhledem k jejich značné vizuální podobnosti s běžně nalézány valouny fylitů a obecně velmi malé prozkoumanosti klastů metamorfovaných hornin v této oblasti. Relativně značná velikost klastu č. 2 (25 cm) v kombinaci s relativně malou mechanickou odolností této horniny nenaznačuje možnost resedimentace valounů, ale spíše svědčí o jejich uplatnění v rámci prvního erozně-sedimentačního cyklu. To by nepřímo potvrzovala i absence valounů podobných hornin v plošně rozsáhlé oblasti starších (spodnokarbonských) sedimentů moravskoslezského kulmu, u nichž je v některých pracích o resedimentaci některých komponent do mladších sedimentů karpatského flyše uvažováno (např. Otava et al. 1997, 1998; Stráník et al. 2007; Dolníček et al. 2022). Z prostoru Hostýnských vrchů uvádějí zcela ojedinělý výskyt chloritoidu z těžké frakce eluvia flyšových sedimentů chvalčovského souvrství Uhlíř et al. (2011). Chemické složení tohoto chloritoidu (Uhlíř et al. 2011) je však odlišné od námi analyzovaných chloritoidů: vyznačuje se mnohem vyšším obsahem magneziochloritoidové složky (19 mol. %) při velmi malém zastoupení ottrelitové komponenty (0.3 mol. %).

Nově nalezené valouny chloritoidových břidlic se tedy zdají být v prvním přiblížení velmi vhodným kandidátem pro interpretaci provenience valounového materiálu karpatských flyšových sedimentů. Je tomu tak proto, že jde o horninu, která je v potenciálních zdrojových oblastech relativně velmi vzácným litotypem. V oblasti České republiky jsou chloritoidové břidlice popisovány z chrudimského paleozoika (Jirásek et al. 2020), hlinské zóny (Buriánek a Otava 2007) a ze silezika (René a Šrein 2001). Z dalších oblastí uvažovaných jako možné zdrojové oblasti klastického materiálu moravského karpatského flyše lze zmínit výskyt chloritoidových břidlic v oblasti veporika na jihovýchodním Slovensku (Lupták et al. 2000) a v oblasti taurského okna (Proyer a Dachs 2000) a dalších lokalitách Východních Alp (Niedermaier a Praetzel 1995) v Rakousku. Vzájemné porovnání minerální asociace hornin a

hlavně chemismu jednotlivých minerálů je obtížné, vzhledem k velmi malému množství petrografických charakteristik a primárních kompozičních minerálních dat prezentovaných v dostupných publikacích; dohledané údaje jsou sumarizovány v tab. 6. Minerální asociace srovnávaných krystalických břidlic s chloritoidem je podle literárních údajů zpravidla mnohem pestřejší a zahrnuje i chlorit, kyanit a/nebo granát, které v našem případě nebyly vůbec zaznamenány. Nelze ovšem vyloučit, že v petrologických pracích jsou záměrně podrobněji studovány vzorky s obsahem zmiňovaných indexových minerálů umožňujících specifikaci vývoje PT podmínek metamorfózy, zatímco mineralogicky fádňější vzorky (třeba i na lokalitě mnohem častější) jsou opomíjeny. V každém případě relativně nejlepší shodu minerální asociace lze konstatovat při porovnání s chloritoidovou břidlicí z chrudimského paleozoika, popisovanou Jiráskem et al. (2020). Shodným rysem je na této lokalitě i běžná přítomnost inkluzí minerálů základní tkáň v porfyroblastech chloritoidu. Shodnou minerální asociaci má i vzorek chloritoidové břidlice z lokality Bělá (silezikum), studovaný Reném a Šreinem (2001), v tomto případě ovšem porfyroblasty chloritoidu téměř neobsahují inkluze jiných minerálů (M. René, osobní sdělení 2022). Běžnou slídou je v daných typech hornin vždy muskovit, často fengitický, vzácně se zvýšenou margaritovou složkou. Primární illit v daném typu hornin není zmiňován s výjimkou práce Jiráska et al. (2020), kde je pouze na základě rtg. difrakční analýzy uvažováno o přítomnosti illit-muskovitu. Zvýšené obsahy paragonitové komponenty ve světlé slídě jsou v daných horninách zdá se spíše pravidlem než výjimkou, nepochybně i s ohledem na obvyklou absenci živců, které v metamorfovaných horninách zpravidla představují hlavní koncentrátoři Na. Chemismus chloritoidu je v citovaných pracích většinou charakterizován vyšším zastoupením magneziochloritoidové (11 - 34 mol. %) a/nebo ottrelitové (1 - 9 mol. %) komponenty (tab. 6). Chemické složení relativně nejbližší analýzám chloritoidu z obou námi studovaných valounů vykazala pouze chloritoidová břidlice z Bělé v Hrubém Jeseníku; dvě analýzy chloritoidu publikované Reném a Šreinem (2001) ukázaly jen 3 a 4 mol. % magneziochloritoidové a kolem 1 mol. % ottrelitové složky (tab. 6).

**Tabulka 6** Porovnání vybraných parametrů chloritoidových břidlic z Nového dvora s možnými zdrojovými horninami

lokalita	Min. asociace	Mol. % Mcd (Cld)	Mol. % Ott (Cld)	Apfu Na (Msc)	Pozn.	Ref.
Nový dvůr	Cld, Ill-Msc, Q, Rt, Ap, Mnz	7 - 11	0.0 - 0.4	0.08 - 0.16	Poikiloblasty Cld	Tato práce
Vápenný Podol - chrudim. pal.	Cld, Ill(?) - Msc, Q, Chl, Rt, Zrn, Rbd, Xnt	15 - 19	1.2 - 1.5	neuveďeno	Poikiloblasty Cld	Jirásek et al. (2020)
Kladno - hlinská zóna	Cld, Grt, Q, Msc, Chl, Ilm	11 - 12	5 - 6	neuveďeno		Buriánek, Otava (2007)
Bělá - silezikum	Cld, Q, Msc, opakní fáze	3 - 4	1	neuveďeno	Porfyroblasty Cld bez inkluzí	René, Šrein (2001)
H. Město - silezikum	Cld, Grt, Q, Msc, Chl	5 - 6	4 - 9	neuveďeno		René, Šrein (2001)
veporikum	Cld, Ky, Chl, Q, Mc, Rt, Tur	22 - 29	1 - 4	0.11 - 0.17	Vzácně vedle Msc i Prg, Mrg	Lupták et al. (2000)
taurské okno	Cld, Ky, Msc, Grt, Btt, Q, Hm, Rt, Apt, Mnz	19 - 34	0 - 1	0.03 - 0.18	Vzácně i Prg	Proyer, Dachs (2000), Hoschek et al. (2010)



## Závěr

V příspěvku je charakterizován nový nálezy valounů chloritoidových břidlic, uskutečněný v eocenních až oligocenních slepencích zlínského souvrství račanské jednotky magurského flyše. Hornina se vyznačuje jednoduchým minerálním složením s převahou chloritoidu, křemene a světlé slídy a akcesorickým výskytem apatitu, rutilu a monazitů. Chloritoid obsahuje jen velmi malé množství magneziochloritoidové (7 - 11 mol. %) a ottrelitové (max. 0.4 mol. %) komponenty. Světlá slída patří klasifikačně muskovitu až illitu. Ve srovnání s podobnými typy hornin v potenciálních snosných areálech v oblasti České republiky, Slovenska a Rakouska lze na základě publikovaných údajů většinou konstatovat významné rozdíly jak v minerální asociaci hornin, tak i v chemismu chloritoidu a slíd. Nejlépe srovnatelný chemismus chloritoidu vykazala pouze chloritoidová břidlice z lokality Bělá v Hrubém Jeseníku.

## Poděkování

Práce na dané problematice byly finančně podpořeny Ministerstvem kultury ČR v rámci institucionálního financování výzkumné organizace Národní muzeum (00023272 - cíl DKRVO 1.II.d). První z autorů děkuje M. Renému (AV ČR Praha) za konzultaci problematiky chloritoidových břidlic Jeseníků. Témuž pracovníku a J. Jiráskovi (UP Olomouc) děkujeme za vstřícné recenzní posouzení rukopisu.

## Literatura

- ANDERS E, GREVESSE N (1989) Abundances of the elements: Meteoritic and solar. *Geochim Cosmochim Acta* 53: 197-214
- BURIÁNEK D, OTAVA J (2007) Tři geneticky rozdílné typy granátovců z hlinské zóny a poličského krystalinika. *Acta Mus Moraviae, Sci geol* 92: 143-150
- ČOPJAKOVÁ R (2007) Odras změn proveniencie v psefitické a psamitické frakci sedimentů mysejovického souvrství (analýza těžkých minerálů). MS, disertační práce, MU Brno
- DOLNÍČEK Z, KREJČÍ KOTLÁNOVÁ M (2022) Hluboká diagenetická alterace těžkých minerálů v pískovcích z lokality Lukoveček (račanská jednotka, flyšové pásmo Vnějších Západních Karpat, Česká republika). *Acta Mus Moraviae, Sci geol* 107 (1): 53-72
- HANŽL P, KREJČÍ O (1996) Geochemické rysy granitických valounů magurského flyše Chřibů a jejich proveniencie. *Geol výzk Mor Slez v r. 1995*: 56-58
- HANŽL P, SCHITTER F, FINGER F, KREJČÍ O (1997) Datování granitu z valounu slepenců magurského flyše Chřibů. *Geol výzk Mor Slez v r. 1996*: 26-27
- HOSCHEK G, KONZETT J, TESSADRI R (2010) Phase equilibria in quartzitic garnet-kyanite-chloritoid micaschist from the Eclogite Zone, Tauern Window, Eastern Alps. *Eur J Mineral* 22: 721-732
- JIRÁSEK J, MATYSEK D, SIVEK M (2020) Minerály „ottrélitových“ břidlic u Vápenného Podola v Železných horách (Česká republika). *Bull Mineral Petrolog* 28(2): 339-346
- KRYSTEK I (1965) Výzkum sedimentů západní části magurského flyše a otázky její geneze. *Folia Fac Sci Nat Univ Purk Brun, Geol VI*, 9: 1-47
- LUPTÁK B, JANÁK M, PLAŠIENKA D, SCHMIDT S, FREY M (2000) Chloritoid-kyanite schists from the Veporic unit, Western Carpathians, Slovakia: Implications for Alpine (Cretaceous) metamorphism. *Swiss J Geosci Suppl* 80: 213-223
- MAYDAGÁN L, FRANCHINI M, IMPICCINI A, LENTZ D (2016) Phyllosilicates geochemistry and distribution in the Altar porphyry Cu-(Au) deposit, Andes Cordillera of San Juan, Argentina: Applications in exploration, geothermometry, and geometallurgy. *J Geoch Explor* 167: 83-109
- MCLENNAN SM (1989) Rare earth elements in sedimentary rocks: influence of provenance and sedimentary processes. *Rev Mineral* 21: 169-200
- MENČÍK E, ADAMOVÁ M, DVOŘÁK J, DUDEK A, JETEL J, JURKOVÁ A, HANŽLÍKOVÁ E (1983) *Geologie Moravskoslezských Beskyd a Podbeskydské pahorkatiny*. Ústř. úst. geol. Praha.
- NĚMCOVÁ-HLOBILOVÁ J (1964) Příspěvek k exotickým horninám karpatské soustavy. *Acta Univ Palack Olom, Geogr-Geol* 4, 17: 69-145
- NĚMCOVÁ J (1967) Příspěvek k exotickým horninám Chřibů. *Acta Univ Palack Olom, Geogr-Geol* 9, 23: 61-68
- NIEDERMAYR G, PRAETZEL I (1995) *Mineralien Kärntens*. Naturwissenschaftliche Verein für Kärnten, 232 s.
- OTAVA J, KREJČÍ O, SULOVSKÝ P (1997) První výsledky studia chemismu granátů pískovců račanské jednotky magurského flyše. *Geol výzk Mor Slez v r 1996*, 4: 39-42
- OTAVA J, KREJČÍ O, SULOVSKÝ P (1998) Výsledky studia detritických granátů křídových sedimentů račanské jednotky magurské skupiny. *Geol výzk Mor Slez v r 1997*, 5: 29-31
- POKORNÝ M (1946) Příspěvek k poznání flyšového území na sv. Moravě se zvláštním zřetelem k exotickým valounům. *Čas Zem mus Brno* 30: 171-207
- POUCHOU J, PICOIR F (1985) „PAP“ (φρZ) procedure for improved quantitative microanalysis. In: ARMSTRONG JT (ed): *Microbeam Analysis*: 104-106. San Francisco Press. San Francisco
- PROYER A, DACHS E (2000) Contrasting parageneses in mica schists of the Hohe Tauern, caused by manganese and zinc. *Mineral Petrol* 69 (3-4): 197-212
- RENÉ M, ŠREIN V (2001) Chloritoid schists of the Hrubý Jeseník Mts. *Acta Univ Palack Olom, Fac Rer Nat, Geol* 37: 37-45
- RIEDER M, CAVAZZINI G, D'YAKONOV YS, KAMENETSKII VAF, GOTTARDI G, GUGGENHEIM S, KOVAL' PV, MUELLER G, NEIVA AMR, RADOSLOVICH EW, ROBERT JL, SASSI FP, TAKEDA H, WEISS Z, WONES DR (1998) Nomenclature of micas. *Can Mineral* 36: 905-912
- SOTÁK J (1992) Evolution of the Western Carpathians suture zone - principal geotectonic events. *Geol Zbor Geol Carpath* 43: 355-362
- STRÁNÍK Z, HROUDA F, OTAVA J, GILÍKOVÁ H, ŠVÁBENICKÁ L (2007) The Upper Oligocene-Lower Miocene Krosno lithofacies in the Carpathian Flysch Belt (Czech Republic): sedimentology, provenance and magnetic fabrics. *Geol Carpath* 58(4): 321-332
- STORMER JC Jr, PIERSON MJ, TACKER RC (1993) Variation of F and Cl X-ray intensity due to anisotropic diffusion of apatite during electron microprobe analysis. *Am Mineral* 78: 641-648
- ŠTELCL J Jr. (1989) Petrology and geochemistry of granitoid exotics of the Rača Unit of the Magura Flysch. *Geol Zbor Geol Carpath* 40: 735-748
- ŠTELCL J Jr. (1993a) Hlavní výsledky petrologického výzkumu krystalinických exotik račanské jednotky magurského flyše. *Zpr geol Výzk v r 1991*: 137-138
- ŠTELCL J Jr. (1993b) Výsledky petrochemického studia krystalinických exotik račanské jednotky magurského flyše. *Zpr geol Výzk v r 1991*: 138-140
- UHLÍŘ D, DOLNÍČEK Z, KOLBINGER D (2011) Rekognoskace a šlichová prospekce terénních pozůstatků po možné těžbě nerostných surovin na Hostýně (Hostýnské vrchy). *Acta Mus Moraviae, Sci geol* 96 (1): 47-60